



Power Analyser MI 2992 Bedienungsanleitung

Version 1.1.2. Bestell Nr. 20 753 477

**Vor dem ersten Gebrauch des Geräts
Bitte lesen Sie diese
Bedienungsanleitung
und handeln Sie in Übereinstimmung
mit ihnen!**



Händler:**Hersteller:**

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

DATENSICHERUNG UND -VERLUST

Es obliegt dem Nutzer, die Integrität und Sicherheit des Datenträgers sicherzustellen und die Integrität von Datensicherungen regelmäßig zu gewährleisten und zu validieren. METREL ÜBERNIMMT KEINE VERPFLICHTUNG ODER VERANTWORTUNG FÜR JEDLICHEN VERLUST, ÄNDERUNG, ZERSTÖRUNG, BESCHÄDIGUNG, KORRUPTION ODER WIEDERHERSTELLUNG VON NUTZERDATEN, UNABHÄNGIG DAVON, WO DIE DATEN GESPEICHERT SIND.



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



Hiermit erklärt Metrel d.o.o., dass der MI 2992 in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2014/53/EU (RED) und allen anderen geltenden EU-Richtlinien ist. Der vollständige Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse zu finden: <https://www.metrel.si/DoC>.



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



Hiermit erklärt Metrel d.o.o., dass der MI 2992 in Übereinstimmung mit den Regeln für Funkanlagen 2017 (Radio Equipment Regulations - RED) und allen anderen geltenden UK-Richtlinien ist. Der vollständige Text der UK-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse zu finden <https://www.metrel.si/UK-DoC>.

© Metrel d.o.o.

Veröffentlicht: 01/2026

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von Metrel vervielfältigt oder in irgendeiner anderen Form genutzt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	11
1.1	Hauptmerkmale	11
1.2	Sicherheitsüberlegungen	12
1.3	Akku und Aufladen des Li-Ionen-Akkus	14
1.3.1	Anschluss an das Uext-Netzteil	14
1.3.2	Betriebstemperaturbereich des Akkus	16
1.3.3	Richtlinien für den Li-Ionen-Akkupack	16
1.4	Anwendbare Normen	17
1.5	Abkürzungen	18
2	Beschreibung	28
2.1	Frontplatte	28
2.2	Anschlussplatte	29
2.3	Bodenansicht	30
2.4	Zubehör	30
2.4.1	Standardzubehör	30
2.4.2	Optionales Zubehör	31
3	Bedienung des Geräts	32
3.1	Optionale Schaltflächen	34
3.2	Touchscreen-Gesten	35
3.3	Gerätestatusleiste	36
3.4	Toastbotschaft	36
3.5	Virtuelle Tastatur	37
3.6	Gerätespeicher	38
4	Hauptmenü des Geräts	40
5	Live-Messungen	42
5.1	U, I, f	43
5.1.1	U, I, f → Details	43
5.1.2	U, I, f → Umfang	44
5.1.3	U, I, f → Trend	44
5.2	Leistung	46
5.2.1	Leistung → Haupt	46
5.2.2	Leistung → Details	47
5.2.3	Leistung → Trend	49
5.3	Energie	50
5.3.1	Energie → Summe	50
5.3.2	Energie → Intervall	51
5.3.3	Energie → Trend	51
5.4	Harmonische / Interharmonische	52
5.4.1	Harmonische → Balken	53
5.4.2	Harmonische → Leistungsharmonische	55
5.4.3	→ Zähler für Harmonische	55
5.4.4	Harmonische → Trend	56
5.5	Flimmern	57
5.5.1	Flimmer → Details	58
5.5.2	Flimmern → Trend	58
5.6	Phasendiagramm	59
5.6.1	Phasendiagramm → Fundamental	60
5.6.2	Phasendiagramm → Unwucht	61
5.6.3	Phasendiagramm → Trend	61
5.7	Temperatur	62
5.7.1	Temperatur → Details	63
5.7.2	Temperatur → Trend	63
5.8	Signalisierung	64

5.8.1	Signalisierung→Trend.....	65
5.8.2	Signalisierung→Trend.....	65
5.9	Abweichung.....	66
5.9.1	Abweichung→Details.....	66
5.9.2	Abweichung→Trend.....	67
6	Rekorder.....	69
6.1	Sperren/Entsperren.....	73
7	Dateimanager.....	74
7.1	Periodiken anzeigen.....	75
7.2	Ereignisse anzeigen.....	76
7.2.1	Ereignistabelle.....	78
8	Schritt-für-Schritt-Assistent.....	80
9	Messeinstellungen.....	88
9.1	Messungseinstellungs-Manager.....	89
9.2	Allgemeine Einstellungen.....	90
9.2.1	Anschluss-Einrichtung.....	90
9.2.2	Nennspannung.....	97
9.2.3	Einrichtung der Zangen.....	97
9.2.4	Frequenzsynchronisation.....	103
9.2.5	Anschlussprüfung.....	103
9.3	Rekordereinstellungen (Ereignisse).....	105
9.3.1	Einrichtung des Spannungsereignisses.....	105
9.3.2	RVC-Einrichtung (Rapid Voltage Changes).....	107
9.3.3	Einrichtung des Einschaltstroms.....	107
9.3.4	Alarmbestätigung.....	108
9.3.5	Signalisierungs-Einrichtung.....	110
9.3.6	Einrichtung der Transienten.....	111
10	Geräteeinstellungen.....	114
10.1	Sprache.....	115
10.2	Datum / Zeit.....	115
10.3	Zurücksetzen auf Werkseinstellungen.....	116
10.4	Fernzugriff.....	116
10.5	WLAN-Kommunikation.....	117
10.6	Ethernet-Kommunikation.....	117
10.7	Update.....	118
10.7.1	Lokales Update.....	118
10.7.2	Online-Update.....	119
10.8	Display-Einstellungen.....	119
10.9	Kanaleinstellungen.....	120
10.10	Passwort ändern.....	120
11	Über 121	
12	Aufzeichnungspraxis und Geräteanschluss.....	122
12.1	Messkampagne.....	122
12.2	Anschluss-Einrichtung.....	127
12.2.1	Anschluss des Temperaturfühlers.....	127
12.2.2	GPS-ZeitAnschluss für Gerätesynchronisation.....	128
13	Theorie und interne Funktionsweise.....	129
13.1	Messverfahren.....	129
13.1.1	Messaggregation über Zeitintervalle.....	129
13.1.2	Spannungsmessung (Höhe der Versorgungsspannung).....	129
13.1.3	Strommessung (Größe des Versorgungsstroms).....	130
13.1.4	Frequenzmessung.....	130
13.1.5	Moderne Leistungsmessung.....	130
13.1.6	Klassische Vektor- und arithmetische Leistungsmessung.....	135

13.1.7	Energie-	139
13.1.8	Harmonische und Zwischenharmonische	140
13.1.9	Signalisierung	142
13.1.10	Flimmern	142
13.1.11	Spannungs- und Stromunsymmetrie	143
13.1.12	Unterabweichung und Überabweichung	144
13.1.13	Spannungsereignisse	145
13.1.14	Alarmer	148
13.1.15	Schnelle Spannungsänderungen (RVC)	148
13.1.16	Datenaggregation in der AUFZEICHNUNG	149
13.1.17	Markierte Daten	153
13.1.18	Transientenrekorder	154
13.2	EN 50160 Normenübersicht	154
13.2.1	Leistungsfrequenz	155
13.2.2	Versorgungsspannungsvariationen	155
13.2.3	Versorgungsspannungsunsymmetrie	155
13.2.4	THD-Spannung und Harmonische	155
13.2.5	Zwischenharmonische Spannung	156
13.2.6	Netzsignalisierung an der Versorgungsspannung	156
13.2.7	Flimmerschwere	156
13.2.8	Spannungseinbrüche	156
13.2.9	Spannungsanstiege	157
13.2.10	Kurze Unterbrechungen der Versorgungsspannung	157
13.2.11	Lange Unterbrechungen der Versorgungsspannung	157
13.2.12	Rekordereinstellung des Power Analysers für die EN 50160-Umfrage	157
14	Technische Daten	158
14.1	Allgemeine Spezifikationen	158
14.2	Messungen	159
14.2.1	Allgemeine Beschreibung	159
14.2.2	Spannungen	160
14.2.3	Strom	160
14.2.4	Frequenz	161
14.2.5	Flimmern	162
14.2.6	Transienten	162
14.2.7	Fundamentale Leistung	162
14.2.8	Nicht fundamentale Leistung	163
14.2.9	Leistungsfaktor (PF, PFe, PFv, PFa)	163
14.2.10	Verschiebungsfaktor (DPF) oder Cos ϕ	163
14.2.11	Energie-	164
14.2.12	Spannungsharmonische und THD	164
14.2.13	Stromharmonische, THD und k-Faktor	165
14.2.14	Spannungszwischenharmonische	165
14.2.15	Stromzwischenharmonische	166
14.2.16	Signalisierung	166
14.2.17	Unwucht	166
14.2.18	Über- und Unterabweichung	166
14.2.19	Zeit- und Dauerunsicherheit	167
14.2.20	Temperatursonde	167
14.2.21	Phasenwinkel	167
14.2.22	VFD (Frequenzumrichter) Systemspezifikation	167
14.3	Rekorder	168
14.3.1	Allgemeiner Recorder	168
14.4	Normenkonformität	169
14.4.1	Übereinstimmung mit der Norm IEC 61557-12	169
14.4.2	Einhaltung der IEC 61000-4-30	169
15	Wartung	170

15.1	Firmware- / Software-Upgrade.....	170
15.2	Reinigung.....	170
15.3	Regelmäßige Kalibrierung.....	170
15.4	Service	170
15.5	Fehlersuche.....	170
16	Dokumentversion / -historie.....	171
Appendix A – Profilspezifikation		172
A.1	Profil 200 ms	172
A.2	Benutzerdefiniert	172
A.3	IEEE 519-Profil	175
A.4	Energiebedarfsbericht.....	176
A.5	Codigo de Red Profil	177
A.6	EN 50160-Profil.....	178
A.7	Koreanisches Profil.....	180

Liste der Tabellen

Tabelle 1: Standardzubehör für den MI 2992 Power Analyser	30
Tabelle 2: Beschreibung der Statusleiste des Geräts	36
Tabelle 3: Hauptmenü des Geräts	40
Tabelle 4: Menü Live-Messungen des Geräts	42
Tabelle 5: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (U,I,f)	43
Tabelle 6: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (U,I,f - Umfang)	44
Tabelle 7: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm (Leistung – Hauptansicht)	47
Tabelle 8: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm (Leistung – Detailansicht)	48
Tabelle 9: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Energie – Summenbildschirm)	50
Tabelle 10: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Energie – Intervallbildschirm)	51
Tabelle 11: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Harmonische – Balkenbildschirm)	54
Tabelle 12: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm (Leistung – Harmonische – Bildschirm)	55
Tabelle 13: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Bildschirm Zähler für Harmonische)	56
Tabelle 14: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Flimmern)	58
Tabelle 15: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Phasendiagramm – Fundamental)	60
Tabelle 16: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Phasendiagramm – Unwucht)	61
Tabelle 17: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Temperatur)	63
Tabelle 18: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Signalisierung)	65
Tabelle 19: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Abweichung)	67
Tabelle 20: Beschreibung der Messeinstellung Klemmenoptionen	98
Tabelle 21: Anschlussprüfung Beschreibung und Bildschirmsymbole	104
Tabelle 22: Beschreibung der Einrichtung von Spannungsereignissen	106
Tabelle 23: Beschreibung des RVC-Setups	107
Tabelle 24: Beschreibung der Einrichtung des Einschaltstroms	108
Tabelle 25: Beschreibung der Einrichtung des Alarms	109
Tabelle 26: Beschreibung der Signalisierungs-Einrichtung	110
Tabelle 27: Beschreibung der Transienten-Einrichtung	111
Tabelle 28: Transienten am Niederspannungsnetz	112
Tabelle 29: Beschreibung der Optionen für Geräteeinstellungen	114
Tabelle 30: Beschreibung der Einstellung des Datums-/Zeitbildschirms	115
Tabelle 31: Beschreibung des Bildschirms zur Einrichtung des Fernzugriffs	116
Tabelle 32: Beschreibung der Felder im Fenster Über	121
Tabelle 33: GPS-Funktion	128
Tabelle 34: Zusammenfassung und Gruppierung der Phasenleistungsgrößen	131
Tabelle 35: Leistungsübersicht und Gruppierung der Gesamtleistungsgrößen	132
Tabelle 36: Zusammenfassung und Gruppierung der Phasenleistungsgrößen	136
Tabelle 37: Leistungsübersicht und Gruppierung der Gesamtleistungsgrößen	136
Tabelle 38: Alarmbestimmungsparameter	148
Tabelle 39: Alarmsignaturen	148
Tabelle 40: Datenaggregationsverfahren	150
Tabelle 41: EN 50160 Standard-LV-Grenzwerte (kontinuierliche Phänomene)	154
Tabelle 42: Werte der einzelnen harmonischen Spannungen an der Versorgung	155
Tabelle 43: Klassifizierung von Spannungseinbrüchen	156
Tabelle 44: Klassifizierung des Spannungsanstiegs	157

Liste der Abbildungen

Abbildung 1: MI 2992 - Power Analyser.....	11
Abbildung 2: Anschluss von U_{EXT} an die Netzsteckdose	14
Abbildung 3: Anschluss von U_{EXT} an die Stromversorgung von der Messleitung L-N und L-L	15
Abbildung 4: Typisches Ladeprofil	15
Abbildung 5: Typischer Ladestrom vs. Temperaturprofil	16
Abbildung 6: Frontplatte.....	28
Abbildung 7: Obere Anschlussplatte	29
Abbildung 8: Stromversorgungs- / Messklemmenbeschriftung.....	29
Abbildung 9: Seitenanschlussplatte	29
Abbildung 10: Bodenansicht	30
Abbildung 11: Symbol- und Tastenbeschreibung anzeigen	32
Abbildung 12: Gängige Anzeigesymbole und Beschriftungen während der Messkampagne	33
Abbildung 13: Gerätestatusleiste	36
Abbildung 14: Beispiel für eine Toastbotschaft – Überstrom	36
Abbildung 15: Tastaturlayout (Beispiel Aufzeichnung umbenennen)	37
Abbildung 16: Tastaturlayout (Beispiel Nennspannung)	37
Abbildung 17: Tastaturlayout (Beispiel für eine Wertgrenze).....	37
Abbildung 18: Interne Speicherkarten-Layouts	38
Abbildung 19: Einlegen der microSD-Karte /des USB-Sticks	38
Abbildung 20: Home-Menü.....	40
Abbildung 21: Kurzwahl.....	41
Abbildung 22: Menü Live-Messungen.....	42
Abbildung 23: U, I, f Zählerphasentabellenbildschirme (L1, L2, L3, N)	43
Abbildung 24: Spannungs- / Strom-Wellenform.....	44
Abbildung 25: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm	45
Abbildung 26: Leistungsmessungen Hauptansicht.....	47
Abbildung 27: Leistungsmessungen Detailansicht.....	48
Abbildung 28: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm.....	49
Abbildung 29: Bildschirm Energiesumme.....	50
Abbildung 30: Bildschirm Energieintervall.....	51
Abbildung 31: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm.....	52
Abbildung 32: Bildschirm Harmonische-Balken	53
Abbildung 33: Bildschirm Zwischenharmonische-Balken.....	54
Abbildung 34: Bildschirm Überharmonische-Balken.....	54
Abbildung 35: Bildschirm Leistungsharmonische-Balken	55
Abbildung 36: Zählerbildschirm Harmonische / Zwischenharmonische /Überharmonische.....	56
Abbildung 37: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm	57
Abbildung 38: Bildschirm Flimmer-Details.....	58
Abbildung 39: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm.....	59
Abbildung 40: Bildschirm Phasendiagramm.....	60
Abbildung 41: Bildschirm Unwuchtdiagramm	61
Abbildung 42: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm.....	62
Abbildung 43: Bildschirm des Temperaturmessers	63
Abbildung 44: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm.....	64
Abbildung 45: Bildschirm Signalisierungsdetails.....	65
Abbildung 46: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm.....	66
Abbildung 47: Tabellenbildschirm Unterabweichung und Überabweichung.....	67
Abbildung 48: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm.....	68
Abbildung 49: Bildschirm Rekorder-Einstellungen	69
Abbildung 50: Rekorder-Bildschirm	71
Abbildung 51: Bildschirm sperren	73
Abbildung 52: Bildschirm Dateimanager	74
Abbildung 53: Bildschirm Periodiken anzeigen	75
Abbildung 54: Bildschirm Ereignisse anzeigen.....	77

Abbildung 55: Ereignistabellen-Ansichtsbildschirm.....	78
Abbildung 56: Ansicht der Übergangsdetails von RMS 1/2.....	78
Abbildung 57: Übergangsdetails Ansichtsbildschirm der WELLE.....	79
Abbildung 58: Willkommensfenster des Schritt-für-Schritt-Assistenten.....	80
Abbildung 59: Messungseinstellungsdatei auswählen.....	80
Abbildung 60: Neue Datei erstellen.....	80
Abbildung 61: Ablaufdiagramm des Schritt-für-Schritt-Assistenten.....	81
Abbildung 62: Schritt 1: Verbindung.....	81
Abbildung 63: Schritt 2: Nennspannung.....	82
Abbildung 64: Schritt 3: Zangeneinstellung.....	83
Abbildung 65: Schritt 4: Frequenzeinstellung.....	84
Abbildung 66: Messeinrichtung abgeschlossen.....	84
Abbildung 67: Schritt 5: Einstellung für Netzwerkereignisse.....	85
Abbildung 68: Ereigniseinrichtung abgeschlossen.....	85
Abbildung 69: Schritt 6: Rekorder-Einstellungen.....	86
Abbildung 70: Schritt 7: Rekorder.....	87
Abbildung 71: Bildschirm Messeinrichtung.....	88
Abbildung 72: Bildschirm zum Einrichten der Messung mit Popup-Informationen.....	88
Abbildung 73: Messeinstellungs-Manager.....	89
Abbildung 74: Einrichtungsmenü der Anschlüsse.....	90
Abbildung 75: Auswahl des 3-phasigen 4-Draht-Systems am Gerät.....	91
Abbildung 76: Auswahl des 3-phasigen 3-Draht-Systems am Gerät.....	91
Abbildung 77: Auswahl des 3-Draht-Systems Open Delta (Aaron) am Gerät.....	92
Abbildung 78: Auswahl des 1-phasigen 3-Draht-Systems am Gerät.....	92
Abbildung 79: Auswahl des 2-phasigen 4-Draht-Systems am Gerät.....	93
Abbildung 80: Auswahl des einphasigen Wechselrichtersystems am Gerät.....	93
Abbildung 81: Auswahl des dreiphasigen Wechselrichtersystems am Gerät.....	94
Abbildung 82: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Aaron / Open Delta).....	94
Abbildung 83: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Delta - Delta).....	95
Abbildung 84: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Delta - Stern).....	95
Abbildung 85: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Stern - Stern).....	96
Abbildung 86: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Stern - Delta).....	96
Abbildung 87: Spannungsverhältnis für 11 kV / 100 V Transformator Beispiel.....	97
Abbildung 88: Untermenü Messeinstellung Klemmen – Phasenansicht.....	98
Abbildung 89: Untermenü Messeinstellung Klemmen – dreiphasige Ansicht.....	98
Abbildung 90: Einrichtung der automatisch erkannten Zangen.....	99
Abbildung 91: Konfiguration mit Einrichtung der intelligenten Zangen und fester Bereichsauswahl.....	100
Abbildung 92: Automatische Bereichsauswahl – Einstellung der Gerätestartklemmen.....	100
Abbildung 93: Automatische Bereichsauswahl beendet.....	101
Abbildung 94: Auswahl der Stromzangen für das Beispiel der indirekten Strommessung.....	102
Abbildung 95: Anschlussprüfung.....	103
Abbildung 96: Auslösen in Wellenformdatensatz.....	105
Abbildung 97: Einrichtungsbildschirm für Spannungsereignisse.....	106
Abbildung 98: RVC-Einrichtungsbildschirm.....	107
Abbildung 99: Bildschirm zur Einrichtung des Einschaltstroms.....	108
Abbildung 100: Bildschirm Einrichtung der Alarmer.....	109
Abbildung 101: Bildschirm Signalisierungs-Einrichtung.....	110
Abbildung 102: Bildschirm Transienten-Einrichtung.....	111
Abbildung 103: Untermenü Geräteeinstellungen.....	114
Abbildung 104: Spracheinstellungsbildschirm.....	115
Abbildung 105: Einstellen des Datums-/Zeitbildschirms.....	115

Abbildung 106: Bildschirm zum Zurücksetzen auf Werkseinstellungen mit Popup-Informationen.....	116
Abbildung 107: Bildschirm Einrichtung des Fernzugriffs	116
Abbildung 108: Bildschirm WLAN-Einrichtung.....	117
Abbildung 109: Bildschirm für die Ethernet-Einrichtung	118
Abbildung 110: Optionsmenü Software-Update.....	118
Abbildung 111: Lokales Update.....	119
Abbildung 112: Online-Update-Datei verfügbar (links) und Update (Datei herunterladen) in Bearbeitung (rechts)	119
Abbildung 113: Optionsmenü Anzeigeeinstellungen.....	120
Abbildung 114: Kanalbezeichnung/ Farbdarstellung von Phasenspannungen/ -strömen.....	120
Abbildung 115: Menü Passwort ändern	120
Abbildung 116: Fenster Über	121
Abbildung 117: Empfohlene Messpraxis	124
Abbildung 118: MI 2992 mit angeschlossenem GPS.....	128
Abbildung 119: Bildschirm Zeitzone einstellen	128
Abbildung 120: Phasen- und Phasen-zu-Phasen-Spannung (Netzspannung)	129
Abbildung 121: IEEE 1459 Phasenleistungsmessung Organisation (Phase)	131
Abbildung 122: IEEE 1459 Phasenleistungsmessungsorganisation (Gesamtsummen)	132
Abbildung 123: Vektordarstellung der Gesamtleistungsrechnung	136
Abbildung 124: Arithmetische Darstellung der Gesamtleistungsrechnung	136
Abbildung 125: Energiezähler und Quadrantenbeziehung	139
Abbildung 126: Instrumentenenergiezähler.....	140
Abbildung 127: Strom- und Spannungsharmonische.....	140
Abbildung 128: Darstellung Harmonische / Zwischenharmonische Untergruppe für 50 Hz Versorgung.....	142
Abbildung 129: Spannungsschwankung	143
Abbildung 130: $U_{Rms(1/2)}$ 1-Takt-Messung.....	145
Abbildung 131: Definition des Spannungsereignisses.....	145
Abbildung 132: Spannungseinbruch-bezogene Ereignisbildschirme am Gerät.....	146
Abbildung 133: Spannungsanstiegsbezogene Ereignisbildschirme auf dem Gerät.....	147
Abbildung 134: Spannungsunterbrechungsbezogene Ereignisbildschirme am Gerät.....	147
Abbildung 135: RVC-Ereignisbeschreibung.....	149
Abbildung 136: Synchronisation und Aggregation von 10/12 Zyklusintervallen	150
Abbildung 137: Avg vs. Avgon, Schaltlaststrom.....	152
Abbildung 138: Verbrauchtes/erzeugtes und induktives/kapazitives Phasen-/Polaritätsdiagramm.....	153
Abbildung 139: Kennzeichnungsdaten deuten darauf hin, dass der aggregierte Wert möglicherweise unzuverlässig ist.....	154
Abbildung 140: Transienten-Triggererkennung (Hüllkurve)	154
Abbildung 141: Transienten-Triggererkennung (Pegel) und zugehörige Bildschirme am Gerät	154
Abbildung 142: Grenzwerte für die Netzsignalisierungsspannung gemäß EN50160	156

1 Einführung

Der Power Analyser MI 2992 ist ein tragbares Multifunktionsgerät für die Leistungsqualitätsanalyse, die Transientenerfassung und Fehlerbehebung sowie die Energiemessung und das Diagnosewerkzeug.



Abbildung 1: MI 2992 - Power Analyser

1.1 Hauptmerkmale

- Vollständige Einhaltung der Stromqualitätsnorm IEC 61000-4-30 Klasse A Ed.3.1
- Einfacher und leistungsstarker Rekorder mit internem Speicher und unterstützter externer microSD-Speicherkarte.
- Wellenform-/Einschaltaufzeichnung, der bei Ereignis/Alarmen/Pegel U/Pegel I/Intervall ausgelöst werden kann; Transientenaufzeichnung für Phasen-/Nullleitungen (Spannung und Strom gleichzeitig) mit Pegel- oder Hüllkurvenauslösung, die gleichzeitig mit dem allgemeinen Rekorder ausgeführt wird.
- Unterstützung für 50 Hz, 60 Hz Netzfrequenz sowie 400 Hz und VFD-Modus.
- Simultane Spannungs- und Stromabtastung (8 Kanäle) (40 kS/s), 24-Bit-AD-Wandlung für genaue Leistungsmessungen und minimalen Phasenverschiebungsfehler.
- 4 Spannungskanäle mit großem Messbereich: bis zu 1000 V_{RMS}, CAT III / 1000 V, mit Unterstützung für Mittel- und Hochspannungssysteme.
- 4 Stromkanäle mit Unterstützung für automatische Klemmenerkennung und automatischer Bereichsauswahl.
- Einhaltung der IEC 61557-12 und IEEE 1459 (Kombinierte, grundlegende, nicht grundlegende Leistung) und IEC 62053-21 (Energie).
- Mit eingebautem Wide-Range-Netzteil (100 – 500 VAC) und Lithium-Ionen-Akku.
- 10,1" TFT-Farbdisplay mit Touchscreen.
- Zu den erweiterten Kommunikationsoptionen gehören USB Typ C, 10/100/1000 Mbit/s Ethernet-Schnittstelle, zertifiziertes WLAN 802,11 ac/a/b/g/n, Bluetooth 4.2/BLE.
- Die PC-Software **MPVision** ist ein integraler Bestandteil eines Messsystems, das die einfachste Möglichkeit bietet, Messdaten herunterzuladen, anzuzeigen und zu analysieren oder Berichte zu drucken.

- MPVision Analyser bietet eine einfache, aber leistungsstarke Schnittstelle zum Herunterladen von Gerätedaten und zur schnellen, intuitiven und beschreibenden Analyse. Die Benutzeroberfläche wurde so organisiert, dass eine schnelle Auswahl von Daten mithilfe einer Windows Explorer-ähnlichen Baumansicht möglich ist.
- Der Benutzer kann aufgezeichnete Daten einfach herunterladen und in mehreren Standorten mit vielen Unterstandorten oder Orten organisieren.
- Generieren Sie Diagramme, Tabellen und Grafiken für die Analyse Ihrer Stromqualitätsdaten und erstellen Sie professionelle gedruckte Berichte.
- Daten zur weiteren Analyse in andere Anwendungen (z. B. Tabellenkalkulation) exportieren oder kopieren /einfügen.
- Mehrere Datensätze können gleichzeitig angezeigt und analysiert werden.
- Fügen Sie verschiedene Protokollierungsdaten zu einer Messung zusammen, synchronisieren Sie Daten, die mit verschiedenen Geräten aufgezeichnet wurden, mit Zeitversätzen, teilen Sie Protokollierungsdaten in mehrere Messungen auf oder extrahieren Sie Daten von Interesse.
- Geräte-Fernzugriff über eine Internetverbindung.

1.2 Sicherheitsüberlegungen

Um die Bedienersicherheit während der Verwendung des Power Analysers zu gewährleisten und das Risiko einer Beschädigung des Geräts zu minimieren, beachten Sie bitte die folgenden allgemeinen Warnungen:



Dieses Gerät darf nur von entsprechend ausgebildeten und kompetenten Personen bedient werden. Der Schutz, der vom Gerät geboten wird, kann beeinträchtigt sein, wenn es nicht auf eine Weise verwendet wird, die vom Hersteller angegeben ist.



Verwenden Sie das Gerät und/oder Zubehörteil nicht, wenn Sie sichtbare Beschädigungen bemerken!



Das Netzteil enthält keine vom Benutzer zu wartenden Teile. Nur ein autorisierter Händler kann einen Service oder eine Einstellung durchführen!



Alle normalen Sicherheitsvorkehrungen müssen durchgeführt werden, um die Gefahr eines Elektroschocks bei Arbeiten an Elektroinstallationen zu vermeiden!



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



Es sind gefährliche Spannungen im Innern des Geräts vorhanden. Trennen Sie alle Prüflleitungen, entfernen Sie das Stromversorgungskabel und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie das Batteriefach öffnen.



Die maximale Nennspannung zwischen einem Phasen- und einem Neutraleingang beträgt 1000 V_{RMS}. Die maximale Nennspannung zwischen den Phasen beträgt 1000 V_{RMS}.



Schließen Sie ungenutzte Spannungseingänge (L1, L2, L3, GND) immer mit einem neutralen (N) Eingang kurz, um Messfehler und falsche Ereignisauslösungen aufgrund von Rauschkopplung zu vermeiden.



Während des Gerätebetriebs sollten die Belüftungslöcher am Gehäuse immer offen bleiben, um einen ausreichenden Luftstrom für die Kühlung zu gewährleisten (siehe Abbildung 10).



Die Sekundärwicklung eines Stromwandlers darf nicht geöffnet sein, wenn sie sich in einem spannungsführenden Stromkreis befindet. Ein offener Sekundärkreis kann zu gefährlich hoher Spannung an den Klemmen führen.



Im Falle einer Fehlbedienung kann das Gerät Ergebnisse ohne Wert oder gestrichelte Linien anzeigen. Mögliche gefährliche Spannung am Prüfobjekt!

Markierungen auf dem Gerät:



Lesen Sie die Bedienungsanleitung mit besonderer Aufmerksamkeit auf das Thema «Sicherheitsbetrieb» durch. Das Symbol erfordert eine Handlung!



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



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



Dieses Gerät sollte als Elektronikschrott recycelt werden.

Warnhinweise bezüglich der Akkus:



Verwenden Sie bitte nur die vom Hersteller gelieferten Akkus.
Entsorgen Sie die Akkus niemals in einem Feuer, da sie explodieren oder ein giftiges Gas erzeugen können.
Zerlegen, zerdrücken oder durchbohren Sie einen Akku in keinsten Weise.
Schließen Sie die Außenkontakte eines Akkus nicht kurz oder verpolen Sie sie nicht.
Außer Reichweite von Kindern aufbewahren.
Vermeiden Sie es, den Akku übermäßigen Stößen oder Vibrationen auszusetzen.
Verwenden Sie keinen beschädigten Akku.
Die Li-Ionen-Batterie enthält eine Sicherheits- und Schutzschaltung, die bei Beschädigung dazu führen kann, dass die Batterie Wärme erzeugt, reißt oder sich entzündet.
Lassen Sie eine Batterie nicht länger geladen, wenn sie nicht verwendet wird.
Wenn aus dem Akku Flüssigkeiten auslaufen, berühren Sie die Flüssigkeiten nicht.
Bei Augenkontakt mit der Flüssigkeit, die Augen nicht reiben. Spülen Sie die Augen sofort für mindestens 15 Minuten gründlich mit Wasser aus. Heben Sie das obere und untere Augenlid, bis keine Anzeichen von Überresten der Flüssigkeit mehr zu sehen sind. Suchen Sie einen Arzt auf.

1.3 Akku und Aufladen des Li-Ionen-Akkus

Das Gerät ist so konzipiert, dass es mit einem wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Akku, einem Netzteil oder Messleitungen betrieben werden kann. Die LCD-Anzeige enthält eine Anzeige des Batteriezustands und der Stromquelle (oberer linker Bereich der LCD-Anzeige).

Symbole in der Messanwendung:

	Anzeige des vollen Akkus.
	Anzeige der halben Ladung im Akku.
	Anzeige eines niedrigen Akkustandes.
	Anzeige des niedrigen Akkus und des Ladezustands.

Das Gerät hat zwei Lademodi. **Hochlademodus** und **Niedriglademodus**. Wenn das Gerät nicht eingeschaltet ist (durch kurzes Drücken der Ein-/Aus-Taste) und die Netzspannung an den Uext-Klemmen anliegt, wird der Hochstrom-Lademodus gestartet.

Symbole im Hochstrom-Lademodus:

	Anzeige Akku voll (Laden abgeschlossen).		Anzeige des niedrigen Akkus und des Ladezustands.
	Ladeanzeige (Laden wird ausgeführt).		Batterie Fehleranzeige (Laden ausgesetzt, Timerfehler, Batterie fehlt)

Die Anzeige des Ladestatus wird über den LCD-Bildschirm oder mit Hilfe der LED angezeigt (siehe Kapitel 2.1 Frontplatte für die LED-Statusbeschreibung).



Um den **Hochstrommodus** zu verlassen, halten Sie die **Ein/Aus-Taste** länger als 2 Sekunden gedrückt.

1.3.1 Anschluss an das Uext-Netzteil

Der Akku wird geladen, wenn das Uext-Netzteil im Bereich von 100 V bis 500 V $\pm 10\%$ am Gerät angeschlossen ist. Die Polarität der Netzsteckdose ist in Abbildung 7 gezeigt. Der interne Stromkreis steuert das Aufladen (CC – Konstantstrom, CV – Konstantspannung) und gewährleistet eine maximale Akkulebensdauer.

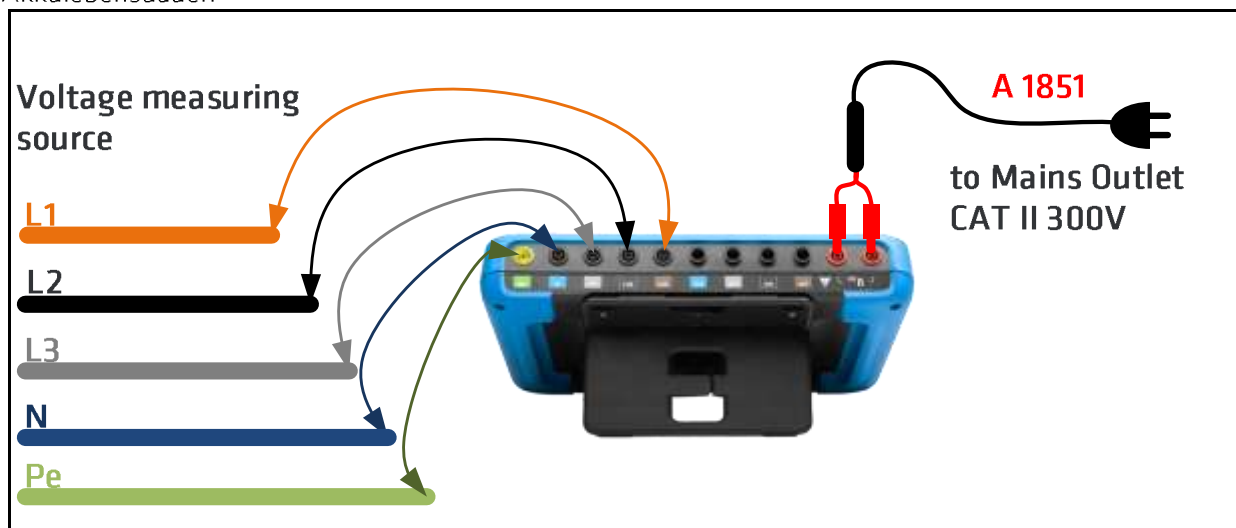


Abbildung 2: Anschluss von U_{EXT} an die Netzsteckdose

Warnung!

Verwenden Sie nur den Messleitungsversorgungsadapter (A 1811) oder den Netzkabeladapter (A 1851).

Die max. zulässige Nennspannung zwischen den Eingangsanschlüssen der Stromversorgung U_{EXT} beträgt $500 V_{RMS}$!

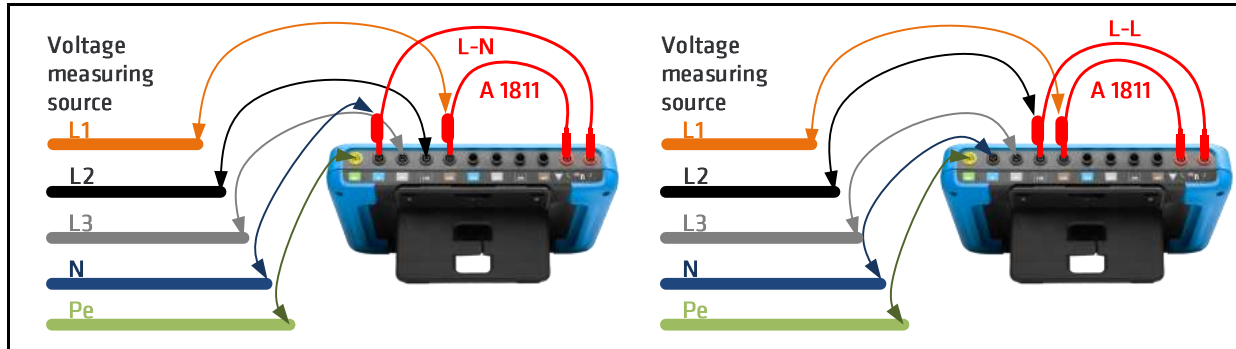


Abbildung 3: Anschluss von U_{EXT} an die Stromversorgung von der Messleitung L-N und L-L

Messleitung Stromquelle!

Um eine Beschädigung des Geräts zu vermeiden, stellen Sie sicher, dass die gemessene Spannung die Eingangsleistung des Netzteils nicht überschreitet.

Ein typisches Ladeprofil, das auch in diesem Gerät verwendet wird, ist in *Abbildung 4* dargestellt.

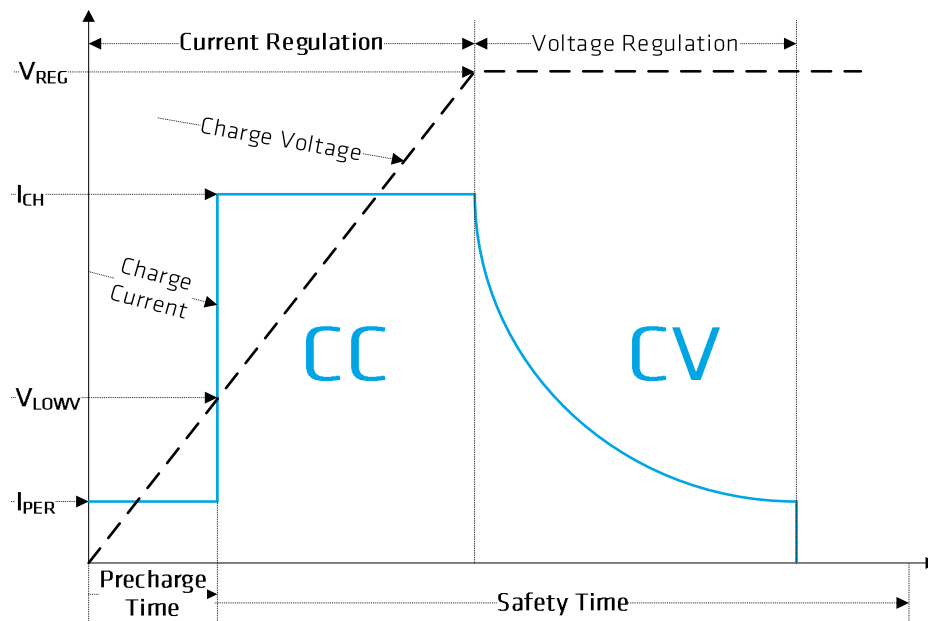


Abbildung 4: Typisches Ladeprofil

wobei:

V_{REG}	Akkuladespannung
V_{LOWV}	Vorlade-Schwellenspannung
I_{CH}	Akkuladestrom
I_{PRO}	10 % des Ladestroms
CC	Constant <u>C</u> urrent Lademodus
CV	Constant <u>V</u> oltage Lademodus

1.3.2 Betriebstemperaturbereich des Akkus

Das Gerät verfügt über eine Batterietemperaturerfassung und unterbricht den Ladevorgang, wenn die Temperatur außerhalb des programmierten Betriebstemperaturbereichs liegt, wobei ein im Akkusatz installierter Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten (NTC) verwendet wird.

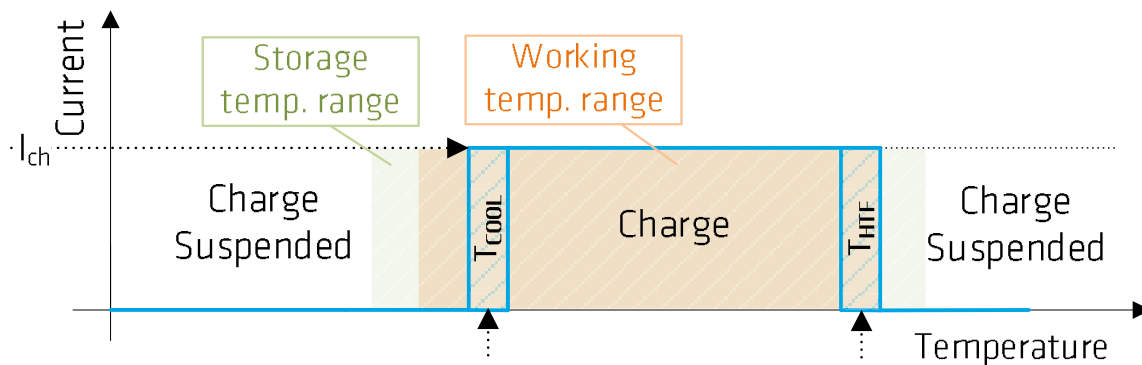


Abbildung 5: Typischer Ladestrom vs. Temperaturprofil

wobei:

T_{COOL} Kühltemperaturschwelle (typ. 0°C)

T_{HTF} Heißtemperaturschwelle (typ. +45°C)

Betriebstemperaturspanne.....+ 10 °C... +50 °C

Lagertemperaturspanne-20 °C... +60 °C

Das Ladegerät überwacht kontinuierlich die Akku-Temperatur. Um einen Ladezyklus einzuleiten, muss die Batterietemperatur innerhalb der T_{COOL} bis T_{HTF} -Schwellenwerte (± 5 °C) liegen. Wenn die Batterietemperatur außerhalb dieses Bereichs liegt, unterbricht die Steuerung den Ladevorgang und wartet, bis die Batterietemperatur innerhalb des Bereichs liegt.



Die Aufladung ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Im Bereich von +40°C bis +50°C oder unter 0°C Umgebungstemperatur kann der Ladevorgang verboten oder ausgesetzt werden. Aufgrund der Begrenzung des Li-Ionen-Akkupacks (Temperaturbereichsspezifikationen).

1.3.3 Richtlinien für den Li-Ionen-Akkupack

Li-Ionen-Akkus erfordern routinemäßige Wartung und Pflege bei der Verwendung und Handhabung. Lesen und befolgen Sie die Anweisungen in dieser Bedienungsanleitung, um den Li-Ionen-Akkupack sicher zu verwenden und die maximale Akkulaufzeit zu erreichen.

Lassen Sie Batterien nicht über einen längeren Zeitraum ungenutzt – mehr als 6 Monate (Selbstentladung).

Wenn ein Akku 6 Monate lang nicht verwendet wurde, überprüfen Sie den Ladestatus. Das wiederaufladbare Li-Ionen-Akkupack hat eine begrenzte Lebensdauer und verliert allmählich seine Kapazität, um eine Ladung zu halten. Wenn der Akku an Kapazität verliert, nimmt die Zeitspanne ab, in der er das Produkt mit Strom versorgt.

Lagerung:

- ❑ Laden oder entladen Sie den Geräteakku vor der Lagerung auf etwa 50 % der Kapazität.
- ❑ Laden Sie den Instrumentenakku mindestens alle 6 Monate auf etwa 50 % der Kapazität auf.

Transport:

- ❑ Überprüfen Sie immer alle geltenden lokalen, nationalen und internationalen Vorschriften, bevor Sie einen Li-Ionen-Akkupack transportieren.

1.4 Anwendbare Normen

Der Power Analyser wurde in Übereinstimmung mit den folgenden Normen entworfen und geprüft:

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	
IEC 61326-1:2020	Sicherheitsanweisungen elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz - EMV-Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
IEC 61326-2-2:2020	Sicherheitsanweisungen elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz - EMV-Anforderungen - Teil 2-2: Besondere Anforderungen - Prüfkonfigurationen, Betriebsbedingungen und Leistungskriterien für tragbare Prüf-, Mess- und Überwachungsgeräte, die in Niederspannungsverteilungssystemen eingesetzt werden
Sicherheit (LVD)	
EN 61010-1: 2010+AMD1:2016	Sicherheitsanweisungen für elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
IEC 61010-2-030:2023	Sicherheitsanweisungen für elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz - Teil 2-030: Besondere Anforderungen für Prüf- und Messkreise
EN 61010-031: 2022	Sicherheitsanweisungen für elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz - Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen der Elektrik
EN 61010-2-032: 2023	Sicherheitsanweisungen für elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz Teil 032: Spezielle Anforderungen für handgehaltene und handmanipulierte Stromsensoren für elektrische Tests und Messungen
Messverfahren	
IEC 61000-4-30:2015+AMD1:2021	Teil 4-30: Prüf- und Messtechniken - Stromqualitätsmessverfahren
IEC 61557-12: 2018	Gerät zum Testen, Messen und Überwachen von Schutzmaßnahmen - Teil 12: Leistungsmess- und Überwachungsgeräte (PMD)
IEC 61000-4-7:2002+AMD1:2008	Teil 4-7: Prüf- und Messverfahren - Allgemeiner Leitfaden für harmonische und interharmonische Messungen und Instrumente für Stromversorgungssysteme und daran angeschlossene Geräte
IEC 61000-4-15: 2010/ISH1:2017	Teil 4-15: Prüf- und Messverfahren - Flicker-Messgerät - Funktions- und Designvorgaben
IEC 62053-21: 2020	Teil 21: Statische Zähler für Wirkenergie (Klasse 1)
IEC 62053-23: 2020	Teil 23: Statische Zähler für Blindenergie (Klasse 2)
IEEE 1459: 2010	IEEE-Standarddefinitionen für die Messung elektrischer Leistungsmengen unter sinusförmigen, nicht sinusförmigen, ausgeglichenen oder unausgeglichenen Bedingungen
EN 50160: 2023	Spannungseigenschaften des von öffentlichen Stromnetzen gelieferten Stroms
GOST R 54149: 2010	Elektrische Energie. Elektromagnetische Kompatibilität von technischen Geräten. Stromqualitätsgrenzen in den öffentlichen Stromversorgungssystemen

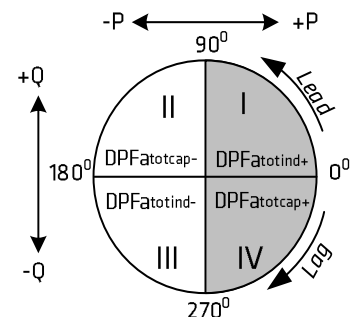
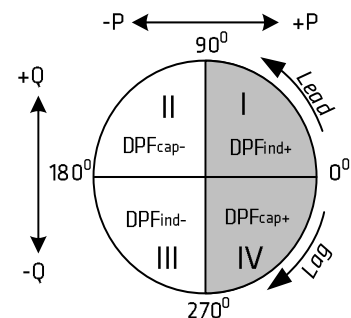
**Zu den EN- und IEC-Normen:**

Der Text dieses Handbuchs enthält Verweise auf europäische Normen. Alle Normen der Reihe EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen IEC-Normen mit der gleichen Nummer (z. B. IEC 61010) und unterscheiden sich nur in geänderten Teilen, die nach dem europäischen Harmonisierungsverfahren erforderlich sind.

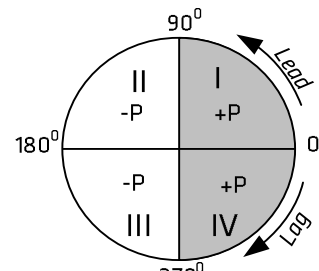
1.5 Abkürzungen

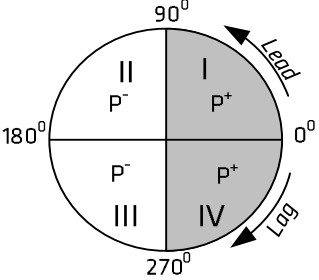
In diesem Dokument wurden die folgenden Symbole und Abkürzungen verwendet:

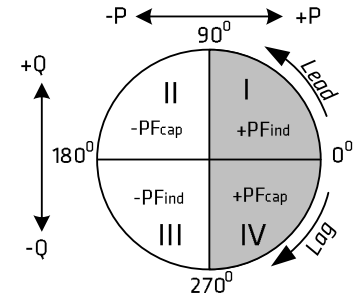
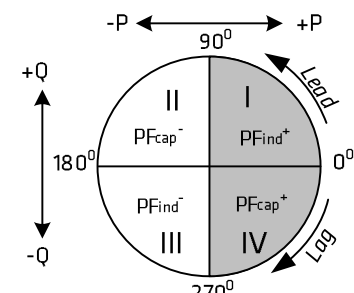
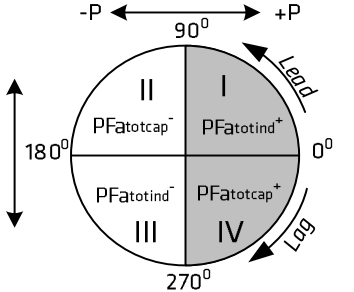
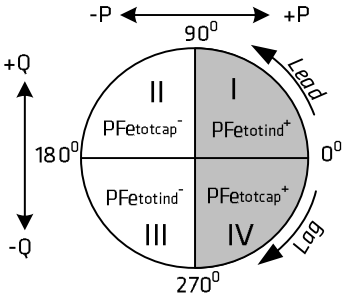
CF_I	Stromscheitelfaktor, einschließlich CF_{Ip} (Phase p Stromscheitelfaktor) und CF_{IN} (Neutralstromscheitelfaktor). Siehe 13.1.3 für die Definition.
CF_U	Spannungsscheitelfaktor, einschließlich CF_{Upq} (Phase p bis Phase q Spannungsscheitelfaktor) und CF_{Up} (Phase p bis neutraler Spannungsscheitelfaktor). Siehe 13.1.2 für die Definition.
$\pm DPF_{ind/Cap}$	Momentane Phasenleistungsverchiebung (fundamental) Leistungsfaktor oder $\cos \varphi$, einschließlich $\pm DPF_{ind}$ (Phase p Leistungsverchiebung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter.
$DPF_{ind/Cap}^{\pm}$	Aufgezeichneter (fundamentaler) Phasenverschiebungs-Leistungsfaktor oder $\cos \varphi$, einschließlich $DPF_{ind/cap}^{\pm}$ (Phase p Leistungsverchiebung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/ kapazitiven Charakter. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt. Siehe 13.1.5 für die Definition.
$\pm DPFa_{totind}$ $\pm DPFa_{totcap}$	Momentaner (fundamentaler) Leistungsfaktor der gesamten arithmetischen Verschiebung. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Siehe 13.1.6 für die Definition.
$DPFa_{totind}^{\pm}$ $DPFa_{totcap}^{\pm}$	Erfasster totaler arithmetischer fundamentaler Leistungsfaktor. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Dieser Parameter wird separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt. Siehe 13.1.6 für die Definition.



$\pm \text{DPF}_{V_{\text{totind}}}$ $\pm \text{DPF}_{V_{\text{totcap}}}$	Momentaner Leistungsfaktor der positiven Sequenz der gesamten Vektorverschiebung (fundamental). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$\text{DPF}_{V_{\text{totind}}}^{\pm}$ $\text{DPF}_{V_{\text{totcap}}}^{\pm}$	Aufgezeichneter fundamentaler Leistungsfaktor des Gesamtvektors. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Dieser Parameter wird separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$\pm \text{DPF}_{\text{totind}}^{+}$ $\pm \text{DPF}_{\text{Totcap}}^{+}$	Momentaner positiver Sequenz-Grundleistungsfaktor. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$\text{DPF}_{\text{totind}}^{+\pm}$ $\text{DPF}_{\text{Totcap}}^{+\pm}$	Aufgezeichneter fundamentaler Leistungsfaktor der gesamten positiven Sequenz. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Dieser Parameter wird separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
D_I	Phasenstromverzerrungsleistung, einschließlich D_{Ip} (Phase p Stromverzerrungsleistung). Siehe 13.1.5 für die Definition.	
D_{ei}	Gesamte effektive Stromverzerrungsleistung. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
D_H	Phasenüberschwingungen Verzerrungsleistung, einschließlich D_{Hp} (Phase p harmonische Verzerrungsleistung). Siehe 13.1.5 für die Definition.	
D_{eH}	Gesamte effektive harmonische Verzerrungsleistung. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
D_V	Phasenspannungsverzerrungsleistung, einschließlich D_{Vp} (Phase p Spannungsverzerrungsleistung). Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$D_{eV_{\text{tot}}}$	Gesamte effektive Spannungsverzerrungsleistung. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$E_p^{\pm}$	Aufgezeichnete kombinierte Phase (fundamentale und nicht fundamentale) Wirkenergie, einschließlich $E_{p^{+/-}}$ (Phase p Wirkenergie). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Energie an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Energie an. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$E_{p_{\text{tot}}}^{\pm}$	Aufgezeichnete gesamte kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Wirkenergie. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Energie und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Energie an. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$E_q^{\pm}$	Erfasste Phase der fundamentalen Blindenergie, einschließlich $E_{q^{+/-}}$ (Phase p Blindenergie). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Energie und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Energie an. Siehe 13.1.6 für die Definition.	

$E_{\text{tot}}^{\pm}$	Aufgezeichnete gesamte fundamentale Blindenergie. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Energie und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Energie an. Siehe 13.1.6 für die Definition.
Eff_{inv}	Photovoltaik-Wechselrichtereffizienz
f, freq	Frequenz, einschließlich Freq_{U12} (Spannungsfrequenz an U_{12}), Freq_{U1} (Spannungsfrequenz an U_1) und Freq_I (Stromfrequenz an I_1). Siehe 13.1.4 für die Definition.
i^-	Gegenstromverhältnis (%). Siehe 13.1.11 für die Definition.
i^0	Nullsequenz-Stromverhältnis (%). Siehe 13.1.11 für die Definition.
I^+	Mitnahmestromkomponente in Dreiphasensystemen. Siehe 13.1.11 für die Definition.
I^-	Gegenstromkomponente in Dreiphasensystemen. Siehe 13.1.11 für die Definition.
I^0	Nullstromkomponenten in Dreiphasensystemen. Siehe 13.1.11 für die Definition.
$I_{\text{Rms}(1/2)}$	Effektivstrom, der über 1 Zyklus gemessen wird, beginnend bei einem fundamentalen Nulldurchgang auf einem zugehörigen Spannungskanal, und jede Halbperiode wird aktualisiert, einschließlich $I_{p\text{Rms}(1/2)}$ (Phasen p-Strom), $I_{n\text{Rms}(1/2)}$ (neutraler Effektivstrom).
I_{fund}	Fundamentaler Effektivstrom I_{h1} (auf der 1. Harmonischen), einschließlich $I_{\text{fund}p}$ (Phase p fundamentaler Effektivstrom) und $I_{\text{fund}n}$ (neutraler fundamentaler Effektivstrom). Siehe 13.1.8 für die Definition.
I_{h_n}	n^{te} harmonische Komponente des Effektivstroms, einschließlich I_{ph_n} (Phase p; n^{te} harmonische Komponente des Effektivstroms) und I_{nh_n} (neutrale n^{te} harmonische Komponente des Effektivstroms). Siehe 13.1.8 für die Definition.
I_{ih_n}	n^{te} Strom-Effektivwert-Zwischenharmonische Komponente, einschließlich I_{pih_n} (Phase p; n^{te} Strom-Effektivwert-Zwischenharmonische Komponente) und I_{nih_n} (neutrale n^{te} Strom-Effektivwert-Zwischenharmonische Komponente). Siehe 13.1.8 für die Definition.
I_{Nom}	Nennstrom. Strom des Clamp-On-Stromsensors für 1 V _{RMS} am Ausgang.
I_{pk}	Spitzenstrom, einschließlich I_{pPk} (Phase p-Strom), einschließlich I_{nPk} (neutraler Spitzenstrom).
I_{Rms}	Effektivstrom, einschließlich $I_{p\text{Rms}}$ (Phase p-Strom), $I_{n\text{Rms}}$ (neutraler Effektivstrom). Siehe 13.1.3 für die Definition.
I_{rmsinv}	Photovoltaik-Wechselrichter Effektivstrom.
I_{acinv}	Photovoltaik-Wechselrichter Wechselstrom.
I_{dcinv}	Photovoltaik-Wechselrichter Gleichstrom
$\pm P$	Momentanphase aktiv kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Leistung, einschließlich $\pm P_p$ (Phase p-Wirkleistung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen. 

$P^{\pm}$	Aufgezeichnete Phasenwirkleistung (fundamentale und nicht fundamentale), einschließlich $P_p^{\pm}$ (Phase p-Wirkleistung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$\pm P_{tot}$	Sofortige kombinierte Gesamtwirkleistung (fundamentale und nicht fundamentale). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$P_{tot}^{\pm}$	Aufgezeichnete Gesamtwirkleistung (fundamentale und nicht fundamentale). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$\pm P_{fund}$	Momentane fundamentale Wirkleistung, einschließlich $\pm P_{fund,p}$ (Phase p fundamentale Wirkleistung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$P_{fund}^{\pm}$	Aufgezeichnete Phase der fundamentalen Wirkleistung, einschließlich $P_{fund,p}^{\pm}$ (Phase p fundamentale Wirkleistung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$\pm P^+, \pm P_{tot}^+$	Momentane positive Sequenz der gesamten aktiven fundamentalen Leistung. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$P_{tot}^{+\pm}$	Aufgezeichnete positive Sequenz der gesamten aktiven fundamentalen Leistung. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die positive Reihenfolge der verbrauchten Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$\pm P_H$	Momentane Phase der harmonische Wirkleistung, einschließlich $\pm P_{Hp}$ (Phase p harmonische Wirkleistung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$P_H^{\pm}$	Aufgezeichnete harmonische Wirkleistung der Phase, einschließlich $P_{Hp}^{\pm}$ (Phase p harmonische Wirkleistung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$\pm P_{Htot}$	Momentane harmonische Gesamtwirkleistung. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	
$P_{Htot}^{\pm}$	Aufgezeichnete harmonische Gesamtwirkleistung. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Wirkleistung an. Siehe 13.1.5 für Definitionen.	

$\pm PF_{ind}$ $\pm PF_{cap}$	Momentaner kombinierter (fundamentaler und nicht fundamentaler) Phasen-Leistungsfaktor, einschließlich $\pm PF_{ind/cap}$ (Phasen p Leistungsfaktor). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Hinweis: PF= DPF, wenn keine Harmonischen vorhanden sind. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$PF_{ind}^{\pm}$ $PF_{cap}^{\pm}$	Erfasster kombinierter (fundamentaler und nicht fundamentaler) Phasenleistungsfaktor. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/ kapazitiven Charakter. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt.	
$\pm PFa_{totind}$ $\pm PFa_{totcap}$	Momentaner kombinierter (fundamentaler und nicht fundamentaler) Gesamtarithmetik-Leistungsfaktor. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$PFa_{totind}^{\pm}$ $PFa_{totcap}^{\pm}$	Erfasster kombinierter (fundamentaler und nicht fundamentaler) Gesamtarithmetik-Leistungsfaktor. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt.	
$\pm PFe_{totind}$ $\pm PFe_{totcap}$	Momentaner gesamtwirksamer kombinierter (fundamentaler und nicht fundamentaler) Leistungsfaktor. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$PFe_{totind}^{\pm}$ $PFe_{totcap}^{\pm}$	Aufgezeichneter gesamtwirksamer kombinierter (fundamentaler und nicht fundamentaler) Leistungsfaktor. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt.	
$\pm PFv_{totind}$ $\pm PFv_{totcap}$	Momentaner kombinierter Gesamtvektor (fundamentaler und nicht fundamentaler) Leistungsfaktor.	

	Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Siehe 13.1.6 für Definition.	
$PF_{V_{totind}}^{\pm}$ $PF_{V_{totcap}}^{\pm}$	Aufgezeichneter kombinierter Gesamtvektor (fundamentaler und nicht fundamentaler) Leistungsfaktor. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung an und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte Leistung an. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt.	
P_{inv+}	Photovoltaik-Wechselrichter Wirkleistung positiv	
P_{inv-}	Photovoltaik-Wechselrichter Wirkleistung negativ	
P_{dcinv+}	Photovoltaik-Wechselrichter Wirkleistung Gleichstrom positiv	
P_{dcinv-}	Photovoltaik-Wechselrichter Wirkleistung Gleichstrom negativ	
S_{acinv+}	Photovoltaik-Wechselrichter Scheinleistung Wechselstrom positiv	
S_{acinv-}	Photovoltaik-Wechselrichter Scheinleistung Wechselstrom negativ	
P_{lt}	Phasen-Langzeitflimmern (2 Stunden), einschließlich P_{ltpg} (Phase p bis Phase g Langzeitspannungsflimmern) und P_{ltp} (Phase p bis neutrales Langzeitspannungsflimmern). Siehe 13.1.10 für die Definition.	
P_{st}	Kurzzeitflimmern (10 Minuten) einschließlich P_{stpg} (Phase p bis Phase g Kurzzeitspannungsflimmern) und P_{stp} (Phase p bis Neutralspannungsflimmern). Siehe 13.1.10 für die Definition.	
$P_{st(1min)}$	Kurzzeitflimmern (1 Minute), einschließlich $P_{st(1\ Minute)pg}$ (Phase p bis Phase g Kurzzeitspannungsflimmern) und $P_{st(1\ Minute)p}$ (Phase p bis Neutralspannungsflimmern). Siehe 13.1.10 für die Definition.	
P_{INST}	Momentanes Flimmern einschließlich P_{instpg} (Phase p bis Phase g momentanes Spannungsflimmern) und P_{instp} (Phase p bis momentanes Spannungsflimmern). Siehe 13.1.10 für die Definition.	
$\pm N$	Momentane kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) inaktive Phasenleistung einschließlich $\pm N_p$ (Phase p inaktive Phasenleistung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte inaktive Leistung an. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$N_{ind}^{\pm}$ $N_{cap}^{\pm}$	Aufgezeichnete kombinierte Phasenleistung (fundamentale und nicht fundamentale) inaktive Leistung einschließlich $N_{cap/indp}$ (Phase p inaktive Phasenleistung). Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte und das Pluszeichen die verbrauchte fundamentale Blindleistung an. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$\pm N_{tot}$	Momentane kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) inaktive Gesamtvektorleistung. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte inaktive Leistung an. Siehe 13.1.5 für die Definition.	

$N_{totind}^{\pm}$ $N_{totcap}^{\pm}$	Aufgezeichneter Gesamtvektor kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) inaktive Leistung. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte und das Pluszeichen die verbrauchte kombinierte inaktive Leistung an. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$\pm Na_{tot}$	Momentane kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) inaktive arithmetische Gesamtleistung. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte Leistung und das Pluszeichen zeigt die verbrauchte inaktive Leistung an. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$Na_{totind}^{\pm}$ $Na_{totcap}^{\pm}$	Aufgezeichnete gesamte arithmetische kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) inaktive Leistung. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte und das Pluszeichen die verbrauchte kombinierte inaktive Leistung an. Dieser Parameter wird separat für erzeugte und verbrauchte Blindleistung erfasst.	
$\pm Q_{fund}$	Momentane fundamentale Phasenblindleistung einschließlich $\pm Q_p$ (Phase p Blindleistung). Das Minuszeichen zeigt die erzeugte und das Pluszeichen die verbrauchte fundamentale Blindleistung an. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$Q_{fundind}^{\pm}$ $Q_{fundcap}^{\pm}$	Aufgezeichnete fundamentale Phasenblindleistung. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte und das Pluszeichen die verbrauchte fundamentale Blindleistung an. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt. Siehe 13.1.5 für die Definition.	
$\pm Q_{fundtot}$	Momentane fundamentale Gesamtvektorblindleistung. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte und das Pluszeichen die verbrauchte fundamentale Blindleistung an. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$Q_{fundtotind}^{\pm}$ $Q_{fundtotcap}^{\pm}$	Aufgezeichnete fundamentale Gesamtvektorblindleistung. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte und das Pluszeichen die verbrauchte fundamentale Blindleistung an. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet, wie in der Abbildung gezeigt. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$Q_{afundtot}$	Momentane fundamentale arithmetische Gesamtblindleistung. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$Q_{afundtot}$ $Q_{afundtot}$	Aufgezeichnete fundamentale arithmetische Gesamtblindleistung. Siehe 13.1.6 für die Definition.	
$\pm Q_{totcap}^+$ $\pm Q_{totind}^+$	Momentane positive Sequenz der gesamten fundamentalen Blindleistung. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/ kapazitiven Charakter. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte und das Pluszeichen die verbrauchte Blindleistung an. Siehe 13.1.5 für die Definition.	

$Q_{totind}^{\pm}$ $Q_{totcap}^{\pm}$	Aufgezeichnete positive Sequenz der gesamten fundamentalen Blindleistung. Suffix <i>ind/cap</i> steht für induktiven/kapazitiven Charakter. Das Minuszeichen zeigt die erzeugte und das Pluszeichen die verbrauchte Blindleistung an. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet.
S	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Phasenscheinleistung einschließlich S_p (Phase p Scheinleistung). Siehe 13.1.5 für die Definition.
$S_{a_{tot}}$	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) arithmetische Gesamtscheinleistung. Siehe 13.1.6 für die Definition.
$S_{e_{tot}}$	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Gesamtwirksamkeit. Siehe 13.1.5 für die Definition.
$S_{v_{tot}}$	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Gesamtvektorscheinleistung. Siehe 13.1.6 für die Definition.
S_{fund}	Fundamentale Phasenscheinleistung, einschließlich $S_{fund\ p}$ (Phase p fundamentale Scheinleistung). Siehe 13.1.5 für die Definition.
$S_{a_{fund_{tot}}}$	Fundamentale arithmetische Gesamtscheinleistung. Siehe 13.1.6 für die Definition.
$S_{v_{fund_{tot}}}$	Fundamentale Gesamtvektorscheinleistung. Siehe 13.1.6 für die Definition.
$S_{+_{tot}}$	Positive Sequenz der gesamten fundamentalen Scheinleistung. Siehe 13.1.5 für die Definition.
$S_{ofund_{tot}}$	Uausgeglichene fundamentale Scheinleistung. Siehe 13.1.5 für die Definition.
S_N	Nicht fundamentale Scheinleistung der Phase, einschließlich S_{Np} (Phase p nicht fundamentale Scheinleistung). Siehe 13.1.5 für die Definition.
S_{e_N}	Gesamte nicht fundamentale effektive Scheinleistung. Siehe 13.1.5 für die Definition.
S_H	Phasenharmonische Scheinleistung, einschließlich S_{Hp} (Phase p harmonische Scheinleistung). Siehe 13.1.5 für die Definition.
$S_{eH_{tot}}$	Gesamte harmonische effektive Scheinleistung. Siehe 13.1.5 für die Definition.
THD_I	Gesamtharmonischer Verzerrungsstrom (in % oder A), einschließlich THD_{Ip} (Phase p Strom THD) und THD_{IN} (Neutralstrom THD). Siehe 13.1.8 für die Definition.
THD_u	Gesamtharmonische Verzerrungsspannung bezogen (in % oder V), einschließlich THD_{Upq} (Phase p bis Phase g Spannung THD) und THD_{Up} (Phase p bis Neutralspannung THD). Siehe 13.1.11 für die Definition.
u^-	Spannungsverhältnis der negativen Sequenz (%). Siehe 13.1.11 für die Definition.
u^0	Nullsequenz-Spannungsverhältnis (%). Siehe 13.1.11 für die Definition.
U, U_{Rms}	Effektivspannung, einschließlich U_{pq} (Phase p bis Phase g Spannung) und U_p (Phase p bis Neutralspannung). Siehe 13.1.2 für die Definition.
U_{rmsinv}	Effektivspannung des Photovoltaik-Wechselrichters.
U_{acinv}	Photovoltaik-Wechselrichter Wechselspannung.
U_{dcinv}	Photovoltaik-Wechselrichter Gleichspannung.
U^+	Positivsequenzspannungskomponente in Dreiphasensystemen. Siehe 13.1.11 für die Definition.
U^-	Negativsequenzspannungskomponente in Dreiphasensystemen. Siehe 13.1.11 für die Definition.

U^0	Nullsequenz-Spannungskomponente in Dreiphasensystemen. Siehe 13.1.11 für die Definition.
U_{Dip}	Minimale $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung, die während des Einbruchs gemessen wird.
U_{fund}	Fundamentale Effektivspannung (U_{h1} bei 1. Harmonischen), einschließlich $U_{fund_{pg}}$ (Phase p bis Phase g fundamentale Effektivspannung) und U_{fund_p} (Phase p bis neutrale fundamentale Effektivspannung). Siehe 13.1.8 für Definition
U_{hN}	n^{te} harmonische Komponente der Effektivspannung, einschließlich $U_{pg hN}$ (n^{te} harmonische Komponente der Effektivspannung zwischen Phase p und Phase g) und $U_{p hN}$ (n^{te} harmonische Komponente der Effektivspannung zwischen Phase p und Neutraleiter). Siehe 13.1.8 für die Definition.
U_{ihN}	n^{te} Spannungs-Effektivwert-Zwischenharmonische-Komponente, einschließlich $U_{pg ihN}$ (n^{te} Effektivwert-Zwischenharmonische-Komponente der Spannung zwischen Phase p und Phase g) und $U_{p ihN}$ (n^{te} Effektivwert-Zwischenharmonische-Komponente der Spannung zwischen Phase p und Neutraleiter). Siehe 13.1.8 für die Definition.
U_{Int}	Minimale $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung, die während des Auftretens der Unterbrechung gemessen wird.
U_{Nom}	Nennspannung, normalerweise eine Spannung, mit der das Netzwerk bezeichnet oder identifiziert wird.
U_{Over}	Spannungsüberabweichung, Differenz zwischen dem gemessenen Wert und dem nominalen Wert einer Spannung, nur wenn der gemessene Wert größer als der nominale Wert ist. Spannungsüberabweichung, gemessen über das aufgezeichnete Intervall, ausgedrückt in % der Nennspannung, einschließlich U_{pgOver} (Phase p bis Phase g Spannung) und U_{pOver} (Phase p bis Neutraleitung). Siehe Kapitel 13.1.12 für Details.
U_{Pk}	Spitzenspannung, einschließlich U_{pgPk} (Phase p bis Phase g Spannung) und U_{pPk} (Phase p bis Neutraleitung).
$U_{Rms(1/2)}$	Die Effektivspannung wird in jeder Halbwelle aktualisiert, einschließlich $U_{pgRms(1/2)}$ (Phase p bis Phase g Halbwellenspannung) und $U_{pRms(1/2)}$ (Phase p bis neutrale Halbwellenspannung). Siehe 13.1.12 für die Definition.
U_{Swell}	Maximale $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung, die während des Auftretens der Schwellung gemessen wird.
U_{Sig}	Netzsignalisierungs-Effektivspannung, einschließlich U_{sigpg} (Phase p bis Phase g Halbwellen-Signalisierungsspannung) und U_{sigp} (Phase p bis neutrale Halbwellen-Signalisierungsspannung). Die Signalisierung ist ein Burst von Signalen, die oft mit einer nicht harmonischen Frequenz angewendet werden und die Geräte fernsteuern. Siehe Kapitel 13.2.6 für Details.
U_{Under}	Spannungsunterabweichung, Differenz zwischen dem gemessenen Wert und dem Nennwert einer Spannung, nur wenn die Spannung niedriger als der Nennwert ist. Unterabweichung der Spannung, gemessen über das aufgezeichnete Intervall und ausgedrückt in % der Nennspannung, einschließlich $U_{pgUnder}$ (Phase p bis Phase g Spannung) und U_{pUnder} (Phase p bis Neutraleitung). Siehe Kapitel 13.1.12 für Details.
ΔU_{max}	Maximale absolute Differenz zwischen einem der $U_{Rms(1/2)}$ -Werte während des RVC-Ereignisses und dem endgültigen arithmetischen Mittelwert 100/120 $U_{Rms(1/2)}$ -Wert kurz vor dem RVC-Ereignis. Bei Mehrphasensystemen ist der ΔU_{max} der größte ΔU_{max} auf jedem Kanal. Siehe Kapitel 13.1.15 für Details.
ΔU_{ss}	Absolute Differenz zwischen dem endgültigen arithmetischen Mittelwert 100/120 $U_{Rms(1/2)}$ -Wert kurz vor dem RVC-Ereignis und dem ersten arithmetischen Mittelwert 100/120 $U_{Rms(1/2)}$ -Wert nach dem RVC-Ereignis. Bei

Mehrphasensystemen ist das ΔU_{ss} das größte ΔU_{ss} auf jedem Kanal. Siehe Kapitel 13.1.15 für Details.

2 Beschreibung

2.1 Frontplatte

Das Bedienfeld ist in der Abbildung unten gezeigt.



Abbildung 6: Frontplatte

Frontplattenlayout:

1			Farb-TFT-Display mit kapazitivem Touchscreen.
2	Ein/Aus		Schaltet das Gerät Ein/Aus; starten Sie das Gerät neu oder machen Sie einen Screenshot
3			Messklemmen für Spannung (A/L1, B/L2, C/L3, N, GND), Stromzangen (A/I1, B/I2, C/I3, N/I _N) und Stromversorgungsklemmen (U _{EXT}).
4			Kommunikationsanschlüsse (LAN, USB-Host, USB-C, RS232 (PS2)) und MicroSD-Kartenschlitz.
5	LEDS	Status	Beschreibung
		Ein	Laden ausgesetzt. Akku Fehleranzeige (Timer-Fehler, Akku fehlt, Temperatur außerhalb des zulässigen Bereichs).
		Ein	Ladevorgang läuft (wenn die Stromversorgung an [U _{EXT}] angeschlossen ist).
		Ein	Der Ladevorgang ist abgeschlossen (der Akku ist voll).
		Ein	Einschaltanzeige (das Gerät wird von der Batterie betrieben).



Das Gerät schaltet sich nicht aus, wenn ein Rekorder aktiv ist. Halten Sie die Taste im Falle eines Fehlers **10 Sekunden lang gedrückt**, um das Gerät auszuschalten. Das Gerät muss von der U_{EXT} Stromversorgung getrennt werden!

2.2 Anschlussplatte



Abbildung 7: Obere Anschlussplatte

Layout der oberen Anschlussplatte:

- | | |
|----------|--|
| 1 | Eingangsanschlüsse für die Spannungsmessung (A/L1, B/L2, C/L3, N, GND). |
| 2 | Eingangsanschlüsse für die Strommessung (A/I1, B/I2, C/I3, I _N). |
| 3 | Stromversorgungseingang (U _{EXT}). |



Abbildung 8: Stromversorgungs- / Messklemmenbeschriftung

Warnungen!

	Verwenden Sie nur Sicherheitsprüfleitungen!
	Die max. zulässige Nennspannung zwischen den Spannungseingangsklemmen und Masse (A/L1, B/L2, C/L3, N, GND) beträgt 1000 V _{RMS} !
	Die max. zulässige Nennspannung zwischen den Eingangsanschlüssen der Stromversorgung (U _{EXT}) beträgt 500 V _{RMS} !
	Die maximale Kurzzeitspannung an den Stromanschlüssen (I1, I2, I3, I _N) beträgt 30 V!

Das Gerät kann über die Batterie, das Stromnetz oder die Messleitungen mit Strom versorgt werden.

Messleitung Stromquelle!

	Um eine Beschädigung des Geräts zu vermeiden, stellen Sie sicher, dass die gemessene Spannung die Eingangsleistung des Netzteils nicht überschreitet.
--	--

Seitenanschlussplattenlayout:

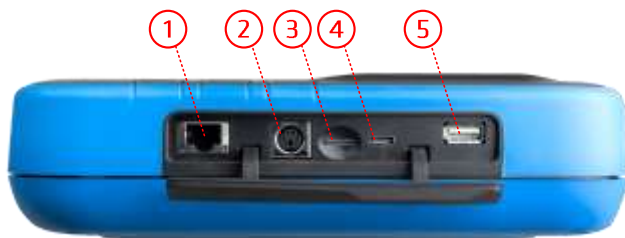


Abbildung 9: Seitenanschlussplatte

- | | |
|----------|---------------------------------------|
| 1 | Ethernet-Stecker. |
| 2 | PS2 (RS232), serieller GPS-Anschluss. |
| 3 | MicroSD-Kartenschlitz. |
| 4 | USB-Stecker Typ C. |
| 5 | USB-Stecker Typ A |



USB Typ A und Typ C - der maximale Versorgungsstrom ist intern auf 600 mA begrenzt.



Ethernet über USB (Ethernet over USB)

Der Begriff "Ethernet über USB" (oder "Ethernet over USB") bezieht sich auf eine Möglichkeit, zwei Geräte über eine USB-Verbindung zu verbinden, wobei USB als physisches Transportmedium dient, die Kommunikation jedoch über das Ethernet-Protokoll erfolgt. Dadurch kann ein Gerät als Netzwerkkarte (NIC) angezeigt werden, obwohl die eigentliche physische Verbindung USB und nicht ein herkömmliches Ethernet-Kabel (RJ45) ist. Die Standardadresse für die Kommunikation über das Ethernet über USB ist 192.168.7.1

2.3 Bodenansicht

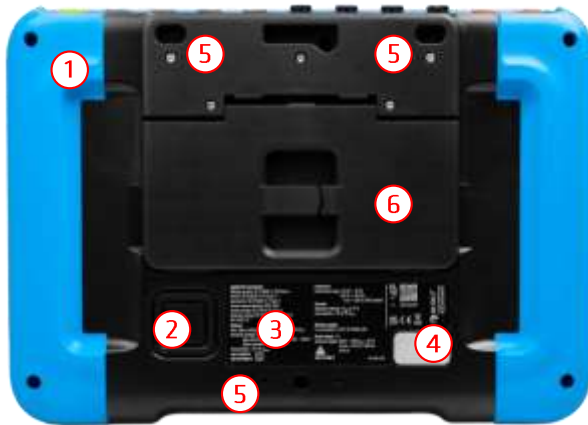


Abbildung 10: Bodenansicht

Bodenansichtslayout:

- | | |
|----------|--|
| 1 | Gehäuse (Griff) |
| 2 | Belüftungsöffnung des Lüfters |
| 3 | Technisches Infoschild |
| 4 | Etikett mit Seriennummer. |
| 5 | Befestigungslaschenlöcher |
| 6 | Halterung für Schrägstellung des Geräts. |

2.4 Zubehör

2.4.1 Standardzubehör

Tabelle 1: Standardzubehör für den MI 2992 Power Analyser

Beschreibung	Teile
Flexible Stromzange 3000 A / 300 A / 30 A (A 1227/A 1502)	4
Temperaturfühler (A 1354)	1
Magnetprüfsonde	5
Farbcodierte Krokodilklemme	5
Farbcodierte Spannungsmessleitung (A 1459 2M)	5
Stromkabeladapter (CAT II 300V) (A 1851)	1
Messleitungsversorgungsadapter (A 1811)	2
USB-Kabel Typ C zu Typ A, 1,5 m	1
Ethernet-Kabel, 2 m	1
Professionelle wasserdichte Schutzhülle (A 1776)	1
USB-Stick mit MPVision	1
Ausgedruckte kurze Bedienungsanleitung (Kurzanleitung)	1
Kalibrierzertifikat	1
Intelligenter Stift	1

2.4.2 Optionales Zubehör

Im beigefügten Blatt finden Sie eine Liste von optionalem Zubehör, das auf Anfrage bei Ihrem Händler erhältlich ist.

3 Bedienung des Geräts

In diesem Abschnitt wird die Bedienung des Geräts beschrieben. Die Frontplatte des Geräts besteht aus einem Farb-LCD-Display mit Touch, Ein/Aus-Taste (die Startzeit des Geräts beträgt etwa 30 Sekunden) und einer Status-LED. Die Messdaten und der Gerätestatus werden im Display angezeigt. Die Beschreibung der grundlegenden Anzeigesymbole und -tasten finden Sie in der folgenden Abbildung.



Layout der Frontansicht:

1 LCD / Touch-Display

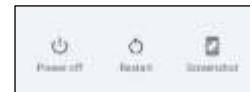
2 Status-LED

3 Taste Ein/Aus

Abbildung 11: Symbol- und Tastenbeschreibung anzeigen

Ein/Aus-Tastenooptionen:

Kurz drücken	Ein- und Ausschalten der LCD-Hintergrundbeleuchtung.
Langes Drücken (2 s)	Es wird ein Menü mit drei Optionen angezeigt: • Ausschalten – das Gerät. • Neustart – zum Neustarten des Geräts. • Screenshot – zum Aufnehmen von Screenshots.
Langes Drücken (10 s)	Im Falle eines Fehlers wird das Gerät hart zurückgesetzt. Das Gerät muss von der U _{EXT} Stromversorgung getrennt werden!



Während der Messkampagne können verschiedene Bildschirme angezeigt werden. Die meisten Bildschirme haben gemeinsame Beschriftungen und Symbole. Diese werden in der Abbildung unten gezeigt.



Ansichtslayout anzeigen:

- | | |
|----------|-------------------------|
| 1 | Statusleiste |
| 2 | Bildschirmbezeichnung |
| 3 | Chanel-Selektor |
| 4 | Bildschirm-Selektor |
| 5 | Kurzwahl |
| 6 | Nächster Bildschirm |
| 7 | Optionale Schaltflächen |

Abbildung 12: Gängige Anzeigesymbole und Beschriftungen während der Messkampagne

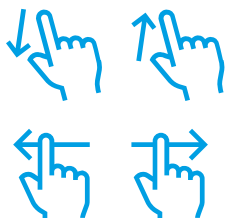
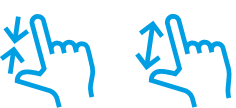
3.1 Optionale Schaltflächen

Optionale Schaltflächen (in verschiedenen Menüs angezeigt):

	Erweitert das Bedienfeld (Kurzwahl) / öffnet weitere Optionen.
	Kehrt ohne Änderungen zum vorherigen Menü zurück (Zurück).
	Wechsel zur Ansicht verbrauchte Energie oder Wechsel zur Ansicht erzeugte Energie.
	Rufen Sie den Messeinstellungsmanager auf.
	Gewähltes Element oder Datei umbenennen.
	Kalendereinstellungen bearbeiten.
	Systemeinstellungen bearbeiten.
	Die Einstellung ist zum Bearbeiten / Ändern gesperrt. Aufzeichnungs- oder Protokollierungssitzung wird ausgeführt.
	Gewähltes Element löschen.
	Ausgewählte Datei kopieren.
	Ausgewählte Datei verschieben.
	Gewähltes Element duplizieren.
	Ohne Änderungen verlassen.
	Externe Speichermedien (USB-Stick oder SD-Karte) auswerfen.
	Gewähltes Objekt / Wert / Parameter / Einstellung bearbeiten.
	Öffnen Sie zusätzliche Optionen.
	Öffnet das Menü zum Ändern der Parameter (Hinzufügen von Parametern zum Diagramm oder zur Tabelle).
 oder 	Grafischer Schnappschuss (nur die angezeigte Ansicht wird in einer PNG-Datei gespeichert). Der Speicherort der Bilddatei ist "\\Internal shared storage\\Metrel\\Screenshots".
	Run (Play)-Messung.
	Halten (Pause) der Messung (nur die angezeigte Ansicht ist betroffen).

	Werte zurücksetzen oder löschen (Trenddiagramm oder Energie).
	Zoom-Reset (passen Sie alle Spuren an oder zoomen Sie auf volle Größe).
	Fügen Sie die Messung in der Alarmtabelle hinzu.
	Rekorder- oder Protokollierungssitzung starten.
	Zeitplaner aktiviert! Herunterzählen des Starts der Rekorder-/Protokollierungssitzung.
	Rekorder- oder Protokollierungssitzung beenden.
	Nächster Schritt oder Bildschirm.
	Vorheriger Schritt oder zurück zum vorherigen Bildschirm.
	Auswahl bestätigen, dann mit dem nächsten Schritt fortfahren.
	Sperren Sie den Bildschirm während der Aufzeichnungssitzung.

3.2 Touchscreen-Gesten

	Tippen (die Oberfläche kurz mit der Fingerspitze berühren) wird verwendet um: □ Die entsprechende Option auszuwählen. □ Die ausgewählte Option zu bestätigen;
	Langes Drücken (die Oberfläche mit der Fingerspitze mindestens 1 s berühren) wird verwendet um: □ Zusätzliche Tasten auszuwählen (virtuelle Tastatur).
	Swipen (die Fingerkuppe über die Oberfläche bewegen) nach oben oder unten / rechts oder links wird verwendet um: □ durch Inhalte auf derselben Ebene (Tabelle) zu scrollen; □ zwischen den Ansichten auf derselben Ebene zu navigieren.
	Zum Zoomen kneifen oder spreizen (die Oberfläche mit zwei Fingern berühren und näher zusammenbringen oder auseinander bewegen) wird verwendet um: □ zu vergrößern oder zu verkleinern (Umfang oder Trenddiagramm);



Doppelt Tippen (die Oberfläche kurz zweimal mit der Fingerspitze berühren) wird verwendet um:

- Zoom zurücksetzen oder hineinzoomen (alle Spuren anpassen oder auf volle Größe zoomen).

3.3 Gerätestatusleiste

Die Gerätestatusleiste befindet sich oben am Bildschirm. Sie zeigt verschiedene Gerätezustände an. Symbolbeschreibungen sind in der untenstehenden Tabelle dargestellt. Wenn der Rekorder ausgeführt wird, leuchtet die Statusleiste rot.



Abbildung 13: Gerätestatusleiste

Tabelle 2: Beschreibung der Statusleiste des Geräts

	Zeigt den Ladezustand des Akkus an.
	Zeigt an, dass das Ladegerät am Gerät angeschlossen ist. Die Akkus werden automatisch geladen, wenn das Ladegerät vorhanden ist.
	Aktuelle Zeit (HH:MM).
	Ip-Adressinformationen.
	Anschlussprüfungsstatus OK oder NOK.
	Anzeige des ausgewählten Anschlusses (1W, 2W, 3W, 4W, Op, 1IN oder 3IN Kabelsystem).
	WLAN ist aktiviert.
<u>Status des GPS-Moduls (optionales Zubehör A 1355):</u>	
	GPS-Modul nicht angeschlossen (Verbindung mit dem A 1355 und dem PS2-Anschluss am Gerät prüfen).
	Suche nach Satelliten oder einem zu schwachen Satellitensignal.
	GPS-Zeit gültig – gültiges Satelliten-GPS-Zeitsignal.

3.4 Toastbotschaft

Ein Toast gibt in einem kleinen Popup ein einfaches Feedback zu einem Vorgang. Toasts verschwinden nach einer Zeitüberschreitung automatisch. Die Toastbotschaft erscheint in verschiedenen Situationen:

- Ein- / Ausstecken eines USB-Sticks oder einer SD-Karte.
- Überstrom- oder Spannungszustand.
- Alle Triggerereignisse (Spannungsereignisse, RVC, Inrush, Signalisierung, Alarme, Transienten).
- Laden der Messeinstellungen aus den Messeinstellungen – Manager.
- Einstellen des Standardstatus in der Trendparameterauswahl...

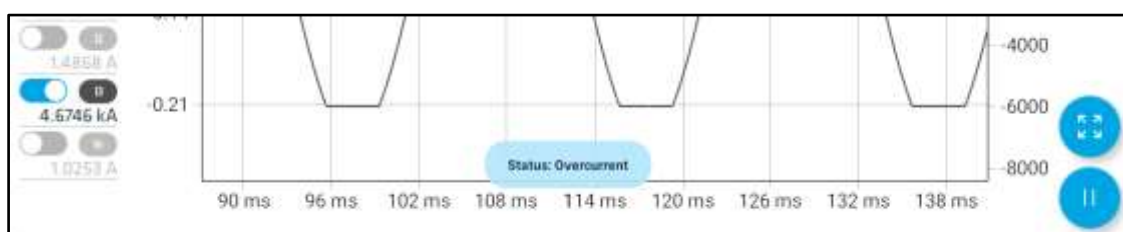


Abbildung 14: Beispiel für eine Toastbotschaft – Überstrom

3.5 Virtuelle Tastatur

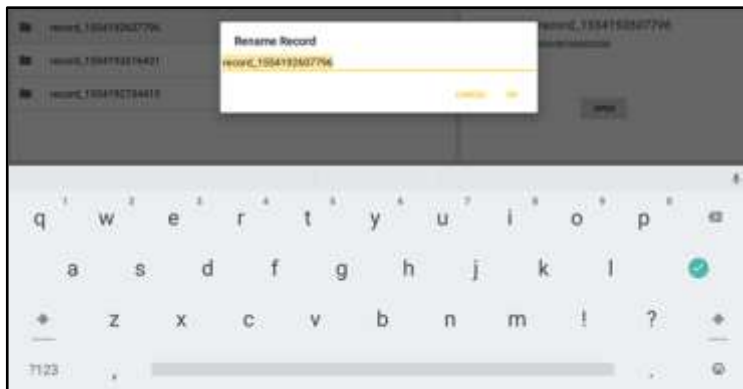


Abbildung 15: Tastaturlayout (Beispiel Aufzeichnung umbenennen)



Abbildung 16: Tastaturlayout (Beispiel Nennspannung)

Beispiel für die Wertgrenze:

Im Nachrichtenfeld (nicht definiert) werden Warnungen und Meldungen angezeigt. Wert liegt außerhalb der Grenzwerte. Die Nennspannung ist auf 15 V eingestellt, der Wert sollte im Bereich von 50 V bis 1000 V liegen.

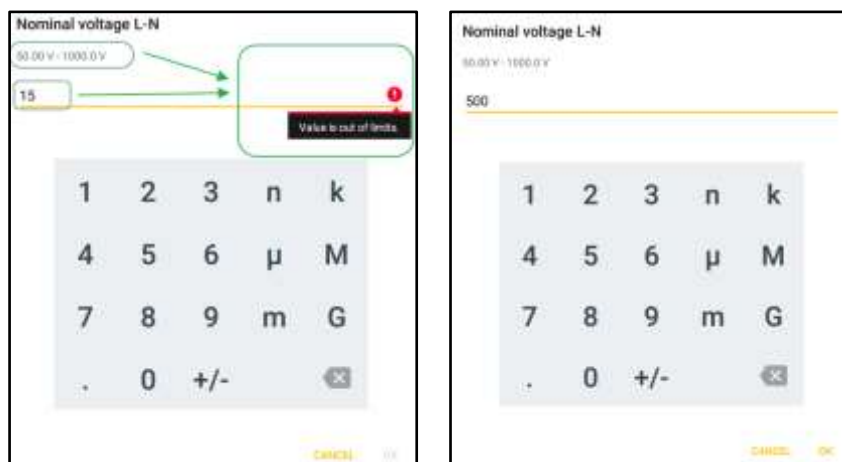


Abbildung 17: Tastaturlayout (Beispiel für eine Wertgrenze)

3.6 Gerätespeicher

Interner Speicher

Der interne USB-eMMC-Speicher des Geräts ist in verschiedene Partitionen unterteilt. Es stehen insgesamt ca. 5,5 GB freier Speicherplatz für den Benutzer zur Verfügung, in dem Messdaten abgelegt werden könnten. Sie können auf den Speicher zugreifen, indem Sie das Gerät mithilfe des USB-C-Kabels einfach an den PC anschließen. Die Benutzerdaten befinden sich im Metrel-Ordner, der dann weiter in separate Ordner unterteilt wird: Aufzeichnungen, Screenshots und Einstellungen.

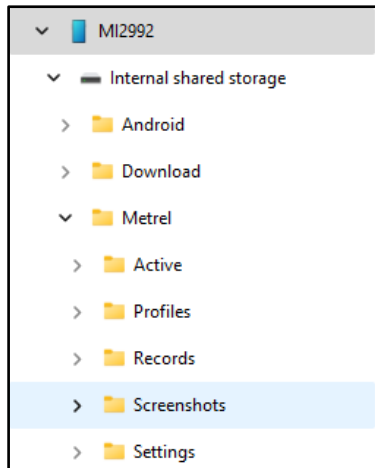


Abbildung 18: Interne Speicherkarten-Layouts

Metrel – Benutzerstammverzeichnis.

Aufzeichnungen→, die aufgezeichnete Dateien enthalten.

Einstellungen→, die verschiedene Arten von Einstellungsdateien enthalten (Geräte-, Benutzer-, Profileinstellungen).



Der Speicherort des Screenshots befindet sich im internen freigegebenen Speicher\Metrel\Screenshots.

MicroSD-Karte und USB-Flash-Laufwerk

Der Power Analyser verwendet internen Speicher, microSD-Karte zum Speichern von Datensätzen, Einstellungen und Snapshots. Vor der Verwendung des Geräts sollten die microSD-Karte und der USB-Stick auf ein FAT32-Dateisystem mit einer einzigen Partition formatiert und in das Gerät eingesetzt werden, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



1. Geräteabdeckung öffnen
2. Stecken Sie die microSD-Karte oder den USB-Stick in einen Steckplatz am Gerät (Karte / Stick sollte wie in Abbildung 19 eingesteckt werden)
3. Die MicroSD-Karte oder der USB-Stick wird automatisch erkannt und kann verwendet werden.
4. Externe Speichermedien auswerfen (unter Dateimanager).
5. Die MicroSD-Karte oder der USB-Stick können nun sicher entfernt werden.

Abbildung 19: Einlegen der microSD-Karte /des USB-Sticks



Entfernen Sie die microSD-Karte /den USB-Speicher nicht, während das Gerät Daten aufzeichnet oder liest. Ein Datensatzschaden und ein Kartenausfall können auftreten.



Eine Aufzeichnung auf dem USB-Stick ist nicht möglich. Der USB-Stick konnte nur zum Kopieren von Daten von einer internen oder externen SD-Karte verwendet werden.



Schalten Sie das Gerät nicht aus, während auf die microSD-Karte zugegriffen wird:

- während der Aufzeichnungssitzung.
- Beobachten der aufgezeichneten Daten IM Speicherlistenmenü.

Dies kann zu Datenbeschädigung und dauerhaftem Datenverlust führen. SD-Karte / USB-Stick sollte über eine einzelne FAT32-Partition verfügen.

Verwenden Sie keine SD-Karten oder USB-Flash-Laufwerke mit mehreren Partitionen.

4 Hauptmenü des Geräts

Nach dem Einschalten des Geräts wird das Menü "Home" angezeigt. In diesem Menü können alle Gerätefunktionen ausgewählt werden.

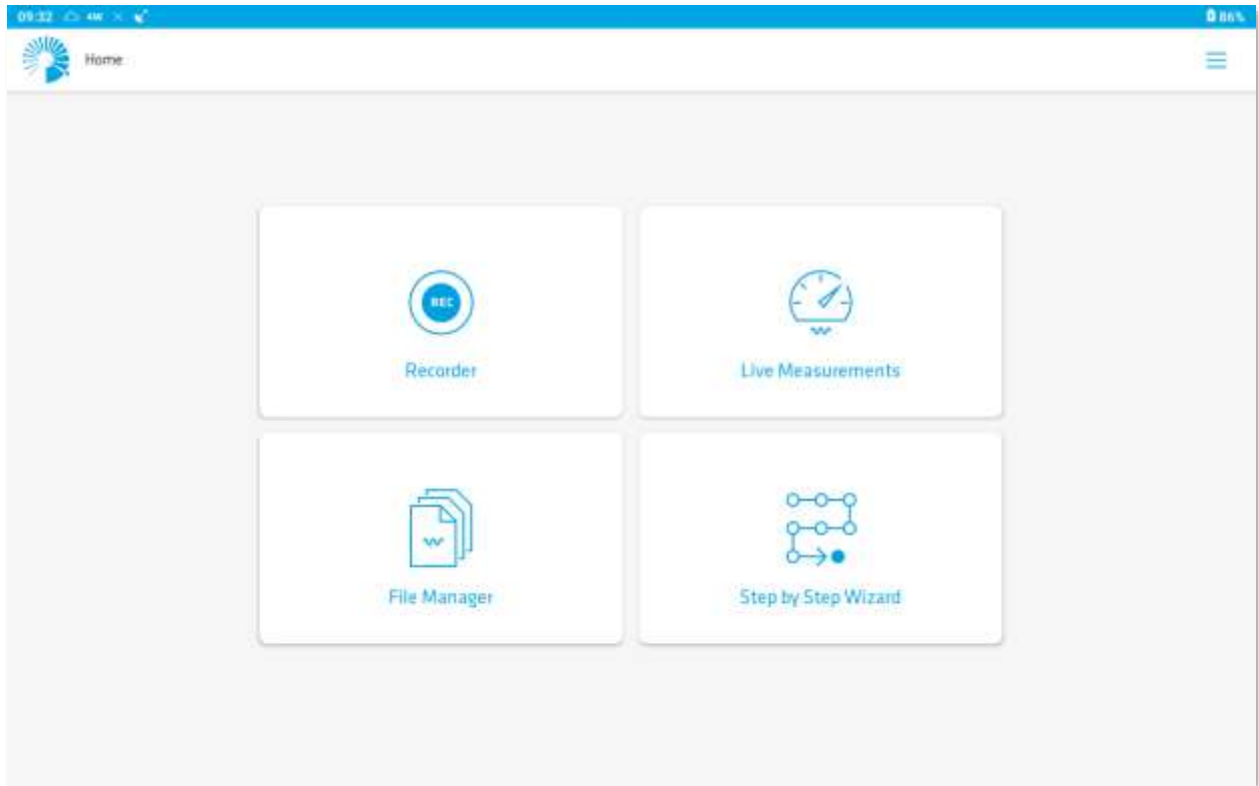


Abbildung 20: Home-Menü

Tabelle 3: Hauptmenü des Geräts

	Untermenü Rekorder . Ermöglicht den Zugriff auf Gerätereorder-, Konfigurations- und Profileinstellungen.
	Untermenü Live-Messungen . Bietet Zugang zu verschiedenen Gerätemessungen.
	Untermenü Dateimanager . Ermöglicht den Zugriff auf die gespeicherten Daten / Dateien des Geräts.
	Untermenü Schritt für Schritt Assistent . Bietet Zugriff auf das Assistenten-Setup.

Optionale Schaltfläche (in der oberen rechten Ecke angezeigt):

	 Tippen oder schieben Sie von rechts, um das Bedienfeld (Kurzwahl) zu erweitern/weitere Optionen zu öffnen.
---	--

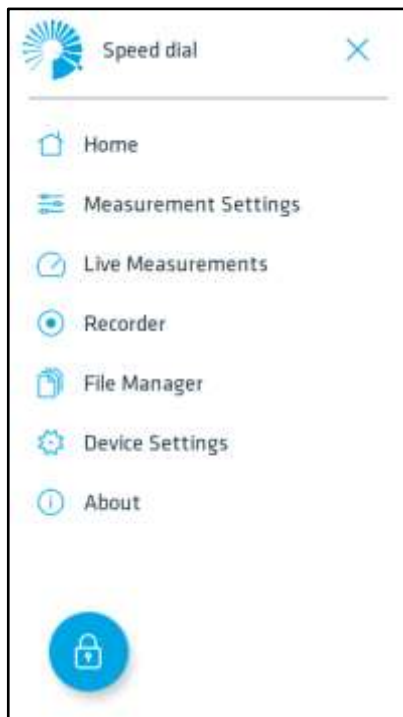


Abbildung 21: Kurzwahl

Kurzwahltafel:

Wenn der Benutzer eine der aufgeführten Optionen antippt, geht er zu:

- Startseite
- Messeinstellungen
- Live-Messungen
- Rekorder
- Datei Manager
- Geräteeinstellungen
- Über
- Bildschirm während der Aufzeichnungssitzung sperren

5 Live-Messungen

Im Menü Live-Messungen können alle Messfunktionen überwacht werden.

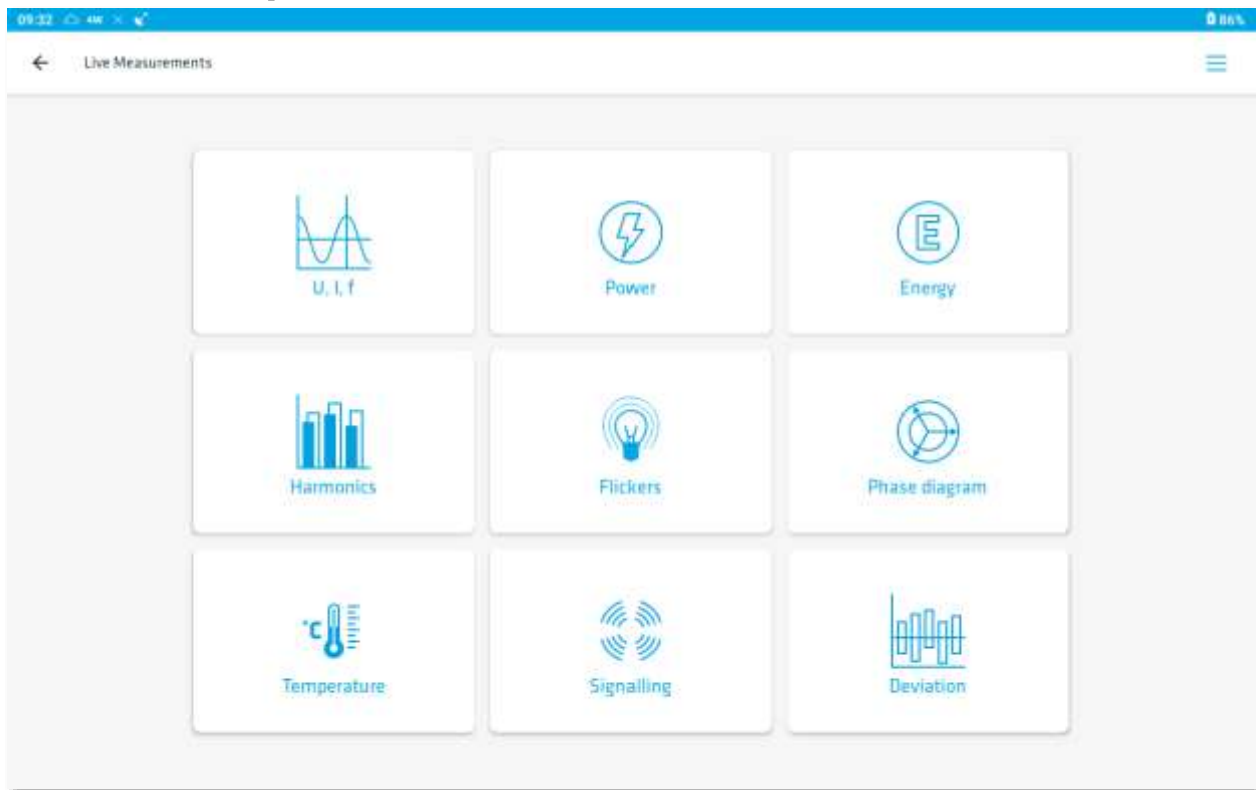


Abbildung 22: Menü Live-Messungen

Tabelle 4: Menü Live-Messungen des Geräts

	Untermenü U, I, f Untermenü. Ermöglicht Sie den Zugriff auf Spannungs-, Strom- und Frequenzmessungen.
	Untermenü Leistung . Bietet Zugang zu Leistungsmessungsergebnissen.
	Untermenü Energie . Bietet Zugang zu den Ergebnissen der Energiemessung.
	Untermenü Harmonische . Ermöglicht den Zugriff auf die Harmonischenansicht.
	Untermenü Flimmern . Ermöglicht den Zugriff auf die Ergebnisse der Flimmermessungen.
	Untermenü Phasendiagramm . Ermöglicht den Zugriff auf die Phasendiagrammansicht.
	Untermenü Temperatur . Ermöglicht den Zugriff auf die Temperaturansicht.
	Untermenü Signalisierung . Ermöglicht den Zugriff auf die Signalisierungsansicht.



Untermenü **Abweichung**. Ermöglicht Zugriff auf die Abweichungsspannungsansicht.

5.1 U, I, f

In den Bildschirmen „U, I, f“ können Spannungs-, Strom- und Frequenzparameter überwacht werden. Die Messergebnisse können in tabellarischer (Details) oder grafischer Form (Umfänge, Trend) angesehen werden.

5.1.1 U,I,f → Details

Durch Eingabe der Option U, I, f wird der Bildschirm U, I, f – Details angezeigt (siehe Abbildungen unten). Die angezeigten Messungen hängen vom Verbindungstyp ab: 1W, 2W, 3W, ...

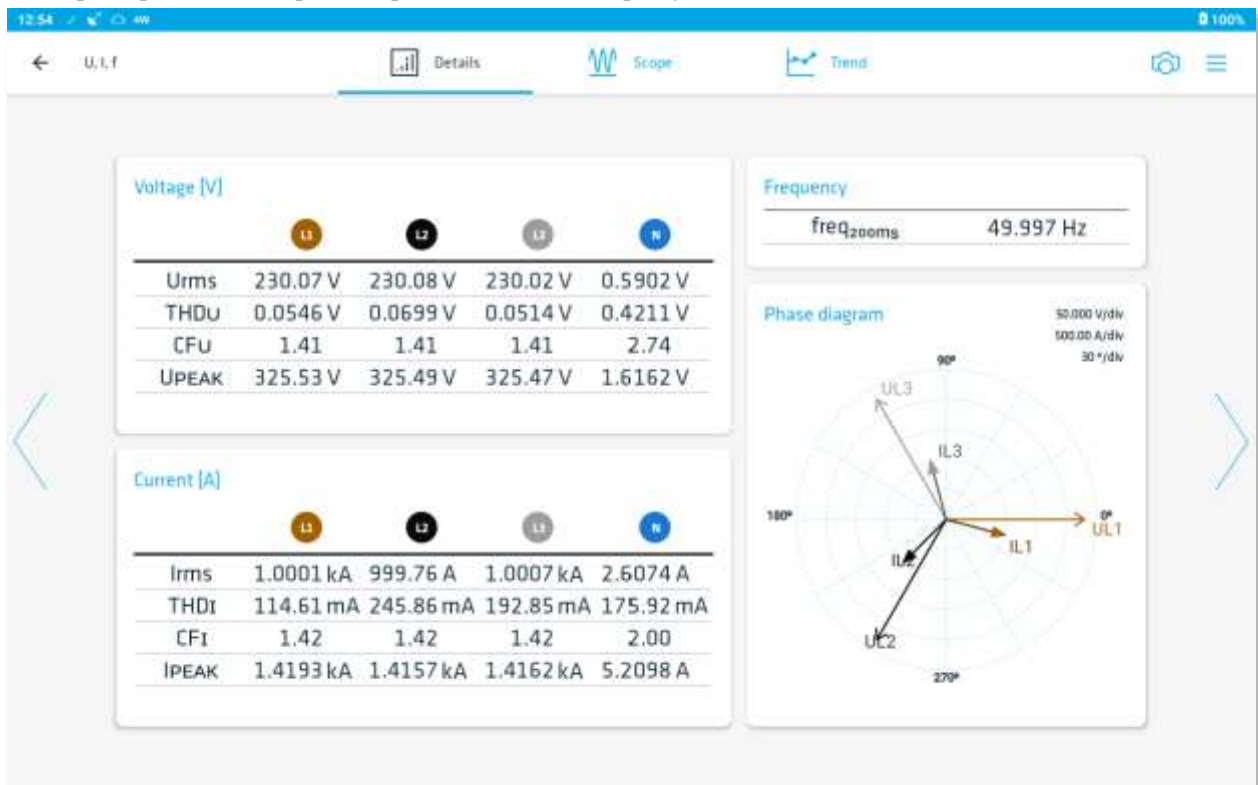


Abbildung 23: U, I, f Zählerphasentabellenbildschirme (L1, L2, L3, N)

Auf dem Bildschirm werden Online-Spannungs- und Strommessungen angezeigt. Beschreibungen der Symbole und Abkürzungen, die in diesem Menü verwendet werden, sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 5: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (U,I,f)

RMS	Wahrer Effektivwert U_{RMS} und I_{RMS}
THD	Gesamtharmonische Verzerrung THD_U und THD_I
CF	Scheitelfaktor CF_U und CF_I
SPITZENWERT	Spitzenwert U_{PEAK} und I_{PEAK}
freq _{200ms}	Frequenz am Referenzkanal (Synchronisationskanal A/L1 oder A/I1)



Im Falle einer Überlastung des Stroms oder einer Überspannung des AD-Wandlers erscheint eine Toastbotschaft am unteren Rand des Bildschirms.

5.1.2 U,I,f → Umfang

Auf dem Gerät können verschiedene Kombinationen von Spannungs- und Stromkurven angezeigt werden, wie unten gezeigt.



Abbildung 24: Spannungs- / Strom-Wellenform

Tabelle 6: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (U,I,f - Umfang)

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



Um den Cursor zu aktivieren, muss der Benutzer zuerst  das Diagramm anhalten. Tippen Sie dann einfach  auf das Diagramm.

5.1.3 U,I,f → Trend

Während das Gerät aktiv / eingeschaltet ist, ist die Trendansicht verfügbar und die letzten 429 Intervalle werden in einem kreisförmigen Puffer gespeichert. Während der Rekorder-Sitzung werden alle aufgezeichneten Daten in der Trendansicht angezeigt.



Abbildung 25: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm



Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen  auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden. Wenn der Rekorder inaktiv ist, startet jede neue Eingabe in die Trendansicht den Erfassungsdatenprozess neu.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann.



Benutzeroptionen:

- **Liste löschen** (alle ausgewählten Messungen löschen).
- **Standard** (Standardoptionen laden – basierend auf der ausgewählten Verbindung).
- **Speichern** (Speichern und Menü verlassen).



Einfache und schnelle Signalauswahl (aus dem gesamten ausgewählten Set, die auf dem Bildschirm angezeigt werden soll)

Zusätzliche Tasten:



Grafischer Schnappschuss (nur die angezeigte Ansicht wird in einer PNG-Datei gespeichert).



Zoom-Reset (passen Sie alle Spuren an oder zoomen Sie auf volle Größe).



Werte zurücksetzen oder löschen (Funktion ist nur aktiv, wenn der Rekorder inaktiv ist)



Die Liste der Register, die in der Trendansicht angezeigt werden, enthält alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden



In der Trendansicht werden die berechneten „Rohdaten“ (Basiseinheiten) ohne Einschränkung oder Präfixe angezeigt (auch wenn das berechnete Ergebnis höher als der angegebene Wert ist); daher bleibt die Anzeige unverändert.

5.2 Leistung

In den LEISTUNGS-Bildschirmen stellt das Gerät die Leistungsparameter dar. Die Ergebnisse können in tabellarischer (Haupt und Details) oder grafischer Form (Trend) angezeigt werden. Um die Bedeutung des Leistungsparameters vollständig zu verstehen, siehe Abschnitt 3.1.5.



Der Power Analyser speichert immer Daten nach IEEE 1459 und die Datenpräsentation könnte auch unter der MPVision-Software ausgewählt werden.

5.2.1 Leistung → Haupt

Durch Eingabe der LEISTUNGS-Option aus dem Untermenü Live-Messungen wird der Hauptbildschirm angezeigt (siehe Abbildungen unten). Welche Messung auf dem Display angezeigt wird, hängt von der Verbindungsart ab: 1W, 2W, 3W, ...

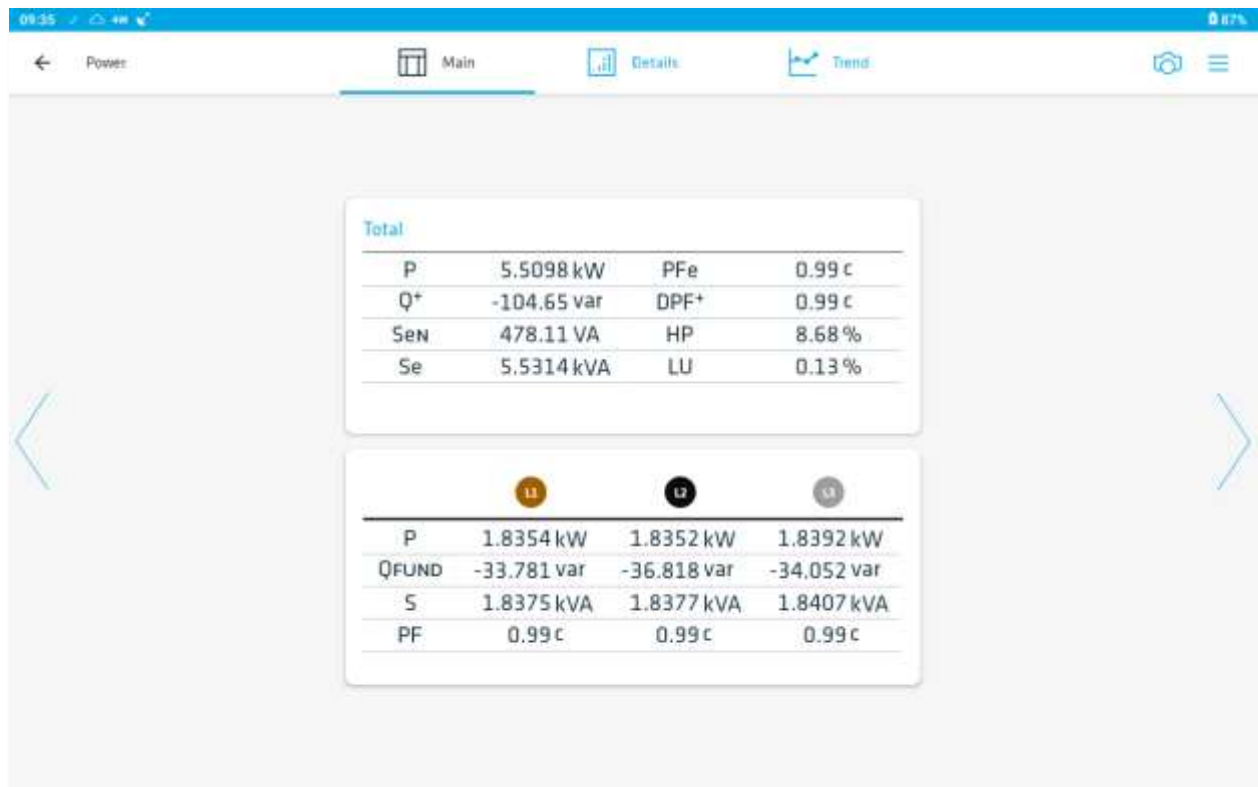


Abbildung 26: Leistungsmessungen Hauptansicht

Die Beschreibung der Symbole und Abkürzungen, die in den LEISTUNGS-Hauptbildschirmen verwendet werden, sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Siehe Kapitel 13.1.5 für Details.

Tabelle 7: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm (Leistung – Hauptansicht)

P	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Wirkleistung ($\pm P_{tot}$)
Q+	Positive Sequenz der gesamten Grundblindleistung ($\pm Q_{tot}^+$)
SeN	Gesamte effektive nicht fundamentale Scheinleistung ($Se_{N_{tot}}$)
Se	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) effektive Gesamtscheinleistung (Se_{tot})
P	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Wirkleistung ($\pm P_1, \pm P_2, \pm P_3$)
QFUND	Grundlegende Phasenblindleistung ($\pm Q_{fund1}, \pm Q_{fund2}, \pm Q_{fund3}$)
S	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Phasenscheinleistung (S_1, S_2, S_3)
PF	Phasenkombinierter (grundlegender und nicht grundlegender) Leistungsfaktor ($\pm PF_1, \pm PF_2, \pm PF_3$)

5.2.2 Leistung→Details

Wenn Sie zum nächsten Bildschirm wechseln, wird der Bildschirm Details angezeigt. Die angezeigten Messungen hängen vom Verbindungstyp ab: 1W, 2W, 3W, ...

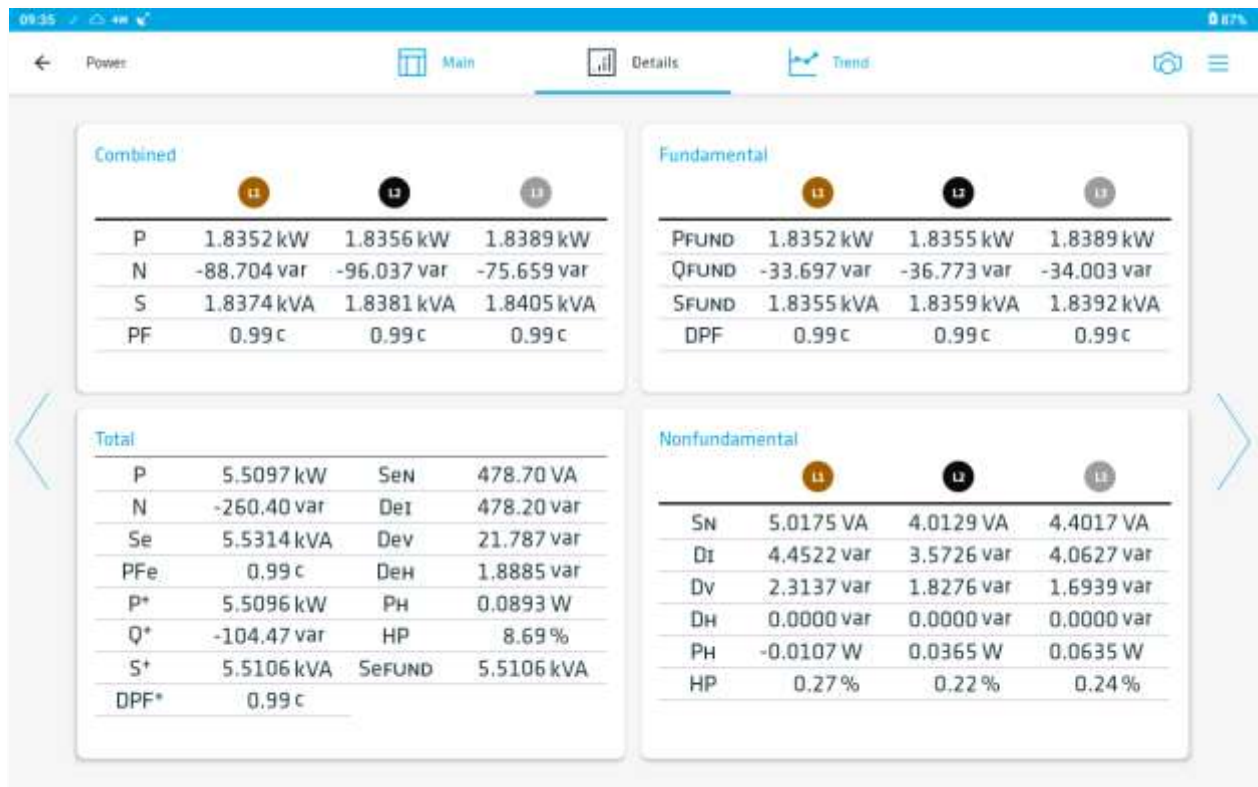


Abbildung 27: Leistungsmessungen Detailansicht

Die Beschreibung der Symbole und Abkürzungen, die in den LEISTUNGS-Hauptbildschirmen verwendet werden, sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Siehe Kapitel 13.1.5 für Details.

Tabelle 8: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm (Leistung – Detailansicht)

P	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Wirkleistung ($\pm P_1, \pm P_2, \pm P_3$)
N	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) inaktive Phasenleistung ($\pm N_1, \pm N_2, \pm N_3$)
S	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Phasenscheinleistung (S_1, S_2, S_3)
PF	Phasenkombinierter (grundlegender und nicht grundlegender) Leistungsfaktor ($\pm PF_1, \pm PF_2, \pm PF_3$)
P	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) Wirkleistung ($\pm P_{tot}$)
N	Kombinierter (fundamentaler und nicht fundamentaler) inaktiver Gesamtvektor ($\pm N_{tot}$)
Se	Kombinierte (fundamentale und nicht fundamentale) effektive Gesamtscheinleistung (Se_{tot})
PFe	Gesamter effektiver kombinierter (fundamentaler und nicht fundamentaler) Leistungsfaktor ($\pm PFe$)
P+	Positive Sequenz der gesamten aktiven Grundleistung ($\pm P^+_{tot}$)
Q+	Positive Sequenz der gesamten Grundblindleistung ($\pm Q^+_{tot}$)
S+	Positive Sequenz der gesamten Grundscheinleistung ($\pm S^+_{tot}$)
DPF+	Positive Sequenz des Leistungsfaktors (fundamental, insgesamt)
PFUND	Grundlegende aktive Phasenleistung ($\pm Pfund_1, \pm Pfund_2, \pm Pfund_3$)
QFUND	Grundlegende Phasenblindleistung ($\pm Qfund_1, \pm Qfund_2, \pm Qfund_3$)
SFUND	Grundlegende Scheinphasenleistung ($\pm Sfund_1, \pm Sfund_2, \pm Sfund_3$)
DPF	Phasen-Grundleistungsfaktor ($\pm DPF_1, \pm DPF_2, \pm DPF_3$) und positive Sequenz des Gesamtleistungsfaktors ($\pm DPF^+$)
SN	Nicht fundamentale Phasenscheinleistung (SN_1, SN_2, SN_3)

D _I	Phasenstromverzerrungsleistung (D _{I1} , D _{I2} , D _{I3})
D _V	Phasenspannungsverzerrungsleistung (D _{V1} , D _{V2} , D _{V3})
D _H	Phasenharmonische Verzerrungsleistung (D _{H1} , D _{H2} , D _{H3})
P _H	Phasen- und Gesamtwirkleistung harmonisch (P_{H1}^+ , P_{H2}^+ , P_{H3}^+)
HP	Harmonische Störung gemäß der Norm IEEE 1459

5.2.3 Leistung→Trend

Während das Gerät aktiv / eingeschaltet ist, ist die Trendansicht verfügbar und die letzten 429 Intervalle werden in einem kreisförmigen Puffer gespeichert. Während der Rekorder-Sitzung werden alle aufgezeichneten Daten in der Trendansicht angezeigt.



Abbildung 28: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm



Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen  auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden. Wenn der Rekorder inaktiv ist, startet jede neue Eingabe in die Trendansicht den Erfassungsdatenprozess neu.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann. Siehe Abschnitt 5.1.3 für weitere Informationen.



Die Liste der Register, die in der Trendansicht angezeigt werden, enthält alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden



In der Trendansicht werden die berechneten „Rohdaten“ (Basiseinheiten) ohne Einschränkung oder Präfixe angezeigt (auch wenn das berechnete Ergebnis höher als der angegebene Wert ist); daher bleibt die Anzeige unverändert.

5.3 Energie-

In Energiebildschirmen zeigt das Gerät die gemessene Energie an. Die Ergebnisse sind in tabellarischer (Summe und Intervall) und grafischer Form (Trend) zu sehen.

	Verbrauchte Energie.
	Erzeugte Energie.
	Werte zurücksetzen oder löschen (Funktion ist nur aktiv, wenn der Rekorder inaktiv ist).
	Halten (Pause) der Messung (nur die angezeigte Ansicht ist betroffen).

5.3.1 Energie→ Summe

Durch Eingabe der ENERGIE-Option aus dem Untermenü Live-Messungen wird der Bildschirm Summe angezeigt (siehe Abbildungen unten). Die präsentierten Messungen auf dem Display hängen von der Verbindungsart ab: 1W, 2W, ...

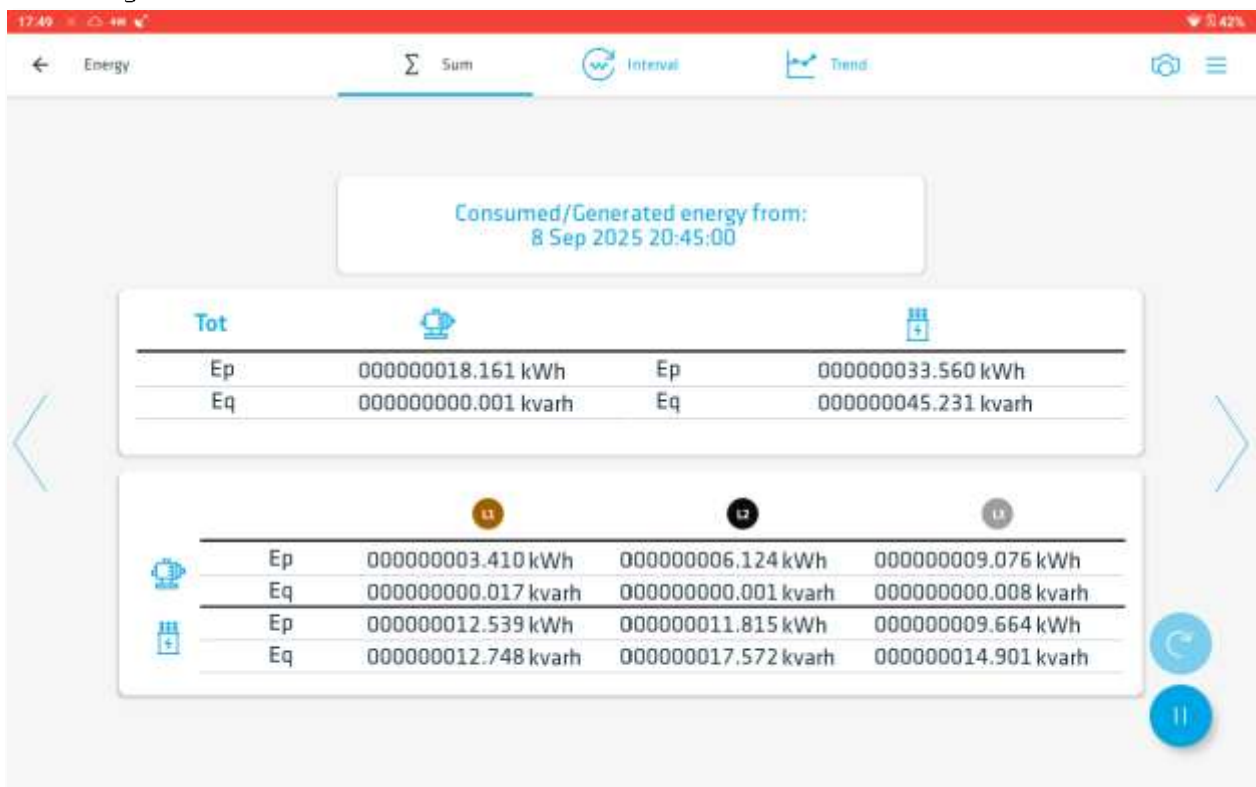


Abbildung 29: Bildschirm Energiesumme

Die Beschreibung der Symbole und Abkürzungen, die in Energiesummenbildschirmen verwendet werden, sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Siehe Kapitel 13.1.7 Energie- für Details.

Tabelle 9: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Energie – Summenbildschirm)

Ep+	Verbrauchte (+) Phase (Ep ₁ ⁺ , Ep ₂ ⁺ , Ep ₃ ⁺) oder Gesamtwirkenergie (Ep _{tot} ⁺)
Ep-	Generierte (-) Phase (Ep ₁ ⁻ , Ep ₂ ⁻ , Ep ₃ ⁻) oder gesamte (Ep _{tot} ⁻) Wirkenergie
Eq+	Verbrauchte (+) Phase (Eq ₁ ⁺ , Eq ₂ ⁺ , Eq ₃ ⁺) oder Gesamt (Eq _{tot} ⁺) grundlegende Blindenergie
Eq-	Generierte (-) Phase (Eq ₁ ⁻ , Eq ₂ ⁻ , Eq ₃ ⁻) oder Gesamt (Eq _{tot} ⁻) grundlegende Blindenergie

Verbrauchte/erzeugte Energie
von: Startzeit der Aufzeichnungsenergie (Gesamt)

5.3.2 Energie→ Intervall

Wenn Sie zum nächsten Bildschirm wechseln, wird der Bildschirm Intervall angezeigt.

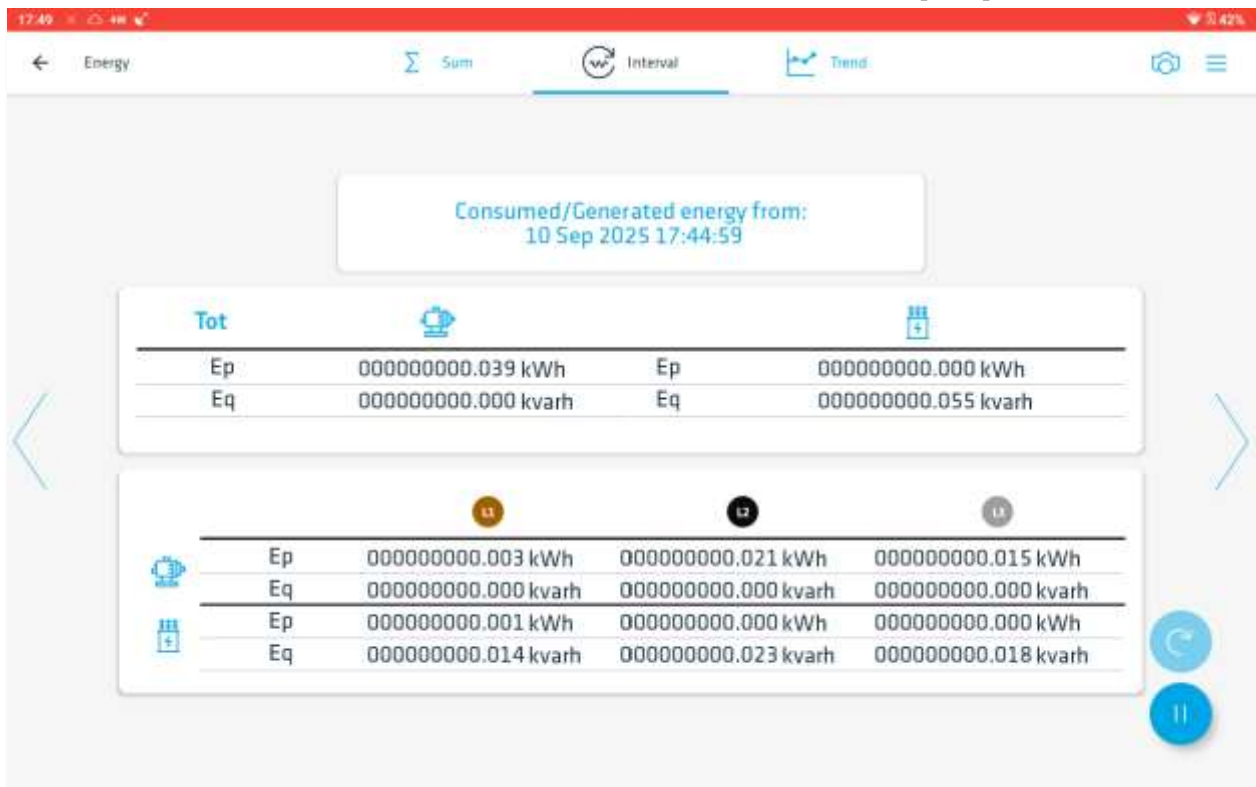


Abbildung 30: Bildschirm Energieintervall

Die Beschreibung der Symbole und Abkürzungen, die in Energiesummenbildschirmen verwendet werden, sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Siehe Kapitel 13.1.7 Energie- für Details.

Tabelle 10: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Energie - Intervallbildschirm)

Ep+	Verbrauchte (+) Phase (Ep ₁ ⁺ , Ep ₂ ⁺ , Ep ₃ ⁺) oder Gesamtwirkenergie (Ep _{tot} ⁺)
Ep-	Generierte (-) Phase (Ep ₁ ⁻ , Ep ₂ ⁻ , Ep ₃ ⁻) oder gesamte (Ep _{tot} ⁻) Wirkenergie
Eq+	Verbrauchte (+) Phase (Eq ₁ ⁺ , Eq ₂ ⁺ , Eq ₃ ⁺) oder Gesamt (Eq _{tot} ⁺) grundlegende Blindenergie
Eq-	Generierte (-) Phase (Eq ₁ ⁻ , Eq ₂ ⁻ , Eq ₃ ⁻) oder Gesamt (Eq _{tot} ⁻) grundlegende Blindenergie
Verbrauchte/erzeugte Energie von:	Startzeit der Aufzeichnungsenergie (Intervall)

5.3.3 Energie→ Trend

Während das Gerät aktiv / eingeschaltet ist, ist die Trendansicht verfügbar und die letzten 429 Intervalle werden in einem kreisförmigen Puffer gespeichert. Während der Rekorder-Sitzung werden alle aufgezeichneten Daten in der Trendansicht angezeigt.



Abbildung 31: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm



Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen  auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden. Wenn der Rekorder inaktiv ist, startet jede neue Eingabe in die Trendansicht den Erfassungsdatenprozess neu.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann. Siehe Abschnitt 5.1.3 für weitere Informationen.



Die Liste der Register, die in der Trendansicht angezeigt werden, enthält alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden



In der Trendansicht werden die berechneten „Rohdaten“ (Basisseinheiten) ohne Einschränkung oder Präfixe angezeigt (auch wenn das berechnete Ergebnis höher als der angegebene Wert ist); daher bleibt die Anzeige unverändert.

5.4 Harmonische / Interharmonische

Harmonische stellen Spannungs- und Stromsignale als eine Summe von Sinuswellen der Hauptfrequenz und ihrer ganzzahligen Vielfachen dar. Eine Sinuswelle mit einer k-fach höheren Frequenz als die Grundwelle (k ist eine ganze Zahl) wird als Harmonische bezeichnet und mit einer Amplitude und einer Phasenverschiebung (Phasenlage) zu einem Grundfrequenzsignal bezeichnet. Ergibt sich eine Signalzerlegung mit Fourier-Transformation bei Vorhandensein einer Frequenz, die kein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist, so wird diese Frequenz als interharmonische Frequenz und die Komponente mit dieser Frequenz als interharmonisch bezeichnet. Siehe Kapitel 13.1.8 für Details.

5.4.1 Harmonische-Balken

Durch Eingabe der Option Harmonics (Harmonische) wird der Bildschirm Harmonic - Bar (Harmonische - Balken) angezeigt (siehe Abbildungen unten). In diesen Bildschirmen werden Spannungs- und Stromharmonische, Zwischenharmonische oder Überharmonische angezeigt. Die präsentierten Messungen auf dem Display hängen vom Verbindungstyp (1W, 2W, 3W, ...) und der Auswahl der Schaltfläche ab.



Abbildung 32: Bildschirm Harmonische-Balken



Abbildung 33: Bildschirm Zwischenharmonische-Balken

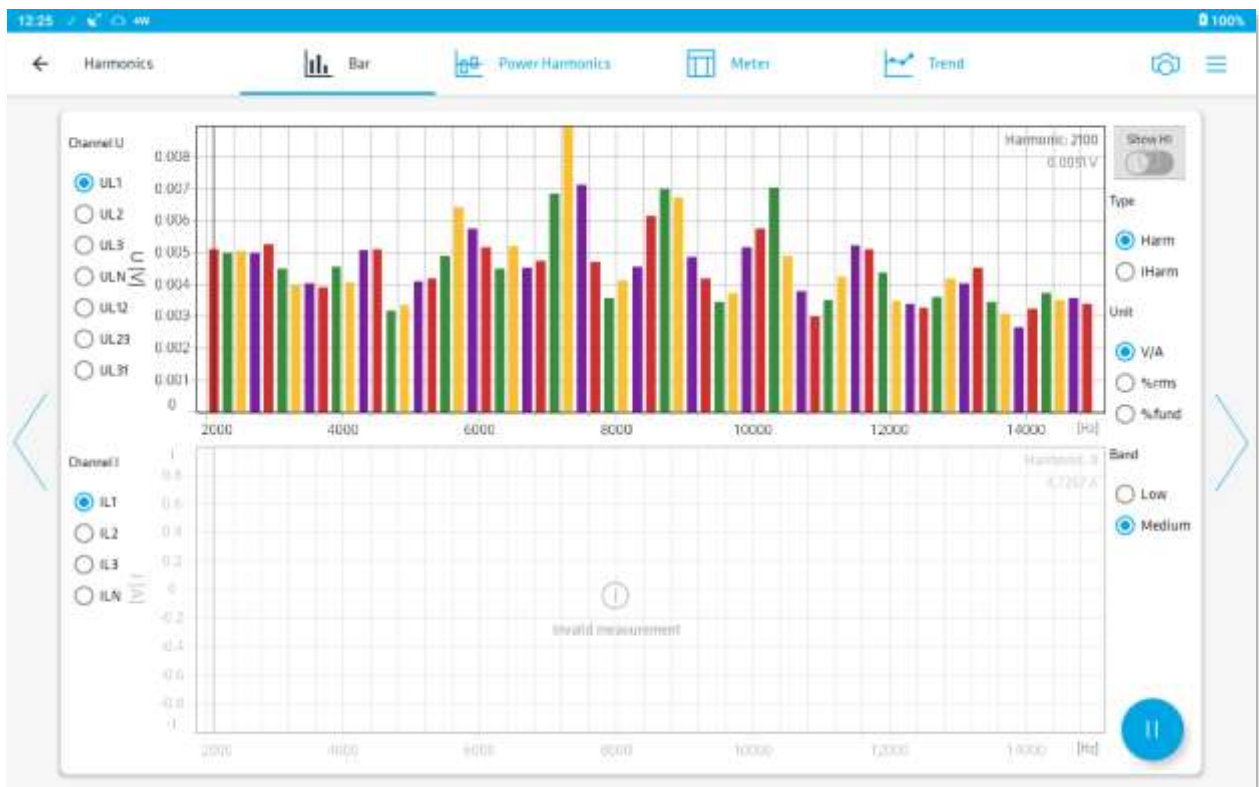


Abbildung 34: Bildschirm Überharmonische-Balken



Der Cursor ist auf Anfrage mit nur einem Tippen  auf das Diagramm verfügbar.

Die Beschreibung der Symbole und Abkürzungen, die im Balkenbildschirm verwendet werden, ist in der untenstehenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 11: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Harmonische – Balkenbildschirm)

Kanal U	Wählen Sie die gewünschte Spannungskanalnummer zum Anzeigen /Darstellen (U1, U2, U3, Un, U12, U23, U31).
Kanal I	Wählen Sie die gewünschte Stromkanalnummer zum Anzeigen /Darstellen (I1, I2, I3, In).
H1 Anzeigen	Aktivieren oder deaktivieren Sie die Anpassung der ersten harmonischen Ansicht.
Typauswahl Harm / IHarm	Harmonische oder Zwischenharmonische werden angezeigt.
Einheit V/A	Einheitenauswahl Gesamtspannung / Stromharmonischer Wert.
%rms	% der Effektivwert-Spannung / Stromharmonischen.
%fund	% der Grundspannung / Stromharmonischen.
Band Niedrig Mittel	Wählen Sie das gewünschte Frequenzband. 0 – 63. Harmonische 2 kHz – 15 kHz Überharmonisches Band (nur für Spannungsharmonische)



Halten (Pause) der Messung (nur die angezeigte Ansicht ist betroffen).

5.4.2 Harmonische → Leistungsharmonische

Durch Eingabe der Option Harmonics (Harmonische) wird der Bildschirm Power Harmonic - Bar (Leistungsharmonische - Balken) *angezeigt (siehe Abbildungen unten)*. Auf diesen Bildschirmen werden die Leistungsharmonischen angezeigt. Die präsentierten Messungen auf dem Display hängen vom Verbindungstyp (1W, 2W, 4W, ...) und der Auswahl der Schaltfläche ab.



Abbildung 35: Bildschirm Leistungsharmonische-Balken

Tabelle 12: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm (Leistung - Harmonische - Bildschirm)

Kanal U	Wählen Sie die gewünschte Spannungskanalnummer zum Anzeigen /Darstellen (L1, L2, L3, Ln,).
H1 Anzeigen	Aktivieren oder deaktivieren Sie die Anpassung der ersten harmonischen Ansicht.
	Halten (Pause) der Messung (nur die angezeigte Ansicht ist betroffen).



Leistungsharmonische sind nur für den 1W-, 2W- und 4W-Anschluss verfügbar.

5.4.3 → Zähler für Harmonische

Wenn Sie zum nächsten Bildschirm wechseln, wird der Zählerbildschirm angezeigt. Die vorhandenen Messungen hängen vom Verbindungstyp (1W, 2W, 3W, ...) und der Tastenauswahl ab.

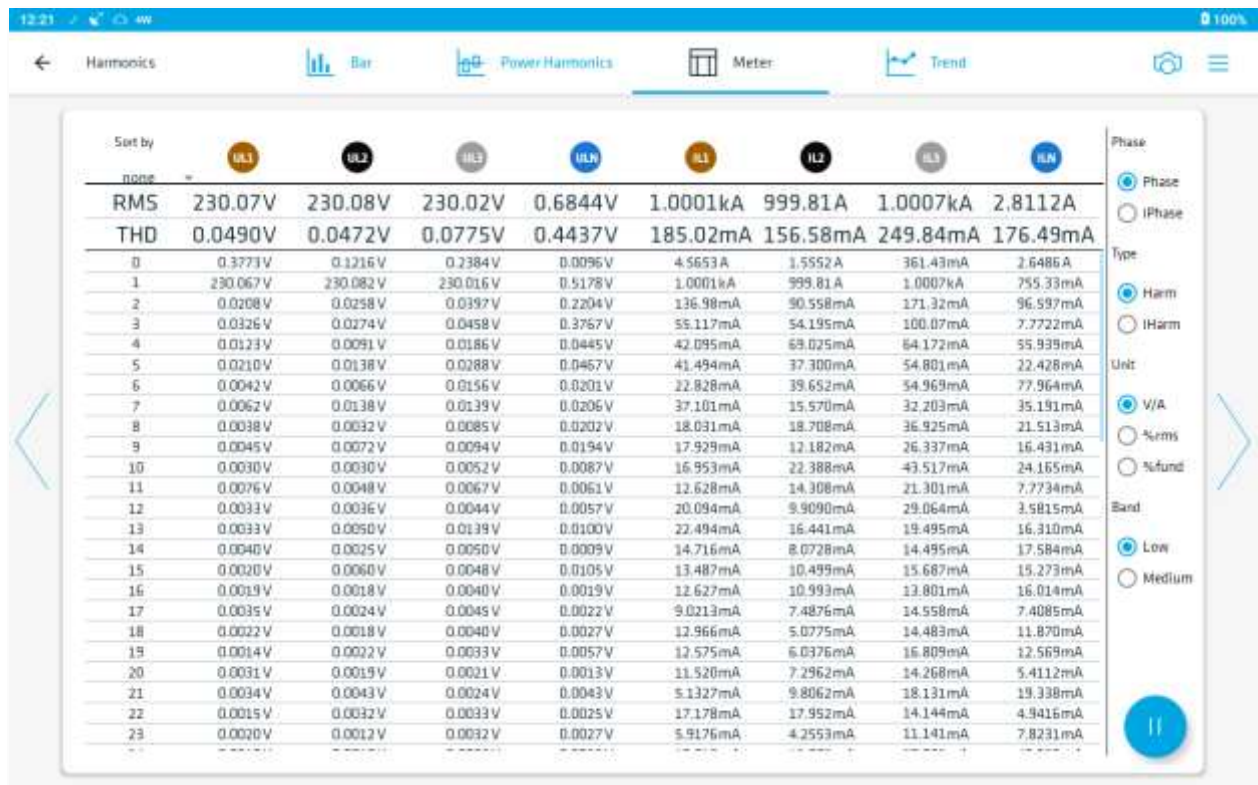


Abbildung 36: Zählerbildschirm Harmonische / Zwischenharmonische / Überharmonische

Die Beschreibung der Symbole und Abkürzungen, die in Zählerbildschirmen verwendet werden, sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 13: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Bildschirm Zähler für Harmonische)

Sortieren nach	Wählen Sie die gewünschte Sortierung (nach max-Wert) für die angezeigten Harmonischen / Zwischenharmonischen / Überharmonischen: keine, Spannung oder Strom.
Typauswahl Harm / IHarm	Harmonische oder Zwischenharmonische werden angezeigt.
Einheit V/A	Einheitenauswahl Gesamtspannung / Stromharmonischer Wert.
%rms	% der Effektivwert-Spannung / Stromharmonischen.
%fund	% der Grundspannung / Stromharmonischen.
Band	Wählen Sie das gewünschte Frequenzband.
Niedrig	0 – ⁶³ Harmonische
Mittel	2,1 kHz – 14,9 kHz (nur für Spannungsharmonische)

5.4.4 Harmonische → Trend

Während das Gerät aktiv / eingeschaltet ist, ist die Trendansicht verfügbar und die letzten 429 Intervalle werden in einem kreisförmigen Puffer gespeichert. Während der Rekorder-Sitzung werden alle aufgezeichneten Daten in der Trendansicht angezeigt.

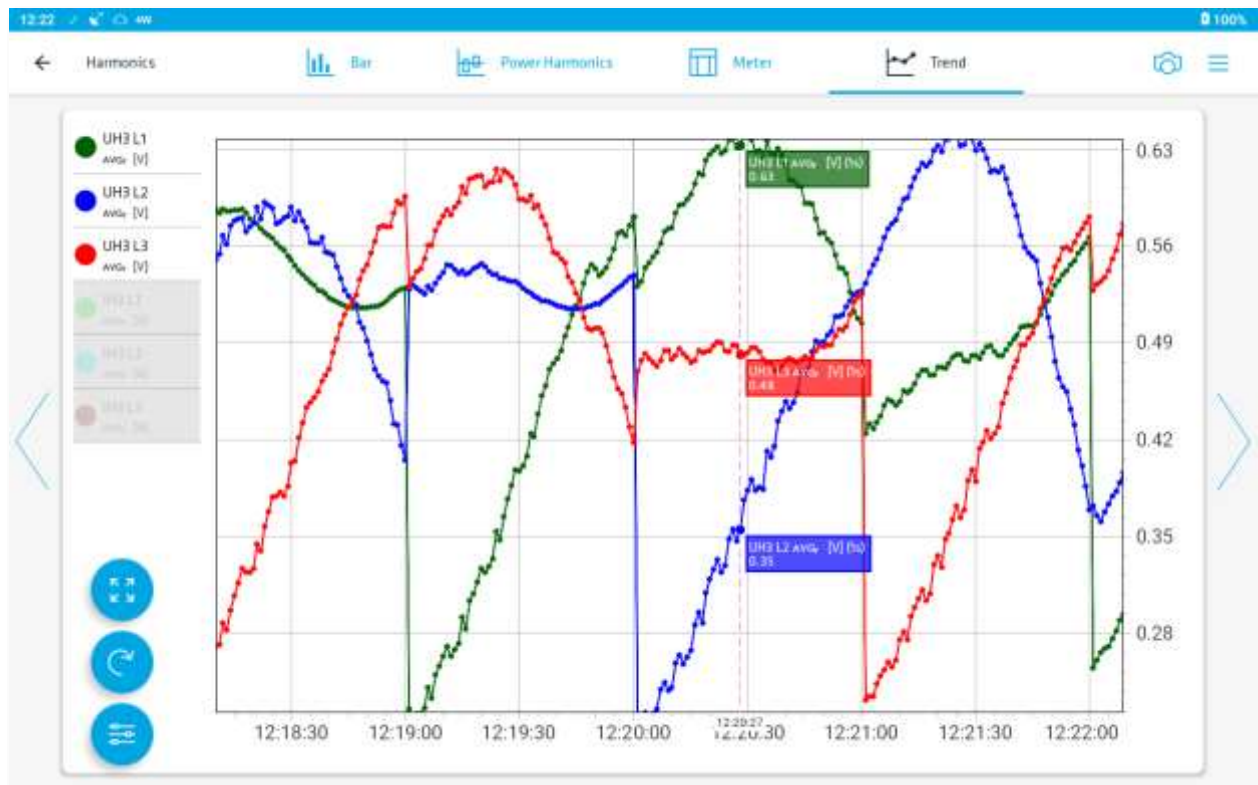


Abbildung 37: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm



Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen  auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden. Wenn der Rekorder inaktiv ist, startet jede neue Eingabe in die Trendansicht den Erfassungsdatenprozess neu.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann. Siehe Abschnitt 5.1.3 für weitere Informationen.



Die Liste der Register, die in der Trendansicht angezeigt werden, enthält alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden



In der Trendansicht werden die berechneten „Rohdaten“ (Basiseinheiten) ohne Einschränkung oder Präfixe angezeigt (auch wenn das berechnete Ergebnis höher als der angegebene Wert ist); daher bleibt die Anzeige unverändert.

5.5 Flimmern

Flimmern messen die menschliche Wahrnehmung der Wirkung der Amplitudenmodulation auf die Netzspannung, die eine Glühbirne mit Strom versorgt. Im Menü Flimmern zeigt das Gerät gemessene Flimmer-Parameter an. Die Ergebnisse können in Form von Flimmer-Details oder eines grafischen Trends angezeigt werden. Um die Bedeutung des Parameters zu verstehen, siehe Abschnitt 13.1.10.

5.5.1 Flimmer→Details

Durch Aufrufen der Flimmer-Option aus dem Untermenü Live-Messungen wird der Bildschirm Details angezeigt (siehe Abbildungen unten). Die angezeigten Messungen hängen vom Verbindungstyp ab: 1W, 2W, ...

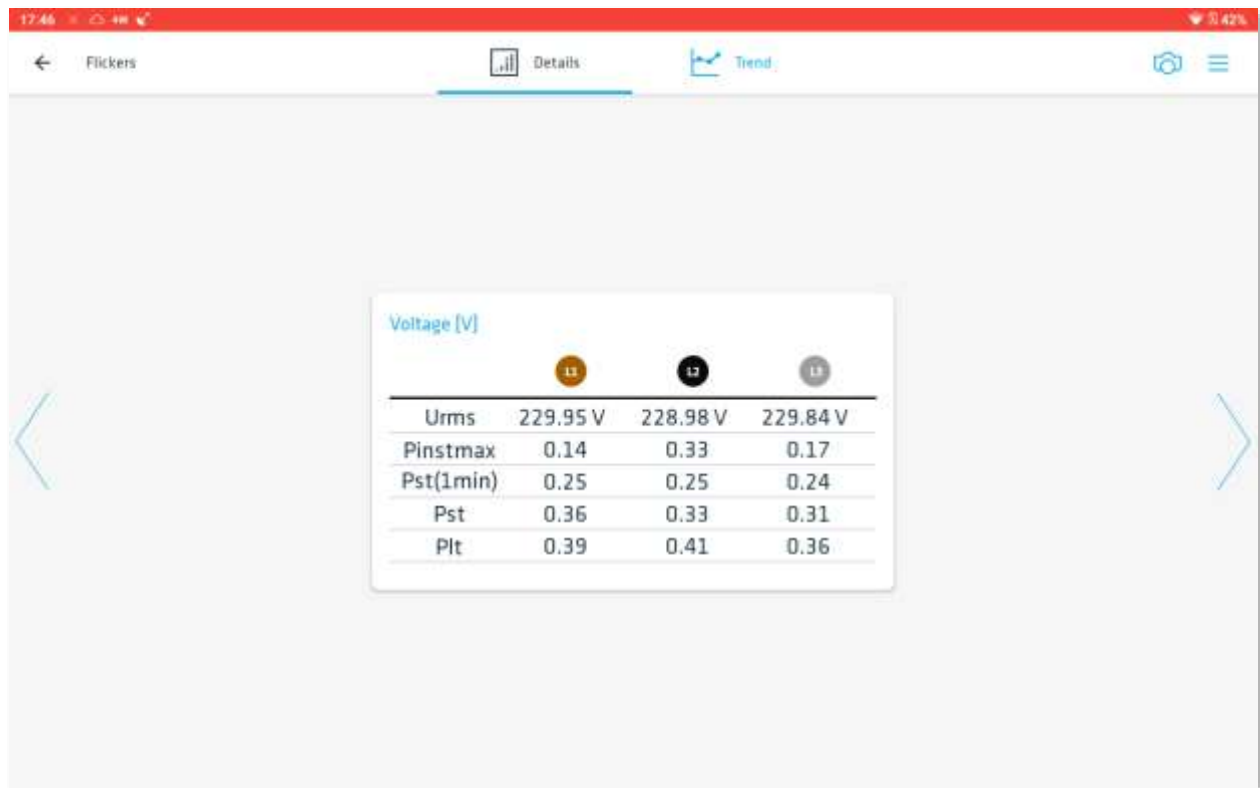


Abbildung 38: Bildschirm Flimmer-Details

Die Beschreibung der Symbole und Abkürzungen, die im Detailbildschirm verwendet werden, ist in der untenstehenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 14: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Flimmern)

Urms	Wahrer Effektivwert U_1 , U_2 , U_3 , U_{12} , U_{23} , U_{31}
Pinst,max	Maximales momentanes Flimmern für jede Phase, das alle 10 Sekunden aktualisiert wird
Pst(1min)	Kurzzeit (1 min) Flimmern P_{st1min} für jede in letzter Minute gemessene Phase
Pst	Kurzzeit (10 Min.) Flimmern P_{st} für jede Phase, die in den letzten 10 Min. gemessen wurde
Plt	Langfristiges Flimmern (2 Stunden) P_{st} für jede Phase, die in den letzten 2 Stunden gemessen wurde



Flimmern-Messintervalle werden mit der Echtzeituhr synchronisiert und daher in Abständen von 1 Minute, 10 Minuten und 2 Stunden aktualisiert.

5.5.2 Flimmern→Trend

Während das Gerät aktiv / eingeschaltet ist, ist die Trendansicht verfügbar und die letzten 429 Intervalle werden in einem kreisförmigen Puffer gespeichert. Während der Rekorder-Sitzung werden alle aufgezeichneten Daten in der Trendansicht angezeigt.

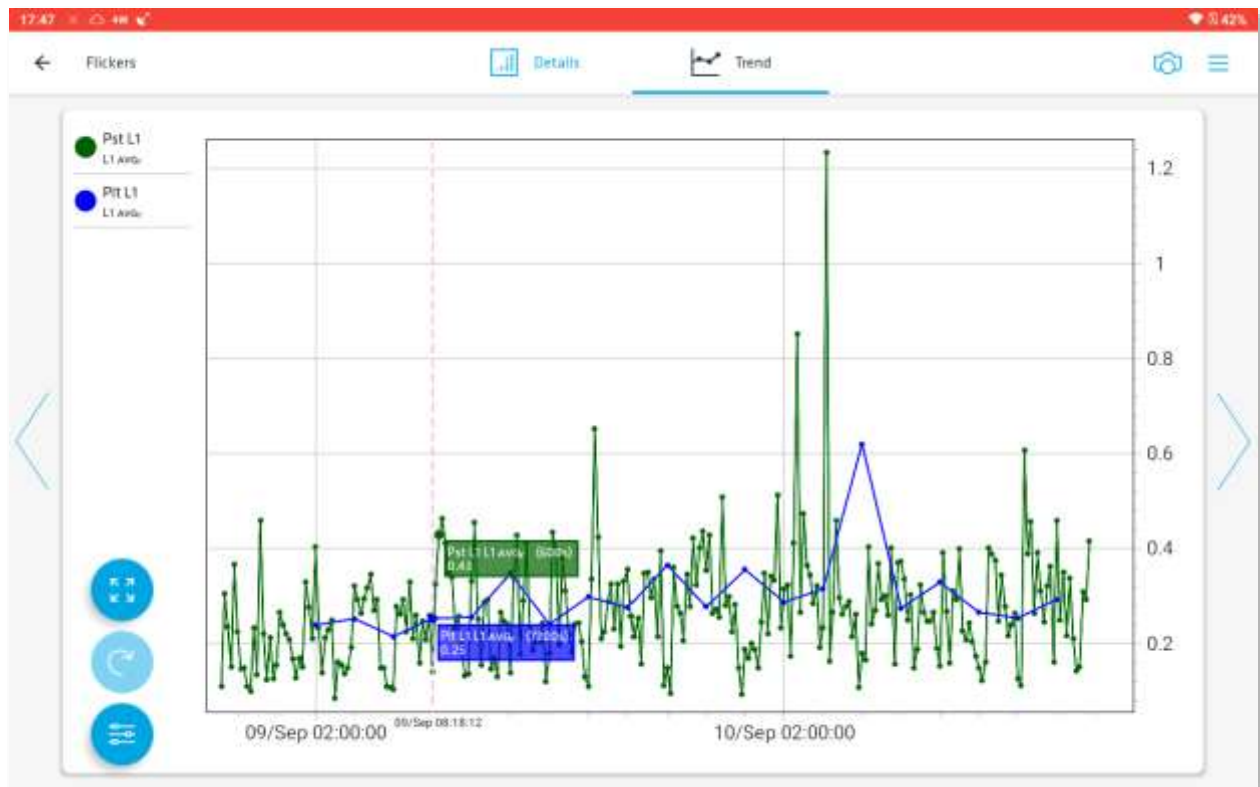


Abbildung 39: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm



Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen  auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden. Wenn der Rekorder inaktiv ist, startet jede neue Eingabe in die Trendansicht den Erfassungsdatenprozess neu.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann. Siehe Abschnitt 5.1.3 für weitere Informationen.



Die Aufzeichnungsintervalle des Flimmermessers werden durch die Norm IEC 61000-4-15 bestimmt. Das Flimmermessgerät arbeitet daher unabhängig vom gewählten Aufzeichnungsintervall im Rekorder.



Die Liste der Register, die in der Trendansicht angezeigt werden, enthält alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden



In der Trendansicht werden die berechneten „Rohdaten“ (Basiseinheiten) ohne Einschränkung oder Präfixe angezeigt (auch wenn das berechnete Ergebnis höher als der angegebene Wert ist); daher bleibt die Anzeige unverändert.

5.6 Phasendiagramm

Das Phasendiagramm stellt die Grundspannungen, Ströme und Phasenwinkel des Netzwerks grafisch dar. Es wird dringend empfohlen, den Anschluss des Geräts zu überprüfen, bevor Sie mit der Aufzeichnung von Messungen beginnen. Beachten Sie, dass die meisten Messprobleme auf ein falsch angeschlossenes Gerät zurückzuführen sind. Siehe Abschnitt 12.1 für empfohlene Messpraxis.

Auf den Phasendiagramm-Bildschirmen zeigt das Gerät:

- Grafische Darstellung von Spannungs- und Stromphasenvektoren des gemessenen Systems,
- Unwucht des gemessenen Systems.



Halten (Pause) der Messung (nur die angezeigte Ansicht ist betroffen).



Run (Play)-Messung.



Aktivieren oder Deaktivieren des ausgewählten Vektors.

5.6.1 Phasendiagramm → Fundamental

Die dargestellte Messung hängt von der Verbindungsart der Einstellungen ab: 1W, 2W, ...

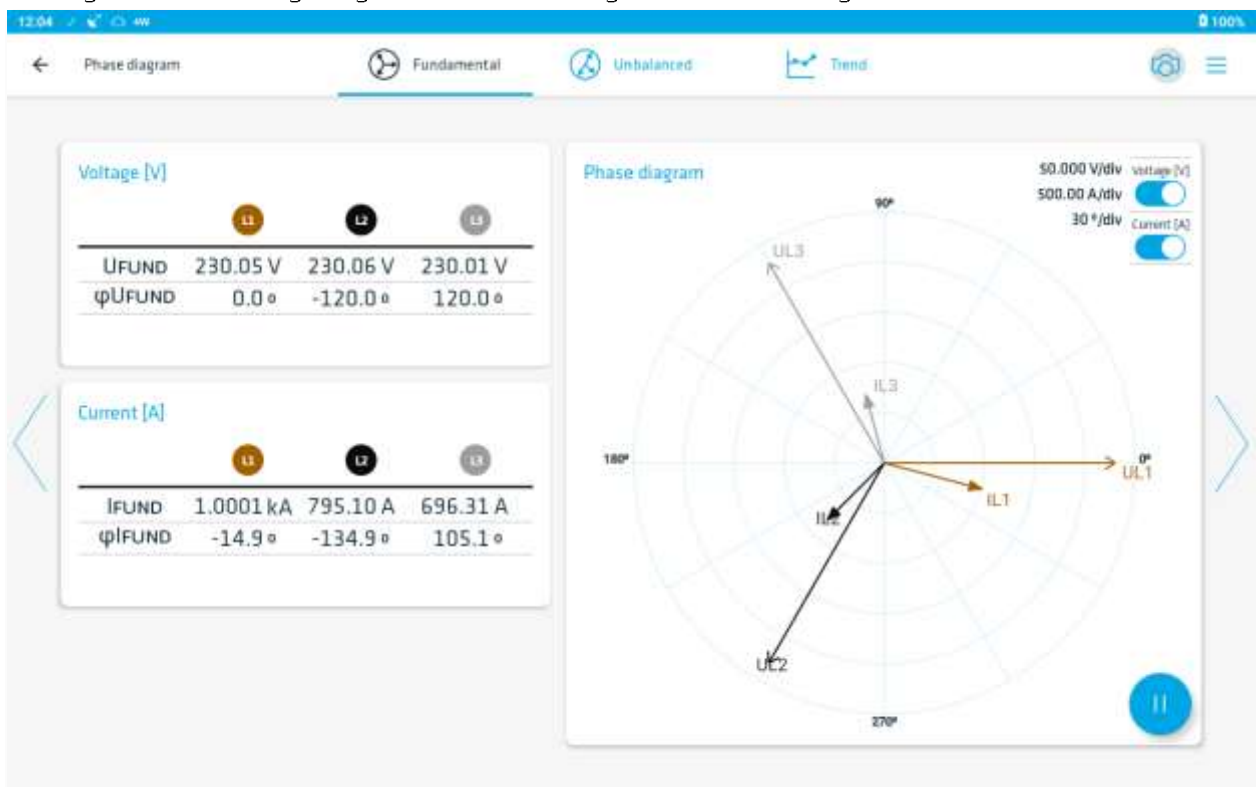


Abbildung 40: Bildschirm Phasendiagramm

Tabelle 15: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Phasendiagramm – Fundamental)

Ufund	Fundamentale Spannungen Ufund ₁ , Ufund ₂ , Ufund ₃
φUfund	Phasenwinkel von Ufund ₁ , Ufund ₂ , Ufund ₃ bezogen auf Ufund ₁ (siehe Anmerkung unten)
Ifund	Fundamentale Ströme Ifund ₁ , Ifund ₂ , Ifund ₃
φIfund	Phasenwinkel von Ifund ₁ , Ifund ₂ , Ifund ₃ bezogen auf Ufund ₁ (siehe Anmerkung unten)



Der Phasenwinkel bezieht sich auf den Frequenzsynchronisationskanal (Spannungskanal U1 oder Stromkanal I1)

5.6.2 Phasendiagramm → Unwucht

Die dargestellte Messung auf dem Display hängt vom Verbindungstyp ab (1W, 2W, 3W, ...).

Das Unwuchtdiagramm stellt die Strom- und Spannungsunwucht des Messsystems dar. Unwucht entsteht, wenn Effektivwerte oder Phasenwinkel zwischen aufeinanderfolgenden Phasen nicht gleich sind. Das Diagramm ist in der *folgenden Abbildung* gezeigt.

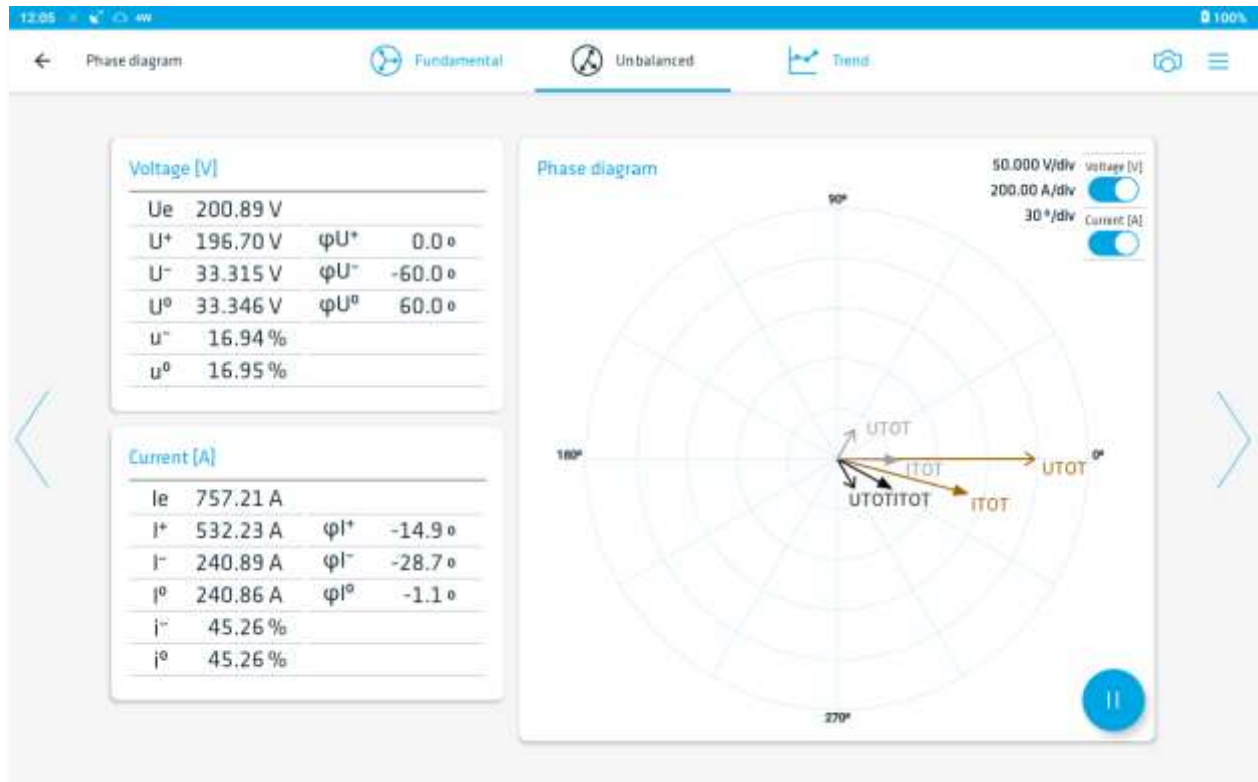


Abbildung 41: Bildschirm Unwuchtdiagramm

Tabelle 16: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Phasendiagramm – Unwucht)

Ue	Effektive RMS-Spannung
Ie	Effektiver RMS-Strom
U ⁰	Nullsequenzspannungskomponente U ⁰
I ⁰	Nullsequenzstromkomponente I ⁰
U ⁺	Positive Sequenz der Spannungskomponente U ⁺
I ⁺	Positive Sequenz der Stromkomponente I ⁺
U ⁻	Negative Sequenz der Spannungskomponente U ⁻
I ⁻	Negative Sequenz der Stromkomponente I ⁻
u ⁻	Negative Sequenz des Spannungsverhältnisses u ⁻
i ⁻	Negative Sequenz des Stromverhältnisses i ⁻
u ⁰	Spannungsverhältnis Nullsequenz u ⁰
i ⁰	Stromverhältnis Nullsequenz i ⁰

5.6.3 Phasendiagramm → Trend

Während das Gerät aktiv / eingeschaltet ist, ist die Trendansicht verfügbar und die letzten 429 Intervalle werden in einem kreisförmigen Puffer gespeichert. Während der Rekorder-Sitzung werden alle aufgezeichneten Daten in der Trendansicht angezeigt.

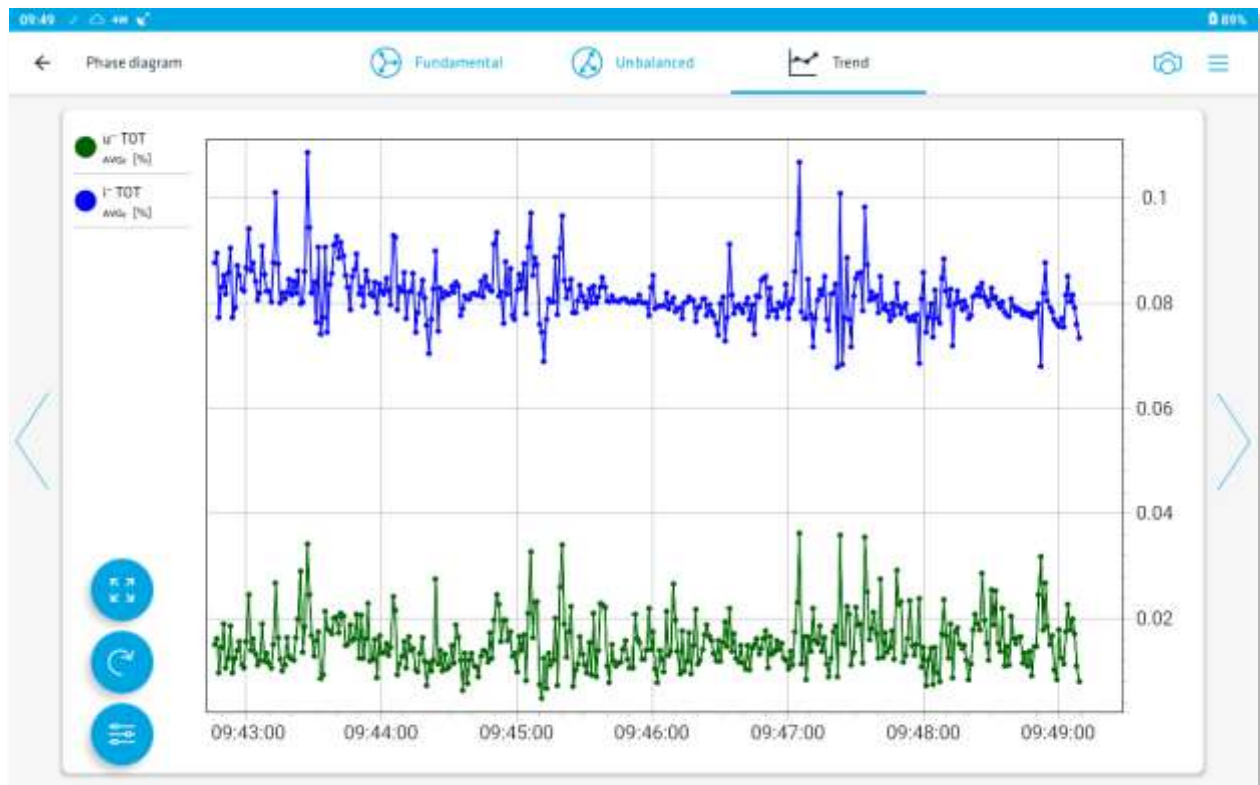


Abbildung 42: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm



Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen  auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden. Wenn der Rekorder inaktiv ist, startet jede neue Eingabe in die Trendansicht den Erfassungsdatenprozess neu.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann. Siehe Abschnitt 5.1.3 für weitere Informationen.



Die Liste der Register, die in der Trendansicht angezeigt werden, enthält alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden



In der Trendansicht werden die berechneten „Rohdaten“ (Basiseinheiten) ohne Einschränkung oder Präfixe angezeigt (auch wenn das berechnete Ergebnis höher als der angegebene Wert ist); daher bleibt die Anzeige unverändert.

5.7 Temperatur

Das Gerät Power Analyser ist in der Lage, die Temperatur mit dem Temperaturfühler A 1354 zu messen und aufzuzeichnen. Der A 1354-Sensor sollte an die In-Klemme angeschlossen werden: als "Smart" - Klemmtyp ausgewählt. Die Temperatur wird in beiden Einheiten, Celsius- und Fahrenheit-Grad, ausgedrückt.

5.7.1 Temperatur→ Details

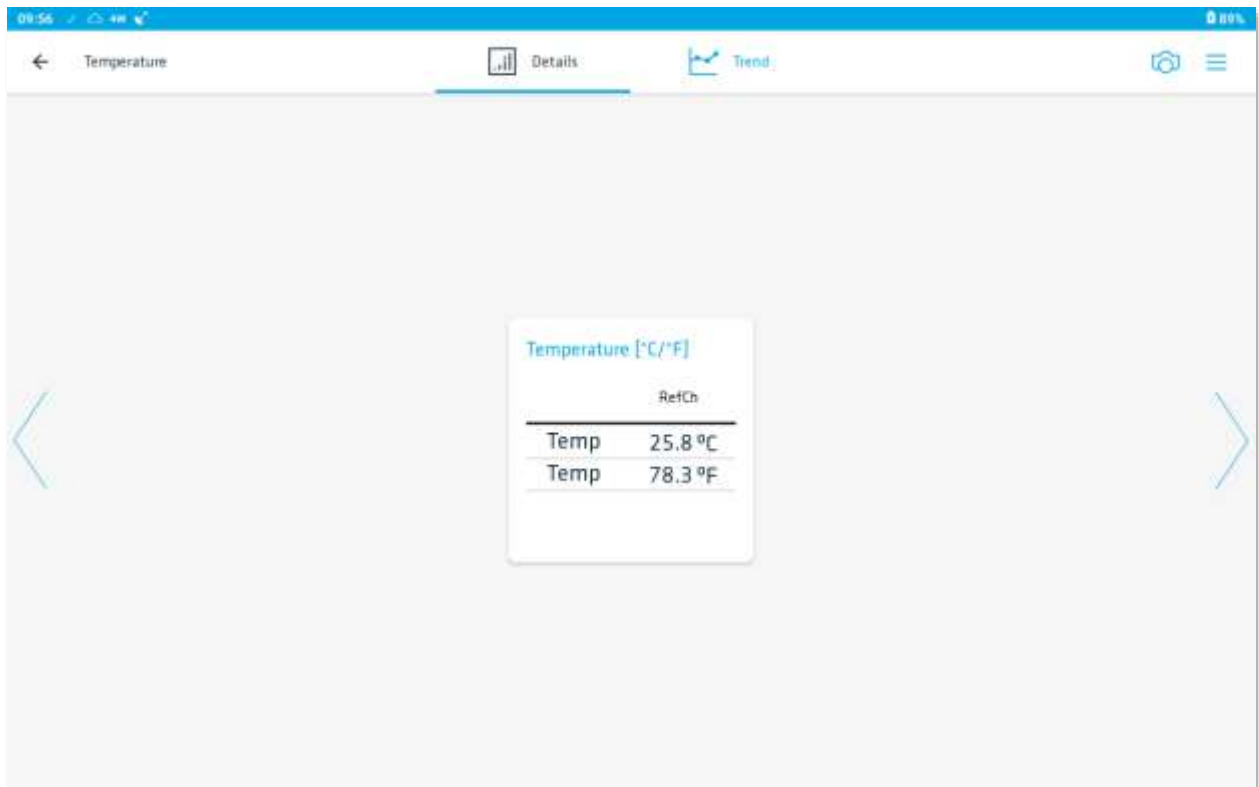


Abbildung 43: Bildschirm des Temperaturmessers

Tabelle 17: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Temperatur)

°C	Ist-Temperatur in Grad Celsius
°F	Ist-Temperatur in Grad Fahrenheit

5.7.2 Temperatur→ Trend

Während das Gerät aktiv / eingeschaltet ist, ist die Trendansicht verfügbar und die letzten 429 Intervalle werden in einem kreisförmigen Puffer gespeichert. Während der Rekorder-Sitzung werden alle aufgezeichneten Daten in der Trendansicht angezeigt.



Abbildung 44: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm



Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen  auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden. Wenn der Rekorder inaktiv ist, startet jede neue Eingabe in die Trendansicht den Erfassungsdatenprozess neu.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann. Siehe Abschnitt 5.1.3 für weitere Informationen.



Die Liste der Register, die in der Trendansicht angezeigt werden, enthält alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden



In der Trendansicht werden die berechneten „Rohdaten“ (Basiseinheiten) ohne Einschränkung oder Präfixe angezeigt (auch wenn das berechnete Ergebnis höher als der angegebene Wert ist); daher bleibt die Anzeige unverändert.

5.8 Signalisierung

Die Netzsignalisierungsspannung, die in bestimmten Anwendungen als "Rundsteuerungssignal" bezeichnet wird, ist ein Burst von Signalen, die häufig mit einer nicht harmonischen Frequenz angewendet werden und die Industrierausrüstung, Umsatzzähler und andere Geräte fernsteuern. Vor der Beobachtung von Signalisierungsmessungen sollte der Benutzer Signalisierungsfrequenzen im Signalisierungs-Setup-Menü einrichten. (Siehe Abschnitt 13.1.9). Die Ergebnisse können in einer tabellarischen Ansicht Details oder in einer grafischen Form Trend angezeigt werden. Um die Bedeutung des Parameters zu verstehen, siehe Abschnitt 14.2.16.

5.8.1 Signalisierung→ Trend

Die vorhandenen Messungen auf dem Display hängen von der Verbindungsart der Einstellungen ab: 1W, 2W, ...

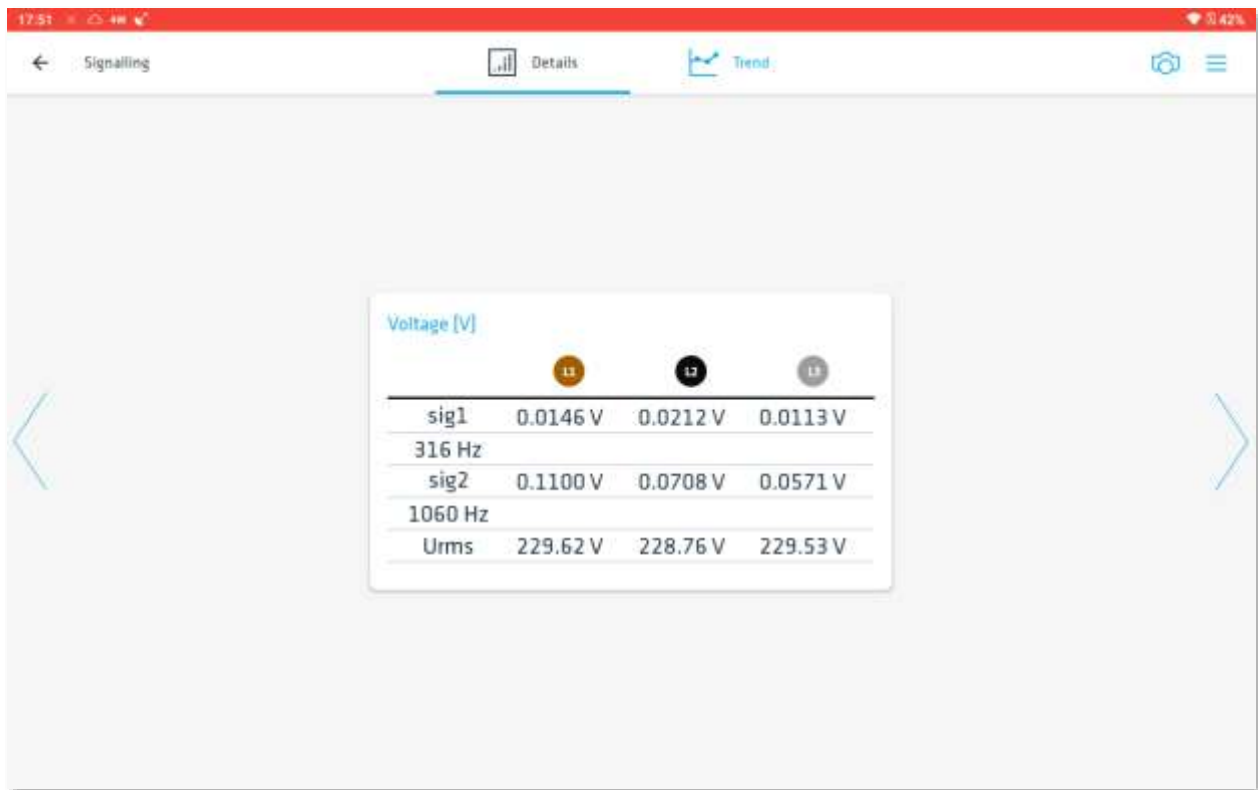


Abbildung 45: Bildschirm Signalisierungsdetails

Die Beschreibung der Symbole und Abkürzungen, die im Detailbildschirm verwendet werden, ist in der untenstehenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 18: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Signalisierung)

Sig1 316,0 Hz	Wahre Effektivwertsignalspannung (U_{Sig1} , U_{Sig2} , U_{Sig3} , U_{Sig12} , U_{Sig23} , U_{Sig31}) für eine vom Benutzer angegebene Trägerfrequenz (316,0 Hz im gezeigten Beispiel), ausgedrückt in Volt
Sig2 1060,0 Hz	Wahre Effektivwertsignalspannung (U_{Sig1} , U_{Sig2} , U_{Sig3} , U_{Sig12} , U_{Sig23} , U_{Sig31}) für eine vom Benutzer angegebene Trägerfrequenz (1060,0 Hz im gezeigten Beispiel), ausgedrückt in Volt
RMS	Wahrer Effektivwert der Phasen- oder Phasen-Phasen-Spannung U_{Rms} (U_1 , U_2 , U_3 , U_{12} , U_{23} , U_{31})

5.8.2 Signalisierung→ Trend

Während das Gerät aktiv / eingeschaltet ist, ist die Trendansicht verfügbar und die letzten 429 Intervalle werden in einem kreisförmigen Puffer gespeichert. Während der Rekorder-Sitzung werden alle aufgezeichneten Daten in der Trendansicht angezeigt.

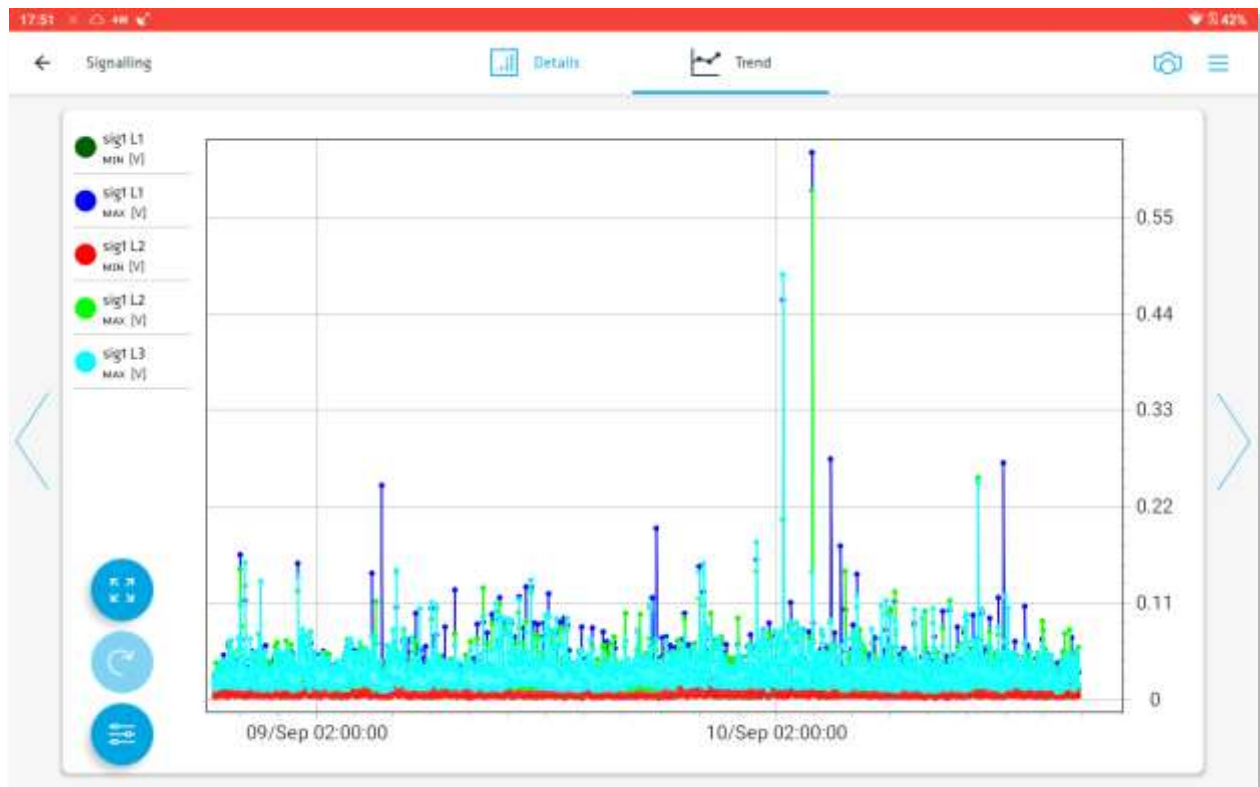


Abbildung 46: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm



Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen  auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden. Wenn der Rekorder inaktiv ist, startet jede neue Eingabe in die Trendansicht den Erfassungsdatenprozess neu.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann. Siehe Abschnitt 5.1.3 für weitere Informationen.



Die Liste der Register, die in der Trendansicht angezeigt werden, enthält alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden



In der Trendansicht werden die berechneten „Rohdaten“ (Basiseinheiten) ohne Einschränkung oder Präfixe angezeigt (auch wenn das berechnete Ergebnis höher als der angegebene Wert ist); daher bleibt die Anzeige unverändert.

5.9 Abweichung

Unterabweichungs- und Überabweichungsparameter sind nützlich, wenn es beispielsweise wichtig ist, zu vermeiden, dass anhaltende Überspannungen in Daten durch anhaltende Überspannungen aufgehoben werden. Die Ergebnisse können in einer Details- oder einer grafischen Trendansicht angezeigt werden. Um die Bedeutung des Parameters zu verstehen, siehe Abschnitt 3.1.12.

5.9.1 Abweichung → Details

Die präsentierten Messungen auf dem Display hängen von der Verbindungsart der Einstellungen ab: 1W, 2W, ...

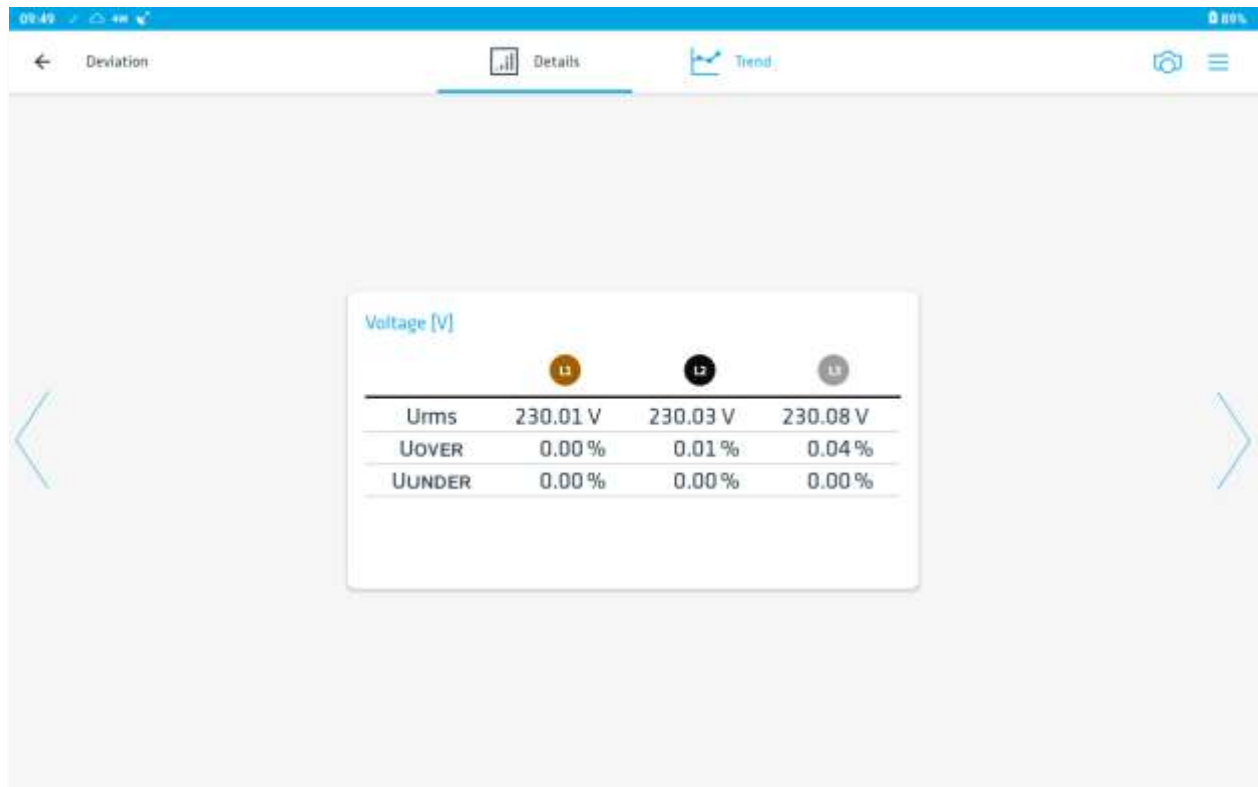


Abbildung 47: Tabellenbildschirm Unterabweichung und Überabweichung

Die Beschreibung der Symbole und Abkürzungen, die im Zählerbildschirm verwendet werden, ist in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 19: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms (Abweichung)

Urms	Wahrer Effektivwert $U_1, U_2, U_3, U_{12}, U_{23}, U_{31}$
Uunder	Momentane Unterabweichungsspannung U_{Under} , ausgedrückt in Spannung und % der Nennspannung
Uover	Momentane Überspannungsabweichung U_{Over} , ausgedrückt in Spannung und % der Nennspannung

5.9.2 Abweichung → Trend

Während das Gerät aktiv / eingeschaltet ist, ist die Trendansicht verfügbar und die letzten 429 Intervalle werden in einem kreisförmigen Puffer gespeichert. Während der Rekorder-Sitzung werden alle aufgezeichneten Daten in der Trendansicht angezeigt.

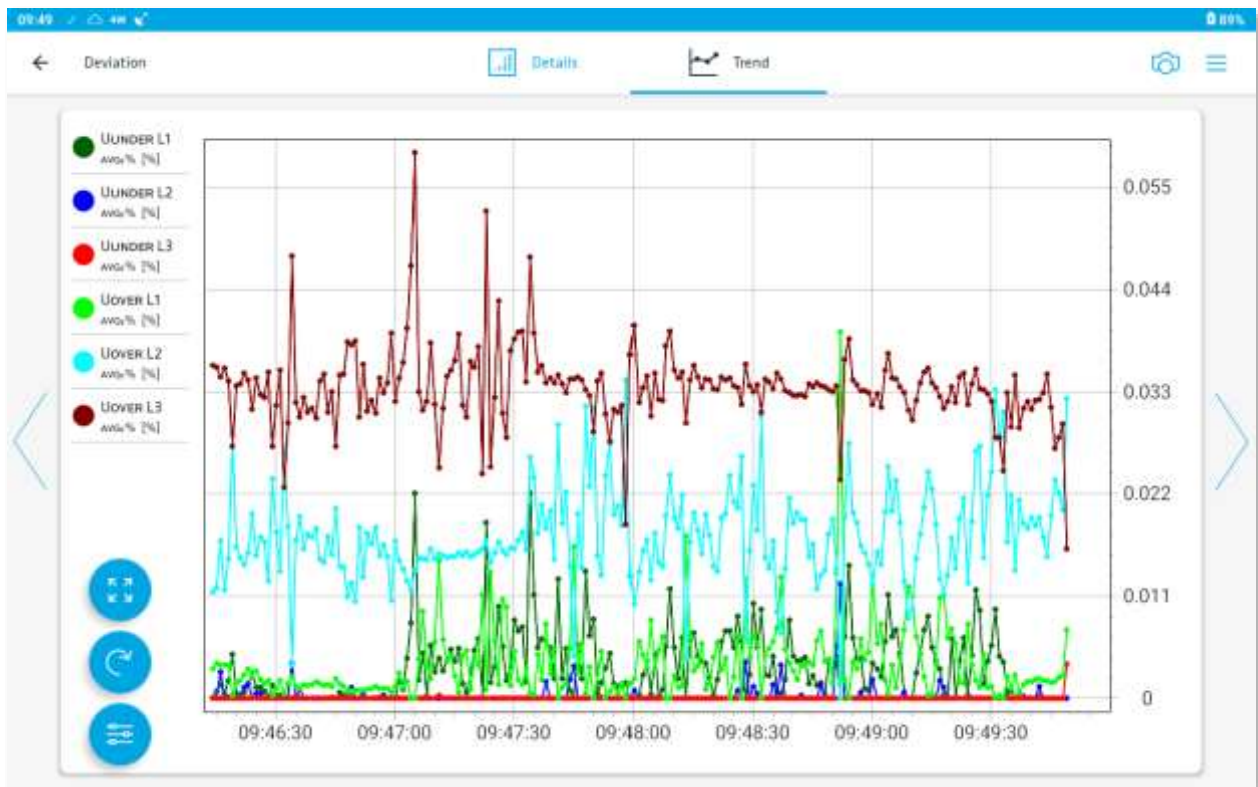


Abbildung 48: Ausgewählte Messungen im Trend-Bildschirm



Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen  auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden. Wenn der Rekorder inaktiv ist, startet jede neue Eingabe in die Trendansicht den Erfassungsdatenprozess neu.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann. Siehe Abschnitt 5.1.3 für weitere Informationen.



Die Liste der Register, die in der Trendansicht angezeigt werden, enthält alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden



In der Trendansicht werden die berechneten „Rohdaten“ (Basiseinheiten) ohne Einschränkung oder Präfixe angezeigt (auch wenn das berechnete Ergebnis höher als der angegebene Wert ist); daher bleibt die Anzeige unverändert.

6 Rekorder

Der Power Analyser hat die Möglichkeit, Messdaten im Hintergrund aufzuzeichnen. Durch Eingabe der Rekorder-Option aus dem Untermenü Home oder der Sped-Wahl Taste können die Rekorder-Parameter an die Kriterien Intervall, Startzeit und Dauer der Aufzeichnungskampagne angepasst werden. Der Bildschirm Rekorder-Einstellungen wird unten gezeigt:

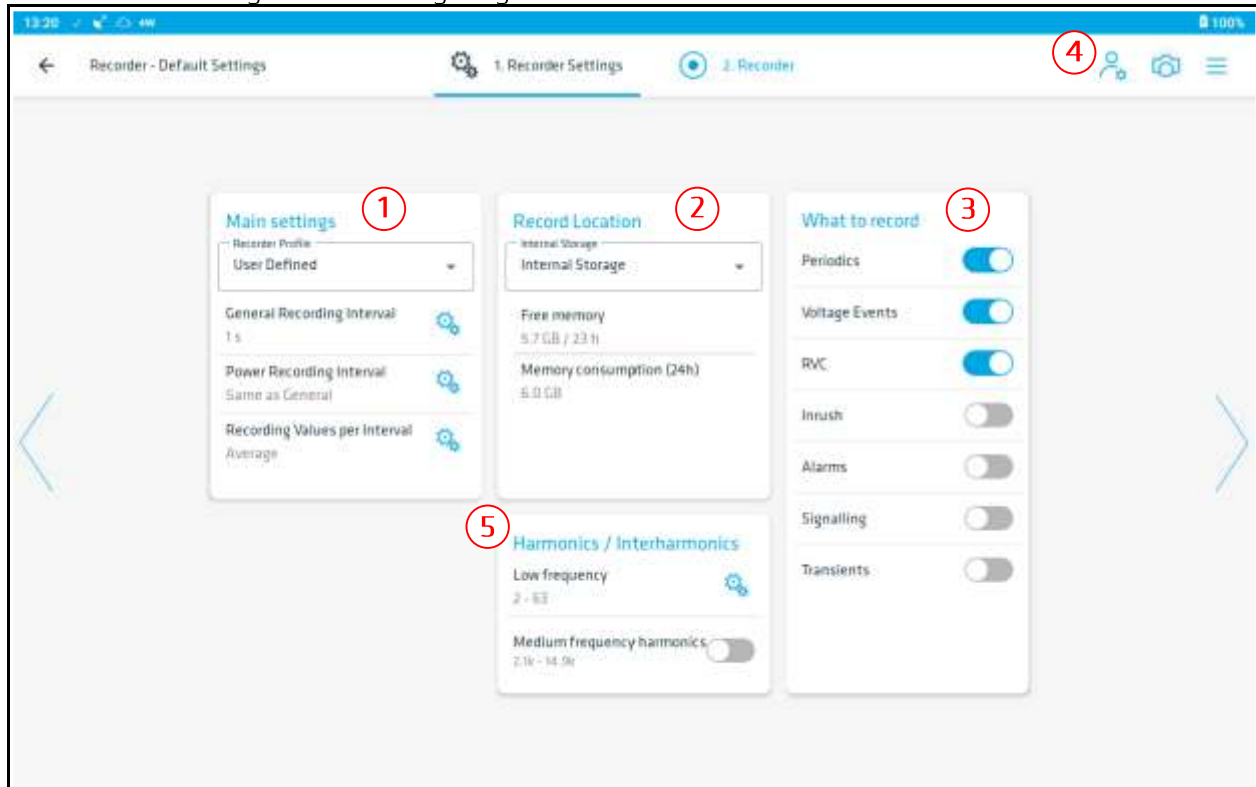


Abbildung 49: Bildschirm Rekorder-Einstellungen

Eine Beschreibung des Bildschirms Rekorder-Einstellungen ist in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Haupteinstellungen - definieren das gemessene Intervall:

- ❑ **Dropdown-Menü zur Auswahl des Rekorderprofils.** Der Benutzer kann vordefinierte Rekorderprofile auswählen wie: EN 50160, IEEE 519, Energiebedarfsbericht, Código de Red...
- ❑ **Allgemeines Aufzeichnungsintervall.** Legt das gemessene Intervall fest. Die verfügbaren Einstellungen reichen von 1 Sekunde bis 120 Minuten. Verfügbare Intervalle: 1 Sekunde, 3 Sekunden, 5 Sekunden, 10 Sekunden, 1 Minute, 2 Minuten, 5 Minuten, 10 Minuten, 15 Minuten, 30 Minuten, 60 Minuten, 120 Minuten;
- ❑ **Leistungsaufzeichnungsintervall.** Verfügbare Intervalle: Wie Allgemeinl, 10 min, 15 min, 30 min;
- ❑ **Aufzeichnung von Werten pro Intervall.** Verfügbare Optionen: durchschnittlich oder alle (minimal, durchschnittlich, maximal).

1



Das allgemeine Aufzeichnungsintervall hängt vom ausgewählten Profil ab. Einige Profile haben ein festes Aufzeichnungsintervall. Siehe Abschnitt – Profilspezifikation für weitere Informationen.



Die Anzahl der Harmonischen/Zwischenharmonischen hängt vom ausgewählten Rekorderprofil ab. Siehe Abschnitt – Profilspezifikation für weitere Informationen.

	 Es ist außerdem möglich, benutzerdefinierte Profile zu erstellen. Für weitere Informationen lesen Sie bitte das Handbuch für die PowerTools-Software oder wenden Sie sich an Ihren örtlichen Händler.
2	Rekorderstandort - Definieren Sie den gespeicherten Speicherort des Datensatzes: Interner Speicher oder externe microSD-Karte - falls im Gerät installiert. ❑ Freier Speicher und geschätzte maximale Aufzeichnungstage. ❑ Speicherverbrauch für eine 24-Stunden-Aufzeichnungssitzung.  Der Rekorder stoppt automatisch, wenn der Speicher voll ist. Es ist außerdem nicht möglich, den Rekorder zu starten, wenn die Speicherkapazität weniger als 200 MB beträgt.
3	Aufzeichnen - Definieren von Netzwerkereignissen, die während der Rekorder-Sitzung erfasst und registriert werden – Aktivieren oder Deaktivieren der Schiebereglerauswahl: ❑ Zyklisch; ❑ Spannungseignisse; ❑ RVC; ❑ Einschaltströme; ❑ Alarme; ❑ Signalisierung; ❑ Transienten.
4	 Rufen Sie den Messeinstellungsmanager auf.
5	Harmonische - Stellen Sie den gewünschten Harmonischen / Zwischenharmonischen Bereich für die Aufzeichnung ein: ❑ Einstellen der Niederfrequenz-Harmonischen von 2 bis 63; ❑ Einstellen der Niederfrequenz-Zwischenharmonischen von 2 bis 63; ❑ Schieberegler zum Aktivieren oder Deaktivieren der Mittelfrequenz-Harmonischen.  Die Anzahl der Harmonischen/Zwischenharmonischen hängt vom ausgewählten Rekorderprofil ab. Siehe Abschnitt – Profilspezifikation für weitere Informationen.

Wenn Sie zum nächsten Bildschirm wechseln, wird der Rekorder-Bildschirm angezeigt.

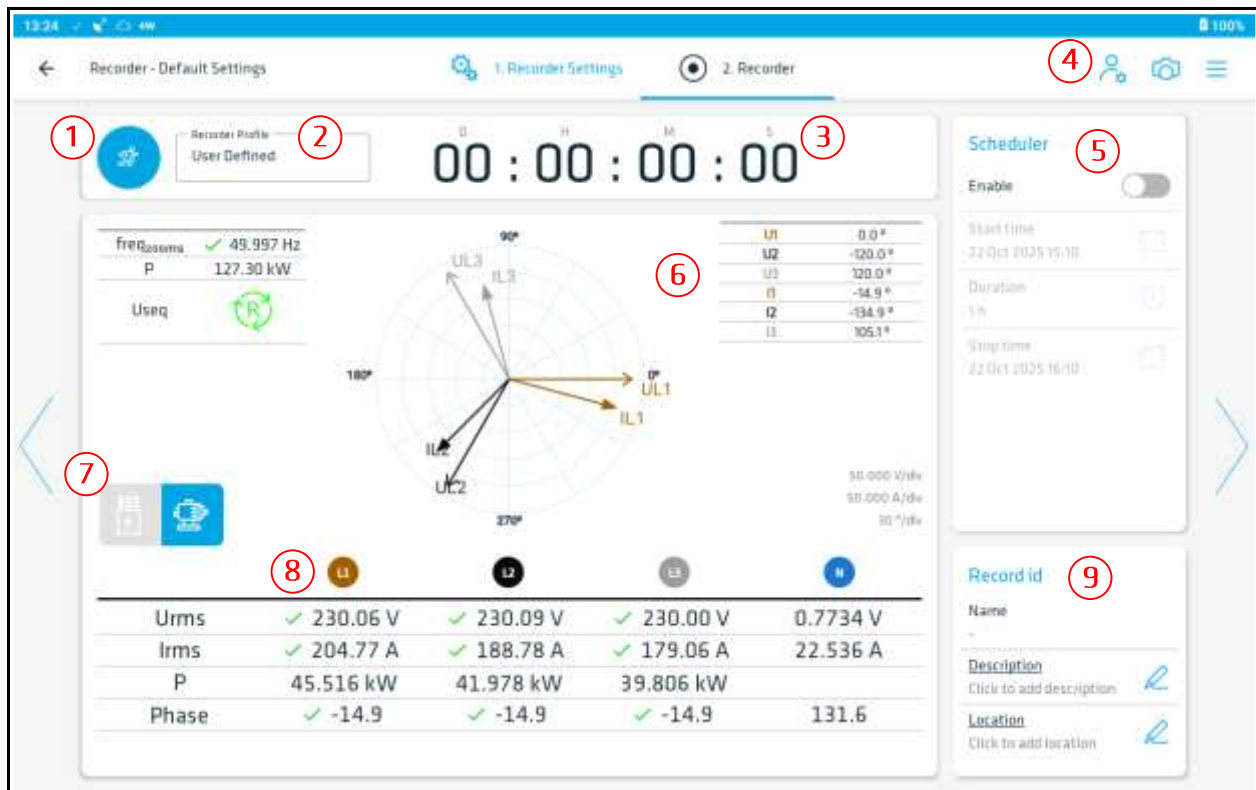
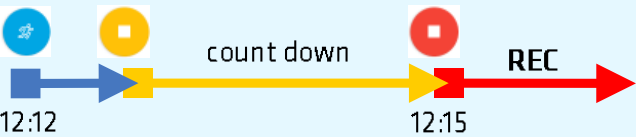


Abbildung 50: Rekorder-Bildschirm

Beschreibung des Rekorder-Bildschirms ist in der folgenden Tabelle angegeben:

1	Der Rekorder ist aktiv und wartet darauf, dass die Startbedingung erfüllt wird. Nachdem die Startbedingungen erfüllt sind ([5] definierte Startzeit), erfasst das Gerät ausgewählte Ereignisse und startet (aktiviert) den Rekorder.  Rekorder- oder Protokollierungssitzung starten.  Herunterzählen des Starts der Rekorder- / Protokollierungssitzung.  Rekorder- oder Protokollierungssitzung beenden.
2	Ausgewähltes Rekorderprofil.
3	Rekorder Zeitdauer Uhr.
4	 Rufen Sie den Messeinstellungsmanager auf.
5	Schieberegler zum Aktivieren oder Deaktivieren des Zeitplaners. Zum Einstellen der Start- und Endzeit, des Datums oder der Dauer der Aufzeichnung. Definiert die Startzeit der Aufzeichnung: ☐ Manuell, Funktionstaste drücken  (Zeitplaner deaktiviert). ☐ Zum angegebenen Zeitpunkt und Datum (Zeitplaner aktiviert).  Bei Verwendung des Zeitplaners wird die Dauer automatisch um 10s verlängert, um sicherzustellen, dass die Daten des letzten Intervalls nicht verloren gehen.
6	Live-Ansicht des Phasendiagramms.
7	 Wechselt die Ansicht auf verbrauchte oder erzeugte Energie.
8	Anschlussprüfungstabelle.
9	Rekorder-IDs und zusätzliche Rekorderbeschreibung für den Benutzer.

	Der Start des Rekorders hängt von einem Vielfachen des Intervalls der Echtzeituhr ab. Zum Beispiel: Der Rekorder wird um 12:12 Uhr mit einem 5-minütigen allgemeinen Aufzeichnungsintervall aktiviert. Der Rekorder startet um 12:15 Uhr. 5 min General recording interval selection  The diagram shows a timeline starting at 12:12. A blue square marks the start time. A yellow arrow labeled 'count down' points to a red square at 12:15, which is labeled 'REC'.
	Wenn während der Aufzeichnungssitzung die Geräteakku entladen werden, z. B. aufgrund einer langen Unterbrechung, schaltet sich das Gerät ab. Nach der Wiederherstellung der Stromversorgung wird automatisch eine neue Aufzeichnungssitzung gestartet.
	Der Rekorder wird ausgeführt, bis eine der folgenden Endbedingungen erfüllt ist: • Taste wurde vom Benutzer gedrückt • Angegebene Dauerkriterien wurden erfüllt • Die microSD-Karte ist voll Wenn die maximale Aufzeichnungslänge erreicht wurde (ca. 2,4 GB), erstellt der Rekorder automatisch eine neue Datei, bis alle Daten auf dem ausgewählten Speicher (microSD-Karte) gefüllt sind.

6.1 Sperren/Entsperren

Das Gerät MI 2992 kann den unbefugten Zugriff auf alle wichtigen Funktionen des Geräts verhindern, indem es einfach gesperrt wird. Wenn das Gerät für einen längeren Zeitraum an einem unbeaufsichtigten Messort belassen wird, wird empfohlen, ein unbeabsichtigtes Anhalten der Aufzeichnung, Änderungen des Geräts oder der Messeinrichtung usw. zu verhindern. Obwohl die Gerätesperre ein unbefugtes Ändern des Gerätebetriebsmodus verhindert, verhindert sie nicht, dass zerstörungsfreie Vorgänge aktuelle Messwerte oder Trends anzeigen.

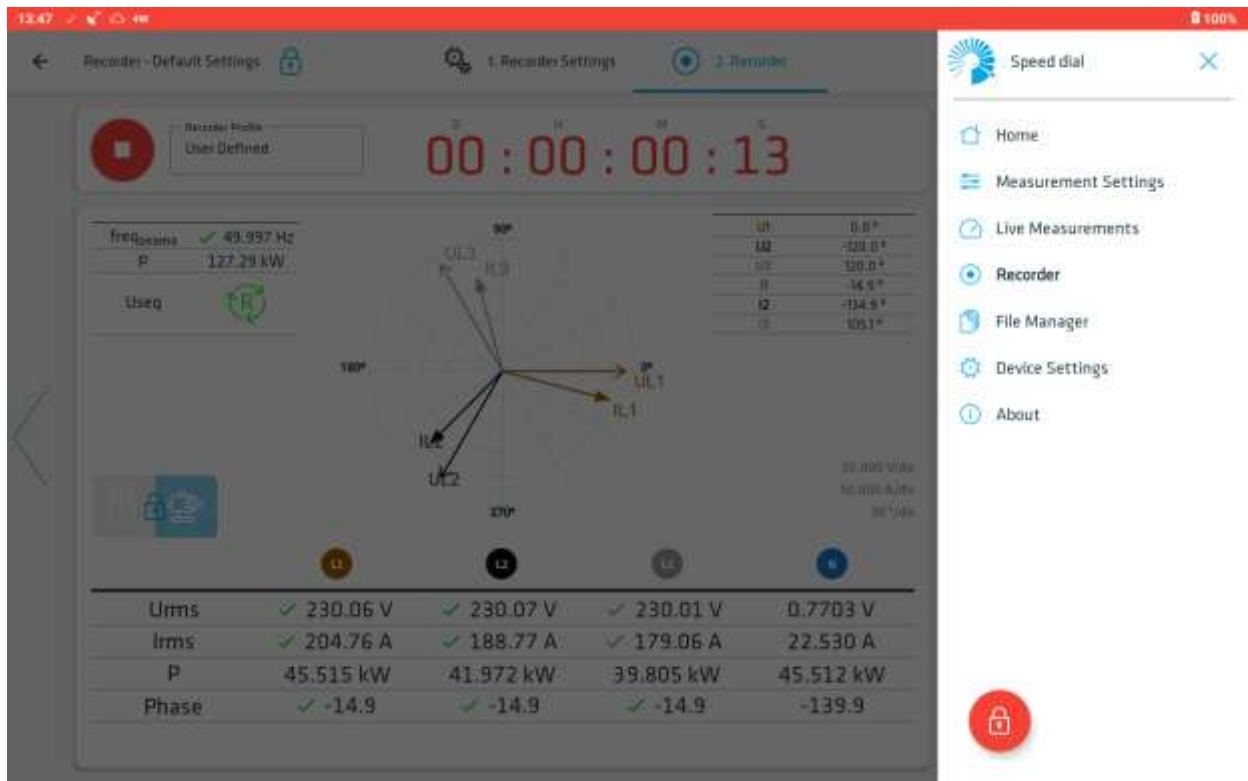
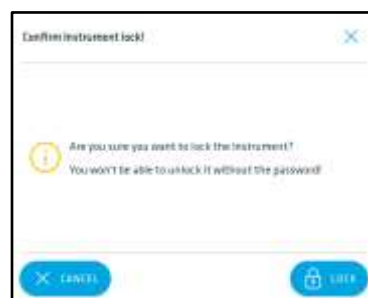


Abbildung 51: Bildschirm sperren



Benutzeroptionen:

Der Benutzer sperrt das Gerät, indem er unter dem Schnellwahlmenü das Symbol „Sperren“ auswählt. Die Sperre wird nur unter dem funktionierenden Rekorder aktiviert.



Wenn das Gerät gesperrt ist, sind Geräteeinstellungen nicht zulässig. Um das Gerät zu entsperren, muss das Passwort eingegeben werden.

7 Dateimanager

Über dieses Menü kann der Benutzer gespeicherte Datensätze / Screenshots anzeigen, durchsuchen oder auf verschiedene am Gerät angeschlossene Speichergeräte wie USB-Stick oder microSD-Karte kopieren. Durch Auswahl eines Elements werden Informationen über den Datensatz / Screenshot angezeigt. Der Bildschirm Dateimanager wird unten gezeigt:

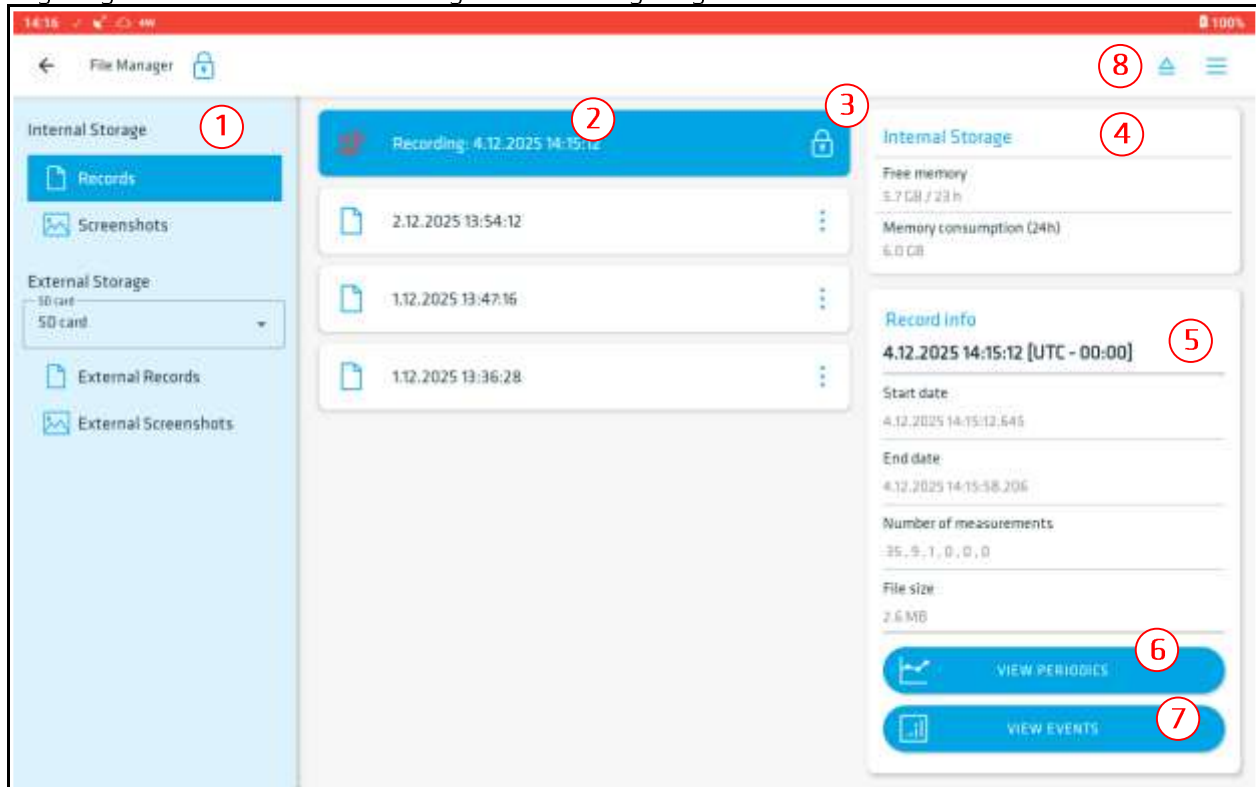


Abbildung 52: Bildschirm Dateimanager

Die Beschreibung des Bildschirms Dateimanager ist in der folgenden Tabelle angegeben:

1	Ausgewählte Speichermedien und/oder Dateidatensätze/Screenshots: □ Interner Speicher; □ Externer Speicher microSD-Karte oder USB-Stick.
2	Ausgewählter Datensatz/Screenshot – mit dem Standardnamen.
3	Menü Zusatzoptionen – des ausgewählten Datensatzes: □ Umbenennen; □ Löschen; □ In externen Speicher kopieren (der ausgewählte); □ In den externen Speicher verschieben (den ausgewählten). Durch langes Drücken werden zusätzliche Funktionen aktiviert (schnell auswählen oder alle auswählen, alle löschen)
4	Verfügbarer Speicher für die Aufzeichnung: □ Freier Speicher und geschätzte maximale Aufzeichnungstage; □ Speicherverbrauch für eine 24-Stunden-Aufzeichnungssitzung.
5	Datensatzinfo – Zusatzinformationen des ausgewählten Datensatzes: □ Startdatum; □ Enddatum; □ Anzahl der Messungen (pro Aufzeichnungsintervall); □ Dateigröße (Datensatzgröße in KB oder MB oder GB).
6	Periodika anzeigen – Erkunden Sie das ausgewählte aufgezeichnete Profil. Siehe Abschnitt <i>Periodiken anzeigen</i> für weitere Informationen.

7	Ereignisse anzeigen – Erkunden Sie ausgewählte Ereignisse, die während der Aufzeichnungssitzung aufgezeichnet wurden. Siehe Abschnitt 7.2 Ereignisse anzeigen
8	Externen Speicher auswerfen – sicheres Entfernen des externen Speichers (SD-Diskette oder USB-Stick).

i

Die Anzahl der Messungen für ein bestimmtes Intervall im Rekorder (Beispiel für den oberen Bildschirm):

- 608-3-Sekunden-Intervall;
- 203 – 10 Sekunden Intervall;
- 60 – 1-Minuten-Intervall;
- 1 – 10 Minuten Intervall;
- 0 – 2 Stunden Intervall;

Die Intervalldauer hängt vom ausgewählten Profil und den ausgewählten allgemeinen und Leistungsaufzeichnungsintervallen ab.

i

Die Einstellung ist zum Bearbeiten / Ändern gesperrt. Aufzeichnungs- oder Protokollierungssitzung wird ausgeführt.

7.1 Periodiken anzeigen

Über dieses Menü kann der Benutzer Detailinformationen zu den gespeicherten Messungen des ausgewählten Datensatzes anzeigen. Der Bildschirm Periodiken anzeigen wird unten gezeigt (Standard sichtbare Knoten):

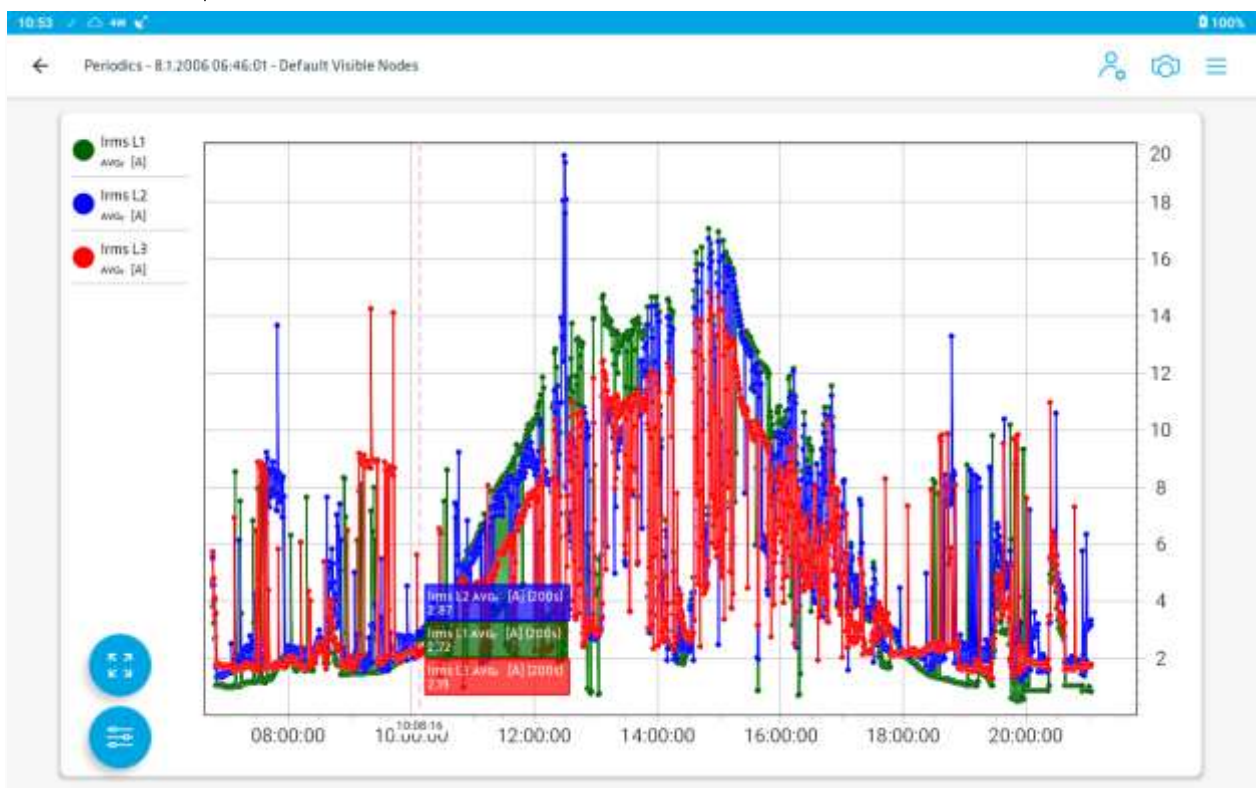


Abbildung 53: Bildschirm Periodiken anzeigen

i

Cursor sind auf Anfrage durch nur ein Tippen auf das Diagramm verfügbar. Es können maximal acht Trendlinien angezeigt werden.

Zusätzliche Messungen hinzuzufügen oder zu entfernen. Verschiedene Messungen werden in acht Kategorien aufgelistet, so dass der Benutzer seine gewünschte Messung weiter eingrenzen kann. In der Diagrammansicht können maximal acht Messungen hinzugefügt werden.



Manager Sichtbare Knoten:

- **Aktivieren der Erstellung** von benutzerdefinierten sichtbaren Knoten.
- **Der sichtbare Standardknoten** konnte nicht geändert werden.
- **Laden oder erstellen Sie einen neuen sichtbaren Knoten** und organisieren Sie ihn gemäß Ihrer Spezifikation.



Benutzeroptionen:

- **Liste löschen** (alle ausgewählten Messungen löschen).
- **Standard** (Standardoptionen laden oder die zuletzt gespeicherten Optionen auswählen)
- **Speichern** (Speichern und Menü verlassen).



Einfache und schnelle Signalauswahl (aus dem gesamten ausgewählten Satz), die auf dem Bildschirm angezeigt wird.

Zusätzliche Tasten:



Zoom-Reset (passen Sie alle Spuren an oder zoomen Sie auf volle Größe).



Grafischer Schnappschuss (nur die angezeigte Ansicht wird in einer PNG-Datei gespeichert).



Die Auswahl der periodischen Ansicht umfasst alle Register (die sich nicht auf eine bestimmte Verbindung oder ein bestimmtes Profil beziehen). Wenn einige Register nicht vorgelegt werden, dann:

- Die Registrierung ist für den ausgewählten Zeitraum oder das Profil nicht vorhanden
- Das Register ist für die ausgewählte Verbindung nicht vorhanden

7.2 Ereignisse anzeigen

Über dieses Menü kann der Benutzer detaillierte Informationen zu den gespeicherten Ereignissen des ausgewählten Datensatzes anzeigen. Der Bildschirm zum Anzeigen von Ereignissen wird unten gezeigt:

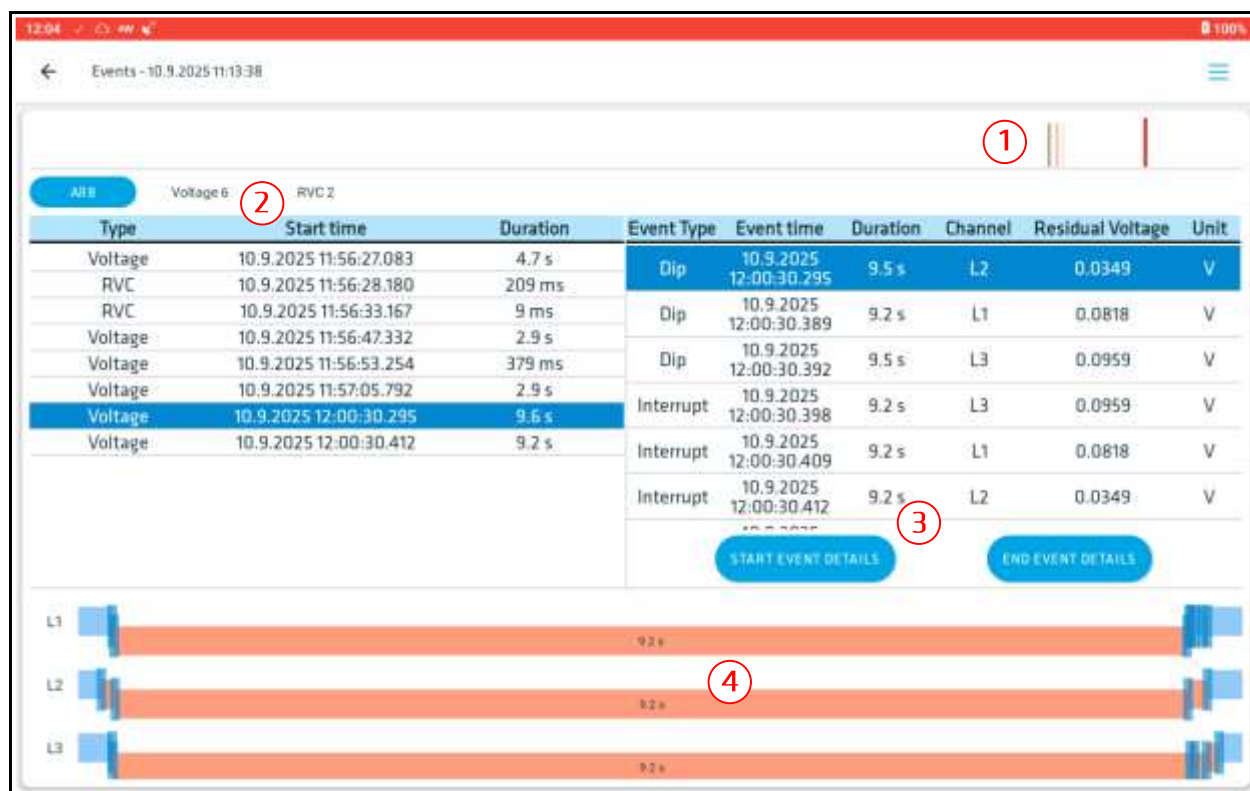


Abbildung 54: Bildschirm Ereignisse anzeigen

Der Bildschirm Ereignisse anzeigen wird in der folgenden Tabelle angezeigt:

1	Ereigniszeitleiste – zeigt die gesamte Zeitleiste des Datensatzes an. Farben repräsentieren verschiedene Ereignisse. Ereignistabelle – zeigt die Tabelle der einzelnen Ereignisse mit: □ Ereignisnummer (Gesamt/ pro spezifischen Ereignistypen); □ Art des Ereignisses; □ Startzeit; □ Dauer.
2	Ereigniszähler – zeigt die Gesamtzahl und die Anzahl der einzelnen Ereignisse an. Detailansicht (Anfang oder Ende) – zeigt das Ereignis RMS1/2 oder die Wellenform des Datensatzes an:
3	Faze-Zeitleiste für Ereignisse – zeigt die gesamte Zeitleiste der einzelnen Fazes an.
4	Zeitleisten-Darstellung des ausgewählten Ereignisses.

Alle Ereignisse können gemäß IEC 61000-4-30 gruppiert werden. Darüber hinaus können Ereignisse zur Fehlerbehebung nach Phasen getrennt werden.

Ereignisse erscheinen nach dem Beenden in der Tabelle, wenn die Spannung auf den Normalwert zurückkehrt.

Im Falle eines Ereignisses kennen wir die genaue Häufigkeit und den daraus resultierenden Schritt des rms1/2 nicht. Daher wird das Worst-Case-Szenario aufgezeichnet (70 Hz). Beispiel: Die aufgezeichnete Zeit ist auf 2 s eingestellt und die resultierende Gesamtzeit bei 50 Hz beträgt 2,7 s.

Hinweis: Die Aufzeichnungszeit der Wellenform beträgt 1 Sekunde, mit 0,5 Sekunden Pretrigger.

7.2.1 Ereignistabelle

In dieser Tabelle sind Spannungsereignisse gemäß IEC 61000-4-30 gruppiert (siehe Abschnitt 13.1.12 für Details). Eine Tabelle, in der die Ereignisse zusammengefasst sind, wird unten gezeigt. Jede Zeile in der Tabelle stellt ein Ereignis dar, beschrieben durch Ereignisnummer, Art des Ereignisses, Ereignisstartzeit, Dauer, Kanal, ...

Type	Start time	Duration	Event Type	Event time	Duration	Channel	Residual Voltage	Unit
Voltage	10.9.2025 11:56:27.083	4.7 s	Dip	10.9.2025 12:00:30.295	9.5 s	L2	0.0349	V
RVC	10.9.2025 11:56:28.180	209 ms	Dip	10.9.2025 12:00:30.389	9.2 s	L1	0.0818	V
RVC	10.9.2025 11:56:33.167	9 ms	Dip	10.9.2025 12:00:30.392	9.5 s	L3	0.0959	V
Voltage	10.9.2025 11:56:47.332	2.9 s	Interrupt	10.9.2025 12:00:30.398	9.2 s	L3	0.0959	V
Voltage	10.9.2025 11:56:53.254	379 ms	Interrupt	10.9.2025 12:00:30.409	9.2 s	L1	0.0818	V
Voltage	10.9.2025 11:57:05.792	2.9 s	Interrupt	10.9.2025 12:00:30.412	9.2 s	L2	0.0349	V
Voltage	10.9.2025 12:00:30.295	9.6 s						
Voltage	10.9.2025 12:00:30.412	9.2 s						

Abbildung 55: Ereignistabellen-Ansichtsbildschirm

Durch Drücken von "Start-Ereignisdetails" oder "Ende-Ereignisdetails" auf dem ausgewählten Ereignis können wir Start- oder Endübergangsdetails untersuchen.



Abbildung 56: Ansicht der Übergangsdetails von RMS 1/2

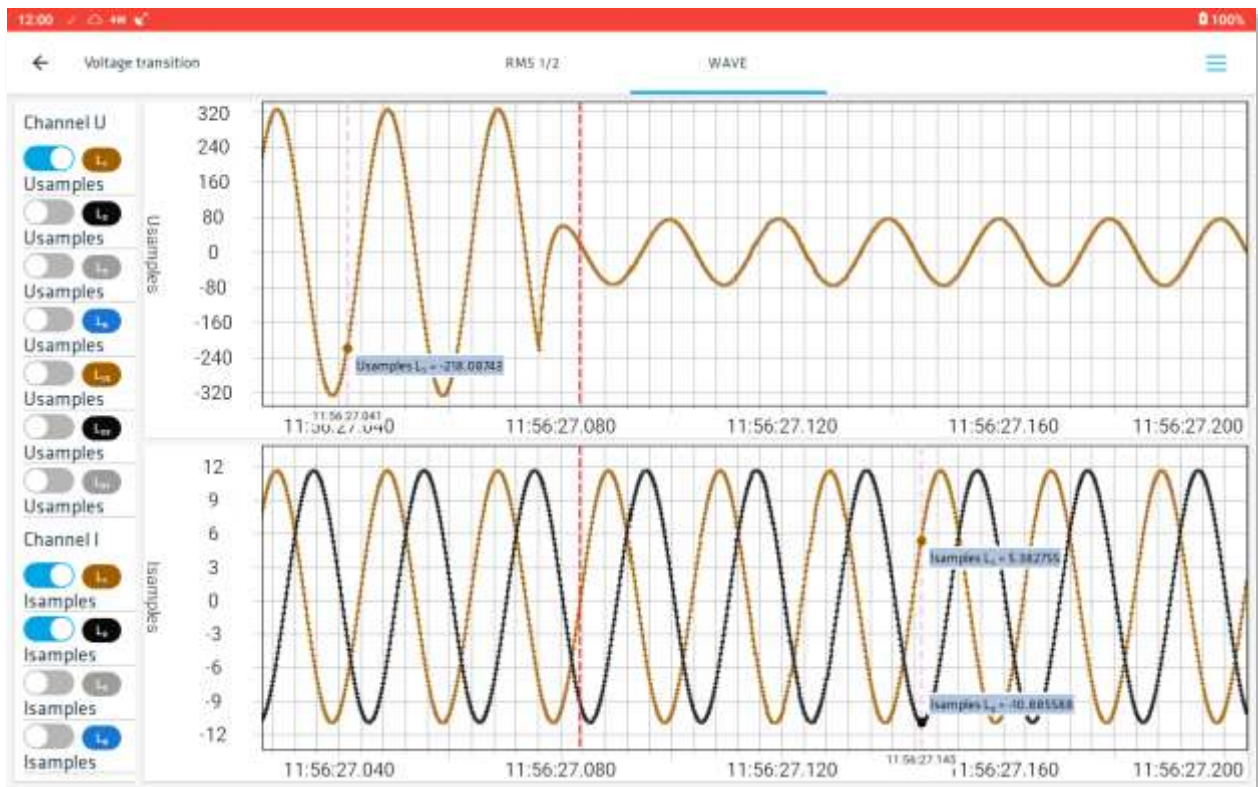


Abbildung 57: Übergangsdetails Ansichtsbildschirm der WELLE



Die Wellenformvorschau (WAVE) erfasst insgesamt 1 Sekunde Daten (bestehend aus 0,5 Sekunden Pre-Trigger und 0,5 Sekunden Post-Trigger) für jeden Übergang, unabhängig von der Konfiguration des Spannungsereignisses.

8 Schritt-für-Schritt-Assistent

In diesem Menü wird der Benutzer durch den gesamten Vorgang des Verbindens des Geräts mit dem Messort, des Einrichtens von Netzwerkereignissen und der Konfiguration der Protokollierungs- / Aufzeichnungssitzung geführt.



Abbildung 58: Willkommensfenster des Schritt-für-Schritt-Assistenten

Der Benutzer kann die aktuelle Messeinstellungsdatei verwenden oder eine neue erstellen. Der Name ist vom Benutzer konfigurierbar.

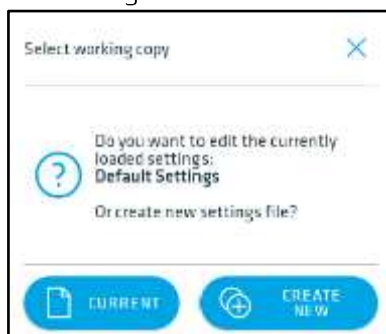


Abbildung 59: Messungseinstellungsdatei auswählen

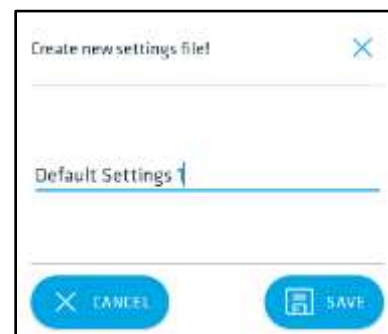


Abbildung 60: Neue Datei erstellen

Der Assistent ist in drei Bereiche unterteilt:

- Teil 1: Einrichten des richtigen Anschlusses, der Nennspannung, der Stromklemmen und der Frequenz.
- Teil 2: Einrichten der Netzwerkereignisse.
- Teil 3: Einrichten des Rekorders.

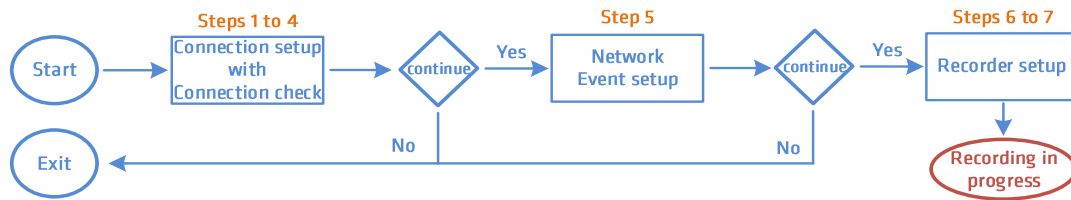


Abbildung 61: Ablaufdiagramm des Schritt-für-Schritt-Assistenten

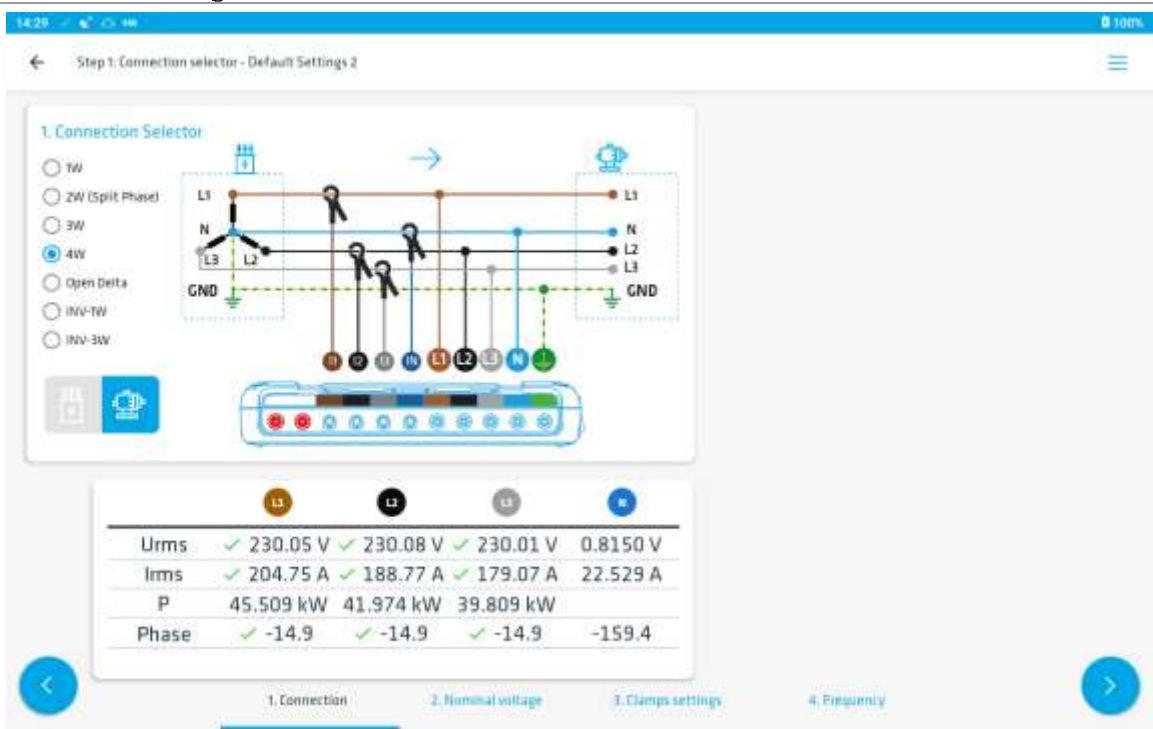
Schritt 1: Verbindung

Abbildung 62: Schritt 1: Verbindung

Wählen Sie das richtige Stromsystem aus der Liste der Optionen aus.



Gehen Sie zum nächsten Schritt

Schritt 2: Nennspannung

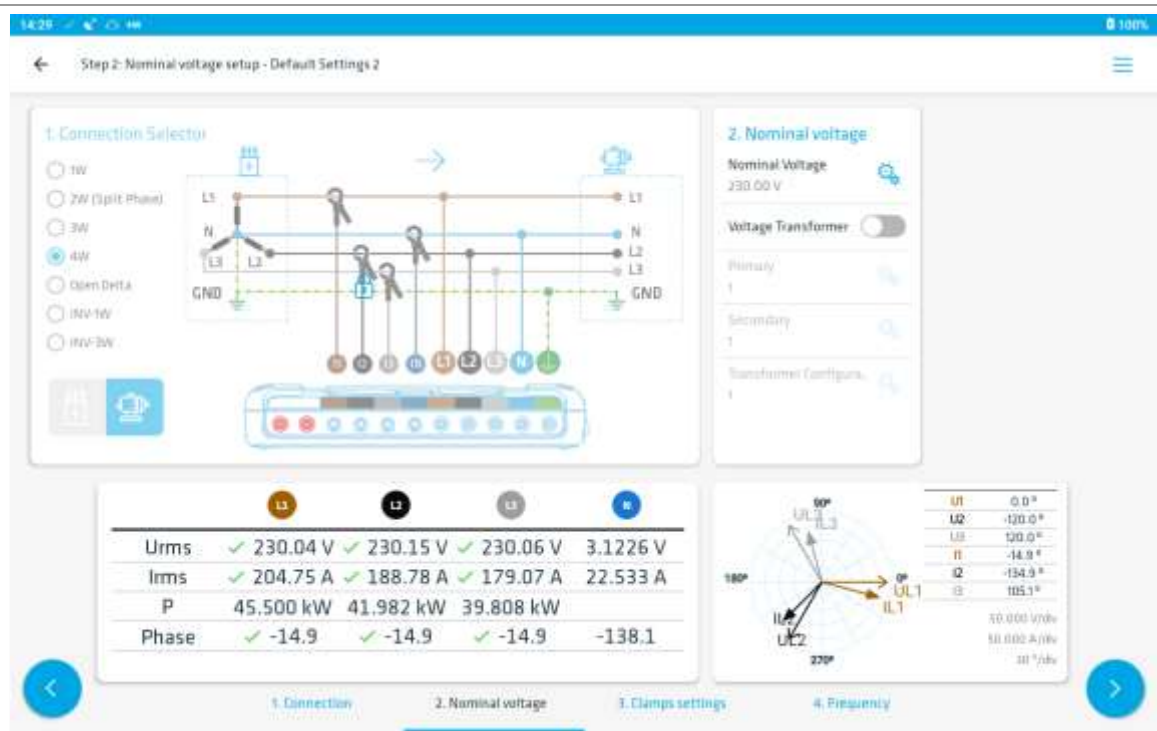


Abbildung 63: Schritt 2: Nennspannung

Wählen Sie das richtige Nennspannungs- oder Spannungswandlerverhältnis Ihres Stromsystems.



Gehen Sie zum nächsten Schritt



Kehren Sie zum vorangegangenen Schritt zurück



Die Einstellung ist für die Bearbeitung gesperrt

Schritt 3: Zangeneinstellung

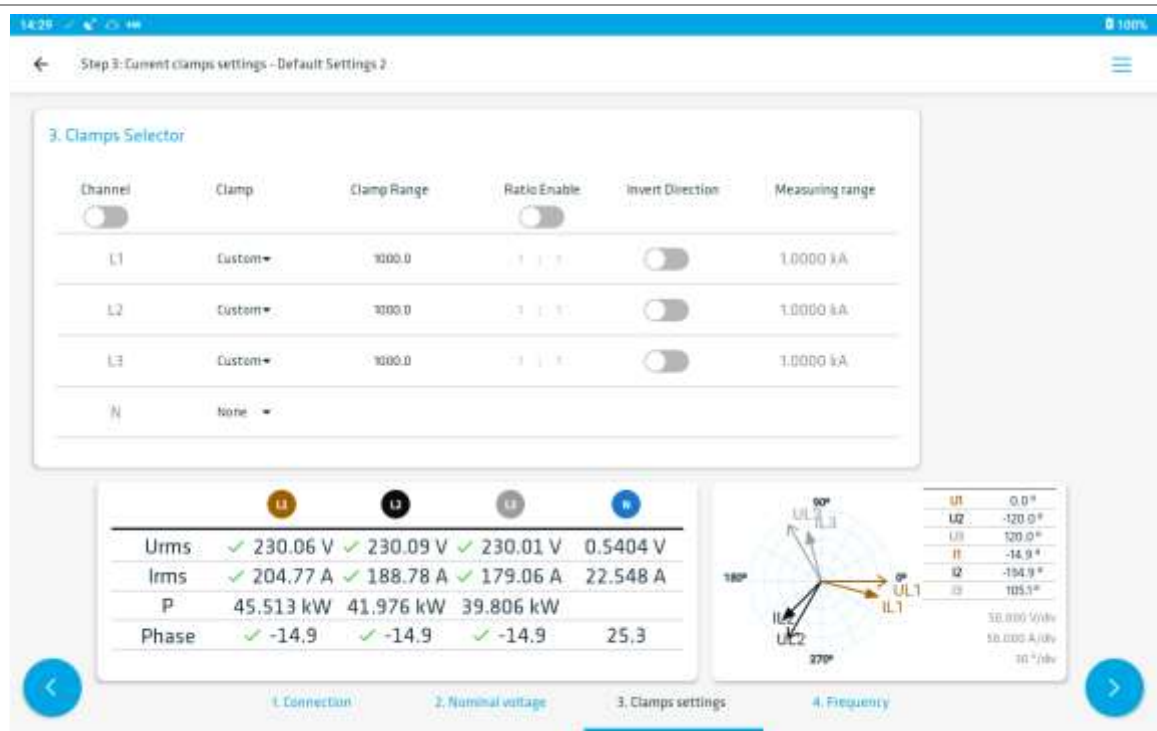


Abbildung 64: Schritt 3: Zangeneinstellung

Wählen Sie das richtige Stromzangenmodell, den richtigen Bereich und prüfen Sie auch die richtige Richtung.



Gehen Sie zum nächsten Schritt



Kehren Sie zum vorangegangenen Schritt zurück

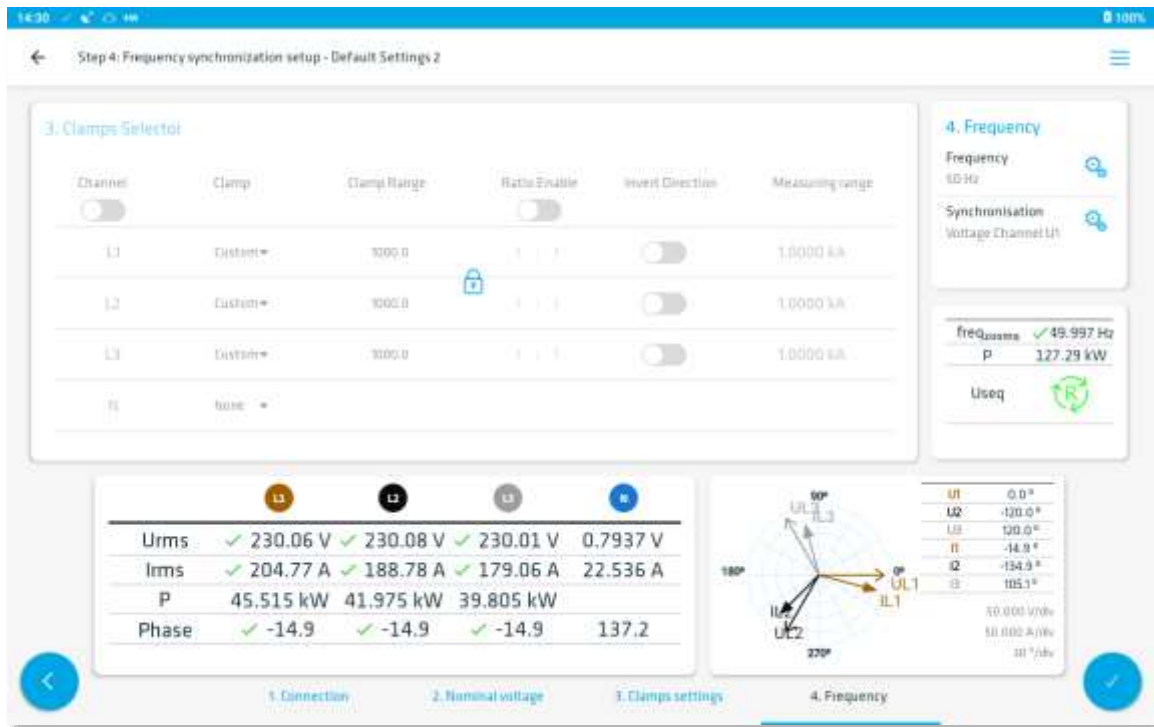
Schritt 4: Frequenz

Abbildung 65: Schritt 4: Frequenzeinstellung

Wählen Sie die Systemfrequenz und den Synchronisierungsanschluss.



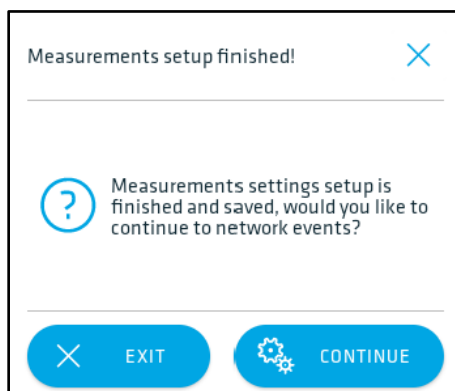
Gehen Sie zum nächsten Schritt



Kehren Sie zum vorangegangenen Schritt zurück



Die Einstellung ist für die Bearbeitung gesperrt

Einrichtung der Messungen abgeschlossen

Fahren Sie mit der Einrichtung des Netzwerkereignisses fort oder verlassen Sie den Assistenten.

Abbildung 66: Messeinrichtung abgeschlossen

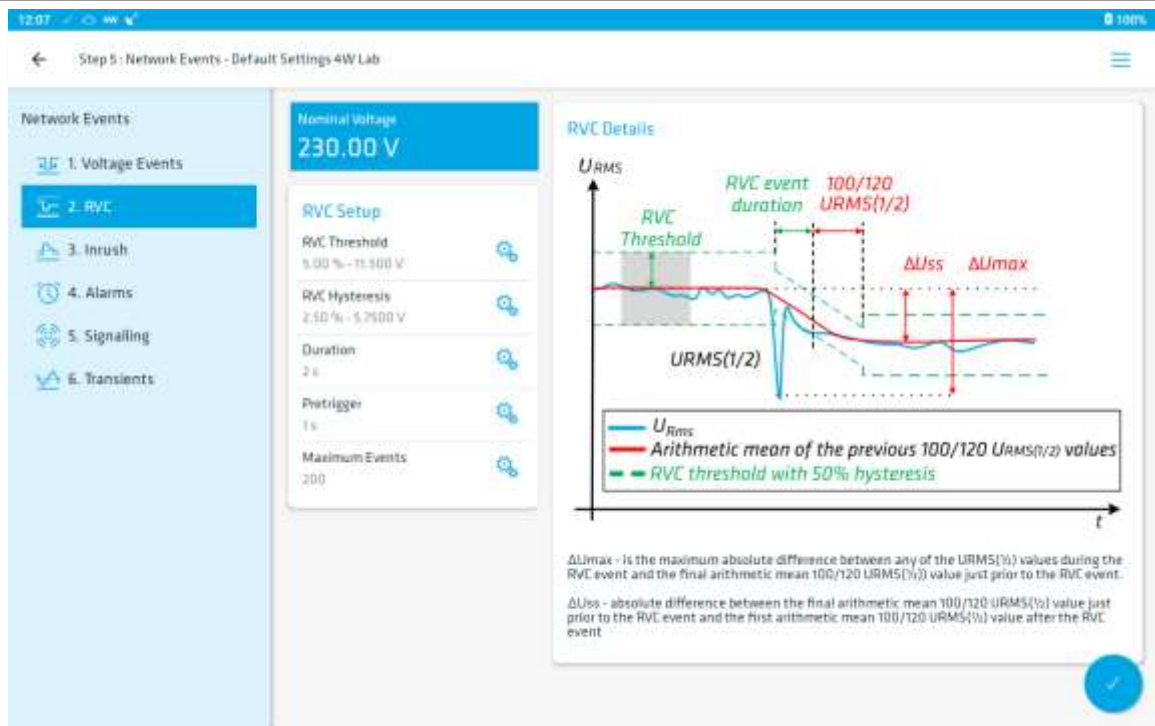
Schritt 5: Netzwerkeignisse

Abbildung 67: Schritt 5: Einstellung für Netzwerkeignisse

Wählen Sie das Netzwerkeignis (Spannungsereignis, RVC, Einschalten, Alarmer, ...) und bearbeiten Sie den gewünschten Parameter aus der Liste der Optionen.



Auswahl bestätigen, dann mit dem nächsten Schritt fortfahren

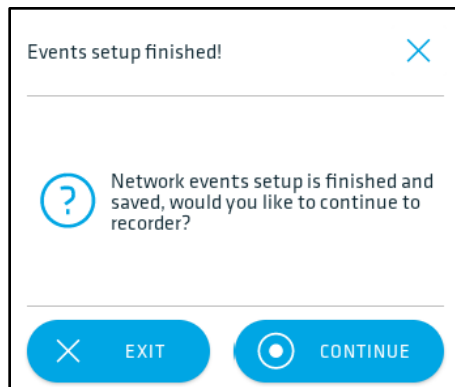
Ereigniseinrichtung abgeschlossen

Abbildung 68: Ereigniseinrichtung abgeschlossen

Fahren Sie mit der Einrichtung des Rekorders fort oder verlassen Sie den Assistenten.

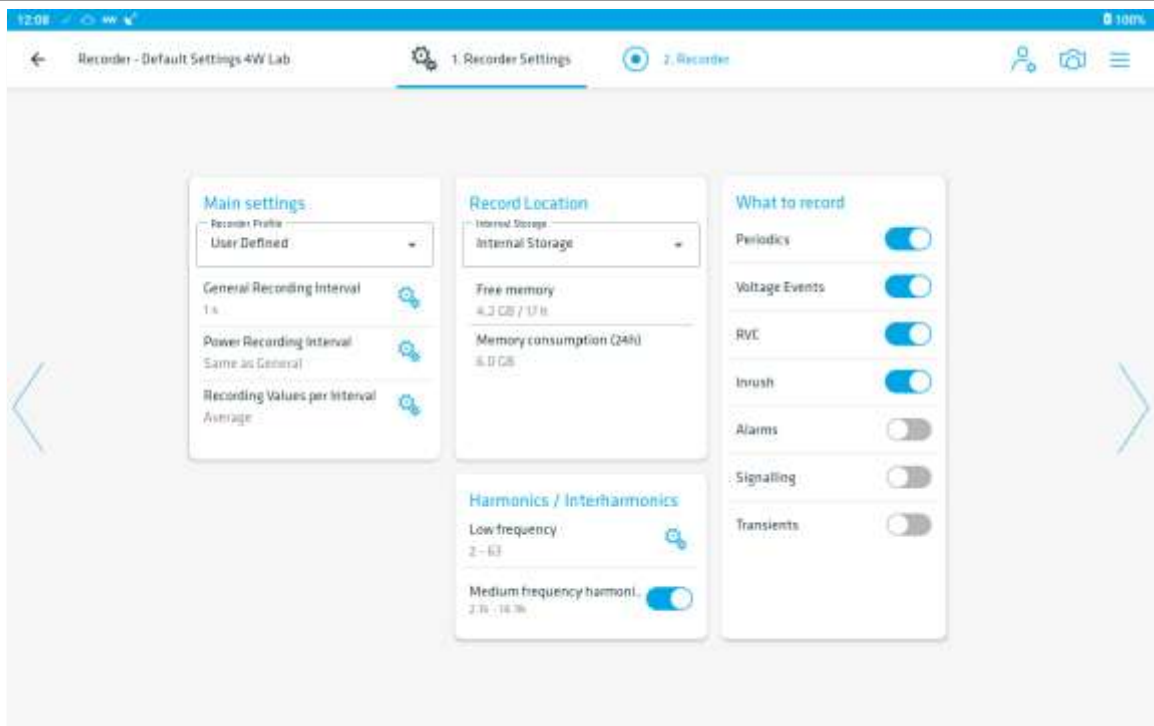
Schritt 6: Rekorder-Einstellungen

Abbildung 69: Schritt 6: Rekorder-Einstellungen

Wählen Sie das Rekorderprofil, das Aufzeichnungsintervall und das Leistungsintervall. Stellen Sie dann den Speicherort der Datensatzdateien ein (interner oder externer Speicher). Aktivieren oder deaktivieren Sie dann die Netzwerkereignisse.



Weiter zum Rekorder.



Die Einstellung ist für die Bearbeitung gesperrt.

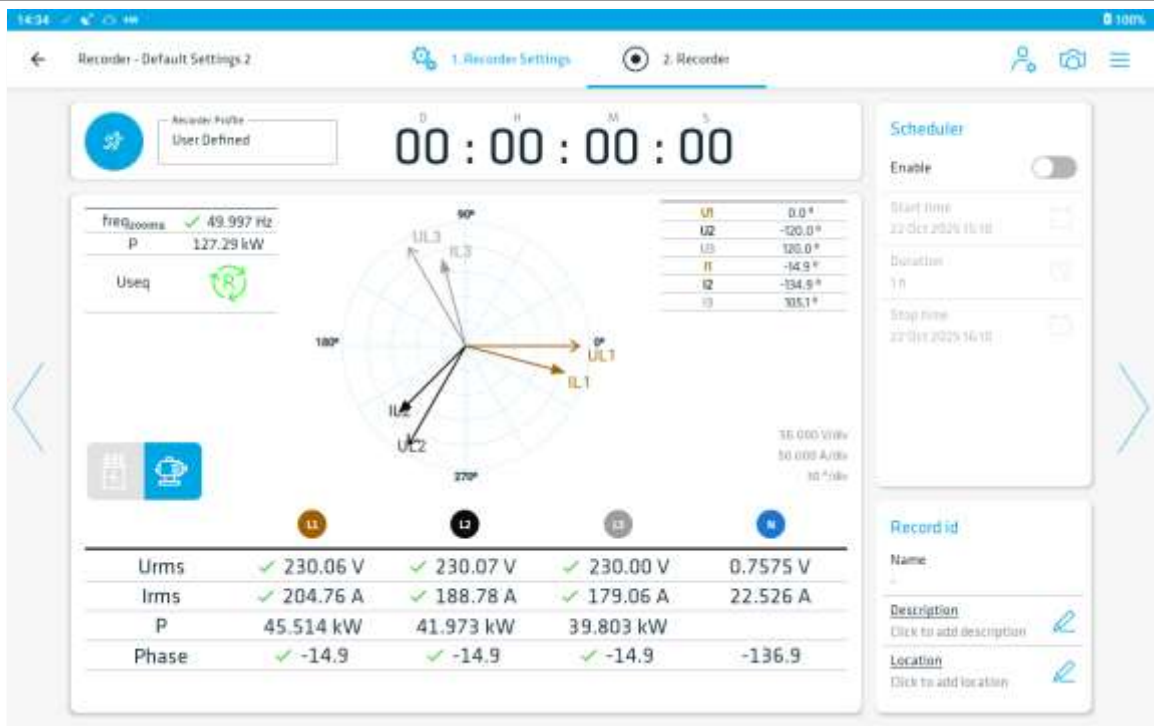
Schritt 7: Rekorder

Abbildung 70: Schritt 7: Rekorder

Aktivieren Sie bei Bedarf den Zeitplan und fügen Sie die Datensatz-IDs (Beschreibung und Standort) hinzu.



Starten Sie den Rekorder.



Gehen Sie zu den Rekorder-Einstellungen.

9 Messeinstellungen

In diesem Menü kann der Benutzer Verbindungsparameter wie Nennspannung, Frequenz, Verbindung usw. einstellen. Nachdem alle Parameter eingestellt wurden, prüft das Gerät, ob die angegebenen Parameter den Messungen entsprechen. Im Falle einer Inkompatibilität zeigt das Gerät die Verbindungsprüfwarnung (✗ oder ✓) an, bevor es das Menü verlässt.

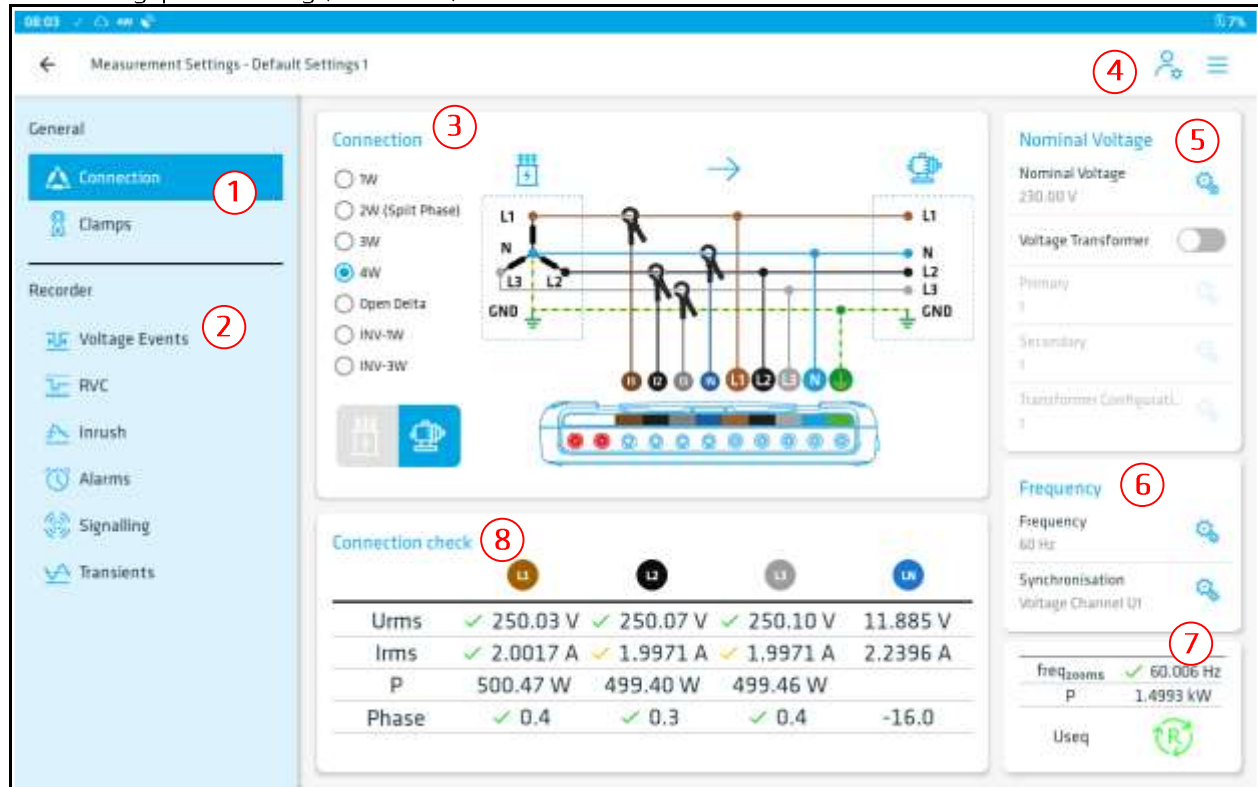


Abbildung 71: Bildschirm Messeinrichtung

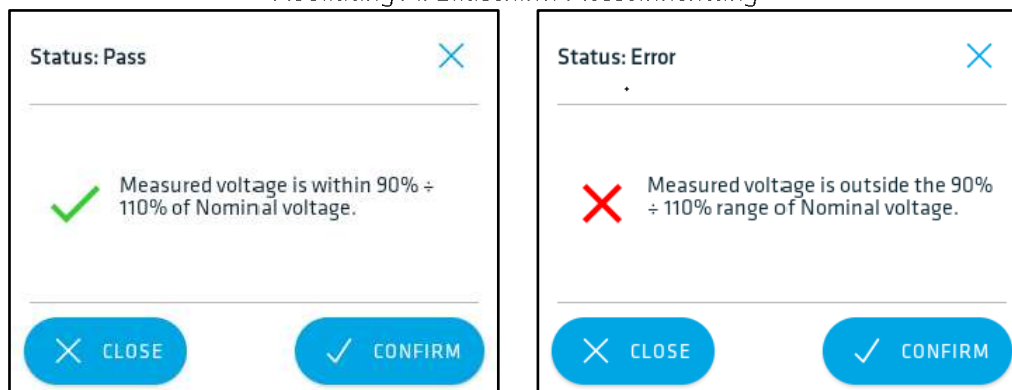


Abbildung 72: Bildschirm zum Einrichten der Messung mit Popup-Informationen

Die Beschreibung des Bildschirms Messeinstellungen wird in der folgenden Tabelle angezeigt:

1	Allgemeine Einstellungen - Verbindungsaufbau (Verdrahtung, Nennspannung, Frequenzsynchronisation) - Klemmeneinstellung (Klemmenauswahl, Bereichseinstellung, Richtung, Übersetzung)
	Rekorder-Einstellungen - Einrichtung des Spannungsereignisses - RVC-Einrichtung; - Einrichtung des Einschaltstroms;

	☐ Alarmeinrichtung; ☐ Einrichtung der Signalisierung; ☐ Einrichtung der Transienten
3	Anschluss – zeigt den Anschluss des Stromsystems an
4	Messeinstellungs-Manager - Schaltfläche
5	Nennspannung – zeigt die Nennspannungseinrichtung und die Optionen
6	Frequenz – zeigt die Einrichtung der Frequenzsynchronisation und die Optionen
7	Ist-Frequenz, Leistung, Spannung, Stromsequenz
8	Anschlussprüfung - zeigt das tatsächliche Ergebnis an

9.1 Messungseinstellungs-Manager

Der Manager kann über den Rekorder auf die Messeinstellungen zugreifen, indem er einfach  das Symbol aufruft. Die aktuell geladene Datei oder die Messeinstellungen werden im oberen Bildschirm der Messeinstellungen oder im Rekorder-Bildschirm angezeigt.

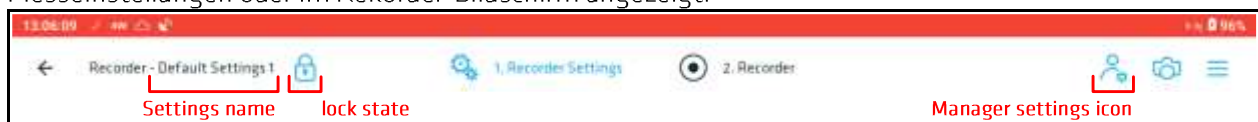
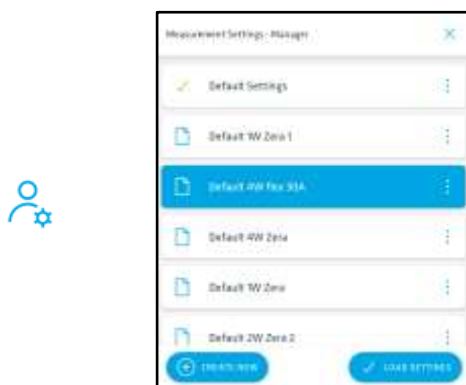


Abbildung 73: Messeinstellungs-Manager

Wenn der Rekorder aktiv ist, ist der Manager gesperrt und die Messeinstellungen können nicht geändert werden. Siehe obere Abbildung für weitere Informationen.

Das Klonen, Entfernen oder Umbenennen von Einstellungsdateien kann durch Öffnen der Schaltfläche für zusätzliche Optionen auf der Seite der Liste erfolgen.  Die in Gebrauch befindliche Einstellungsdatei wird mit dem grünen Häkchen gekennzeichnet.



Benutzeroptionen:

- **NEU ERSTELLEN** (neue *Einstellungsdatei* erstellen).
- **EINSTELLUNGEN LADEN** (ausgewählte vordefinierte *Einstellungsdatei* laden).
-  In Verwendung befindliche Einstellungsdatei.

Zusätzliche Tasten:

	Öffnen Sie zusätzliche Optionen.
	Das ausgewählte Objekt umbenennen.
	Gewähltes Element löschen.
	Gewähltes Element duplizieren.



Setzt das ausgewählte Objekt auf die Standardeinstellung zurück.



Die Einstellungsdatei wird im internen Speicher gespeichert.
Der Dateispeicherort ist "Interner freigegebener Speicher\Metrel\Einstellungen".

9.2 Allgemeine Einstellungen

9.2.1 Anschluss-Einrichtung

9.2.1.1 Anschluss an die LV-Stromversorgungssysteme

Dieses Gerät kann an verschiedene Arten von Netzwerken angeschlossen werden. Die richtige Verbindung sollte ausgewählt werden, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten. Das tatsächliche Verbindungsschema muss im Menü VERBINDUNGSEINRICHTUNG definiert werden (siehe Abbildung unten).

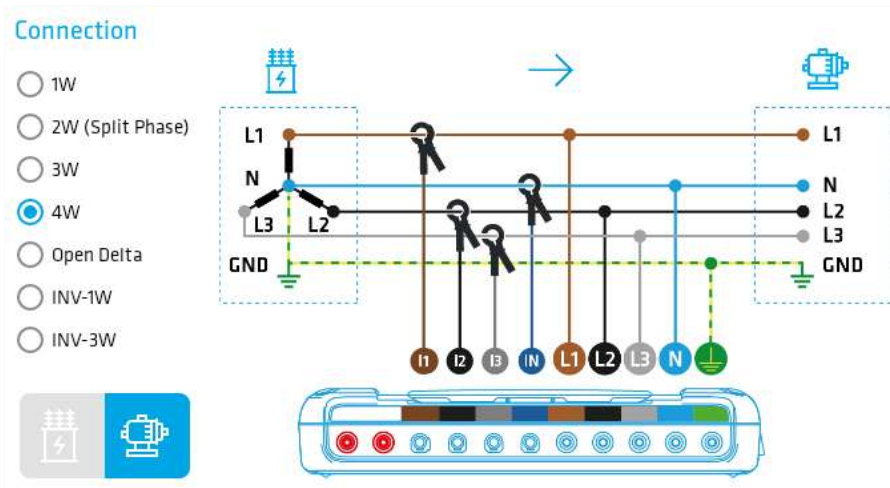


Abbildung 74: Einrichtungsmenü der Anschlüsse

Beim Anschließen des Geräts ist es wichtig, dass sowohl der Strom- als auch der Spannungsanschluss korrekt sind. Folgende Regeln müssen eingehalten werden:

- Der auf den Clamp-On-Stromzangen markierte Pfeil sollte von der Versorgung bis zur Last in Stromflussrichtung zeigen.
- Wenn die Clamp-on-Stromklemme in umgekehrter Richtung angeschlossen wird, erscheint die gemessene Leistung in dieser Phase normalerweise negativ.

Phasenbeziehungen

- Die an den Stromeingangsanschluss I₁ angeschlossene Clamp-on-Stromklemme muss den Strom in der Phasenleitung messen, an die die Spannungssonde von L₁ angeschlossen ist.



Wechsel zu verbrauchter Energie oder Wechsel zu erzeugter Energie.



Im Falle einer Ereigniserfassung wird empfohlen, nicht verwendete Spannungs-klemmen mit der N-Spannungsklemme zu verbinden.

9.2.1.1.1 3-Phasen-4-Draht-System (4 W)

Um dieses Verbindungsschema auszuwählen, wählen Sie die folgende Verbindung am Gerät aus. Das Gerät sollte gemäß der folgenden Abbildung an das Netzwerk angeschlossen werden.

Connection

- ☐ 1W
- ☐ 2W (Split Phase)
- ☐ 3W
- ☒ 4W
- ☐ Open Delta
- ☐ INV-1W
- ☐ INV-3W

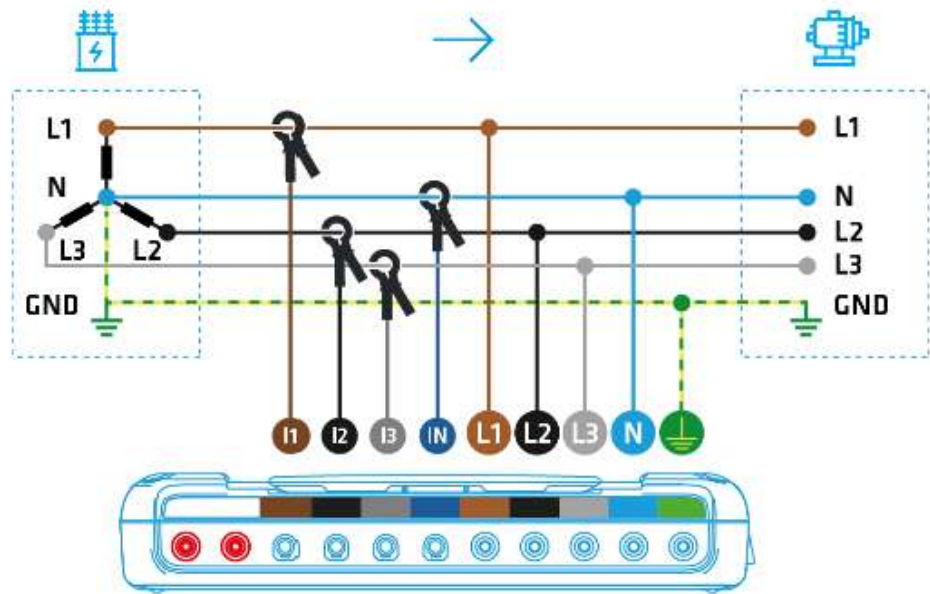


Abbildung 75: Auswahl des 3-phasigen 4-Draht-Systems am Gerät

9.2.1.1.2 3-Phasen-3-Draht-System (3 W)

Um dieses Verbindungsschema auszuwählen, wählen Sie die folgende Verbindung am Gerät aus. Das Gerät sollte gemäß der folgenden Abbildung an das Netzwerk angeschlossen werden.

Connection

- ☐ 1W
- ☐ 2W (Split Phase)
- ☒ 3W
- ☐ 4W
- ☐ Open Delta
- ☐ INV-1W
- ☐ INV-3W

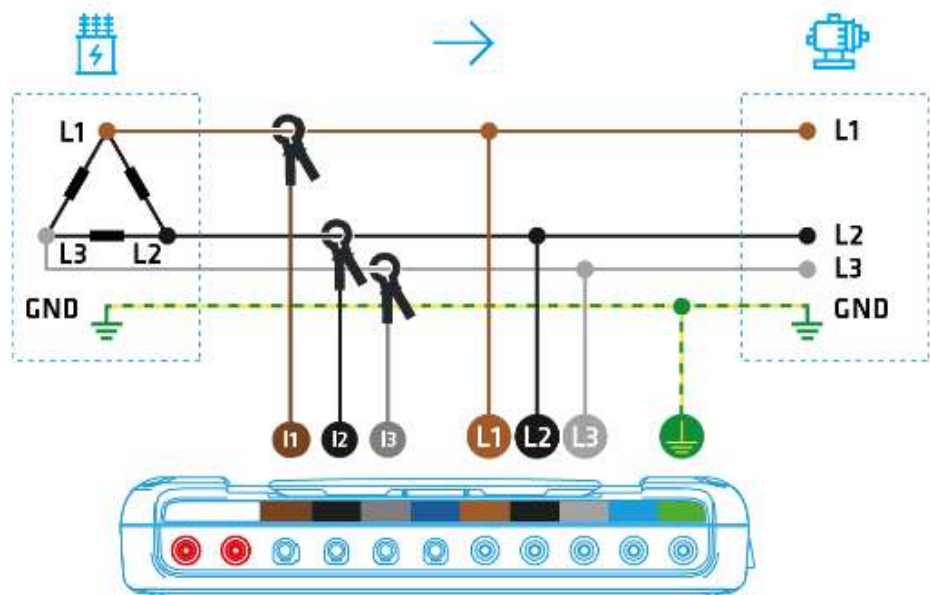


Abbildung 76: Auswahl des 3-phasigen 3-Draht-Systems am Gerät

9.2.1.1.3 Offenes Delta (Aaron) 3-Draht-System (Offenes Delta)

Um dieses Verbindungsschema auszuwählen, wählen Sie die folgende Verbindung am Gerät aus. Das Gerät sollte gemäß der folgenden Abbildung an das Netzwerk angeschlossen werden.

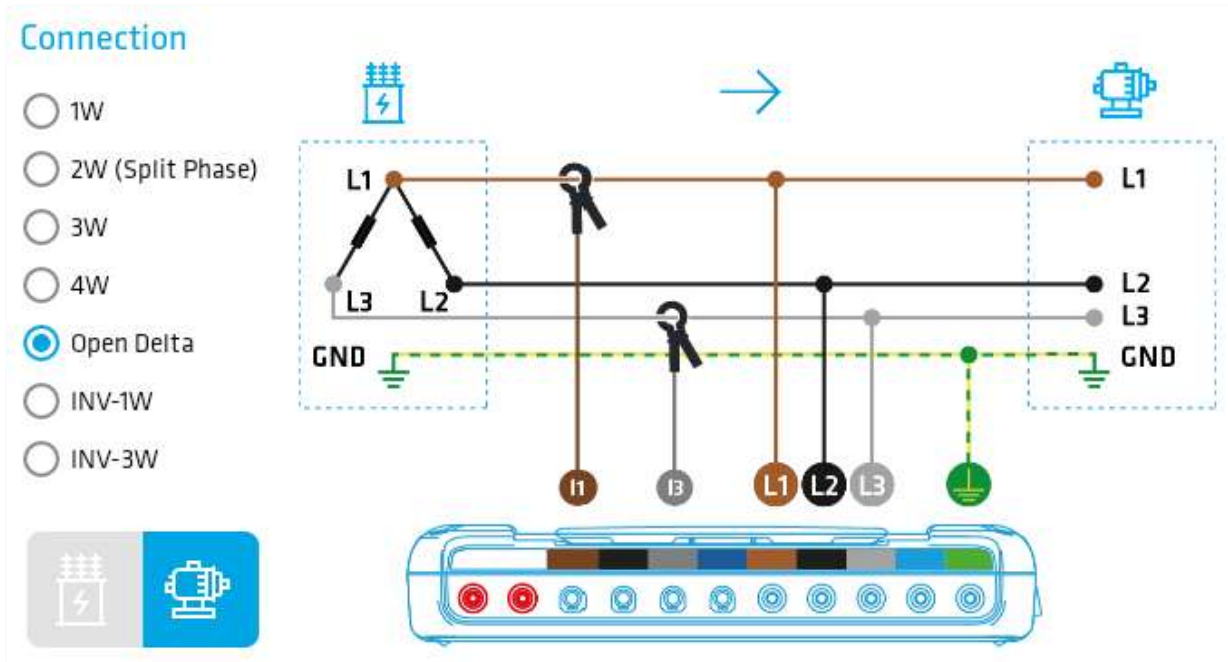


Abbildung 77: Auswahl des 3-Draht-Systems Open Delta (Aaron) am Gerät

9.2.1.1.4 1-Phasige-3-Draht-System (1 W)

Um dieses Verbindungsschema auszuwählen, wählen Sie die folgende Verbindung am Gerät aus. Das Gerät sollte gemäß der folgenden Abbildung an das Netzwerk angeschlossen werden.

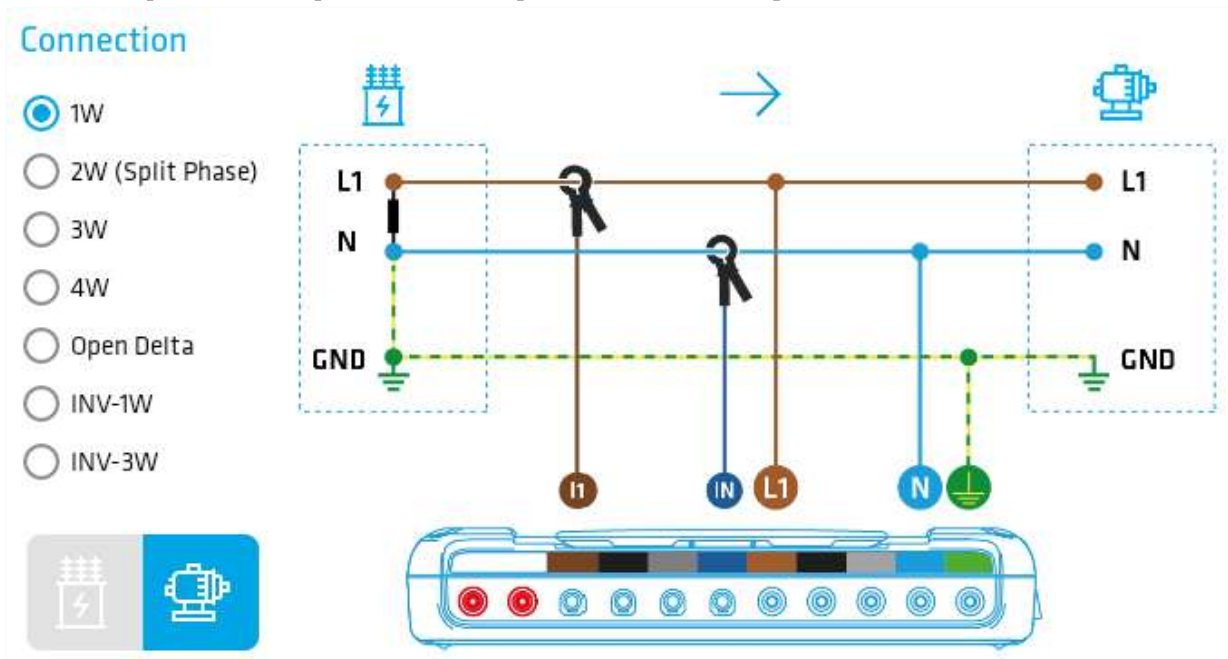


Abbildung 78: Auswahl des 1-phasigen 3-Draht-Systems am Gerät

9.2.1.1.5 2-Phasen-4-Draht-System (2W (Split-Phase))

Um dieses Verbindungsschema auszuwählen, wählen Sie die folgende Verbindung am Gerät aus. Das Gerät sollte gemäß der folgenden Abbildung an das Netzwerk angeschlossen werden.

Connection

- ☐ 1W
- ☒ 2W (Split Phase)
- ☐ 3W
- ☐ 4W
- ☐ Open Delta
- ☐ INV-1W
- ☐ INV-3W

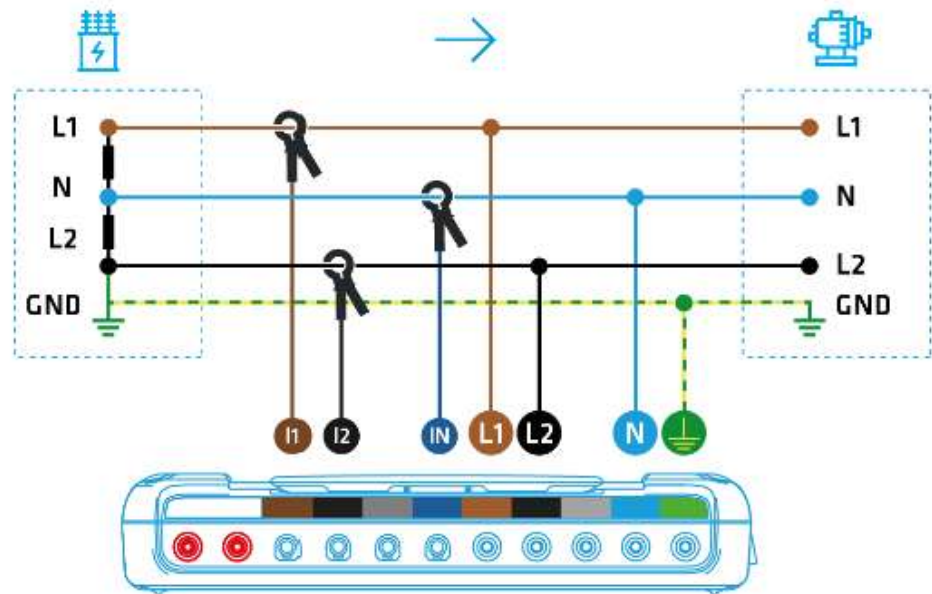


Abbildung 79: Auswahl des 2-phasigen 4-Draht-Systems am Gerät

9.2.1.1.6 Einphasen-Wechselrichter (INV-1W)

Um dieses Verbindungsschema auszuwählen, wählen Sie die folgende Verbindung am Gerät aus. Das Gerät sollte gemäß der folgenden Abbildung an das Netzwerk angeschlossen werden.

Connection

- ☐ 1W
- ☐ 2W (Split Phase)
- ☐ 3W
- ☐ 4W
- ☐ Open Delta
- ☒ INV-1W
- ☐ INV-3W

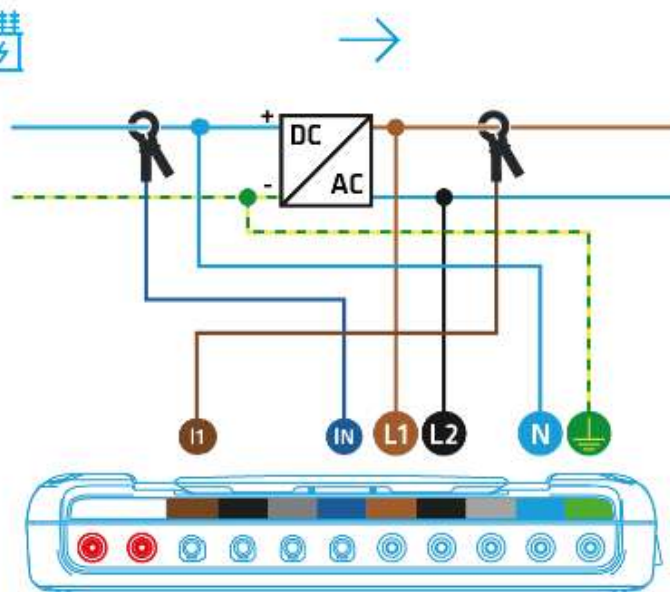


Abbildung 80: Auswahl des einphasigen Wechselrichtersystems am Gerät

9.2.1.1.7 Dreiphasiger Photovoltaik-Wechselrichter (INV-3W)

Um dieses Verbindungsschema auszuwählen, wählen Sie die folgende Verbindung am Gerät aus. Das Gerät sollte gemäß der folgenden Abbildung an das Netzwerk angeschlossen werden.

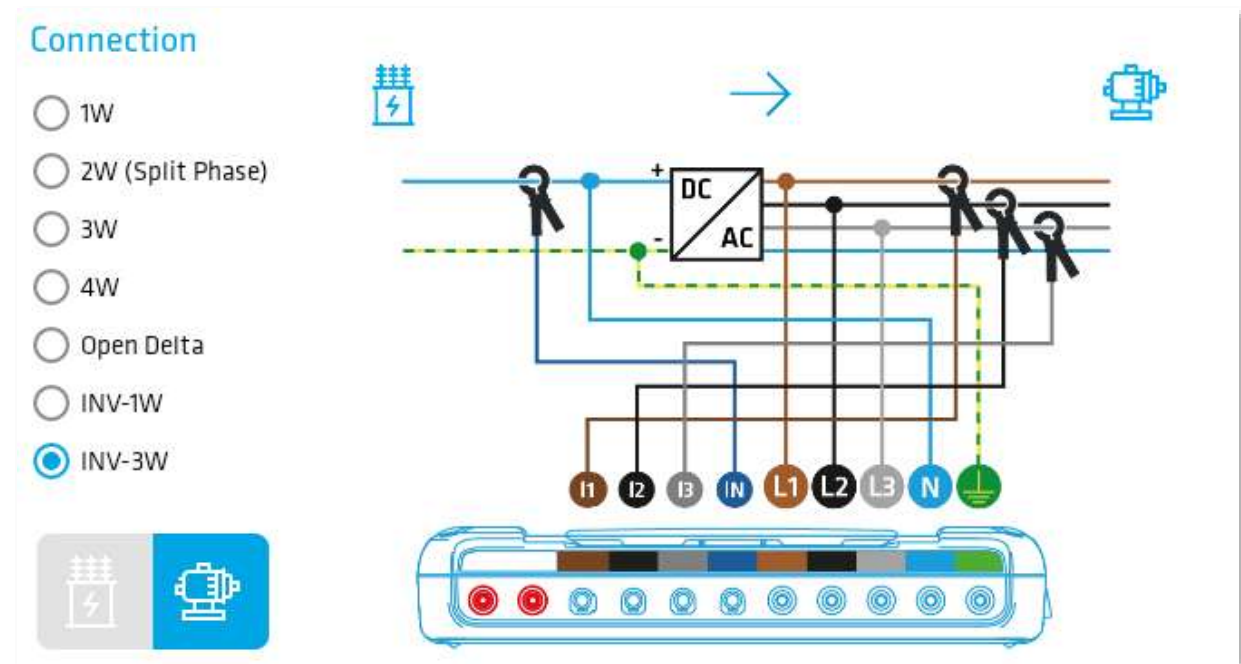


Abbildung 81: Auswahl des dreiphasigen Wechselrichtersystems am Gerät

9.2.1.2 Anschluss an das MS- oder HV-Netz

In Systemen, in denen die Spannung an der Sekundärseite eines Spannungswandlers gemessen wird, sollte das Verhältnis des Spannungswandlers eingegeben werden. Anschließend kann die Nennspannung eingestellt werden, um eine korrekte Messung zu gewährleisten. Siehe Kapitel 9.2.2 für mehr Einzelheiten.

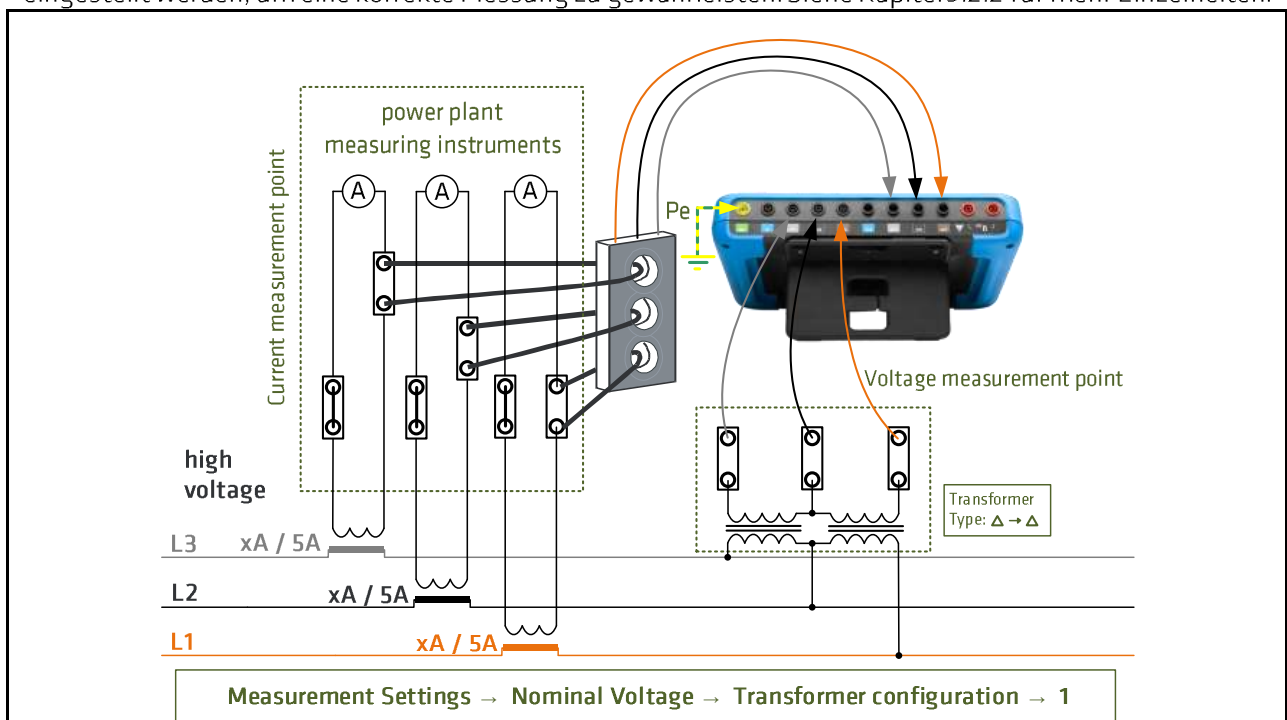


Abbildung 82: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Aaron / Open Delta)

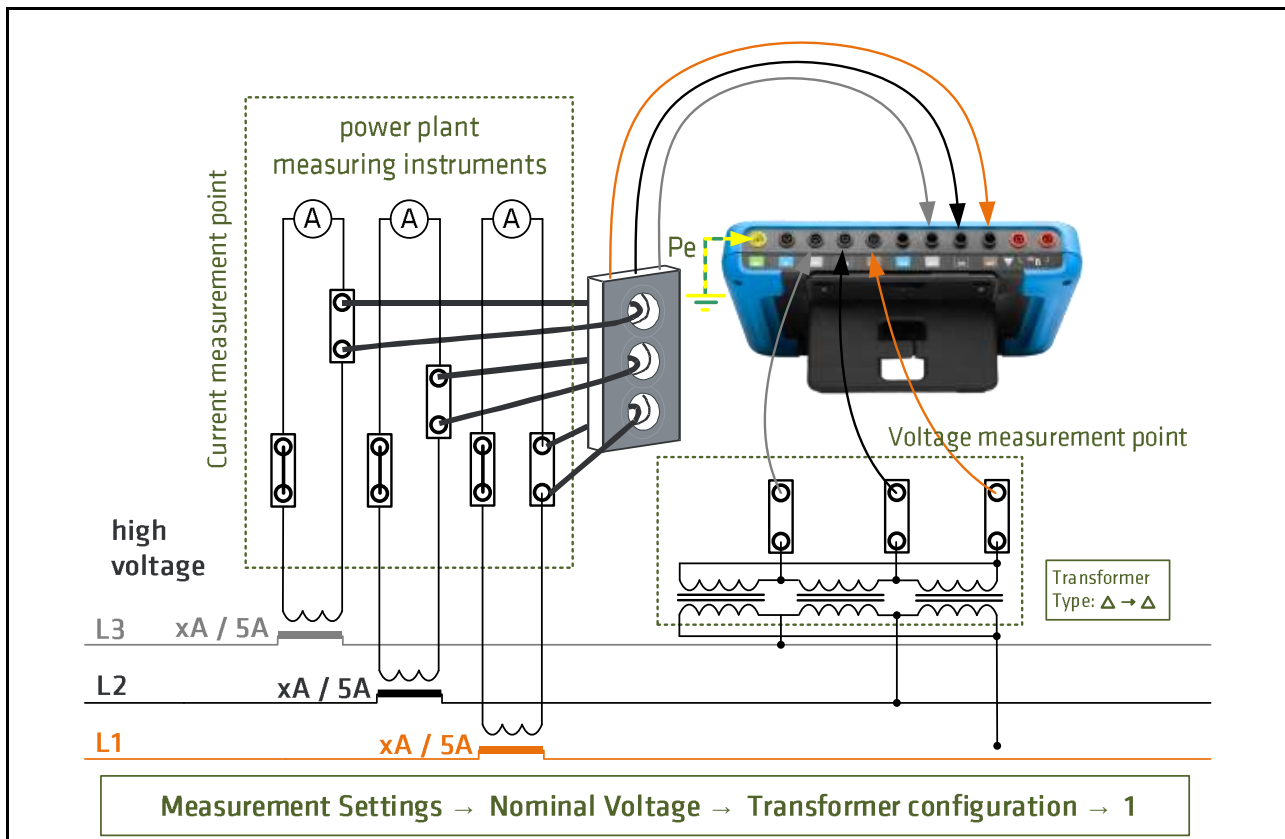


Abbildung 83: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Delta - Delta)

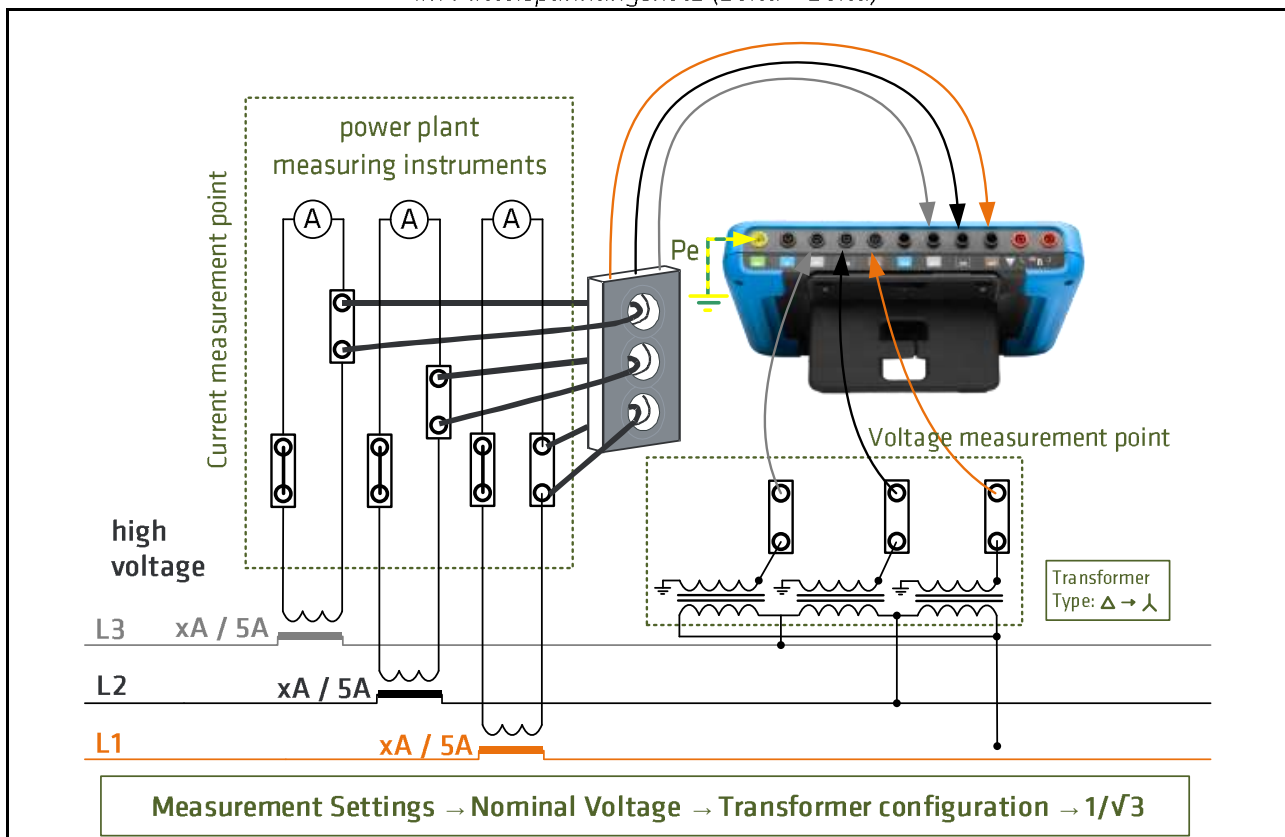


Abbildung 84: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Delta - Stern)

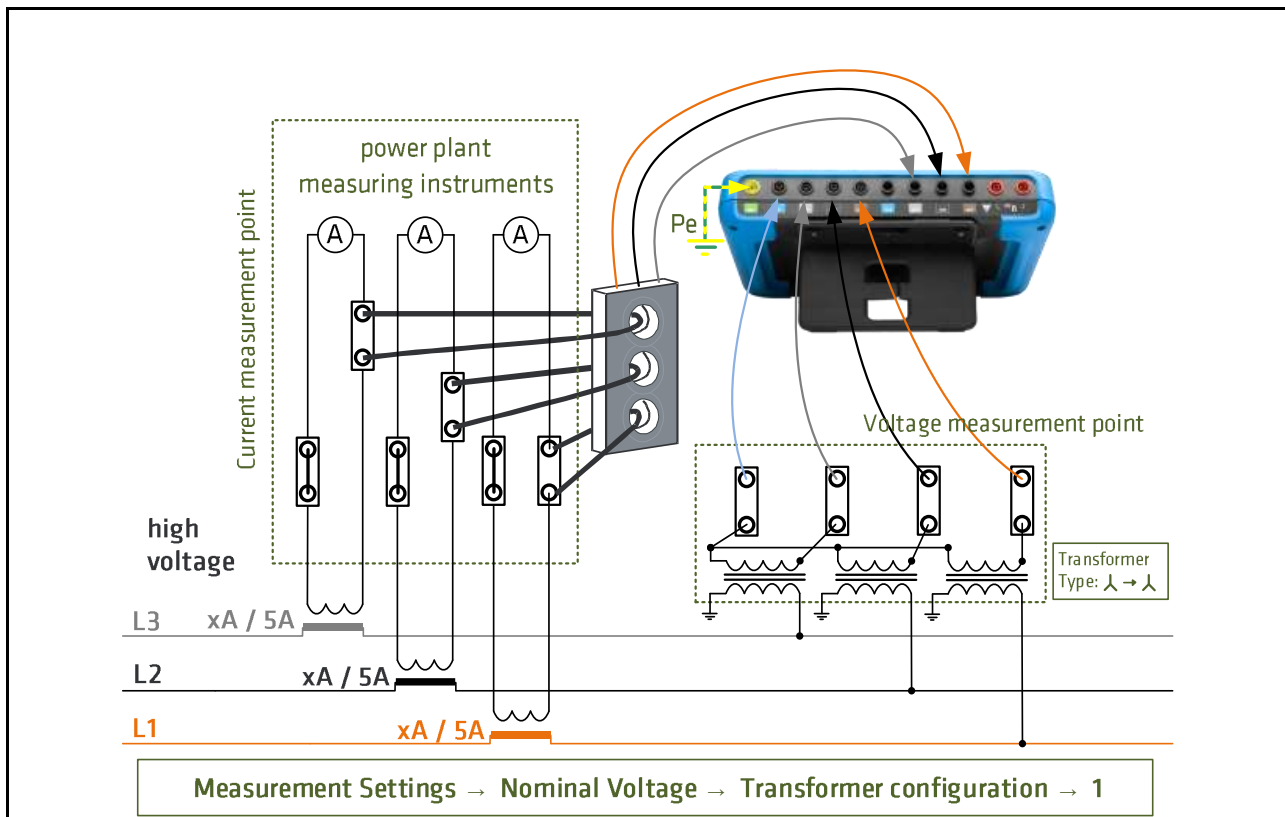


Abbildung 85: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Stern - Stern)

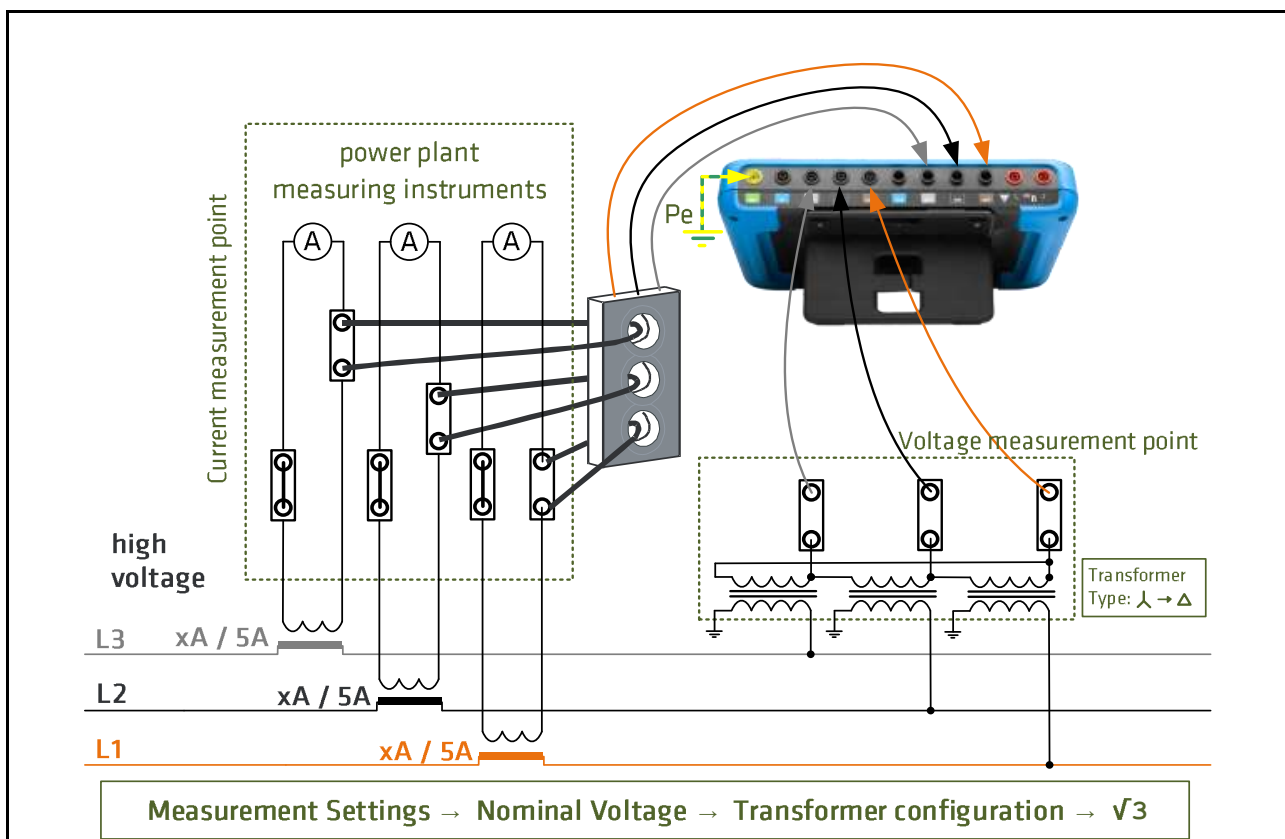


Abbildung 86: Anschluss des Gerätes an die vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungsnetz (Stern - Delta)

9.2.2 Nennspannung

Stellen Sie die Nennspannung entsprechend der Netzspannung ein. Wenn die Spannung über dem Potentialtransformator gemessen wird, aktivieren Sie den Schieberegler für den Spannungswandler für die Einstellung der Wandlerparameter.

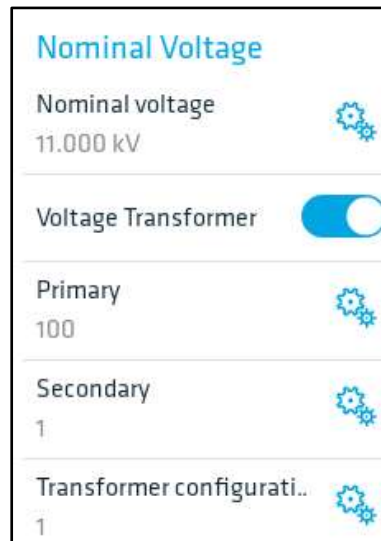


Abbildung 87: Spannungsverhältnis für 11 kV / 100 V Transformator Beispiel

Beschreibung des Bildschirms des Spannungswandlers ist in der folgenden Tabelle angegeben:

Primär	Primärseite des Transformators.			
Sekundär	Sekundärseite des Transformators.			
	Zusätzliches Transformatorverhältnis:			
	Primär	Sekundär	Symbol	Transformatorverhältnis
Transformator - konfiguration	Delta	Stern		$1/\sqrt{3}$
	Stern	Delta		$\sqrt{3}$
	Stern	Stern		1
	Delta	Delta		1



Das Gerät kann immer mit bis zu 150 % der ausgewählten Nennspannung genau messen ($U_{\text{nom MAX}} = 690 \text{ V} \rightarrow 150 \% \times 690 \text{ V} = 1035 \text{ V}$).

9.2.3 Einrichtung der Zangen

Wählt Phasenstromklemmen für Phasenstromeingänge und Neutralstromklemmen für Neutralstromeingang.

Clamp Selector AUTOSET

Channel	Clamp	Clamp Range	Ratio Enable	Invert Direction	Measuring range
☐			☐		
L1	A1037 ▼	5.0 ▼	1 : 1	☐	5.0000 A
L2	A1037 ▼	5.0 ▼	1 : 1	☐	5.0000 A
L3	A1037 ▼	5.0 ▼	1 : 1	☐	5.0000 A
N	A1391 ▼	40.0 ▼	1 : 1	☐	40.000 A

Abbildung 88: Untermenü Messeinstellung Klemmen – Phasenansicht

Clamp Selector AUTOSET

Channel	Clamp	Clamp Range	Ratio Enable	Invert Direction	Measuring range
☒			☒		
IPhase	A1783 ▼	20.0 ▼	1 : 1	☐	20.000 A
N	None ▼				

Abbildung 89: Untermenü Messeinstellung Klemmen – dreiphasige Ansicht

Tabelle 20: Beschreibung der Messeinstellung Klemmenoptionen

Kanal		Messkanal der Stromzangen und Schieberegler zur Auswahl zwischen Phasen- und Dreiphasenansicht
Zange		Wählen Sie einen Verbindungstypen aus dem Dropdown-Menü aus.
Zangenbereich		Bereichswahl der Stromzange.
Verhältnis aktivieren		Das Verhältnis des Stromwandlers kann eingegeben werden. Verhältnis mit dem Schieberegler aktivieren
Richtung umkehren		Richtung der ausgewählten Stromzange umkehren.
Messbereich		Messbereich des ausgewählten Strommessbereichs und -verhältnisses.
AUTOSET		Automatische Auswahl des Stromzangenbereichs



Sie können die dreiphasige Stromzangenansicht in folgendem Fall auswählen:

- Alle Stromzangen sind vom gleichen Typ und haben die gleichen Einstellungen. Das Setup von Kanal I1 wird auch für die Kanäle I2 und I3 als Referenz-Setup verwendet.
- Für intelligente Zangen kann auch der automatische Bereich ausgewählt werden. Im Falle der automatischen Bereichsauswahl wählt MI 2992 während der Rekordersitzung automatisch den am besten geeigneten Bereich aus.



Trennen Sie die intelligenten Zangen während der Aufzeichnung nicht!



Die meisten Stromzangen von Metrel sind als „intelligente Zangen“ definiert (A 1502, A 1227, A 1281, ...).
Die intelligenten Zangen werden automatisch vom Gerät erkannt.
Hinweis: Wenn die Stromzangen nicht in der Auswahlliste aufgeführt sind, wählen Sie „Intelligente Zangen“ aus.



Für Stromeingänge könnten verschiedene Arten von Stromzangen ausgewählt werden, beispielsweise:
Kanal I1 → A 1398 PQA, Kanal I2 → A 1502 ...



Verwenden Sie die Zangenoption "Keine" nur für Spannungsmessungen.

9.2.3.1 Automatische Stromzangenerkennung (Intelligente Zangen)

Die von Metrel entwickelte Produktfamilie der intelligenten Zangen vereinfacht die Auswahl und Einstellung von Stromzangen. Intelligente Zangen sind schalterlose Mehrbereichs-Stromzangen, die automatisch vom Gerät erkannt werden. Um die Erkennung für intelligente Zangen zu aktivieren, sollte zum ersten Mal das folgende Verfahren befolgt werden:

1. Schalten Sie das Gerät ein
2. Schließen Sie die Zangen (z. B. A 1227) an den Power Analyser an
3. Aufrufen: Messeinstellungen → Zangen → Zangenwahlschalter
4. Auswählen: Intelligenter
5. Zangentyp wird automatisch vom Gerät erkannt.
6. Der Benutzer sollte dann den Zangenbereich auswählen (Auto-Bereich oder fester Bereich) und die Einstellungen bestätigen.

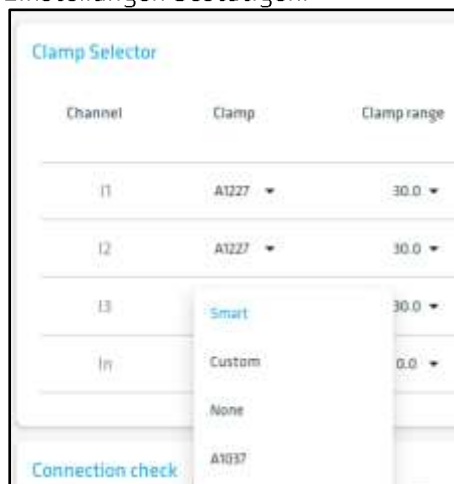


Abbildung 90: Einrichtung der automatisch erkannten Zangen

Das Gerät merkt sich die Zangeneinstellung für das nächste Mal. Daher muss der Benutzer nur:

- Zangen an die Stromeingangsklemmen des Geräts klemmen.
- Schalten Sie das Gerät ein.

Das Gerät erkennt Zangen automatisch und stellt die Bereiche so ein, wie sie zuvor bei der Messung festgelegt wurden.

9.2.3.1.1 Automatische Bereichsauswahl (Intelligente Zangen)

Die meisten intelligenten Zangen von Metrel unterstützen eine unterschiedliche Anzahl von Bereichen:

Intelligente Stromzange	Bereiche
A 1501, A 1502, A 1609, A 1227, A 1445, A 1582	30/300/3000/Auto

A 1503, A 1446	60/600/6000/Auto
A 1281	0,5/5/100/1000/Auto
A 1398 PQA	10/Auto

Am Gerät können verschiedene Arten von Stromzangen mit ausgewähltem Auto-Bereich verwendet werden. Das Gerät wählt automatisch den am besten geeigneten Bereich aus. In diesem Fall sind die genauesten Strommessungen garantiert. Das Einstellen der Zangen kann eine Weile dauern:

- Wenn sich das Gerät nicht in der Aufzeichnungssitzung befindet: 10 Sekunden für die Datenauswertung und 60 Sekunden nach dem Bereich zur Stabilisierung des Ergebnisses
- Während der Aufzeichnung: 30 Sekunden für die Datenauswertung und 60 Sekunden nach dem Bereich zur Stabilisierung des Ergebnisses

Falls dieses Gerät mehrere Bereiche wechseln sollte, könnte die endgültige Bereichszeit verlängert werden.

Während des Entfernungsergebnisses in Bezug auf die Durchschn.-Aggregation sind für alle Register, die sich auf den Strom beziehen (z. B. Strom, Stromharmonische, Leistung, Leistungsfaktor ...), keine Ergebnisse verfügbar. Verwenden Sie in diesem Fall AvgOn-Aggregationsintervalle (der Registrierungszeitraum sollte gleich oder höher als 1 Minute sein).

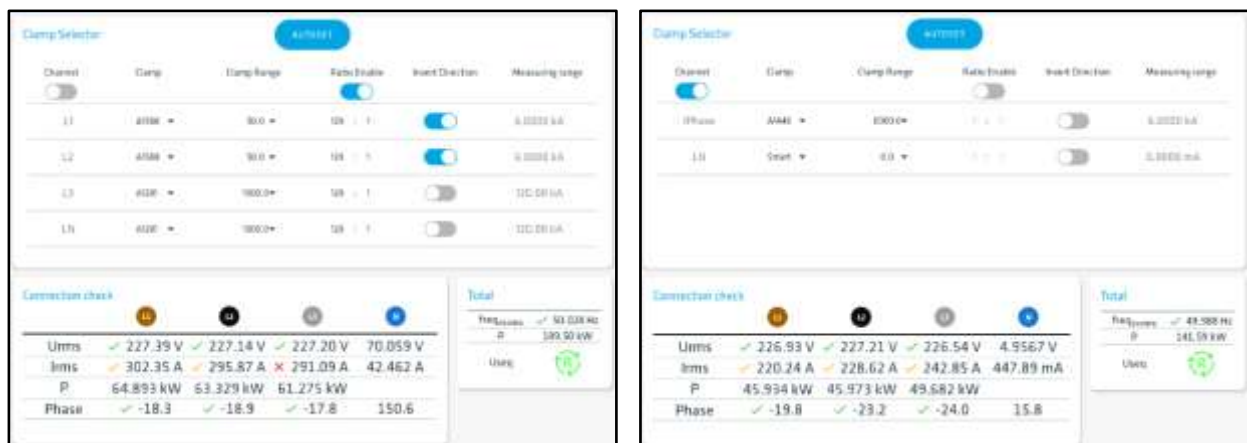


Abbildung 91: Konfiguration mit Einrichtung der intelligenten Zangen und fester Bereichsauswahl

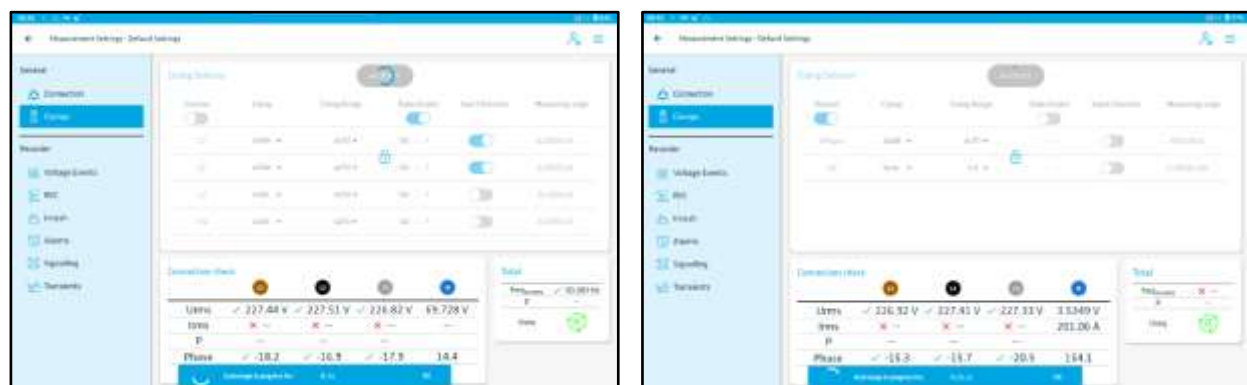


Abbildung 92: Automatische Bereichsauswahl - Einstellung der Gerätestartklemmen

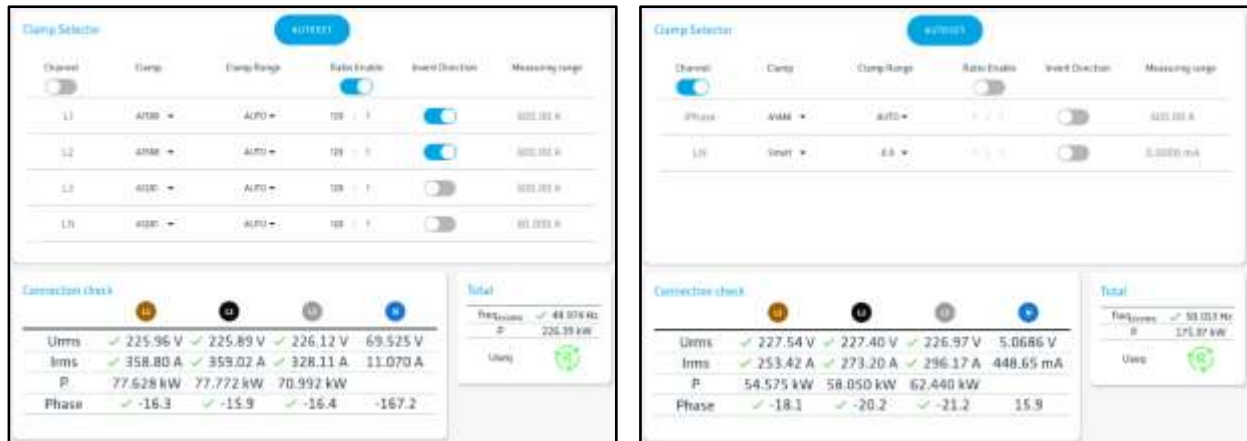


Abbildung 93: Automatische Bereichsauswahl beendet



Verwenden Sie die „Auto Range“-Auswahl nicht für aktuelle Einschaltmessungen. In diesem Fall sind die Einschaltmessungen nicht zuverlässig.

9.2.3.2 Auswahl der Stromzange und Einstellung des Stromwandlerverhältnisses

Die Auswahl der Zange kann durch zwei typische Anwendungsfälle erklärt werden: **Gleichstrommessung** und **indirekte Strommessung**. Im nächsten Abschnitt wird die empfohlene Praxis für beide Fälle angezeigt.

9.2.3.2.1 Gleichstrommessung mit Stromzangen

Bei dieser Art der Messung wird der Last-/Generatorstrom direkt mit einer der Clap-On-Stromzangen gemessen. Besonders empfehlen wir intelligente Zangen: zum Beispiel Flex Clamps A 1502, A 1227 und Eisenzangen A 1281, A 1398 PQA. Es können auch andere Metrel-Zangenmodelle A 1033 (1000 A), A 1069 (100 A) oder andere Stromzangen mit Spannungsausgang usw. verwendet werden. Wählen Sie für einen solchen Anwendungsfall „Benutzerdefinierte“ Stromzangen aus. Weitere Informationen zu den Stromzangen finden Sie im allgemeinen Katalog von Metrel.

9.2.3.2.2 Indirekte Strommessung

Es wird von einer indirekten Strommessung mit Primärstromwandler ausgegangen, wenn der Benutzer 5-A-Stromzangen auswählt: A 1398 PQA oder A 1037. Der Laststrom wird dabei **indirekt** über den zusätzlichen Primärstromwandler gemessen.

Beispiel:

Wir haben 100 A Primärstrom, der durch den Primärtransformator mit dem Verhältnis 100 A fließt: 5 A. Die Einstellungen werden in der folgenden Abbildung gezeigt.



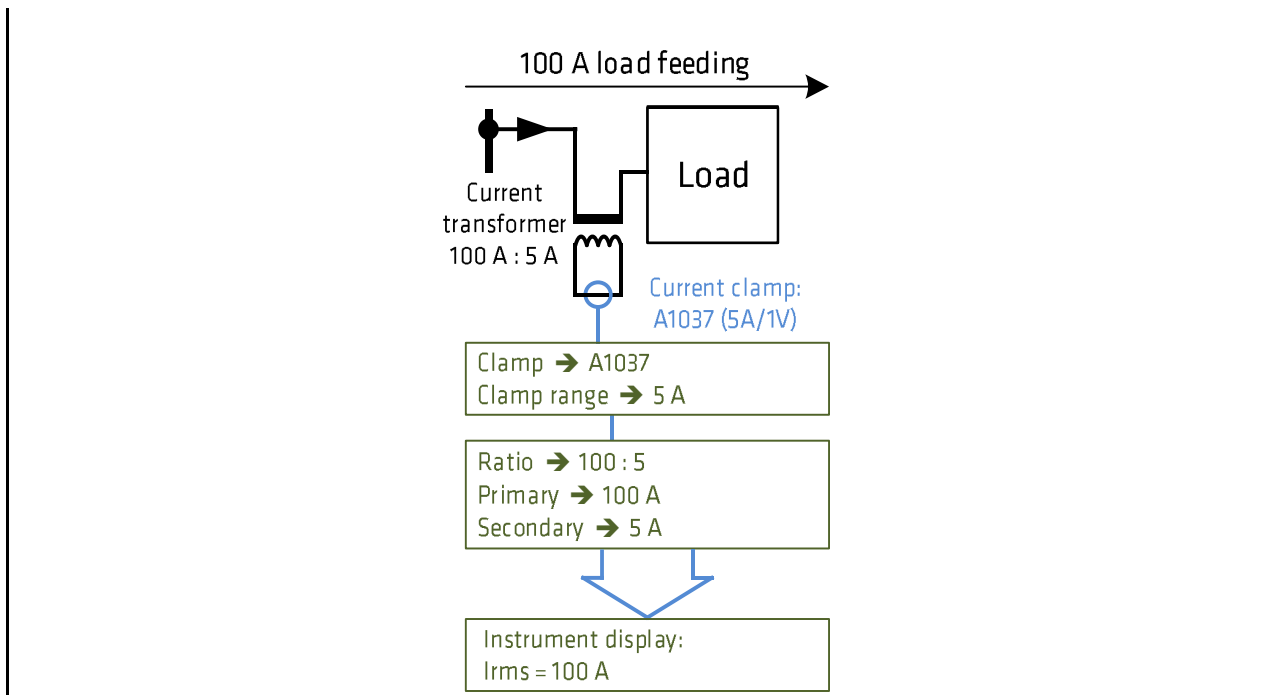


Abbildung 94: Auswahl der Stromzangen für das Beispiel der indirekten Strommessung

Warnung!



Die Sekundärwicklung eines Stromwandlers darf nicht geöffnet sein, wenn sie sich in einem spannungsführenden Stromkreis befindet! Ein offener Sekundärkreis kann zu gefährlich hoher Spannung an den Zangen führen!

9.2.4 Frequenzsynchronisation

Frequenzsynchronisierungskanal:

Der Synchronisierungskanal wird für die Gerätesynchronisierung auf die Netzfrequenz verwendet. Außerdem wird eine Frequenzmessung auf diesem Kanal durchgeführt.

Abhängig vom **Verbindungstyp** kann der Benutzer Folgendes auswählen:

- Synchronisationskanal U1 oder I1 für 1W, 2W, 4W, INV1W Anschluss
- Synchronisationskanal U12 oder I1 für 3 W, OpenD, INV3W Verbindung

Auswahl der Systemfrequenz:

Gemäß dieser Einstellung wird ein Intervall von 10 oder 12 Zyklen für die Berechnung (gemäß IEC 61000-4-30) bei 50/60 Hz verwendet:

- 50 Hz – 10 Zyklusintervalle
- 60 Hz – 12 Zyklusintervalle
- 400 Hz – 50 Zyklusintervalle
- VFD – Frequenzumrichter (5 ... 130 Hz) – 5 Taktintervalle

9.2.5 Anschlussprüfung

Anschlussprüfung in den Messeinstellungen Prüfen, ob die Gerätemessung mit der Einrichtung und dem Anschluss des Geräts übereinstimmt.

Connection check				
	L1	L2	L3	LN
Urms	✗ 258.39 V	✓ 237.70 V	✓ 237.70 V	17.117 V
Irms	✓ 402.05 A	✗ 2.0101 kA	✓ 90.404 A	1.7157 kA
P	97.541 kW	-38.248 kW	20.181 kW	
Phase	✓ -14.9	✗ -94.9	✓ -14.9	77.7

Abbildung 95: Anschlussprüfung

Das Häkchen für die Verbindung kann mit dem Zeichen OK (✓ oder ✓) oder Fail (✗) markiert werden und den allgemeinen Verbindungsstatus anzeigen:

- Die Anschlussprüfung ist mit dem grünen OK-Zeichen (✓) gekennzeichnet, wenn das Gerät ordnungsgemäß angeschlossen ist und die Messwerte dem angegebenen Messaufbau entsprechen.
- Die Verbindungsprüfung ist mit dem gelben OK-Zeichen (✓) gekennzeichnet und zeigt an, dass einige Messungen nicht wie erwartet sind. Dies bedeutet nicht, dass etwas nicht stimmt, sondern erfordert die Aufmerksamkeit des Benutzers, um die Anschluss- und Geräteeinstellungen zu überprüfen. In diesem Fall liegen die Messungen außerhalb des optimalen Bereichs.
- Das Fehlerzeichen (✗) zeigt an, dass das Gerät falsch angeschlossen ist oder die Messeinstellung nicht mit dem gemessenen Wert übereinstimmt. In diesem Fall ist es notwendig, die Messeinstellungen neu einzustellen und die Geräteanschlüsse zu überprüfen.

Tabelle 21: Anschlussprüfung Beschreibung und Bildschirmsymbole

Mess- ungs	Status	Beschreibung	Wirkung zur Lösung des Problems
U	✓	Die gemessene Spannung liegt im Bereich von 90 % ... 110 % der Nennspannung. Alle Spannungsmessungen (Effektivwerte, Harmonische, Spannungsereignisse) sind gültig.	
U	✗	Die gemessene Spannung liegt nicht im Bereich von 90% ... 110% der Nennspannung. Alle Spannungsmessungen (RMS, Harmonische, Spannungsereignisse) können kompromittiert werden.	Stellen Sie den richtigen Nennspannungswert ein und prüfen Sie die Spannungsleitungen.
I	✓	Der gemessene Strom liegt innerhalb von 10 % ... 110 % des ausgewählten Zangenmessbereichs. Alle Strommessungen (RMS, Harmonische, Spannungsereignisse) sind gültig.	
I	✓	Der gemessene Strom liegt innerhalb von 3 % ... 10 % oder 110 % ... 150 % des ausgewählten Zangenmessbereichs.	Wenn während der Rekorderkampagne ein höherer Strom erwartet wird, kann diese Warnung ignoriert werden. Andernfalls wird empfohlen, den Strombereich zu verringern.
I	✗	Der gemessene Strom beträgt weniger als 3 % oder mehr als 150 % des Zangenmessbereichs. Die Genauigkeit der Strommessungen (RMS, Harmonische...) kann beeinträchtigt werden.	Gehen Sie zu den aktuellen Zangeneinstellungen und ändern Sie den Zangenmessbereich.
Phase	✓	Der Phasenwinkel zwischen Spannung und Strom liegt innerhalb von $\pm 60^\circ$. Dies zeigt an, dass der gemessene Strom in derselben Richtung wie die Spannung fließt. Leistungsmessungen sind gültig.	
Phase	✓	Der Phasenwinkel zwischen Spannung und Strom liegt zwischen 60° und 90° oder -60° und -90° . Dies zeigt an, dass der gemessene Strom in derselben Richtung wie die Spannung fließt. Leistungsmessungen sind gültig, aber der Leistungsfaktorwert ist ziemlich niedrig.	
Phase	✗	Der Phasenwinkel zwischen Spannung und Strom beträgt mehr als 90° . Dies zeigt an, dass der gemessene Strom entgegengesetzt zur Spannung fließt. Leistungsmessungen werden beeinträchtigt.	Überprüfen Sie die Zangenrichtung und prüfen Sie, ob der Stromkanal dem Spannungskanal entspricht (wenn der Strom I_1 an der Spannung U_1 gemessen wird)

Messungs	Status	Beschreibung	Wirkung zur Lösung des Problems
Useq		Die Spannungsfolge ist korrekt. Unwucht- und Leistungsmessung sind gültig (L1L2L3 oder L2L3L1 oder L3L1L2)	
Useq		Die Spannungssequenz ist umgekehrt. Unwucht und Leistungsmessung sind beeinträchtigt (L2L1L3 oder L3L2L1 oder L1L3L2)	Schalten Sie die Spannungsleitungen U_2 und U_3 dazwischen, um die richtige Reihenfolge zu erhalten.
Useq		Der Phasenwinkel zwischen den Spannungen beträgt nicht $120^\circ \pm 30^\circ$. Unwucht und Leistungsmessung sind beeinträchtigt.	Überprüfen Sie die Spannungsleitungen und prüfen Sie, ob der ausgewählte Anschluss dem tatsächlichen Netzwerk entspricht.

9.3 Rekordereinstellungen (Ereignisse)

Jede Aufzeichnung besteht aus dem Pre-Trigger-Intervall (vor dem Trigger) und dem Post-Trigger-Intervall (nach dem Trigger).

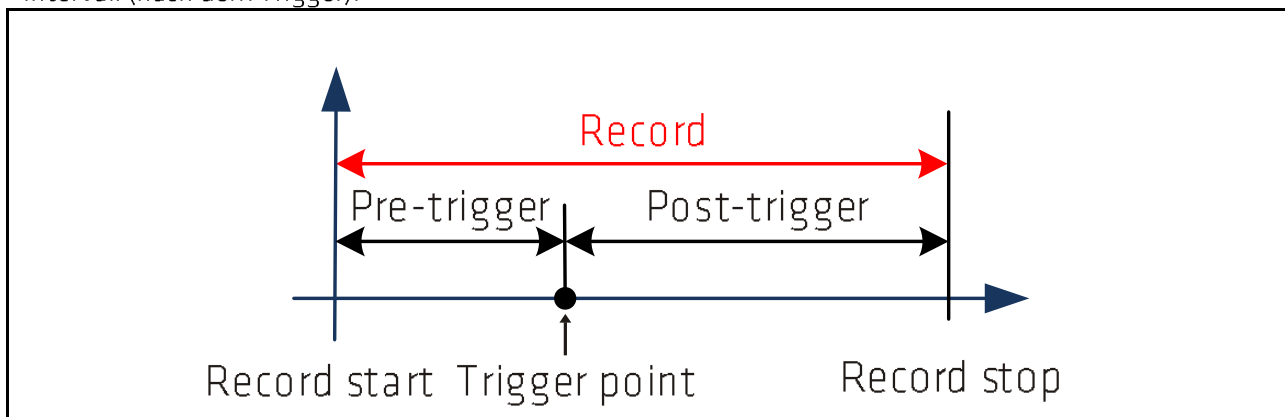


Abbildung 96: Auslösen in Wellenformdatensatz

9.3.1 Einrichtung des Spannungsereignisses

In diesem Menü kann der Benutzer Spannungsereignisse und deren Parameter einstellen. Siehe Abschnitt 13.1 für weitere Details zu den Messverfahren. Erfasste Ereignisse können über den Bildschirm EREIGNISTABELLE beobachtet werden. Siehe Kapitel 7.2.1 für Details.

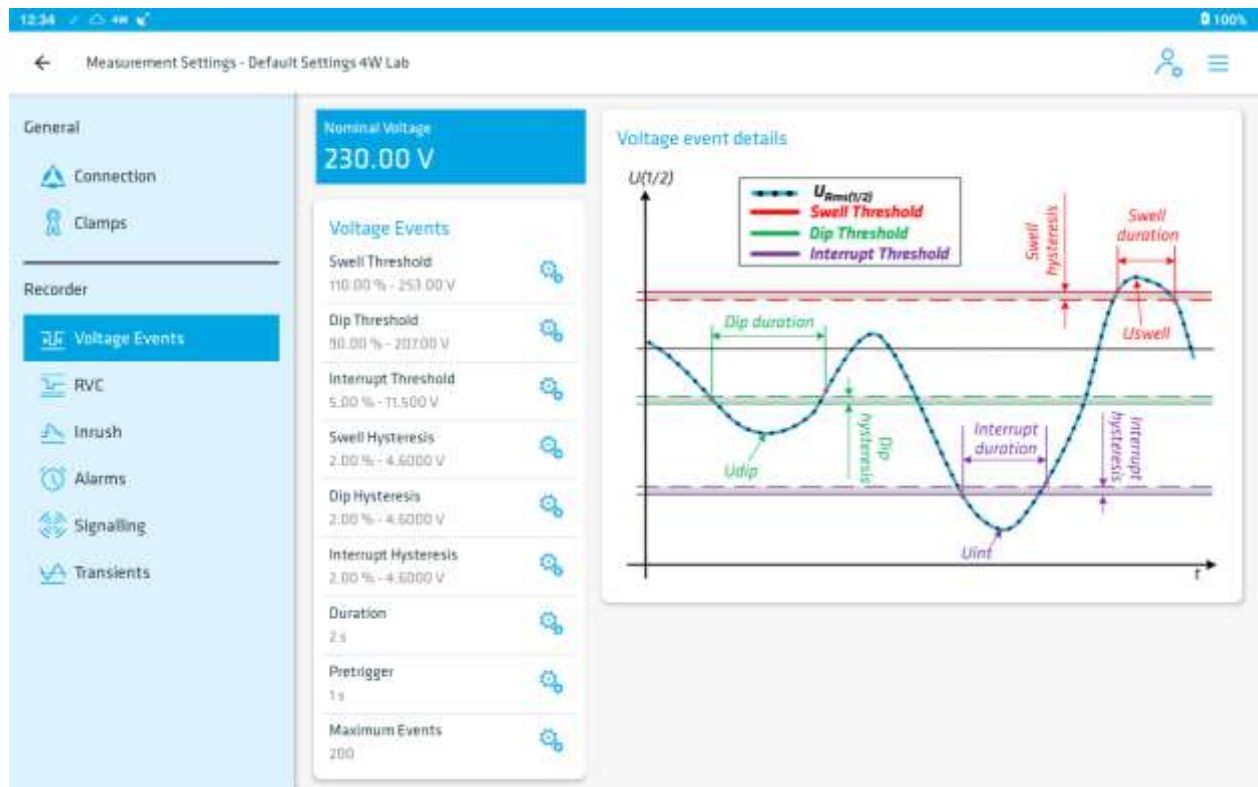


Abbildung 97: Einrichtungsbildschirm für Spannungsereignisse

Tabelle 22: Beschreibung der Einrichtung von Spannungsereignissen

Nennspannung	Anzeige der Nennspannung.
Schwellenwert für Schwellung	Schwellenschwellenwert in % der Nennspannung oder Absolutwert einstellen.
Dip-Schwellenwert	Stellen Sie den DIP-Schwellenwert in % der Nennspannung oder den absoluten Wert ein.
Unterbrechungsschwellenwert	Stellen Sie den Unterbrechungsschwellenwert in % der Nennspannung oder den absoluten Wert ein.
Schwellenhysterese	Schwellen-Hysteresewert in % der Nennspannung oder Absolutwert einstellen.
Dip-Hysterese	Stellen Sie den DIP-Hysteresewert in % der Nennspannung oder den Absolutwert ein.
Unterbrechungshysterese	Stellen Sie die Unterbrechungshysterese in % der Nennspannung oder dem Absolutwert ein.
Dauer	Gesamtlänge des Datensatzes.
Pretrigger	Aufgezeichnetes Intervall vor dem Auslösen.
Maximale Anzahl an Ereignissen	Maximale Anzahl der aufgezeichneten Ereignisse (200 – 1500).



Hinweis: Die Wellenformvorschau (WAVE) erfasst insgesamt 1 Sekunde Daten (bestehend aus 0,5 Sekunden Pre-Trigger und 0,5 Sekunden Post-Trigger) für jeden Übergang, unabhängig von der Konfiguration des Spannungsereignisses.

9.3.2 RVC-Einrichtung (Rapid Voltage Changes)

RVC ist ein schneller Übergang in der Effektivspannung, der zwischen zwei stationären Zuständen auftritt und während dessen die Effektivspannung die Einbruch-/Schwellenwerte nicht überschreitet.

Eine Spannung befindet sich in einem stationären Zustand, wenn alle unmittelbar vorhergehenden $100/120 U_{Rms(1/2)}$ -Werte innerhalb eines festgelegten RVC-Schwellenwerts aus dem arithmetischen Mittel dieser $100/120 U_{Rms(1/2)}$ bleiben (100 Werte für 50 Hz nominal und 120 Werte für 60 Hz). Der RVC-Schwellenwert wird vom Benutzer je nach Anwendung als Prozentsatz von U_{Nom} innerhalb von 1 % ... 6 % festgelegt. Siehe Abschnitt 13.1.15 für Details zur RVC-Messung.

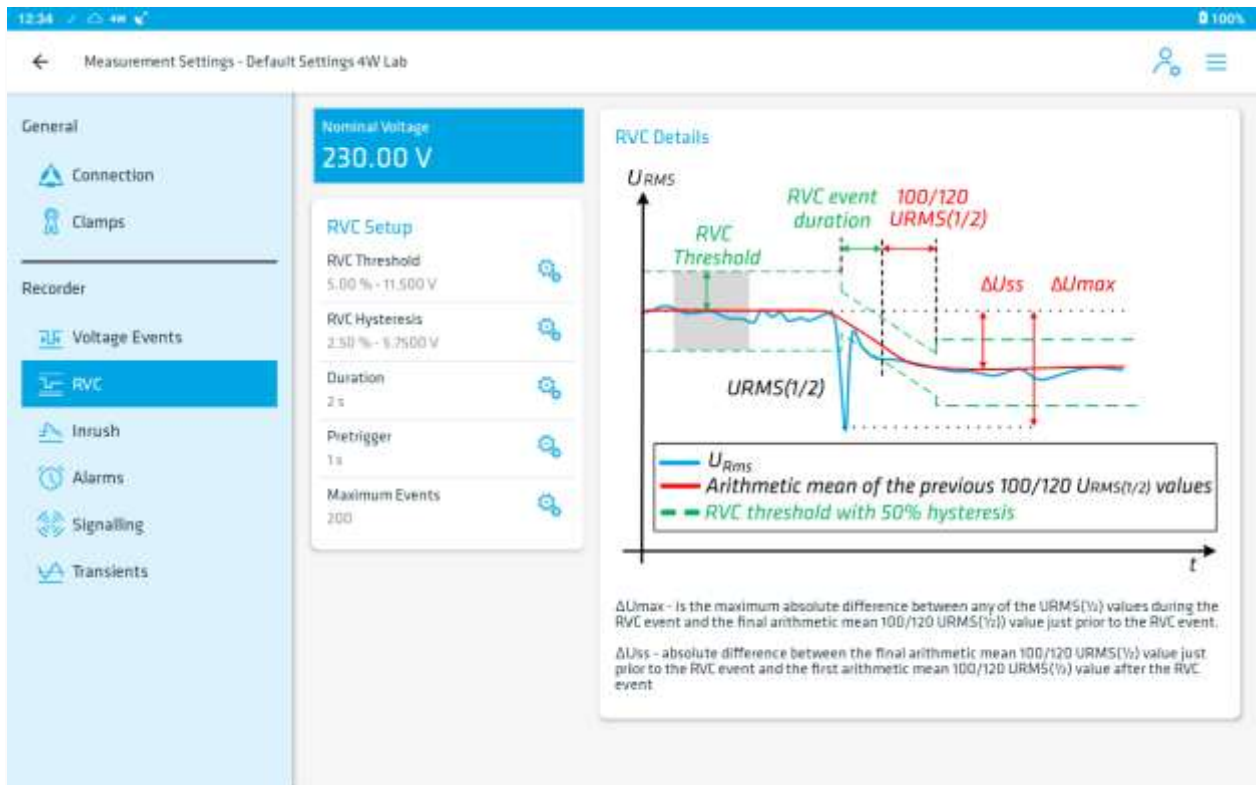


Abbildung 98: RVC-Einrichtungsbildschirm

Tabelle 23: Beschreibung des RVC-Setups

Nennspannung	Anzeige der Nennspannung.
RVC-Schwellenwert	RVC-Schwellenwert für die stationäre Spannungserkennung, ausgedrückt in % der Nennspannung oder Absolutwert.
RVC-Hysterese	RVC-Hysteresewert, ausgedrückt in % der Nennspannung, oder absoluter Wert.
Dauer	Gesamtlänge des Datensatzes.
Pretrigger	Aufgezeichnetes Intervall vor dem Auslösen.
Maximale Anzahl an Ereignissen	Maximale Anzahl der aufgezeichneten Ereignisse (200 – 1500).

9.3.3 Einrichtung des Einschaltstroms

Die Aufzeichnung des Einschaltstroms ist ein leistungsstarkes Werkzeug zur Fehlerbehebung und Erfassung von Strom- / Spannungseinbrüchen. Der Wellenformrekorder speichert eine definierte Anzahl von Spannungs- und Stromperioden bei einem Triggerereignis.

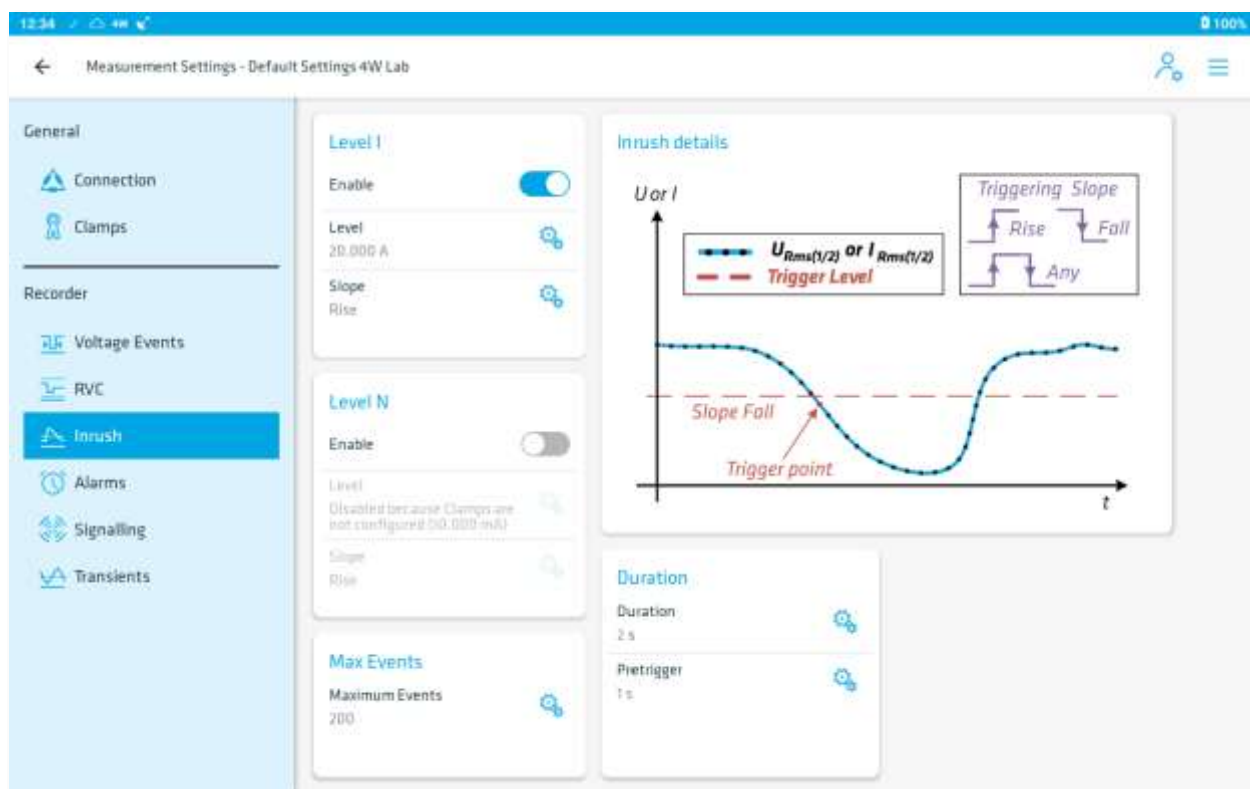


Abbildung 99: Bildschirm zur Einrichtung des Einschaltstroms

Tabelle 24: Beschreibung der Einrichtung des Einschaltstroms

Ebene I und N	Aktivieren oder Deaktivieren.
Ebene	Einschaltsschwellenwert ausgedrückt in A, der die Aufzeichnung auslöst.
Anstieg	Anstieg – die Auslösung würde nur dann erfolgen, wenn der Strom über eine bestimmte Ebene ansteigt Sturz – die Auslösung würde nur dann erfolgen, wenn der Strom unter eine bestimmte Ebene fällt Jede – Auslösung würde auftreten, wenn der Strom über oder unter eine bestimmte Ebene steigt oder fällt
Dauer	Gesamtlänge des Datensatzes.
Pretrigger	Aufgezeichnetes Intervall vor dem Auslösen.
Maximale Anzahl an Ereignissen	Maximale Anzahl der aufgezeichneten Ereignisse (200 – 1500).



Verwenden Sie für die Einschaltstromerkennung die gleiche Art von Stromzangen an Phasenstromkanälen.

9.3.4 Alarmbestätigung

Es können bis zu 10 verschiedene Alarme definiert werden, basierend auf einer beliebigen Messgröße, die mit dem Gerät gemessen wird. Siehe Abschnitt 13.1.14 für weitere Details zu den Messverfahren. Erfasste Ereignisse können über die Bildschirme ALARME-TABELLEN beobachtet werden, siehe und 13.1.14 für mehr Einzelheiten.

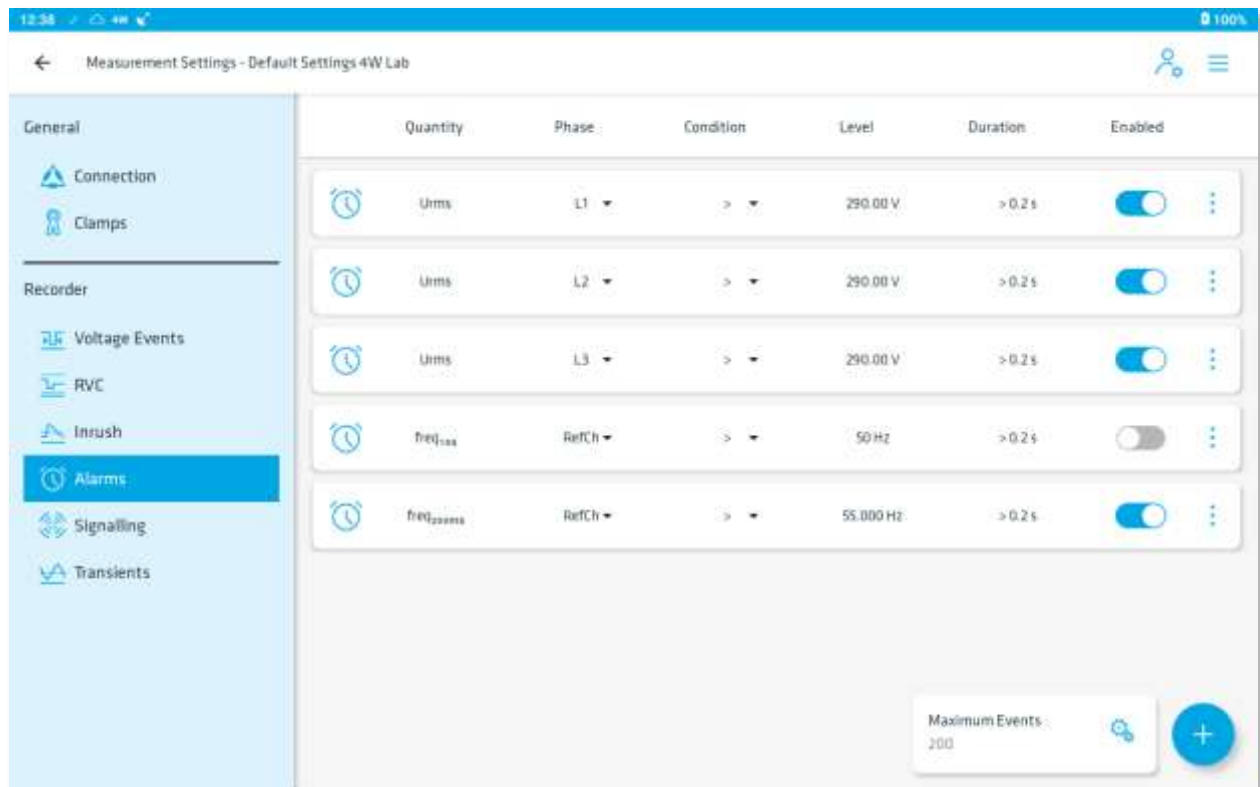


Abbildung 100: Bildschirm Einrichtung der Alarme



Messung zur Alarmtabelle hinzufügen.



Alarm auswählen

Tabelle 25: Beschreibung der Einrichtung des Alarms

Stellen Sie den Alarm aus der Messgruppe ein und messen Sie dann selbst.

Menge



Phasen für die Alarmerfassung auswählen

Phase

- L1 – Alarme an Phase L₁;
- L2 – Alarme an Phase L₂;
- L3 – Alarme an Phase L₃;
- LN – Alarme an Phase N;
- L12 – Alarme auf Linie L₁₂;
- L23 – Alarme auf Linie L₂₃;

	• L31 – Alarm auf Linie L₃₁; • INV – Alarm auf N-Leitung; (nur für INV-1W- oder INV-3W-Verbindung)
Bedingung	Auslösemethode auswählen: < Auslösung, wenn die gemessene Menge niedriger als der Schwellenwert ist (ABFALL); > Auslösung, wenn die gemessene Menge höher als der Schwellenwert ist (ANSTIEG);
Ebene	Schwellenwert.
Dauer	Minimale Alarmdauer. Löst nur aus, wenn der Schwellenwert für einen definierten Zeitraum überschritten wird.
Aktiviert	Aktivieren oder Deaktivieren des individuellen Alarms.
Maximale Anzahl an Ereignissen	Maximale Anzahl der aufgezeichneten Ereignisse (200 – 1500).

9.3.5 Signalisierungs-Einrichtung

Die Netzsignalisierungsspannung, die in bestimmten Anwendungen als "Rundsteuerungssignal" bezeichnet wird, ist ein Burst von Signalen, die häufig mit einer nicht harmonischen Frequenz angewendet werden und die Industrierausrüstung, Umsatzzähler und andere Geräte fernsteuern.

Es können zwei verschiedene Signalisierungsfrequenzen bestimmt werden. Signale können als Quelle für den benutzerdefinierten Alarm verwendet werden und können auch in die Aufzeichnung einbezogen werden.

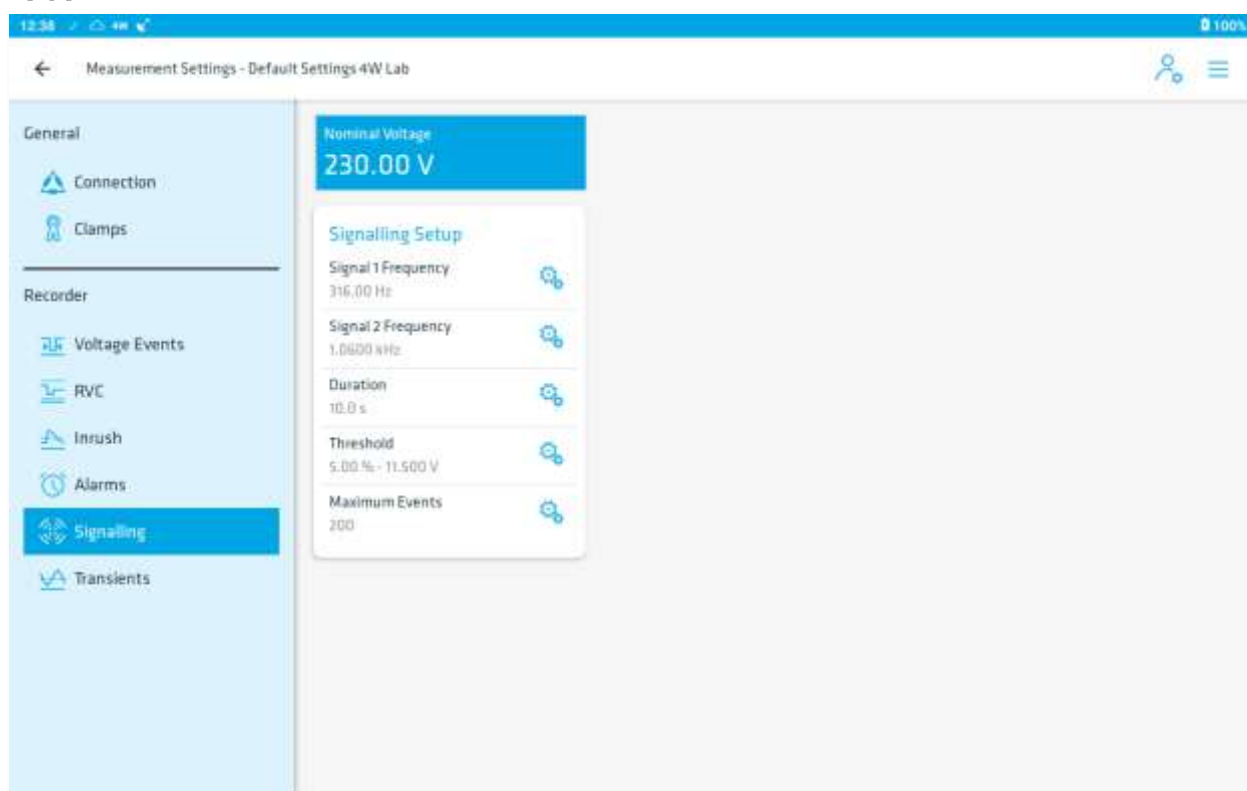


Abbildung 101: Bildschirm Signalisierungs-Einrichtung

Tabelle 26: Beschreibung der Signalisierungs-Einrichtung

Nennspannung	Anzeige der Nennspannung.
---------------------	---------------------------

Signal 1 Frequenz	¹ beobachtete Signalfrequenz.
Signal 2 Frequenz	² beobachtete Signalfrequenz.
Dauer	Dauer des RMS-Datensatzes, der nach Erreichen des Schwellenwerts erfasst wird.
Schwellenwert	Schwellenwert, der die Aufzeichnung des Signalisierungsereignisses auslöst, ausgedrückt in % der Nennspannung oder dem Absolutwert.
Maximale Anzahl an Ereignissen	Maximale Anzahl der aufgezeichneten Ereignisse (200 – 1500).

9.3.6 Einrichtung der Transienten

In diesem Menü konnten Parameter für den Transiententrigger eingestellt werden. Es können zwei verschiedene Arten von Auslösern definiert werden: Hüllkurve oder Ebene.

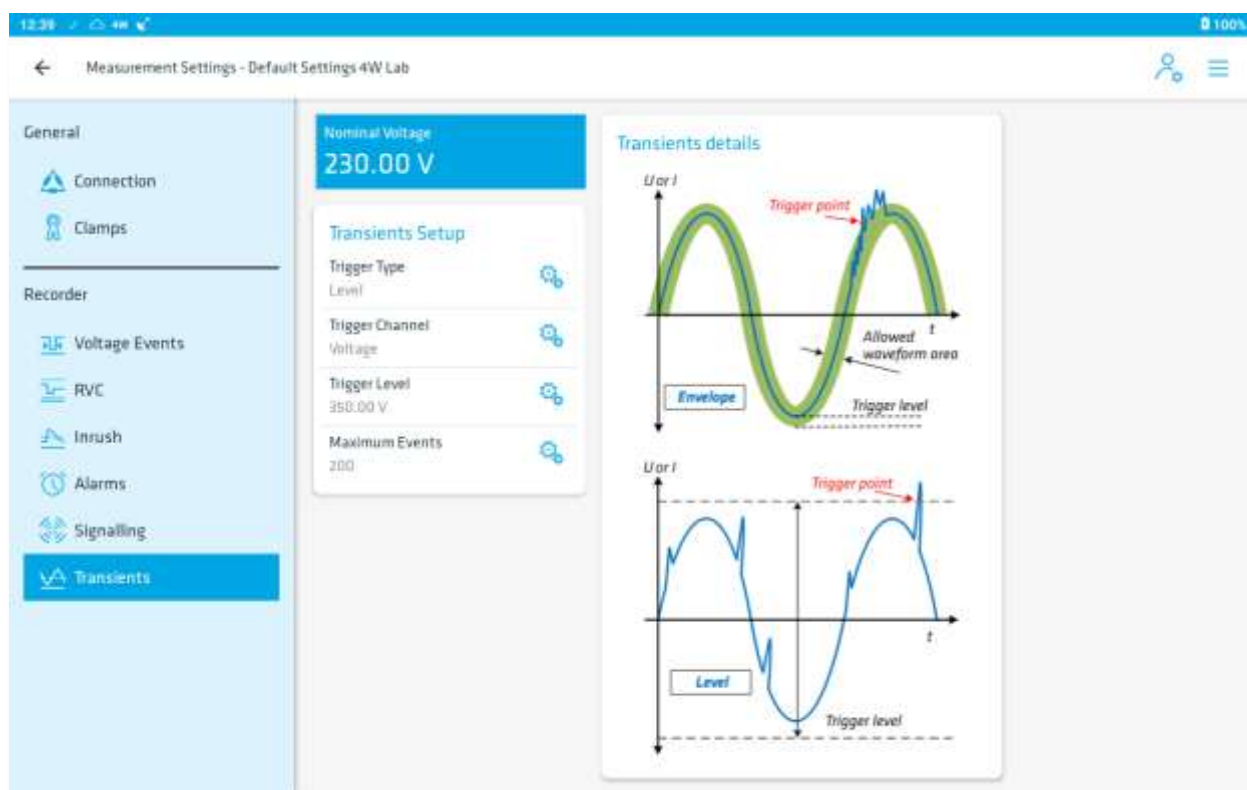


Abbildung 102: Bildschirm Transienten-Einrichtung

Tabelle 27: Beschreibung der Transienten-Einrichtung

Nennspannung	Anzeige der Nennspannung.
Auslösertyp	Hüllkurve: Der Auslösewert basiert auf der Hüllkurve innerhalb der erwarteten Spannung/des erwarteten Stroms. Als Referenz wird die Spannungs-/Stromwellenform aus dem vorherigen Zyklus genommen. Wenn sich die aktuelle Probe nicht innerhalb der Hüllkurve befindet, erfolgt eine Auslösung. Siehe Kapitel 13.1.18 für Details. Ebene: Der Trigger tritt auf, wenn eine Probe innerhalb des Zeitraums größer als die definierte absolute Triggerebene ist. Die Ebene wird als absoluter erwarteter Überwachungswert definiert. Siehe Kapitel 13.1.18 für Details.

Auslösekanal	Spannung Strom
Auslöseebene	Schwellenwert.
Maximale Anzahl an Ereignissen	Maximale Anzahl der aufgezeichneten Ereignisse (200 – 1500).

Transiente ist ein Begriff für **kurze, stark gedämpfte** momentane Spannungs- oder Stromstörungen. Das Messprinzip ist wie eine Wellenformaufzeichnung, jedoch mit einer höheren Abtastrate. Im Gegensatz zur Wellenformaufzeichnung, bei der die Aufzeichnung auf der Grundlage von RMS-Werten ausgelöst wird, basiert die Auslösung im Transientenrekorder auf Abtastwerten.

Tabelle 28: Transienten am Niederspannungsnetz

Anstiegszeit	Ursache
>100 µs	Betrieb von strombegrenzenden Sicherungen (Amplitude bis zu 1 kV – 2 kV)
	Aktivierung von Kondensatorbänken für Leistungsfaktorkorrekturen (Amplitude bis zum 2- bis 3-fachen der nominalen Spitzenspannung)
	Übertragung von schaltenden Transienten-Überspannungen von MV zu LV über MV/LV-Transformatoren durch elektromagnetische Kopplung (Amplitude bis zu 1 kV)
1 µs zu 100 µs	Direkter Blitzschlag auf die LV-Leitungen (Amplitude bis zu 20 kV)
	Induktionskopplung eines Blitzeinschlags in der Nähe einer L-Leitung (Amplitude bis 6 kV, hohe Energiepegel)
	Widerstandskopplung im Zusammenhang mit Blitzströmen, die in den gemeinsamen Erdungspfad des Netzwerks fließen (Amplitude bis zu 10 kV)
	Übertragung von Transienten von MV nach LV durch kapazitive Wandlerkopplung (Amplitude bis zu 6 kV)
	Betrieb von Sicherungen (Amplitude bis zu 2 kV, niedriger Energiegehalt im Allgemeinen)
>1 µs	Lokale Lastschaltungen mit kleinen induktiven Strömen und kurzer Verdrahtung (Amplitude bis zu 2 kV)
	Schnelle Transienten durch Einschalten von LV durch Luftspaltschalter



Um Spannungsschwankungen an der 3W- und Open Delta-Verbindung zu erkennen, sollte die GND-Klemme entsprechend der vorgeschlagenen Verbindung angeschlossen werden.



Transientenmessungen (Hochfrequenzereignisse) an der Sekundärseite von Transformatoren (Strom- und Spannungstransientenmessungen) können aufgrund des engen Frequenzgangs von Transformatoren unterdrückt und/oder verzerrt werden. Der gleiche Effekt könnte auch bei der Messung von Transienten mit den Flexstromzangen vorhanden sein.



Für ordnungsgemäße Stromtransientenmessungen ist es obligatorisch, einen festen Strombereich zu verwenden.



Allgemeine Informationen über die Aufzeichnung bestimmter Ereignisse, die während der Rekordersitzung enthalten sind:

1. Das Flag „Spannungseignis“ wird immer berechnet, auch wenn es nicht unter „Was aufzeichnen“ ausgewählt ist – die Ereignisse oder Wellenformen selbst werden jedoch nicht aufgezeichnet.
2. Spannungseignisse, RVC und Signalisierung (Ereignisse, die durch den Standard definiert sind) werden, wenn sie unter „Was aufzeichnen“ ausgewählt sind, in der Tabelle aufgezeichnet, auch wenn die maximale Anzahl überschritten wird – aber die Wellenformen werden nicht mehr gespeichert.
3. Transienten, Alarme und Einschaltströme werden, wenn sie unter "Was aufzeichnen" ausgewählt sind, nicht mehr vollständig aufgezeichnet, sobald die maximale Anzahl überschritten wird – weder in der Tabelle noch als Wellenformen.

10 Geräteeinstellungen

Über das Menü Geräteeinstellungen können die Kommunikationsparameter, die Echtzeituhr, die Sprache und die Kanaleinstellungen überprüft, konfiguriert und gespeichert werden.

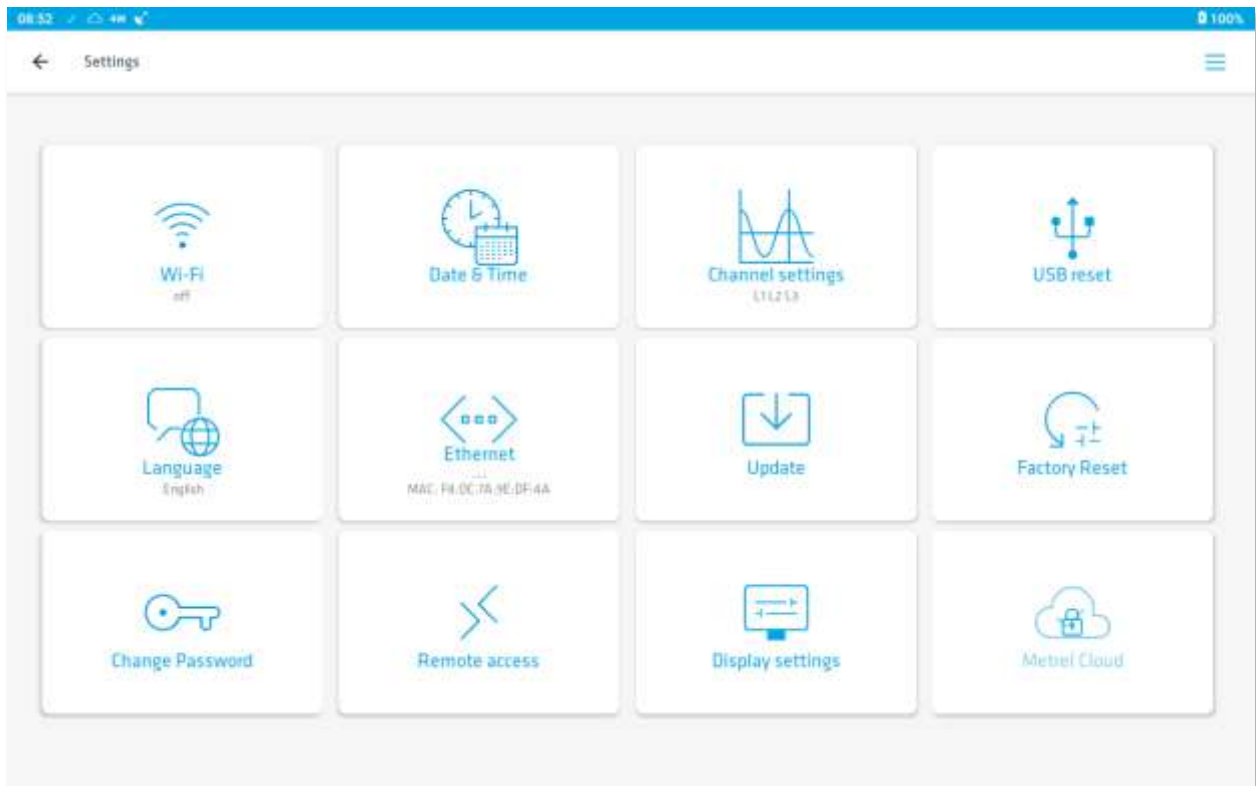


Abbildung 103: Untermenü Geräteeinstellungen

Tabelle 29: Beschreibung der Optionen für Geräteeinstellungen

WiFi	Einrichtung für die Wi-Fi-Schnittstelle.
Datum / Zeit	Einstellen von Datum, Zeit, Zeitzone und NTP-Synchronisation.
Kanaleinstellungen	Wählen Sie Kanalbenennung und Kanalfarben.
USB-Reset	Zurücksetzen der USB-Schnittstelle
Sprache	Sprache auswählen.
Ethernet	Einrichtung für die Ethernet-Schnittstelle.
Aktualisierung	Das Menü der Gerätesoftware wird aktualisiert.
Zurücksetzen auf Werkseinstellungen	Zurücksetzen auf Werkseinstellungen
Passwort ändern	Passwortänderung zum Entsperren des Geräts
Fernzugriff	Fernzugriff auf MI 2992 über VNC-Anschluss.
Display-Einstellung	Einrichtung für automatische Hintergrundbeleuchtung, Dimmer-Timeout und Standardhelligkeit.
Metrel-Cloud	Die Verbindung mit der Metrel Cloud – noch nicht implementiert

10.1 Sprache

In diesem Menü können verschiedene Sprachen ausgewählt werden.



Abbildung 104: Spracheinstellungsbildschirm

10.2 Datum / Zeit

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

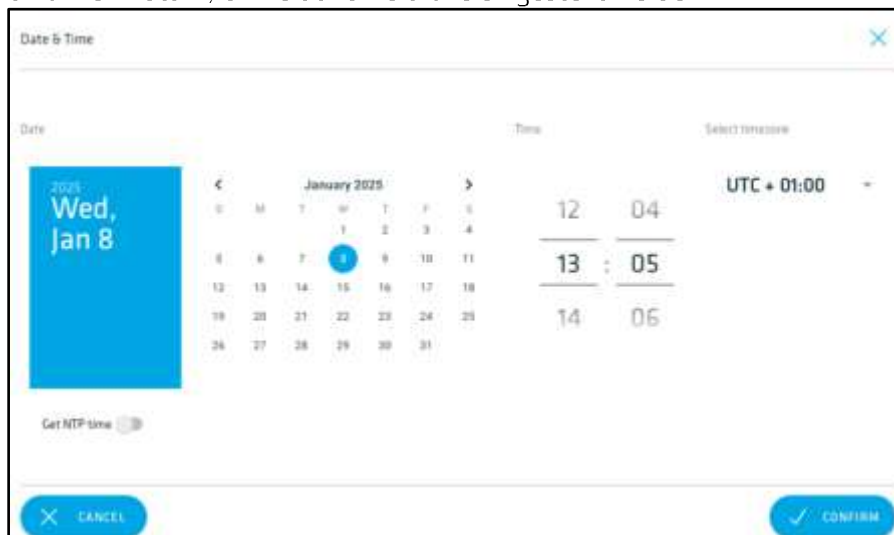


Abbildung 105: Einstellen des Datums-/Zeitbildschirms

Tabelle 30: Beschreibung der Einstellung des Datums-/Zeitbildschirms

Uhrquelle	Uhrquelle anzeigen: RTC – interne Echtzeituhr; NTP – externes Netzwerkzeitprotokoll; GPS – externer GPS-Empfänger.
Zeitzone	Wählt die Zeitzone aus.
Aktuelle Uhrzeit und aktuelles Datum	Aktuelles Datum und Uhrzeit anzeigen/bearbeiten (nur gültig, wenn RTC als Zeitquelle verwendet wird)



Die GPS-Uhrquelle wird automatisch eingestellt, wenn GPS aktiviert und erkannt ist.



Der Power Analyser kann seine Systemuhr mit der koordinierten Weltzeit (UTC-Zeit) synchronisieren, die von einem extern angeschlossenen GPS-Modul bereitgestellt wird. In diesem Fall kann nur die Zeitzone (in 15-Minuten-Intervallen) eingestellt werden. Um diese Funktionalität zu nutzen, siehe Abschnitt 12.2.2.



Das Netzwerkzeitprotokoll (Network Time Protocol - NTP) wird verwendet, um die Uhr über das Internet (Ethernet) zu synchronisieren.

10.3 Zurücksetzen auf Werkseinstellungen

Die Werkseinstellung setzt die System- und Messeinstellungen zurück.



Abbildung 106: Bildschirm zum Zurücksetzen auf Werkseinstellungen mit Popup-Informationen

10.4 Fernzugriff

Ermöglichen Sie den Fernzugriff auf den MI 2992 Power Analyser über eine VNC-Verbindung. Der VNC-Viewer (<https://www.realvnc.com>) wird für lokale Computer und mobile Geräte verwendet, von denen Sie steuern möchten. Ein Gerät mit installierter VNC Viewer-Software kann auf einen Computer an einem anderen Ort zugreifen und die Kontrolle darüber übernehmen.

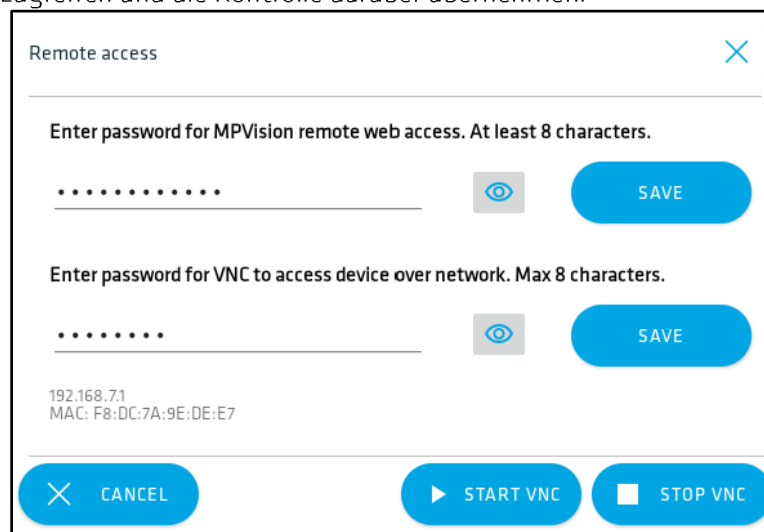


Abbildung 107: Bildschirm Einrichtung des Fernzugriffs

Tabelle 31: Beschreibung des Bildschirms zur Einrichtung des Fernzugriffs

NVC starten	Aktivieren des VNC-Zugangs
VNC stoppen	Deaktivieren des VNC-Zugangs
Passwort für VNC	Geben Sie das Passwort ein, um über das Netzwerk auf das Gerät zuzugreifen
Passwort für MPVision	Geben Sie das Passwort ein, um mit MPVision aus der Ferne auf das Gerät zuzugreifen



RealVNC Connect verwendet Port 5900 TCP/UDP, daher müssen Sie diesen Port für den RealVNC-Server und/oder für den ausgehenden RealVNC-Viewer zulassen. Für den Fernzugriff mit MPVision verwenden Sie Port 5004.

10.5 WLAN-Kommunikation

In diesem Menü kann der Benutzer die WLAN-Kommunikation auswählen oder bearbeiten.

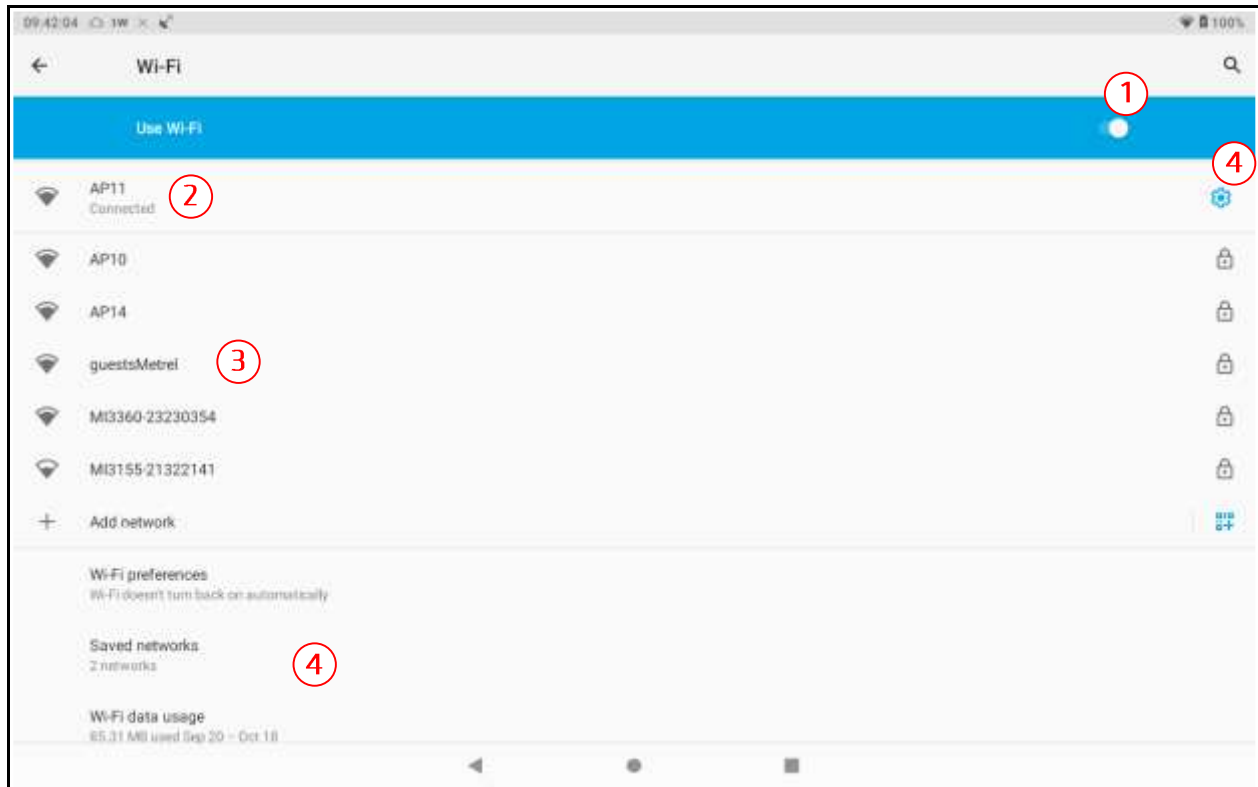


Abbildung 108: Bildschirm WLAN-Einrichtung

Die Beschreibung des Bildschirms zur Einrichtung des WLANs finden Sie in der folgenden Tabelle:

1	Ein/Aus – WLAN-Schnittstelle aktivieren oder deaktivieren
2	Verbunden – derzeit verbundenes WLAN-Netzwerk
3	Liste – aller verfügbaren WLAN-Netzwerke in der Umgebung
4	Zusätzliche Informationen oder Einstellungen des WLANs



Für weitere Informationen zur Konfiguration, zum Herunterladen von Daten, zum Anzeigen von Echtzeitmessdaten auf MPVision und zum Herstellen einer Remote-Geräteverbindung mit MPVision über Internet- und USB-Kommunikationsschnittstellen wenden Sie sich an Metrel.

10.6 Ethernet-Kommunikation

In diesem Menü kann der Benutzer die Ethernet-Kommunikation bearbeiten. Das Gerät ist über ein lokales Netzwerk (Ethernet-LAN) mit dem Internet verbunden. IP-Adresse, Netzmaske, primäres DNS, sekundäres DNS und Gateway werden automatisch (DHCP aktiviert) oder manuell (statische IP) definiert.

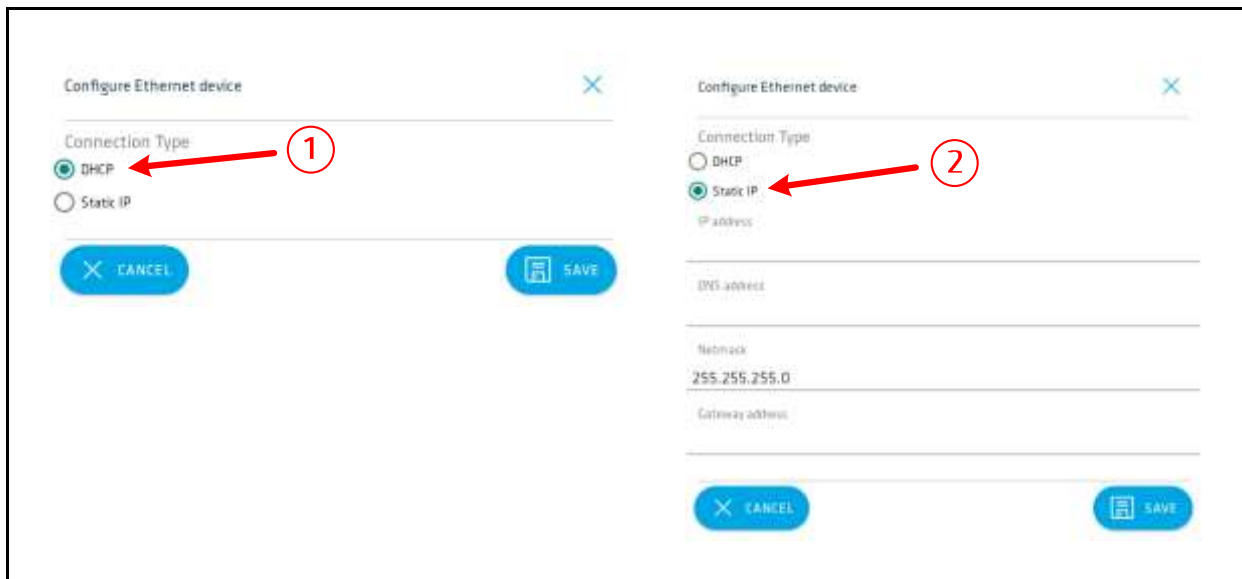


Abbildung 109: Bildschirm für die Ethernet-Einrichtung

Der Bildschirm für die Ethernet-Einstellungen wird in den folgenden Optionen angezeigt:

- | | |
|----------|---|
| 1 | DHCP – Dynamisches Host-Konfigurationsprotokoll oder automatisch definiert. |
| 2 | Statische IP – Manuell definierte Einstellungen. |

10.7 Update

Der Power Analyser kann lokal aus einer Update-Datei (kopiert in den internen Speicher des Geräts) oder online über WLAN oder Ethernet aktualisiert werden. Der Aktualisierungsvorgang wird automatisch durchgeführt.

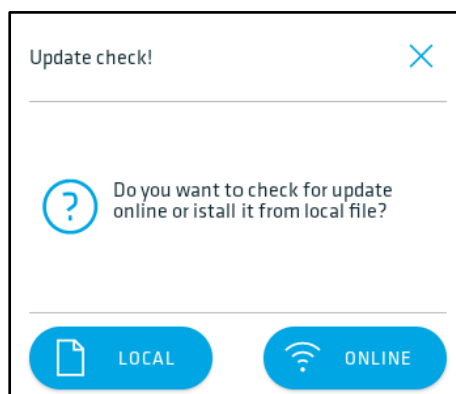


Abbildung 110: Optionsmenü Software-Update

10.7.1 Lokales Update

Die Aktualisierungsdatei muss zuerst auf das Gerät hochgeladen werden. Schließen Sie das Gerät am PC (USB) an. Und kopieren Sie die Aktualisierungsdatei in den internen gemeinsam genutzten Speicher des Geräts. Der Speicherort befindet sich im Download-Ordner.

Dieser PC\MI2992\Interner gemeinsam genutzter Speicher\Download



Abbildung 111: Lokales Update

Wählen Sie die Aktualisierungsdatei aus.



Der Aktualisierungsvorgang kann mehrere Sekunden dauern und die Anzeige kann flackern. Es gibt keinen Fortschrittsbalken und am Ende des Vorgangs wird die App zurückgesetzt.

10.7.2 Online-Update

Zuerst muss das Gerät an eine gültige Internetverbindung angeschlossen werden. Das Gerät sucht automatisch nach neuen Aktualisierungsdateien auf dem Server. Wenn die Aktualisierungsdatei verfügbar ist, wird sie zuerst heruntergeladen, gefolgt vom Aktualisierungsprozess.

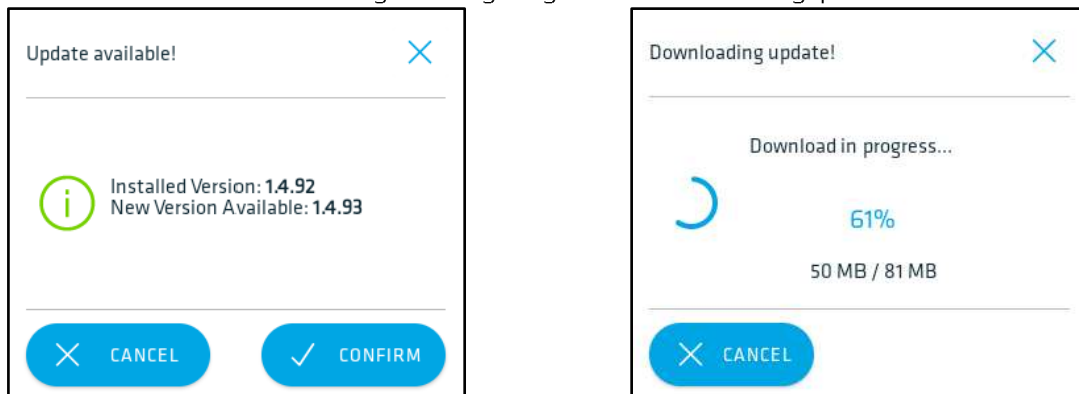


Abbildung 112: Online-Update-Datei verfügbar (links) und Update (Datei heruntergeladen) in Bearbeitung (rechts)

Die Beschreibung des Bildschirms Online-Update finden Sie in der folgenden Tabelle:

Bestätigen	Bestätigen Sie den Download der neuen Update-Datei und fahren Sie mit dem Update fort.
Abbrechen	Aktualisierung ignorieren. Vorgang abbrechen.



Der Aktualisierungsvorgang kann mehrere Sekunden dauern und die Anzeige kann flackern. Es gibt keinen Fortschrittsbalken und am Ende des Vorgangs wird die App zurückgesetzt.

10.8 Display-Einstellungen

In diesem Menü können Benutzer folgendes auswählen:

- Standardhelligkeit → 0 % ... 100 %,
- Hintergrundbeleuchtung automatisch → EIN/AUS,
- Zeitüberschreitung des Hintergrundbeleuchtungsdimmers → AUS - 1 min ... 120 min,
- Zeitüberschreitung Hintergrundbeleuchtung → AUS - 1 min ... 120 min.

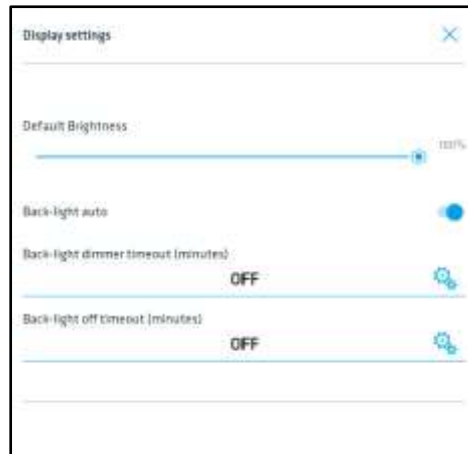


Abbildung 113: Optionsmenü Anzeigeeinstellungen

10.9 Kanaleinstellungen

Im Menü Kanaleinstellungen kann der Benutzer Folgendes ändern:

- Kanalbezeichnung,
- Farbdarstellung der Phasenspannungen/-ströme gemäß den Anforderungen des Kunden. Es gibt einige vordefinierte Farbschemata (EU, AU, etc.) und einen benutzerdefinierten Modus, in dem der Benutzer sein eigenes Farbmodell einrichten kann.



Abbildung 114: Kanalbezeichnung/ Farbdarstellung von Phasenspannungen/ -strömen

10.10 Passwort ändern

Im Menü Kennwort ändern kann der Benutzer das Kennwort zum Entsperren des Bildschirms ändern.

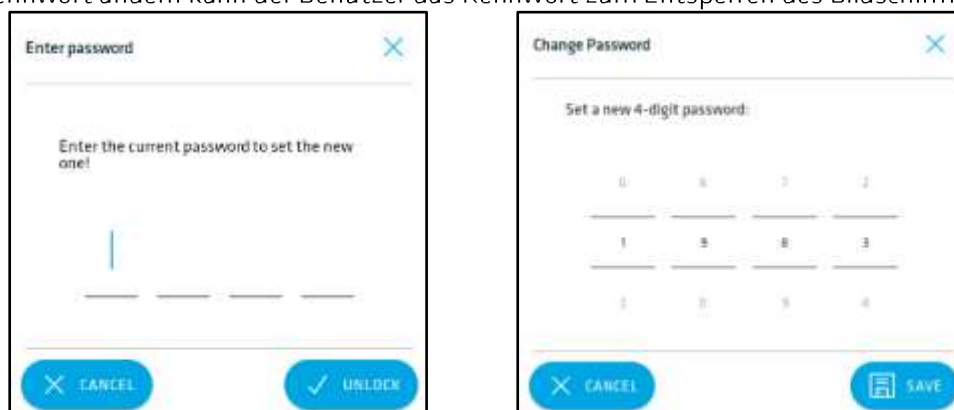


Abbildung 115: Menü Passwort ändern



Das Standardanfangspasswort (neues Gerät) lautet 0000.
Das Rettungspasswort lautet 7350.

11 Über

Über den Bildschirm Über können alle Daten zur Geräteherstellung angezeigt werden.

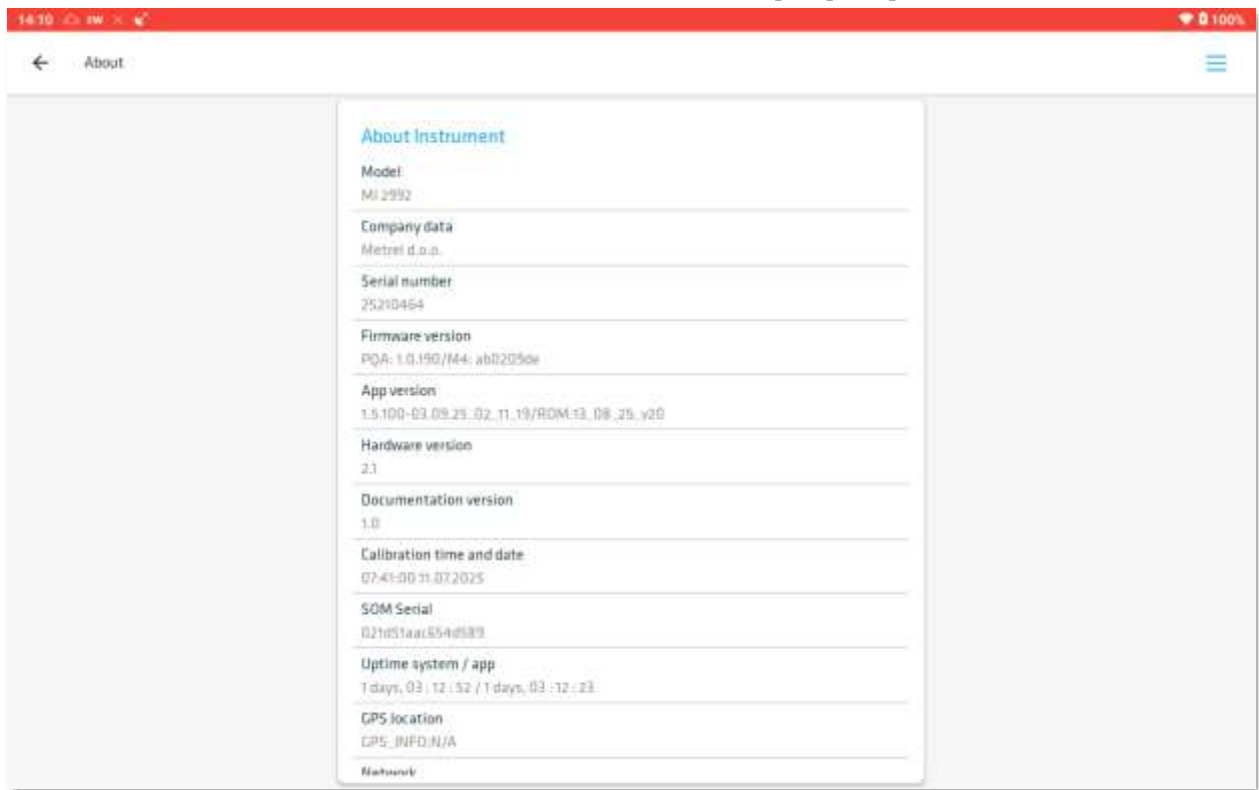


Abbildung 116: Fenster Über

Tabelle 32: Beschreibung der Felder im Fenster Über

Modell	Modellname des Geräts.
Firmendaten	Firmendaten des Geräts.
Seriennummer	Seriennummer des Geräts.
Firmware-Version	Aktuelle Firmware-Version auf dem Gerät installiert.
App-Version	Aktuelle Anwendungsversion auf dem Gerät installiert.
Hardwareversion	Die Hardware-Version des Geräts.
Dokumentationsversion	Die Dokumentationsversion des Geräts.
Kalibrierungszeitpunkt und -datum	Letztes Kalibrierungsdatum mit Uhrzeit.
SOM SERIE	Die interne Serie des eingebetteten Moduls.
Verfügbarkeitssystem/-App	Die Verfügbarkeit ist ein Maß für die Zuverlässigkeit eines Systems.
GPS-Ortung	Breiten- und Längengrad-GPS-Koordinaten (optionales Zubehör - A 1355).
Netzwerk	Netzwerkinformationen.

12 Aufzeichnungspraxis und Geräteanschluss

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

12.1 Messkampagne

Messungen der Stromqualität sind spezifische Arten von Messungen, die viele Tage dauern können und meist nur einmal *durchgeführt* werden. In der Regel wird die Aufzeichnungskampagne durchgeführt, um:

- Einige Punkte im Netzwerk statistisch zu analysieren.
- Störungen am Gerät oder an der Maschine zu beheben.

Es ist wichtig, die Messmittel richtig einzustellen, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten. Messungen mit falschen Einstellungen können zu falschen oder nutzlosen Messergebnissen führen. Daher sollten das Gerät und der Benutzer vor Beginn der Messung vollständig vorbereitet sein.

In diesem Abschnitt wird das empfohlene Rekorderverfahren gezeigt. Wir empfehlen, die Richtlinien strikt zu befolgen, um häufige Probleme und Messfehler zu vermeiden. Die folgende Abbildung fasst die empfohlene Messpraxis kurz zusammen. Jeder Schritt wird dann detailliert beschrieben.

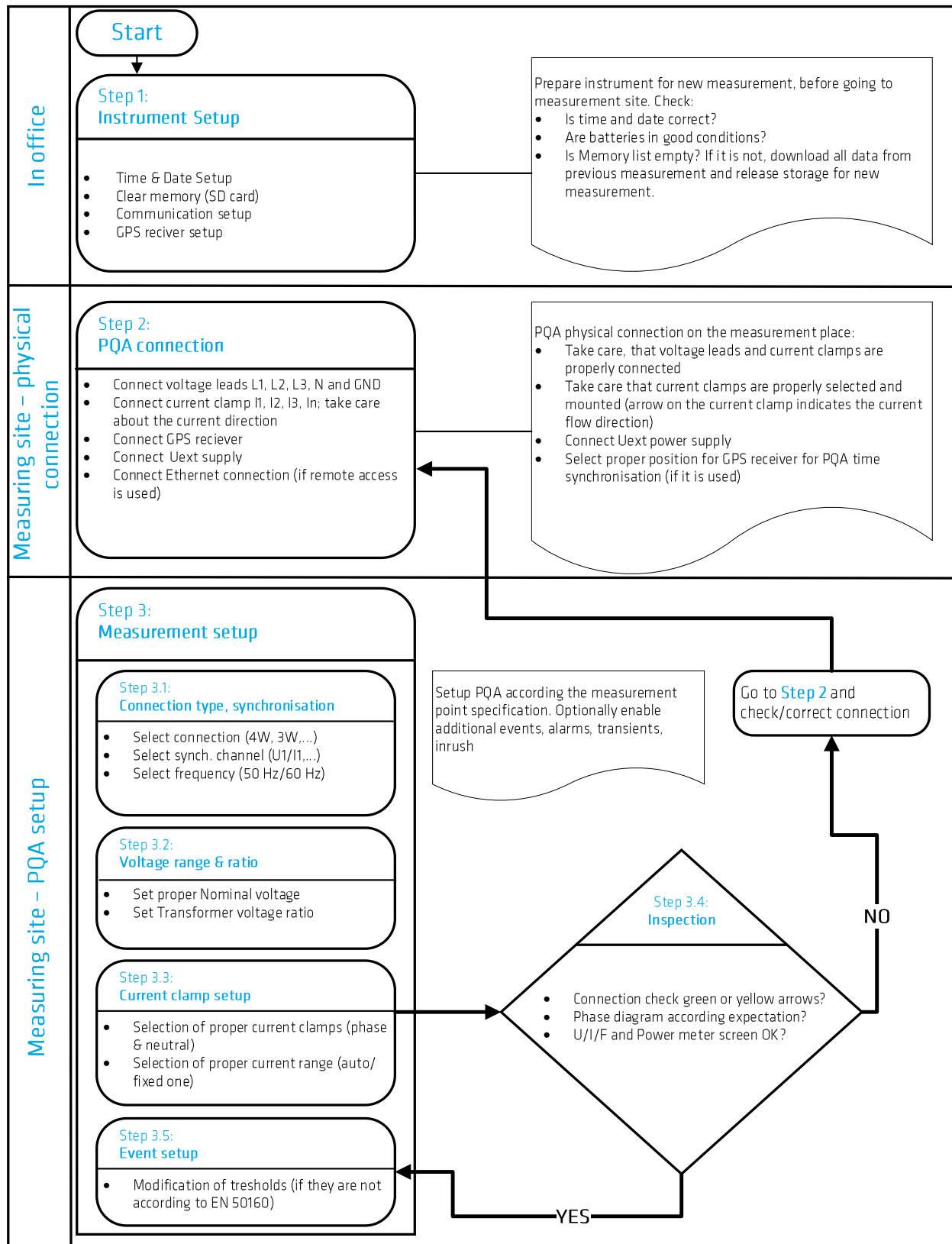


Die PC-Software MPVision kann folgendes korrigieren (nachdem die Messung durchgeführt wurde):

- falsche Echtzeit-Einstellungen,
- falsche Strom- und Spannungsskalierungsfaktoren,
- Spannungseinspeisung.



Ein falscher Geräteanschluss (durcheinandergebrachte Verkabelung, entgegengesetzte Klemmrichtung) kann danach nicht behoben werden.



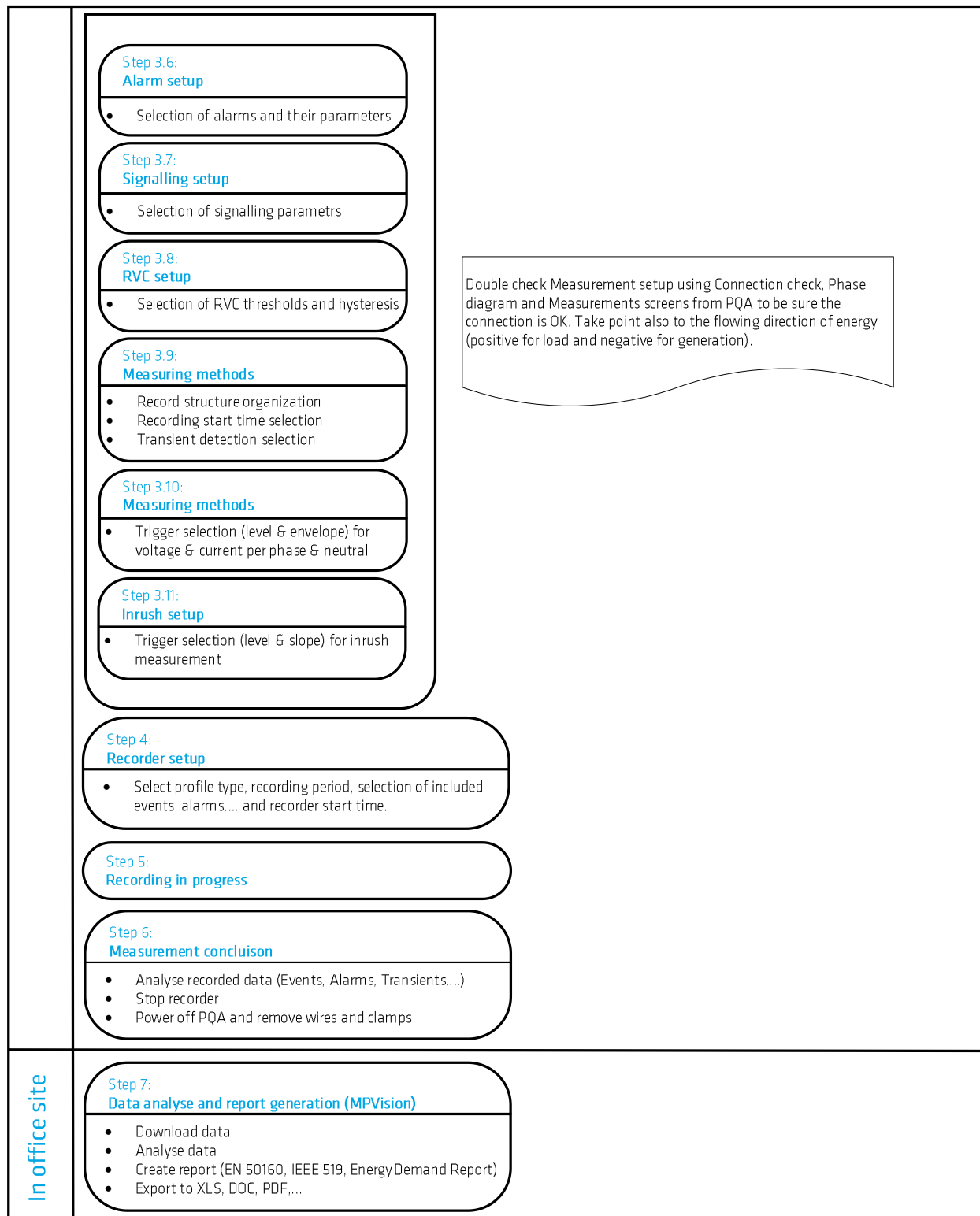


Abbildung 117: Empfohlene Messpraxis

Schritt 1: Einrichtung des Geräts

Messungen vor Ort können sehr stressig sein, daher empfiehlt es sich, Messgeräte in einem Büro vorzubereiten. Die Vorbereitung des Power Analysers umfasst folgende Schritte:

- Visuelle Prüfung des Geräts und des Zubehörs.

Warnung!

Verwenden Sie keine optisch beschädigten Geräte!

- Stellen Sie vor dem Gebrauch sicher, dass die Batterie des Instruments in gutem Zustand und vollständig aufgeladen ist.



In einer problematischen PQ-Umgebung, in der Einbrüche und Unterbrechungen häufig auftreten, hängt die Stromversorgung des Geräts vollständig von den Akkus ab! Halten Sie Ihre Akkus in gutem Zustand.

- Laden Sie alle vorherigen Datensätze vom Gerät herunter und löschen Sie den Speicher. (Siehe Abschnitt 7 für Anweisungen zur Speicherbereinigung).
- Stellen Sie die Gerätezeit und das Datum ein. (Siehe Abschnitt 10.2 für Anweisungen zur Einstellung von Uhrzeit und Datum).

Schritt 2: Anschluss des Power Analysers

Achten Sie auf den ordnungsgemäßen Anschluss von Spannungskabeln und Stromzangen (Stromrichtung). Spannungs- und Stromsequenz sollten korrekt sein, um die Anforderungen aus der Positivsequenz-, Last- oder Erzeugungsmessung der Stromqualitätsnorm zu erfüllen). Falls der GPS-Empfänger für eine genaue Zeitsynchronisation verwendet wird, schließen Sie ihn am richtigen Ort an, um einen guten Signalempfang zu ermöglichen.

Schritt 3: Messeinstellungen

Die Einstellung des Messaufbaus erfolgt vor Ort, nachdem wir Details zu Nennspannung, Strömen, Art der Verkabelung usw. erfahren haben.

Schritt 3,1: Verbindungsart, Synchronisation

- Schließen Sie Stromklemmen und Spannungsspitzen gemäß dem Abschnitt „Messgerät“ an (siehe Abschnitt 12.2 für Details).
- Wählen Sie im Menü "Verbindungsaufbau" den richtigen Verbindungstyp aus (siehe Abschnitt 9.2.1.1 für Details).
- Synchronisationskanal auswählen. Die Synchronisation auf die Spannung wird empfohlen, es sei denn, die Messung wird an stark verzerrten Lasten wie PWM-Laufwerken durchgeführt. In diesem Fall kann eine Stromsynchronisation geeigneter sein. (Siehe Abschnitt 9.2.1.1 für Details).
- Systemfrequenz auswählen. Die Systemfrequenz ist die Standardnetzfrequenz. Die Einstellung dieses Parameters wird empfohlen, wenn Sie Signalisierung oder Flimmern messen möchten.

Schritt 3,2: Nennspannung und -verhältnis

- Wählen Sie die Nennspannung des Geräts entsprechend der Nennspannung des Netzwerks.



Für die 4W- und 1W-Messung werden alle Spannungen als Phase-Neutraleiter angegeben (L-N). Für 3W-, INV-3W- und Open Delta-Messungen werden alle Spannungen als Phase-zu-Phase (L-L) angegeben.



Das Gerät gewährleistet eine ordnungsgemäße Messung von bis zu 150 % der gewählten Nennspannung.

- Im Fall einer indirekten Spannungsmessung, wählen Sie die entsprechenden Parameter "Spannungsverhältnis", je nach Transformatorverhältnis. (Siehe Abschnitt 9.2.2 für Details).

Schritt 3,3: Einrichtung des Stromzangenmodells

- Wählen Sie im Menü "Zangen" die richtigen Phasen- und Neutralleiterkanal-Stromzangen aus (siehe Abschnitte 9.2.1.1 für Details).
- Wählen Sie die richtigen Zangenparameter (Messbereich: automatisch oder fest) entsprechend dem Verbindungstyp (siehe Abschnitt 9.2.3.1 für Details).

Schritt 3,4: Inspektion

Nachdem das Einrichtungsinstrument und die Messung abgeschlossen sind, muss der Benutzer erneut überprüfen, ob alles angeschlossen und richtig konfiguriert ist. Folgende Schritte werden empfohlen:

- Überprüfen Sie mit dem Menü PHASENDIAGRAMM, ob die Spannung und die aktuelle Phasenfolge in Bezug auf das System korrekt sind. Prüfen Sie zusätzlich, ob der Strom die richtige Richtung hat.
- Überprüfen Sie mit dem Menü U, I, f, ob Spannung und Strom die richtigen Werte haben.
- Spannung und Strom-THD prüfen.



Zu viel THD kann darauf hinweisen, dass ein zu kleiner Bereich gewählt wurde! Dies ist eine Folge von AD-Wandler-Überspannung oder Überlastungsstrom.

- Überprüfen Sie mit dem Menü LEISTUNG die Zeichen und Indizes für aktiv, inaktiv, Scheinleistung und Leistungsfaktor.

Wenn einer dieser Schritte zu verdächtigen Messergebnissen führt, kehren Sie zu **Schritt 2** zurück und überprüfen Sie die Parameter der Messeinrichtung.

Schritt 3,5: Einrichten des Ereignisses

Wählen Sie Schwellenwerte für: Anschwellen, Abfallen und Unterbrechungen (siehe Abschnitt 9.3.1 *Einrichtung des Spannungseignisses* für Details).

Schritt 3,6: Alarmeinrichtung

Verwenden Sie diesen Schritt, wenn Sie nur überprüfen möchten, ob einige Mengen einige vordefinierte Grenzen überschreiten (siehe Abschnitt 9.3.4 *Alarmbestätigung* für Details).

Schritt 3,7: Signalisierungs-Einrichtung

Verwenden Sie diesen Schritt nur, wenn Sie an der Messung der Netzsignalisierungsspannung interessiert sind. Siehe Kapitel 9.3.5 *Signalisierungs-Einrichtung* für Details.

Schritt 3,8: Einrichtung des RVC

Verwenden Sie diesen Schritt, wenn Sie an der Erkennung von schnellen Spannungsänderungen (RVC) interessiert sind. Siehe Kapitel 9.3.2 *RVC-Einrichtung (Rapid Voltage Changes)* für Details.

Schritt 3,9: Messverfahren

Wählen Sie Parameter aus, die sich auf die Datenstrukturorganisation auf der SD-Karte, den Typ des Rekorders, die Startzeit und die Transientenauswahl beziehen. Siehe Kapitel 6 für Details.

Schritt 3,10: Einrichtung der Transienten

Wählen Sie Parameter für die Definition von Triggern für die Erfassung der Transienten, getrennt nach Spannung und Strömen. Siehe Kapitel 9.3.6 für Details.

Schritt 3,11: Einrichtung des Einschaltstroms

Wählen Sie Parameter für die Definition des Auslösers für die Erfassung des Einschaltstroms. Siehe Kapitel 9.3.3 für Details.

Schritt 4: Einrichtung und Aufzeichnung des Rekorders

Wählen Sie mit dem Menü ALLGEMEINER REKORDER die Art der Aufzeichnung und konfigurieren Sie Aufzeichnungsparameter wie z. B.:

- **Zeitintervall** zur Datenaggregation (Integrationszeitraum)
- Fügen Sie Ereignisse, Alarmer,... bei Bedarf eine Erfassung hinzu. Wellenformen werden automatisch für die ausgewählten Optionen erfasst.
- Startzeit der Aufzeichnung (optional)
- Nach dem Einstellen des Rekorders kann die Aufzeichnung gestartet werden. (siehe Abschnitt 6 für Rekorderdetails).



Der verfügbare Speicherstatus in den Rekordereinstellungen kann vor Beginn der Aufzeichnung gewählt werden. Die maximale Aufzeichnungsdauer wird automatisch anhand der Einstellung des Rekorders und der Speichergröße berechnet.

Die Aufzeichnung dauert in der Regel mehrere Tage. Stellen Sie sicher, dass das Gerät während der Aufzeichnungssitzung für Unbefugte nicht erreichbar ist. Verwenden Sie einen Passwortschutz.

Wenn während der Aufzeichnungssitzung die Geräteakkus leer sind, z. B. aufgrund einer langen Unterbrechung, wird das Gerät abgeschaltet. Nachdem die Stromversorgung wiederhergestellt ist, startet das Gerät automatisch eine neue Aufzeichnungssitzung.

Schritt 5: Aufzeichnung wird ausgeführt

Drücken Sie die RUN-Taste, um die Aufzeichnung mit allen gleichzeitigen Registrierungen der enthaltenen Netzwerkereignisse zu starten.

Schritt 6: Abschluss der Messungen

Bevor wir den Messort verlassen, müssen wir:

- Vorläufig die aufgezeichneten Daten über TREND-Bildschirme auswerten.
- Rekorder stoppen.
- Sicherstellen, dass wir alles aufzeichnen und messen, was wir brauchen.

Schritt 7: Datenanalyse und Berichterstellung (MPVision)

Laden Sie Datensätze mit der PC-Software MPVision herunter, um Analysen durchzuführen und Berichte zu erstellen.

12.2 Anschluss-Einrichtung

12.2.1 Anschluss des Temperaturfühlers

Die Temperaturmessung wird mithilfe eines intelligenten Temperaturfühlers durchgeführt, der an einen beliebigen Stromeingangskanal angeschlossen ist. Um die Temperaturfühlererkennung zu aktivieren, ist folgendes Verfahren zu befolgen:

1. Schalten Sie das Gerät ein
2. Schließen Sie den Temperaturfühler an die Stromeingangsklemme des Power Analysators an
3. Aufrufen: Messeinstellungen → Klemmen → Klemmen-Selektor
4. Auswählen: **[Intelligent auf dem gewünschten Kanal]**
5. Die Temperatursonde sollte nun automatisch vom Gerät erkannt werden

Das Gerät speichert die Einstellungen für das nächste Mal. Daher muss der Benutzer nur den Temperaturfühler an das Gerät anschließen.



Metrel empfiehlt, den neutralen Kanal für Temperaturmessungen zu verwenden.

12.2.2 GPS-ZeitAnschluss für Gerätesynchronisation

Der Power Analyser kann seine Systemuhr mit der koordinierten Weltzeit (UTC-Zeit) synchronisieren, die von einem extern angeschlossenen GPS-Modul bereitgestellt wird (optionales Zubehör - A 1355). Um diese Funktion nutzen zu können, sollte das GPS-Modul am Gerät angebracht werden. Sobald dies erledigt ist, versucht das GPS-Modul, eine Verbindung herzustellen und die Satellitenzeituhr abzurufen. Der Power Analyser unterscheidet zwei verschiedene Zustände in Bezug auf die Funktionalität des GPS-Moduls.

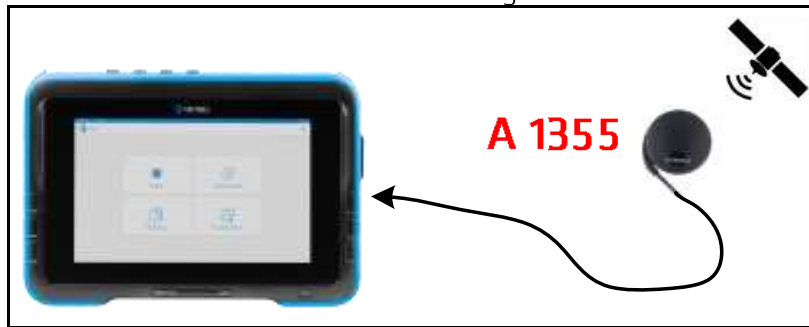


Abbildung 118: MI 2992 mit angeschlossenem GPS

Tabelle 33: GPS-Funktion

	GPS-Modul nicht angeschlossen (Verbindung mit dem A 1355 und dem PS2-Anschluss am Gerät prüfen).
	Suche nach Satelliten oder einem zu schwachen Satellitensignal.
	GPS-Zeit gültig – gültiges Satelliten-GPS-Zeitsignal.

Sobald eine anfängliche Positionsfixierung erhalten wurde, stellt das Instrument Uhrzeit und Datum auf GPS + Zeitzone ein - der Benutzer wird im Menü Datum/Uhrzeit einstellen ausgewählt (siehe Abbildung unten).



Abbildung 119: Bildschirm Zeitzone einstellen

Wenn die Zeitzone eingestellt ist, synchronisiert der Power Analyser seine Systemzeituhr und die interne RTC-Uhr mit der empfangenen UTC-Zeit. Das GPS-Modul versorgt das Instrument auch mit extrem genauen Synchronisationsimpulsen pro Sekunde (PPS – Pulse Per Second) für Synchronisationszwecke im Falle eines verlorenen Satellitenempfangs.



Die GPS-Synchronisation sollte vor Beginn der Aufzeichnungssitzung durchgeführt werden. Der GPS-Empfänger muss für eine bessere Satellitensignalqualität draußen platziert werden.

Für detaillierte Informationen, sehen Sie sich bitte das Benutzerhandbuch von A 1355 GPS Receive an.

13 Theorie und interne Funktionsweise

Dieser Abschnitt enthält die grundlegende Theorie der Messfunktionen und technische Informationen zum internen Betrieb des Power Analyser-Geräts, einschließlich Beschreibungen der Messmethoden und Protokollierungsprinzipien.

13.1 Messverfahren

13.1.1 Messaggregation über Zeitintervalle

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 4.4)

Das grundlegende Messzeitintervall für:

- Spannung
- Strom
- Leistung
- Harmonische
- Zwischenharmonische
- Signalisierung
- Unwucht

ist ein 10/12-Zyklus-Zeitintervall. Die 10/12-Zyklus-Messung wird bei jedem Intervalltick gemäß IEC 61000-4-30 Klasse A neu synchronisiert. Die Messmethoden basieren auf der digitalen Abtastung der Eingangssignale, synchronisiert auf die Grundfrequenz. Jeder Eingang (4 Spannungen und 4 Ströme) wird gleichzeitig abgetastet.

13.1.2 Spannungsmessung (Höhe der Versorgungsspannung)

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.2)

Alle Spannungsmessungen stellen Effektivwerte der Spannungsgröße über ein Zeitintervall von 10/12 Zyklen dar. Jedes Intervall ist zusammenhängend und überschneidet sich nicht mit benachbarten Intervallen.

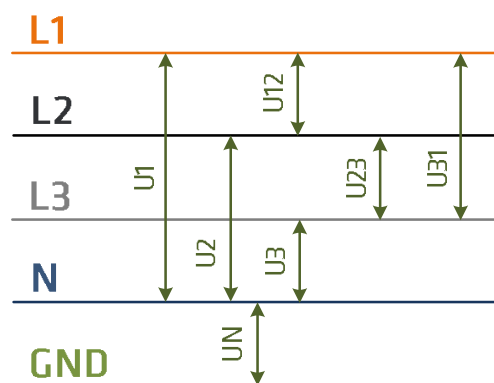


Abbildung 120: Phasen- und Phasen-zu-Phasen-Spannung (Netzspannung)

Die Spannungswerte werden anhand der folgenden Gleichung gemessen:

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

Phasenspannung:

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

Netzspannung:

$$CF_{Up} = \frac{U_{pPk}}{U_p} \quad (3)$$

Phasenspannungsscheitelfaktor:

$$CF_{Upk} = \frac{U_{pgPk}}{U_{pg}} \quad (4)$$

Netzspannungsscheitelfaktor: , S.: 12, 23, 31

Das Gerät hat intern 3 Spannungsmessbereiche, die automatisch in Bezug auf die Nennspannung ausgewählt werden.

13.1.3 Strommessung (Größe des Versorgungsstroms)

Standardkonformität: Klasse A (Abschnitt 5.13)

Alle aktuellen Messungen stellen Effektivwerte der Abtastwerte der aktuellen Größe über ein Zeitintervall von 10/12 Zyklen dar. Jedes 10/12-Zyklus-Intervall ist zusammenhängend und nicht überlappend. Die Stromwerte werden anhand der folgenden Gleichung gemessen:

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

Phasenstrom:

$$I_{p_{cr}} = \frac{I_{p_{max}}}{I_p} \quad (6)$$

Phasenstromscheitelfaktor:

, p: 1,2,3, N

Das Gerät hat intern zwei Strombereiche: 10 % und 100 % des Nennstroms des Wandlers. Darüber hinaus bieten intelligente Stromzangenmodelle nur wenige Messbereiche, eine automatische Zangenerkennung und eine automatische Bereichsauswahl.

13.1.4 Frequenzmessung

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.1)

Während der AUFZEICHNUNG mit Aggregationszeitintervall: Alle 10 s wird eine Frequenz von ≥ 10 s abgelesen. Die Grundfrequenzausgabe ist das Verhältnis der Anzahl der integralen Zyklen, die während des Zeittaktintervalls von 10 s gezählt werden, dividiert durch die kumulative Dauer der ganzzahligen Zyklen. Harmonische und Zwischenharmonische werden mit einem digitalen Filter gedämpft, um die Auswirkungen mehrerer Nulldurchgänge zu minimieren.

Die Messzeitintervalle überlappen sich nicht. Einzelne Zyklen, die die 10 s Zeituhr überlappen, werden verworfen. Jedes 10-Sekunden-Intervall beginnt mit einer absoluten 10-Sekunden-Zeituhr, wobei die Unsicherheit gemäß Abschnitt 14.2.18 angegeben ist.

Bei AUFZEICHNUNG mit Aggregationszeitintervall: <10 Sekunden und Online-Messungen, Frequenzmessung erfolgt ab 10/12 Zyklen Frequenz. Die Frequenz ist ein Verhältnis von 10/12 Zyklen, dividiert durch die Dauer der ganzzahligen Zyklen.

Die Frequenzmessung wird auf dem ausgewählten Synchronisationskanal im Menü Messungseinstellung durchgeführt.

13.1.5 Moderne Leistungsmessung

Standardkonformität: IEEE 1459-2010

Das Gerät entspricht vollständig der Leistungsmessung, die in der neuesten Norm IEEE 1459 festgelegt ist. Die alten Definitionen für Wirk-, Blind- und Scheinleistungen gelten, wenn die Strom- und Spannungsverläufe nahezu sinusförmig blieben. Dies ist heute nicht der Fall, da wir über verschiedene Leistungselektronikgeräte verfügen, wie z. B. Frequenzumrichter, gesteuerte Gleichrichter, Zyklokonverter und elektronisch vorgespannte Lampen. Diese stellen große nichtlineare und parametrische Lasten dar, die sich bei industriellen und gewerblichen Kunden vermehren. Die neue Leistungstheorie teilt die Leistung in fundamentale und nicht fundamentale Komponenten auf, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.

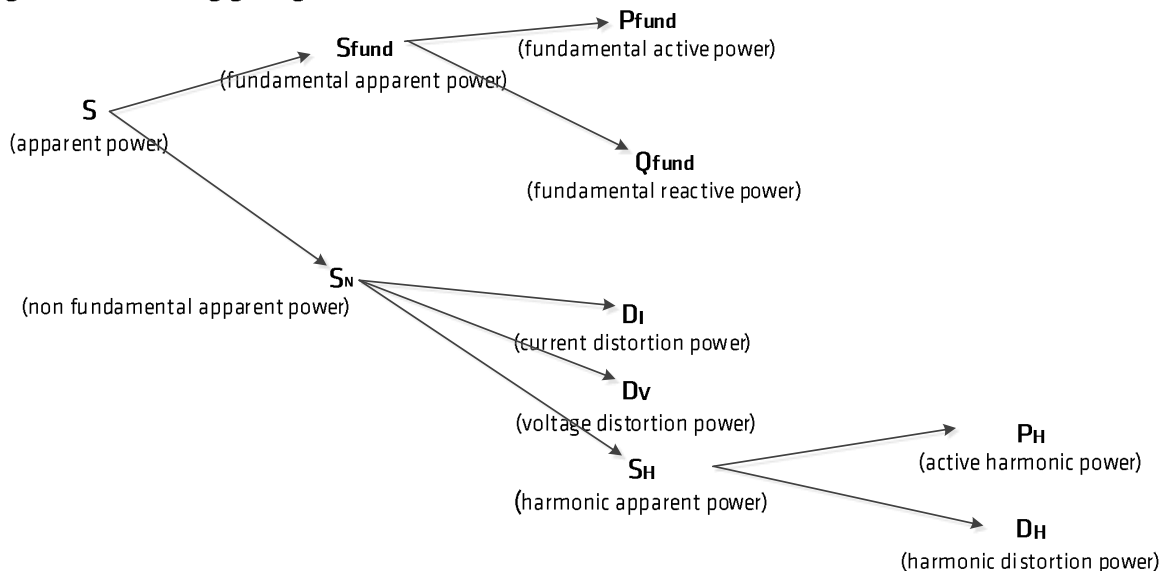


Abbildung 121: IEEE 1459 Phasenleistungsmessung Organisation (Phase)

In der untenstehenden Tabelle wird eine Zusammenfassung aller Leistungsmessungen angezeigt.

Tabelle 34: Zusammenfassung und Gruppierung der Phasenleistungsgrößen

Menge	Kombinierte Leistungen	Fundamentale Leistungen	Nicht fundamentale Leistungen
Scheinleistung (VA)	S	Sfund	SN, SH
Wirkleistung (W)	P	Pfund	PH
Inaktiv/reaktiv (var)	N	Qfund	DI, DV, DH
Leitungsauslastung	PF _{ind/Cap}	DPF _{ind/Cap}	-
Harmonische Verschmutzung (%)	-	-	SN/Sfund

Die Leistungsmessungen für Dreiphasensysteme unterscheiden sich geringfügig, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.

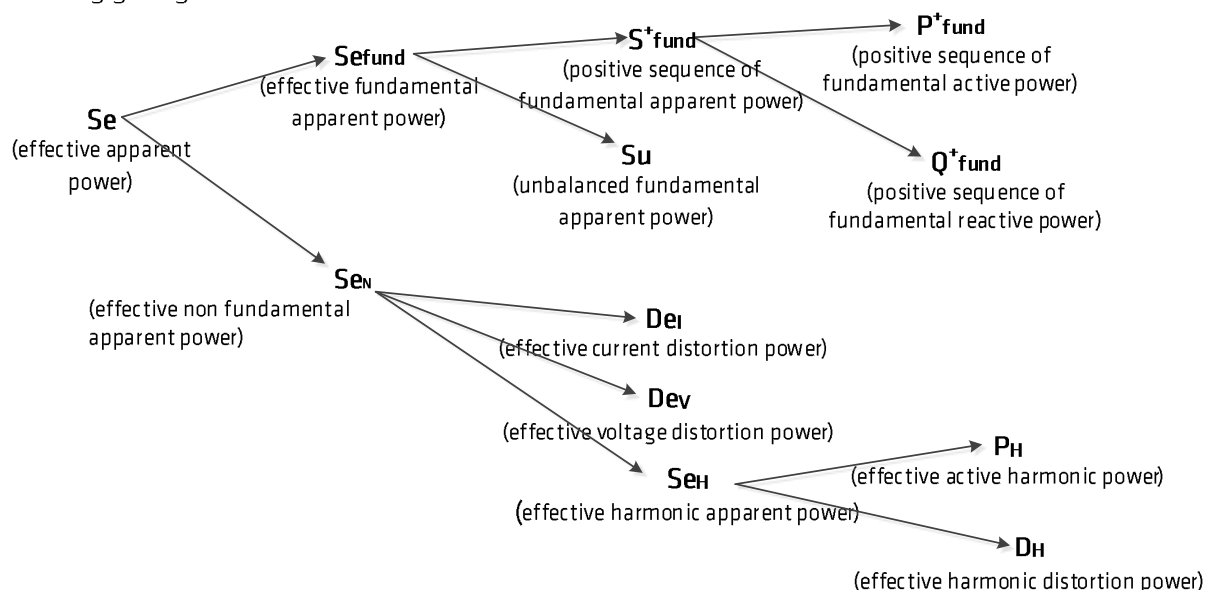


Abbildung 122: IEEE 1459 Phasenleistungmessungsorganisation (Gesamtsummen)

Tabelle 35: Leistungsübersicht und Gruppierung der Gesamtleistungsgrößen

Menge	Kombinierte Leistungen	Fundamentale Leistungen	Nicht fundamentale Leistungen
Scheinleistung (VA)	Se	Se _{fund} , S ⁺ , Su	Se _N , Se _H
Wirkleistung (W)	P	P ⁺ _{tot}	P _H
Inaktiv/reaktiv (var)	N	Q ⁺ _{tot}	De _I , De _V , De _H
Leitungsauslastung	PF _{ind/cap}	DPF ⁺ _{tot ind/cap}	-
Harmonische Verschmutzung (%)	-	-	Se _N /S _{fund}

13.1.5.1 Kombinierte Phasenleistungsmessungen

Standardkonformität: IEEE STD 1459-2010

Alle kombinierten (fundamentalen + nicht fundamentalen) Wirkleistungsmessungen stellen Effektivwerte der Abtastwerte der momentanen Leistung über ein 10/12-Zyklus-Zeitintervall dar. Jedes 10/12-Zyklus-Intervall ist zusammenhängend und nicht überlappend.

Kombinierte Phasenwirkleistung:

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

Die kombinierte Schein- und Wirkleistung sowie der Leistungsfaktor werden anhand der folgenden Gleichungen berechnet:

Kombinierte Phasenscheinleistung:

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

Kombinierte Phasenblindleistung:

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

$$PF_p = \frac{P_p}{S_p} \quad (10)$$

Phasenleistungsfaktor: $, p: 1,2,3$

13.1.5.2 Gesamte kombinierte Leistungsmessungen

Standardkonformität: IEEE STD 1459-2010

Die gesamte kombinierte (fundamentale + nicht fundamentale) Wirk-, Blind- und Scheinleistung sowie der Gesamtleistungsfaktor werden gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

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

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

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

Gesamtleistungsfaktor (effektiv):

$$PF_{e_{tot}} = \frac{P_{tot}}{S_{e_{tot}}} \quad (14)$$

In dieser Formel werden U_e und I_e für Dreiphasen-Vierdraht (4W) - und Dreiphasen-Dreidraht (3W) - Systeme unterschiedlich berechnet.

Effektivspannung U_e und Strom I_e in 4W-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 3W-Systemen:

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

13.1.5.3 Fundamentale Phasenleistungsmessungen

Standardkonformität: IEEE STD 1459-2010

Alle fundamentalen Leistungsmessungen werden aus Grundspannungen und Strömen berechnet, die aus der Harmonischen-Analyse gewonnen werden (siehe Abschnitt 13.1.8 für Details).

Fundamentale Phasenwirkleistung:

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

Die fundamentale Schein- und Blindleistung und der Leistungsfaktor werden anhand der folgenden Gleichungen berechnet:

Fundamentale Phasenscheinleistung:

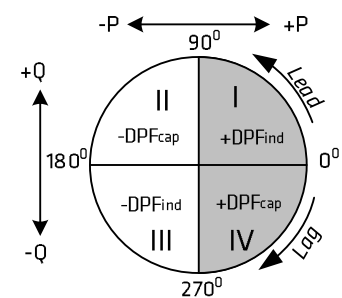
$$S_{fundP} = U_{fundP} \cdot I_{fundP} \quad [VA], p: 1,2,3 \quad (18)$$

Fundamentale Phasenblindleistung:

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

Phasenverschiebungs-Leistungsfaktor:

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



13.1.5.4 Positive Sequenz fundamentale (Gesamt-)Leistungsmessungen

Standardkonformität: IEEE STD 1459-2010

Gemäß IEEE STD 1459 werden die positiven Sequenzleistungen (P_+ , Q_+ , S_+) als sehr wichtige intrinsische Leistungsmessungen anerkannt. Sie werden anhand der folgenden Gleichung gemessen:

Wirkleistung in positiver Sequenz:

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

Blindleistung in positiver Sequenz:

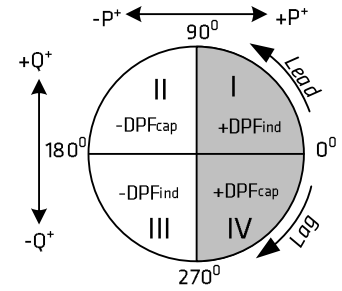
$$Q_{tot}^+ = 3 \cdot U^+ \cdot I^+ \sin \varphi^+ \text{ [var]}, \quad (22)$$

Scheinleistung in positiver Sequenz:

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

Leistungsfaktor in positiver Sequenz:

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



U^+ , U^- , U^0 und φ^+ ergeben sich aus der Unwuchtrechnung. Siehe Kapitel 13.1.11 für Details.

13.1.5.5 Nicht fundamentale Phasenleistungsmessungen

Standardkonformität: IEEE STD 1459-2010

Nicht fundamentale Leistungsmessungen werden nach folgenden Gleichungen gemessen:

Nicht fundamentale Phasenscheinleistung:

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

Phasenstromverzerrungsleistung

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

Phasenspannungsverzerrungsleistung:

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

Phasenharmonische Scheinleistung

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

Phasenwirksame harmonische Leistung:

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

Leistung der phasenharmonischen Verzerrung

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

13.1.5.6 Nicht fundamentale Leistungsmessungen insgesamt

Standardkonformität: IEEE STD 1459-2010

Die Gesamtgrößen der nicht fundamentalen Leistung werden gemäß den folgenden Gleichungen berechnet:

Gesamte nicht fundamentale effektive Scheinleistung:

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

Gesamte effektive Stromverzerrungsleistung:

(32)

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

wobei:

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

Gesamte effektive Spannungsverzerrungsleistung:

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

wobei:

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

Gesamte effektive Scheinleistung:

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

Gesamte effektive harmonische Leistung:

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

wobei:

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

Gesamte effektive Verzerrungsleistung

$$DeH = \sqrt{SeH^2 - PH^2} \text{ [var]} \quad (36)$$

Harmonische Verschmutzung (%)

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

wobei:

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

Lastunwucht

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

13.1.6 Klassische Vektor- und arithmetische Leistungsmessung

Standardkonformität: IEC 61557-12

Das Gerät entspricht vollständig der klassischen Vektor- und arithmetischen Leistungsmessung, die in der neuesten Norm IEC 61557-12 (Anhang A) und IEEE 1459 (Abschnitt 3.2.2.5 und 3.2.2.6) definiert ist. Es gibt eine große Anzahl von Messgeräten, die an verschiedenen Stellen im Netzwerk installiert sind, an denen diese Messalgorithmen für die Messung und Aufzeichnung verwendet werden. Um vergangene Messungen mit Strom zu vergleichen, verwenden Sie eine der klassischen Leistungsmessungen. Die Messungen für Wirk-, Blind- und Scheinleistungen haben physikalische Bedeutung, solange die Strom- und Spannungsverläufe nahezu sinusförmig blieben. In der folgenden Abbildung wird die grafische Interpretation der Vektor- und arithmetischen Leistungsmessungen angezeigt.

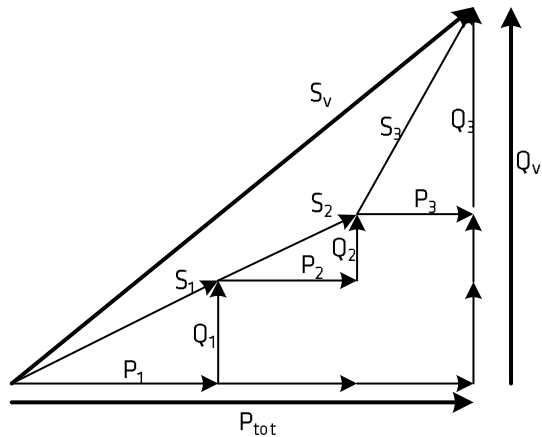


Abbildung 123: Vektordarstellung der Gesamtleistungsrechnung

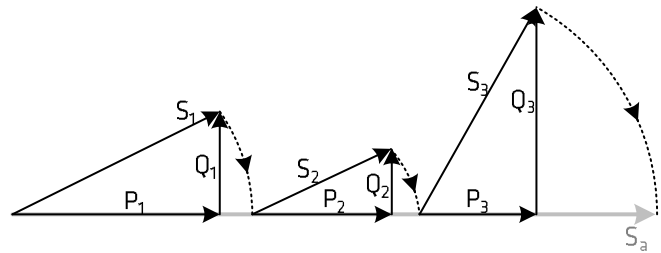


Abbildung 124: Arithmetische Darstellung der Gesamtleistungsrechnung

In der untenstehenden Tabelle wird eine Zusammenfassung aller Leistungsmessungen angezeigt.

Tabelle 36: Zusammenfassung und Gruppierung der Phasenleistungsgrößen

Menge	Kombinierte Leistungen	Fundamentale Leistungen
Scheinleistung (VA)	S	S _{fund}
Wirkleistung (W)	P	P _{fund}
Inaktiv/reaktiv (var)	N	Q _{fund}
Leitungsauslastung	PF _{ind/Cap}	DPF _{ind/Cap}

Tabelle 37: Leistungsübersicht und Gruppierung der Gesamtleistungsgrößen

Menge	Kombinierte Leistungen	Fundamentale Leistungen
Scheinleistung (VA)	S _v	S _{vfund}
Wirkleistung (W)	P	P _{tot}
Inaktiv/reaktiv (var)	N	Q _{tot}
Leitungsauslastung	PF _{vind/cap}	DPF _{v ind/Cap}

13.1.6.1 Kombinierte Phasenleistungsmessungen

Alle klassischen kombinierten Phasenleistungsmessungen sind identisch mit modernen kombinierten Phasenleistungsmessungen. Siehe Abschnitt 13.1.5 Kombinierte Phasenleistungsmessungen für Details.

13.1.6.2 Gesamte Vektor-kombinierte Leistungsmessungen

Standardkonformität: IEC 61557-12 Anhang A und IEEE STD 1459-2010 Abschnitt 3.2.2.6

Die kombinierte Gesamtvektorleistung (fundamental + nicht fundamental), die Wirk-, Blind- und Scheinleistung sowie der gesamte Leistungsfaktor werden gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

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

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

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

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

13.1.6.3 Gesamte arithmetische kombinierte Leistungsmessungen

Standardkonformität: IEC 61557-12 Anhang A und IEEE STD 1459-2010 Abschnitt 3.2.2.5

Die gesamte arithmetische kombinierte (fundamentale + nicht fundamentale) Wirk-, Blind- und Scheinleistung sowie der gesamte Leistungsfaktor werden gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

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

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

$$\text{Gesamtblindleistung (arithmetisch): } Na_{tot} = \sqrt{Sa_{tot}^2 - P_{tot}^2} \quad [\text{var}], \quad (45)$$

$$\text{Gesamtleistungsfaktor (arithmetisch): } PFa_{tot} = \frac{P_{tot}}{Sa_{tot}}. \quad (46)$$

13.1.6.4 Fundamentale Phasenleistungsmessungen

Standardkonformität: IEEE STD 1459-2010

Alle klassischen fundamentalen Leistungsmessungen sind identisch mit der modernen fundamentalen Leistungsmessung. Siehe Abschnitt 13.1.5 Fundamentale Phasenleistungsmessungen für Details.

13.1.6.5 Gesamte fundamentale Vektor-Leistungsmessungen

Standardkonformität: IEC 61557-12 Anhang A und IEEE STD 1459-2010 Abschnitt 3.2.2.6

Die fundamentale Wirk-, Blind- und Scheinleistung des Gesamtvektors und der Gesamtverschiebungsvektorleistungsfaktor werden gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$\text{Gesamte fundamentale Wirkleistung: } P_{fundtot} = P_{fund1} + P_{fund2} + P_{fund3} \quad [\text{W}], \quad (47)$$

$$\text{Gesamte fundamentale Blindleistung (Vektor): } Q_{fundtot} = Q_{fund1} + Q_{fund2} + Q_{fund3} \quad [\text{var}], \quad (48)$$

$$\text{Gesamte fundamentale Scheinleistung (Vektor): } Sv_{fundtot} = \sqrt{P_{fundtot}^2 + Q_{fundtot}^2} \quad [\text{VA}], \quad (49)$$

$$\text{Gesamtverschiebungsleistungsfaktor (Vektor): } DPFv_{tot} = \frac{P_{fundtot}}{Sv_{fundtot}}. \quad (50)$$

Alle fundamentalen Leistungsmessungen werden aus Grundspannungen und Strömen berechnet, die aus der Harmonischen-Analyse gewonnen werden (siehe Abschnitt 13.1.8 für Details).

13.1.6.6 Gesamte fundamentale Arithmetische Leistungsmessungen

Standardkonformität: IEC 61557-12 Anhang A und IEEE STD 1459-2010 Abschnitt 3.2.2.5

Die gesamte fundamentale arithmetische Wirk-, Blind- und Scheinleistung und der arithmetische Gesamtverschiebungsleistungsfaktor werden gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

Gesamte fundamentale Wirkleistung: $P_{fundtot} = P_{fund1} + P_{fund2} + P_{fund3} \quad [\text{W}], \quad (51)$

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

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

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

Alle fundamentalen Leistungsmessungen werden aus Grundspannungen und Strömen berechnet, die aus der Harmonischen-Analyse gewonnen werden (siehe Abschnitt 13.1.8 für Details).

13.1.7 Energie-

Standardkonformität: IEC 62053-21 Klasse 1S, IEC 62053-23 Klasse 2

Die Energiemessung ist in zwei Abschnitte unterteilt: WIRKENERGIE basierend auf Wirkleistungsmessung und BLINDENERGIE basierend auf fundamentaler Blindleistungsmessung. Jede von ihnen verfügt über zwei Energiezähler für verbrauchte und erzeugte Energie. Berechnungen werden unten gezeigt:

Wirkenergie:

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

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

Blindenergie:

$$Eq_p^+ = \sum_{i=1}^m Q_{\text{Ind}}^+(i)T(i) + \sum_{i=1}^m Q_{\text{pCap}}^+(i)T(i) \quad [\text{kvarh}], p: 1,2,3, \text{ tot} \quad (56)$$

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

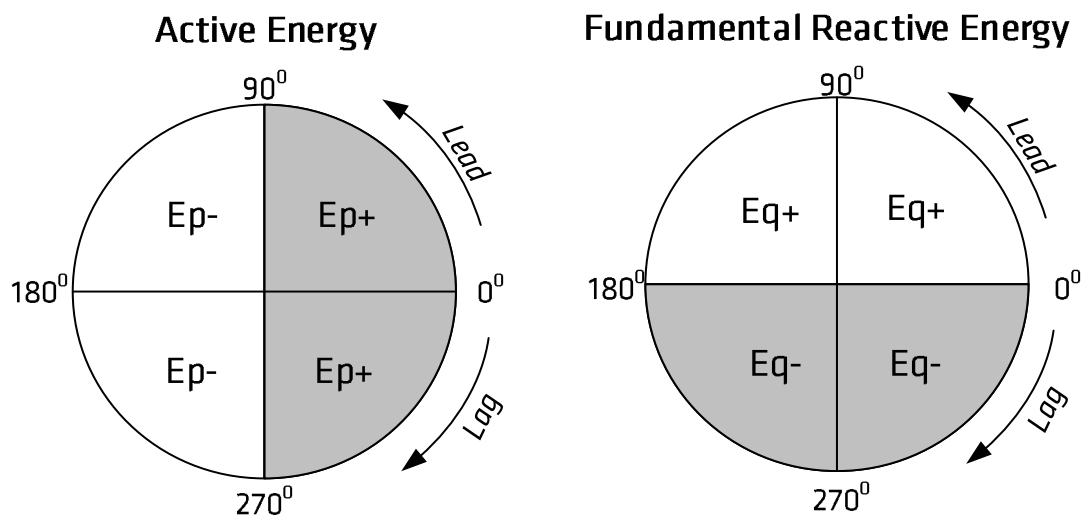


Abbildung 125: Energiezähler und Quadrantenbeziehung

Das Gerät hat 3 verschiedene Zähler sets:

1. Gesamtzähler werden für die Messung der Energie über eine vollständige Aufzeichnung verwendet. Wenn der Rekorder startet, summiert er die Energie zum vorhandenen Zustand der Zähler.
2. Der Zähler der letzten Integrationsperiode misst die Energie während der Aufzeichnung über das letzte abgeschlossene Intervall. Sie wird am Ende jedes Intervalls berechnet.
3. Der Zähler für die aktuelle Integrationsperiode misst die Energie während der Aufzeichnung über das aktuelle Zeitintervall.

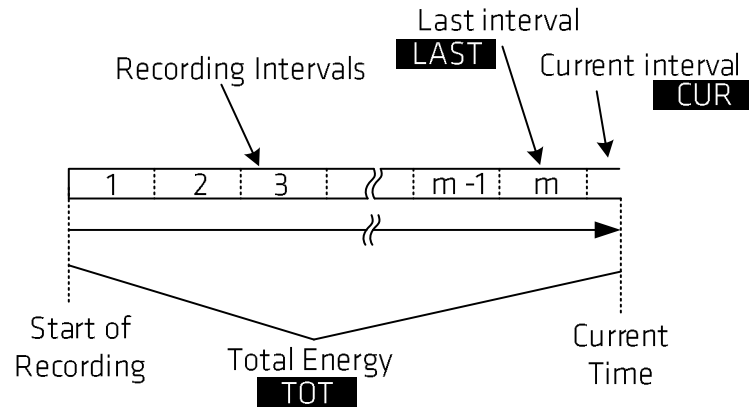


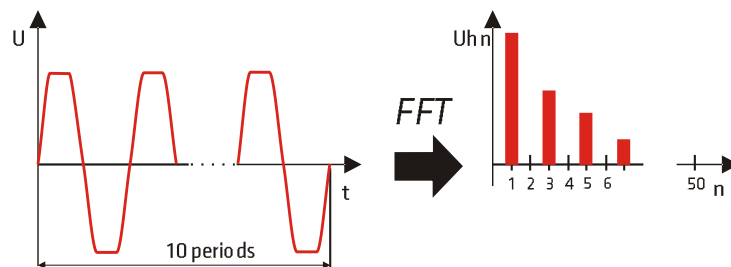
Abbildung 126: Instrumentenenergiezähler

13.1.8 Harmonische und Zwischenharmonische

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.7)
IEC 61000-4-7 Klasse I

Die Berechnung, die als schnelle Fouriertransformation (FFT) bezeichnet wird, wird verwendet, um das AD-konvertierte Eingangssignal in sinusförmige Komponenten zu übersetzen. Die folgende Gleichung beschreibt die Beziehung zwischen dem Eingangssignal und seiner Frequenzdarstellung.

Voltage harmonics and THD



Current harmonics and THD

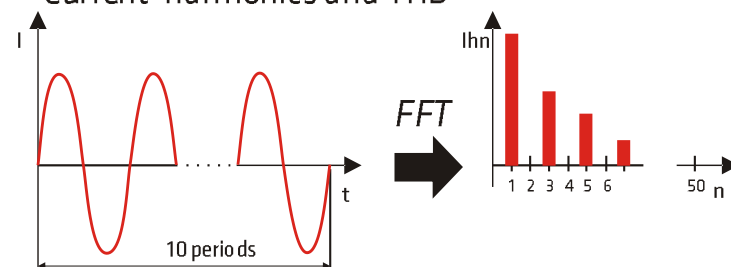


Abbildung 127: Strom- und Spannungsharmonische

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

f_1 – Frequenz des Signals fundamental (im Beispiel: 50 Hz)
 c_0 – Gleichstromanteil

k – Ordnungszahl (Ordnung der Spektrallinie) bezogen 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, über die die Fourier-Transformation durchgeführt wird.

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

φ_k – ist die Phase der Komponente c_k

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

$I_{c,k}$ – ist der Effektivwert des Stroms der Komponente c_k

Phasenspannungs- und Stromharmonische werden als Effektivwert der harmonischen Untergruppe (*sg*) berechnet: Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate des Effektivwerts einer Harmonischen und der beiden ihr unmittelbar benachbarten Spektralkomponenten.

$$U_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^1 U_{C,(10-n)+k}^2} \quad p: 1,2,3 \quad (58)$$

n-te Spannungsharmonische:

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

n-te Stromharmonische:

Die gesamte harmonische Verzerrung wird als Verhältnis des Effektivwerts der harmonischen Untergruppen zum Effektivwert der Untergruppe berechnet, die dem Fundamental zugeordnet ist:

$$THD_{U_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_p h_n}{U_p h_1} \right)^2} \quad p: 1,2,3 \quad (60)$$

Gesamte Spannungsharmonische Verzerrung:

$$THD_{I_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_p h_n}{I_p h_1} \right)^2} \quad p: 1,2,3 \quad (61)$$

Gesamte Stromharmonische Verzerrung:

Für die zwischenharmonische Beurteilung werden Spektralkomponenten zwischen zwei harmonischen Untergruppen verwendet. Spannungs- und Stromzwischenharmonische Untergruppe n-ter Ordnung wird mit dem RSS-Prinzip (Quadratsumme) berechnet:

$$U_p i h_n = \sqrt{\sum_{k=2}^8 U_{C,(10-n)+k}^2} \quad p: 1,2,3 \quad (62)$$

n-te Zwischenharmonische Spannung:

$$I_p i h_n = \sqrt{\sum_{k=2}^8 I_{C,(10-n)+k}^2} \quad p: 1,2,3 \quad (63)$$

n-te Zwischenharmonischer Strom:

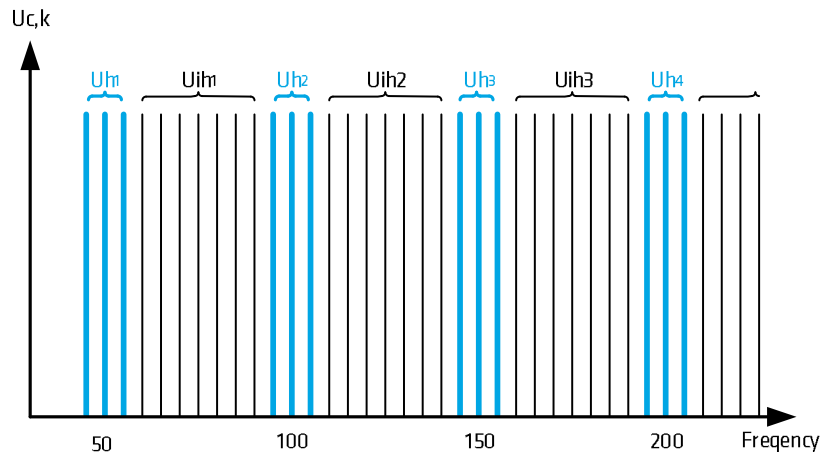


Abbildung 128: Darstellung Harmonische / Zwischenharmonische Untergruppe für 50 Hz Versorgung
Der K-Faktor ist ein Faktor, der entwickelt wird, um die Höhe der Oberschwingungen anzugeben, die die Last erzeugt. Die K-Bewertung ist äußerst nützlich bei der Auslegung elektrischer Systeme und der Dimensionierung von Komponenten. Sie wird berechnet als:

$$K_p = \frac{\sum_{n=1}^{50} (I_p h_n \cdot n)^2}{\sum_{n=1}^{50} I_p h_n^2} \quad (64)$$

K-Faktor: , $p: 1,2,3$

13.1.9 Signalisierung

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.10)

Die Signalisierungsspannung wird auf einem FFT-Spektrum eines 10/12-Zyklusintervalls berechnet. Der Wert der Netzsignalisierungsspannung wird gemessen als:

- Effektivwert eines Einzelfrequenzbehälters, wenn die Signalisierungsfrequenz gleich der spektralen Behälterfrequenz ist, oder
- RSS-Wert von vier benachbarten Frequenzbins, wenn sich die Signalisierungsfrequenz von der BIN-Frequenz des Stromnetzes unterscheidet (z. B. wird ein Rundsteuerungssignal mit einem Frequenzwert von 218 Hz in einem 50-Hz-Stromnetz basierend auf den Effektivwerten von 210, 215, 220 und 225 Hz-Bins gemessen).

Der Netzsignalisierungswert, der alle 10/12 Zyklusintervalle berechnet wird, wird für Alarm- und Aufzeichnungsverfahren verwendet. Für die EN50160-Aufzeichnung werden die Ergebnisse jedoch zusätzlich in 3-s-Intervallen aggregiert. Diese Werte werden für die Konfrontation mit in der Norm definierten Grenzen verwendet.

13.1.10 Flimmern

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.3)
IEC 61000-4-15 Klasse F1

Flimmern ist eine visuelle Empfindung, die durch Unbeständigkeit eines Lichts verursacht wird. Die Höhe der Empfindung hängt von der Häufigkeit und Größe der Beleuchtungsänderung und vom Betrachter ab. Die Änderung eines Lichtstroms kann mit einer Spannungshülle in der folgenden Abbildung korreliert werden.

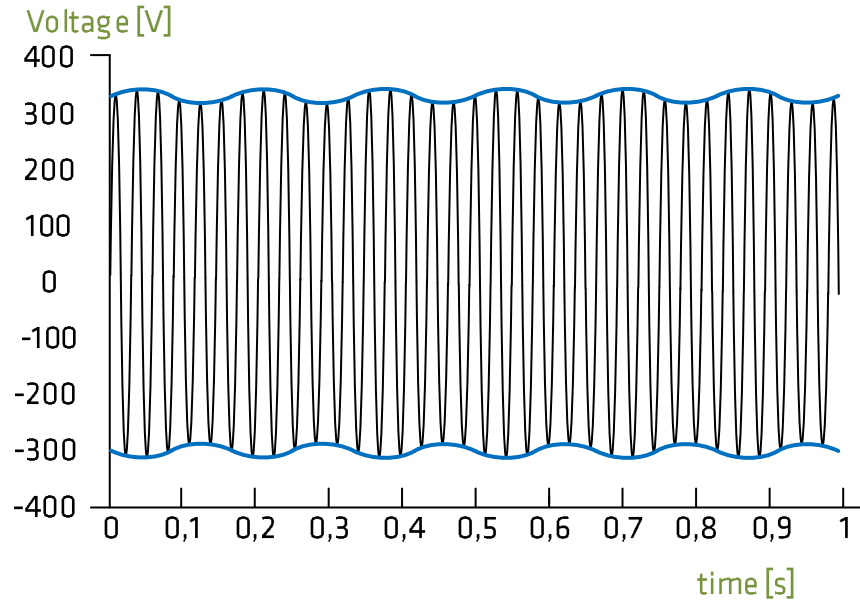


Abbildung 129: Spannungsschwankung

Flimmern wird gemäß der Norm IEC 61000-4-15 gemessen. Standard definiert die Transformationsfunktion basierend auf einer 230 V / 60 W und 120 V / 60 W Lampen-Augen-Hirn-Kettenantwort. Diese Funktion ist eine Grundlage für die Implementierung des Flimmermessers und wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

P_{st1min} – ist eine kurze Flimmerschätzung, die auf einem 1-Minuten-Intervall basiert. Es wird berechnet, um eine schnelle Vorschau von 10 Minuten kurzfristigem Flimmern zu geben.

P_{st} – 10 Minuten, kurzfristiges Flimmern wird gemäß IEC 61000-4-15 berechnet

P_{lt} – 2 Stunden wird das Langzeitflimmern gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

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

13.1.11 Spannungs- und Stromunsymmetrie

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.7)

Die Unsymmetrie der Versorgungsspannung wird mit der Methode der symmetrischen Komponenten bewertet. Zusätzlich zur positiven Sequenzkomponente U^+ existieren unter unsymmetrischen Bedingungen auch eine negative Sequenzkomponente U^- und eine Nullsequenzkomponente U_0 . Diese Größen werden gemäß den folgenden Gleichungen berechnet:

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

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

Für die Unsymmetrieberechnung verwendet das Gerät die fundamentale Komponente der Spannungseingangssignale (U_1 , U_2 , U_3), die über ein Zeitintervall von 10/12 Zyklen gemessen werden.

Das negative Sequenzverhältnis u^- , ausgedrückt als Prozentsatz, wird bewertet durch:

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

Das Null-Sequenz-Verhältnis u^0 , ausgedrückt als Prozentsatz, wird bewertet durch:

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



In 3W-Systemen sind die Nullsequenzkomponenten U_0 und I_0 per Definition Null.

In gleicher Weise wird die Versorgungsstromunsymmetrie ausgewertet.

13.1.12 Unterabweichung und Überabweichung

Messverfahren für die *Unterabweichung* (U_{Under}) und die *Überabweichung* (U_{Over}) der Spannung: Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.12)

Die grundlegende Messung für die Unterabweichung und Überabweichung ist die Effektivspannungsgröße, die über ein Zeitintervall von 10/12 Zyklen gemessen wird. Jede Effektivspannungsgröße (i), die durch die Aufzeichnungskampagne erhalten wird, wird mit der Nennspannung U_{Nom} verglichen, aus der wir zwei Vektoren gemäß den folgenden Formeln ausdrücken:

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

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

Die Aggregation erfolgt am Ende des Aufzeichnungsintervalls als:

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

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

Unterabweichungs- und Überabweichungsparameter können nützlich sein, wenn es wichtig ist, beispielsweise zu vermeiden, dass anhaltende Unterspannungen in Daten durch anhaltende Überspannungen aufgehoben werden.



Unterabweichungs- und Überabweichungsparameter sind immer positive Werte.

13.1.13 Spannungsereignisse

13.1.13.1 Messverfahren

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.4)

Die Grundmessung für das Ereignis ist $U_{Rms(1/2)}$. $U_{Rms(1/2)}$ ist der Wert der Effektivspannung, der über 1 Zyklus gemessen wird, beginnend bei einem fundamentalen Nulldurchgang und aktualisiert jede Halbperiode. Die Zyklusdauer für $U_{Rms(1/2)}$ hängt von der Frequenz ab, die durch die letzte 10/12-Zyklus-Frequenzmessung bestimmt wird. Der $U_{Rms(1/2)}$ -Wert beinhaltet definitionsgemäß Harmonische, Zwischenharmonische, Netzsignalisierungsspannung, etc.

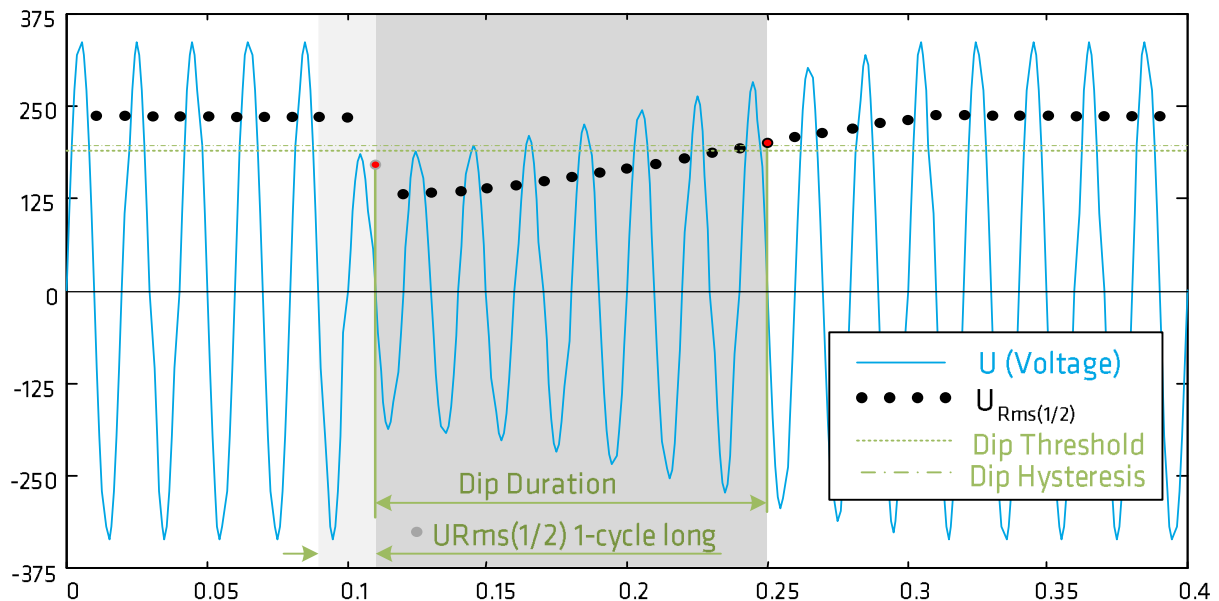


Abbildung 130: $U_{Rms(1/2)}$ 1-Takt-Messung

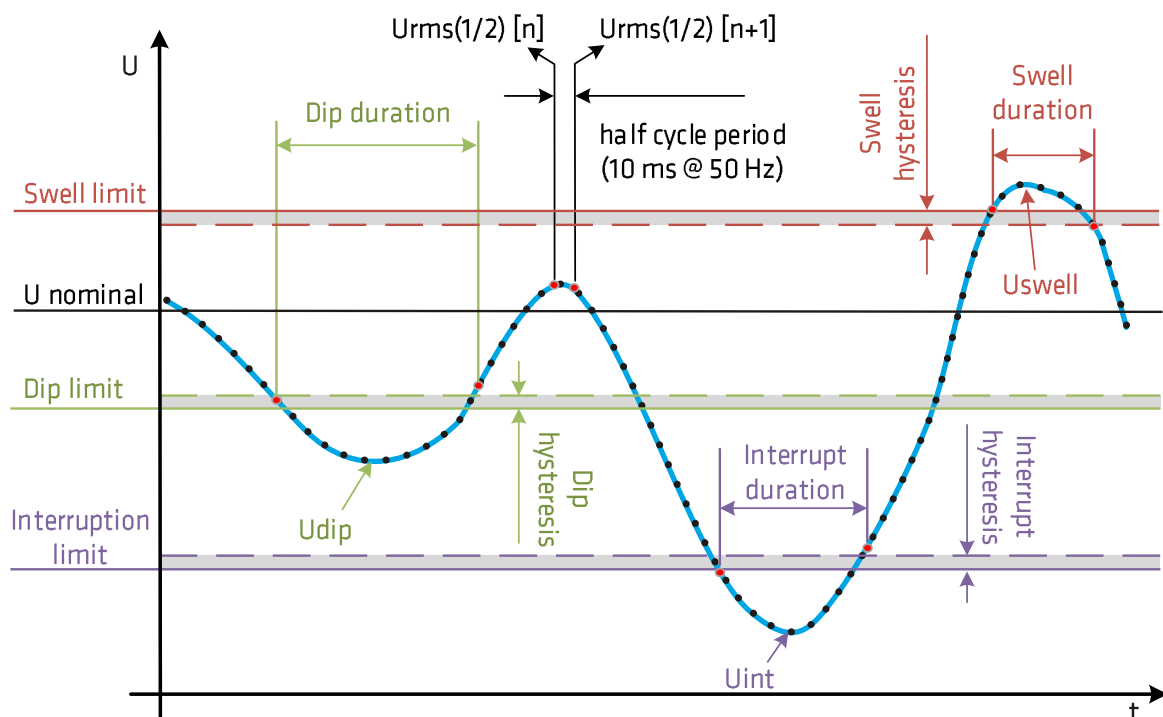


Abbildung 131: Definition des Spannungsereignisses

13.1.13.2 Spannungseinbruch

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitte 5.4.1 und 5.4.2)

Der **Dip-Schwellenwert** (Einbruchschwellenwert) ist ein Prozentsatz der Nennspannung, der im Messmenü definiert ist. Der Dip-Schwellenwert und die Hysterese können vom Benutzer je nach Verwendung eingestellt werden. Die **Dip-Hysterese** (Einbruch-Hysterese) ist der Größenunterschied zwischen den Schwellenwerten für den Dip-Start und das Dip-Ende. Instrumentenereignisbewertung im Ereignisbildschirm.

- Am Einphasensystem (Anschlussstyp: 1W), ein Spannungseinbruch beginnt, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung unter den Einbruchschwellenwert fällt, und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung gleich oder über dem Einbruchschwellenwert plus der Hysteresespannung ist.
- Bei Mehrphasensystemen (Anschlussstyp: 2 W, 3 W, 4 W, Open Delta). Ein Einbruch beginnt, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung eines oder mehrerer Kanäle unter dem Einbruchschwellenwert liegt, und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung auf allen gemessenen Kanälen gleich oder über dem Einbruchschwellenwert plus der Hysteresespannung liegt.



Abbildung 132: Spannungseinbruch-bezogene Ereignisbildschirme am Gerät

Ein Spannungseinbruch ist durch folgende Daten gekennzeichnet: **Startzeit des Einbruchs**, **Pegel (U_{Dip})** und **Dauer des Einbruchs**:

- U_{Dip} – Rest-Einbruchspannung, ist der niedrigste $U_{Rms(1/2)}$ -Wert, der an einem beliebigen Kanal während des Einbruchs gemessen wird.
- Die **Startzeit des Einbruchs** ist mit der Zeit des Starts des $U_{Rms(1/2)}$ des Kanals versehen, der das Ereignis initiiert hat. Die Endzeit des Einbruchs ist mit der Zeit des Endes der $U_{Rms(1/2)}$ versehen, die das Ereignis beendet hat, wie durch den Schwellenwert definiert.
- Die **Dauer des Einbruchs** ist die Zeitdifferenz zwischen der Startzeit des Einbruchs und der Endzeit des Einbruchs.

13.1.13.3 Spannungsanstieg

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitte 5.4.1 und 5.4.3)

Der **Schwellenwert** ist ein Prozentsatz der Nennspannung, der im Messmenü definiert ist. Der Schwellenwert kann vom Benutzer je nach Verwendung festgelegt werden. Die **Schwellenhysterese** ist der Größenunterschied zwischen den Schwellenwerten für den Start des Anschwellens und das Ende des Anschwellens. Instrumentenereignisbewertung im Ereignisbildschirm.

- Am Einphasensystem (Anschlussstyp: 1W), ein Spannungsanstieg beginnt, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung über den Schwellenwert ansteigt, und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung gleich oder unter dem Schwellenwert plus der Hysteresespannung ist.
- Bei Mehrphasensystemen (Anschlussstyp: 2 W, 3 W, 4 W, Open Delta). Ein Anstieg beginnt, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung eines oder mehrerer Kanäle über dem Schwellenwert liegt, und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung auf allen gemessenen Kanälen gleich oder unter dem Schwellenwert zuzüglich der Hysteresespannung ist.

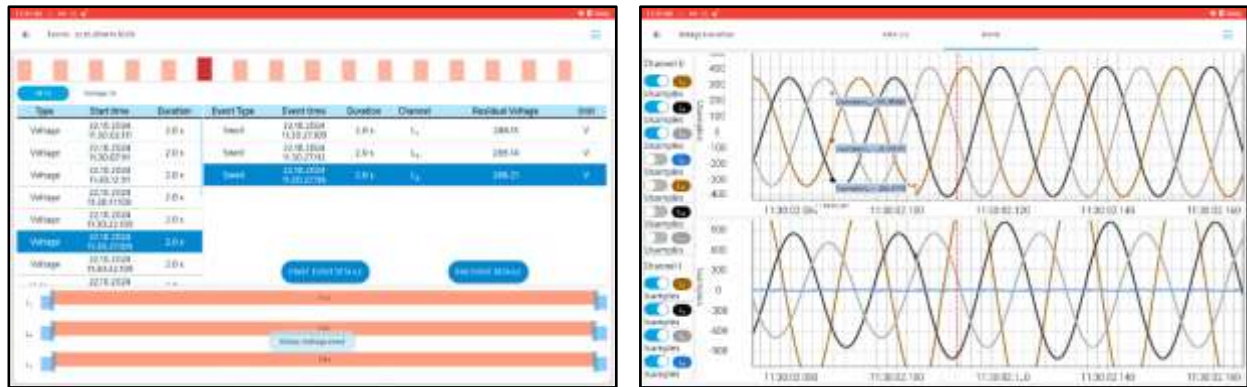


Abbildung 133: Spannungsanstiegsbezogene Ereignisbildschirme auf dem Gerät

Ein Spannungsanstieg ist durch folgende Daten gekennzeichnet: **Startzeit des Anstiegs**, Level (U_{swell}) und **Dauer des Anstiegs**:

- U_{swell} – maximale Schwellwertspannung, ist der größte $U_{\text{Rms}(1/2)}$ -Wert, der an einem Kanal während des Anstiegs gemessen wird.
- Die **Startzeit des Anstiegs** ist mit der Zeit des Starts des $U_{\text{Rms}(1/2)}$ des Kanals versehen, der das Ereignis initiiert hat. Die Endzeit des Anstiegs wird mit dem Zeitstempel der $U_{\text{Rms}(1/2)}$ versehen, die das Ereignis beendet haben, wie durch den Schwellenwert definiert.
- Die **Dauer** eines Spannungsanstiegs ist die Zeitdifferenz zwischen dem Beginn und dem Ende des Anstiegs.

13.1.13.4 Spannungsunterbrechung

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.5)

Die Messmethode für die Spannungsunterbrechungserkennung ist die gleiche wie für Einbrüche und Schwelungen und wird in den vorherigen Abschnitten beschrieben.

Der **Unterbrechungsschwellenwert** ist ein Prozentsatz der Nennspannung, der im Messmenü definiert ist. Die **Unterbrechungshysterese** ist der Größenunterschied zwischen den Schwellenwerten für den Start der Unterbrechung und das Ende der Unterbrechung. Die Unterbrechungsschwelle kann vom Benutzer je nach Verwendung festgelegt werden. Instrumentenereignisbewertung im Ereignisbildschirm.

- Bei einem einphasigem System (1W) beginnt eine Spannungsunterbrechung, wenn die $U_{\text{Rms}(1/2)}$ -Spannung unter die Spannungsunterbrechungsschwelle fällt, und endet, wenn der $U_{\text{Rms}(1/2)}$ -Wert gleich oder größer als die Spannungsunterbrechungsschwelle zuzüglich der Hysterese ist
- Bei Mehrphasensystemen (2W, 3W, 4W, Open Delta). Eine Spannungsunterbrechung beginnt, wenn die $U_{\text{Rms}(1/2)}$ -Spannungen aller Kanäle unter den Spannungsunterbrechungsschwellenwert fallen, und endet, wenn die $U_{\text{Rms}(1/2)}$ -Spannung an einem beliebigen Kanal gleich oder größer als der Spannungsunterbrechungsschwellenwert zuzüglich der Hysterese ist.



Abbildung 134: Spannungsunterbrechungsbezogene Ereignisbildschirme am Gerät

Eine Spannungsunterbrechung ist durch folgende Daten gekennzeichnet: **Startzeit der Unterbrechung**, **Pegel (U_{int})** und **Dauer der Unterbrechung**:

- U_{Int} – minimale Unterbrechungsspannung, ist der niedrigere $U_{\text{Rms}(1/2)}$ -Wert, der an einem beliebigen Kanal während der Unterbrechung gemessen wird.
- Die **Unterbrechungsstartzeit** einer Unterbrechung ist mit der Zeit des Starts des $U_{\text{Rms}(1/2)}$ des Kanals versehen, der das Ereignis initiiert hat. Die Unterbrechungsendzeit der Unterbrechung wird mit der Zeit des Endes der $U_{\text{Rms}(1/2)}$, die das Ereignis beendet hat, wie durch den Schwellenwert definiert, abgestempelt.
- Die **Unterbrechungsdauer** ist die Zeitdifferenz zwischen dem Beginn und dem Ende der Unterbrechung.

13.1.14 Alarme

Im Allgemeinen kann ein Alarm als ein Ereignis auf eine beliebige Menge gesehen werden. Alarme werden im Alarm-Setup definiert, siehe Abschnitt 9.3.4 Das grundlegende Messzeitintervall für: Spannung, Strom, Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Harmonische und Unwuchtalarme ist ein Zeitintervall von 10/12 Zyklen.

Jeder Alarm hat Attribute, die in der untenstehenden Liste beschrieben sind. Ein Alarm tritt auf, wenn der 10/12-Zyklus-Messwert an Phasen, die als **Phase definiert sind, den Schwellenwert** gemäß der definierten **Trigger-Steigung überschreitet, minimal für den Wert der minimalen Dauer**.

Tabelle 38: Alarmbestimmungsparameter

Menge	• Spannung • Strom • Frequenz • Wirk-, Blind- und Scheinleistung • Harmonische und Zwischenharmonische • Unwucht • Flimmern • Signalisierung
Phase	L1, L2, L3, L12, L23, L31, Alle, Gesamt, N
Auslösersteigung	< - Fall, > - Rise
Schwellenwert	[Anzahl]
Minimale Dauer	200 ms ... 10 min

Jeder erfasste Alarm wird durch die folgenden Parameter beschrieben:

Tabelle 39: Alarmsignaturen

Datum	Datum, an dem der ausgewählte Alarm aufgetreten ist
Start	Alarmstartzeit - wenn der erste Wert den Schwellenwert überschreitet.
Phase	Phase, in der der Alarm aufgetreten ist
Ebene	Minimaler oder maximaler Wert im Alarm
Dauer	Alarmdauer

13.1.15 Schnelle Spannungsänderungen (RVC)

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.11)

Rapid Voltage Change (RVC) ist ein abrupter Übergang zwischen zwei "stationären" Effektivspannungspegeln. Es wird als Ereignis (wie Dip oder Swell) mit Startzeit und Dauer zwischen den stationären Pegeln betrachtet. Diese stationären Pegel überschreiten jedoch nicht den Dip- oder Swell-Schwellenwert.

13.1.15.1 RVC-Ereigniserkennung

Die Implementierung der RVC-Ereigniserkennung des Geräts entspricht strikt den Anforderungen der Norm IEC 61000-4-30. Es beginnt damit, einen stabilen Spannungszustand zu finden. Die Effektivspannung befindet sich in einem eingeschwungenen Zustand, wenn die Werte von 100/120 $U_{Rms(1/2)}$ innerhalb eines RVC-Schwellenwerts bleiben (dieser Wert wird vom Benutzer im RVC-EINRICHTUNGSBILDSCHIRM FÜR → DIE MESSEINRICHTUNG festgelegt), ausgehend vom arithmetischen Mittel dieser Werte von 100/120 $U_{Rms(1/2)}$. Jedes Mal, wenn ein neuer $U_{Rms(1/2)}$ -Wert verfügbar ist, wird das arithmetische Mittel der vorherigen 100/120 $U_{Rms(1/2)}$ -Werte, einschließlich des neuen Werts, berechnet. Wenn ein neuer $U_{Rms(1/2)}$ -Wert den RVC-Schwellenwert überschreitet, wird ein RVC-Ereignis erkannt. Warten Sie nach der Erkennung der Instrumente 100/120 Halbzyklen, bevor Sie nach dem nächsten stationären Spannungszustand suchen.

Wenn während eines RVC-Ereignisses ein Spannungseinbruch oder Spannungsanstieg erkannt wird, dann wird das RVC-Ereignis verworfen, da das Ereignis kein RVC-Ereignis ist.

13.1.15.2 Charakterisierung von RVC-Ereignissen

Ein RVC-Ereignis ist durch vier Parameter gekennzeichnet: Startzeit, Dauer, ΔU_{max} und ΔU_{ss} .

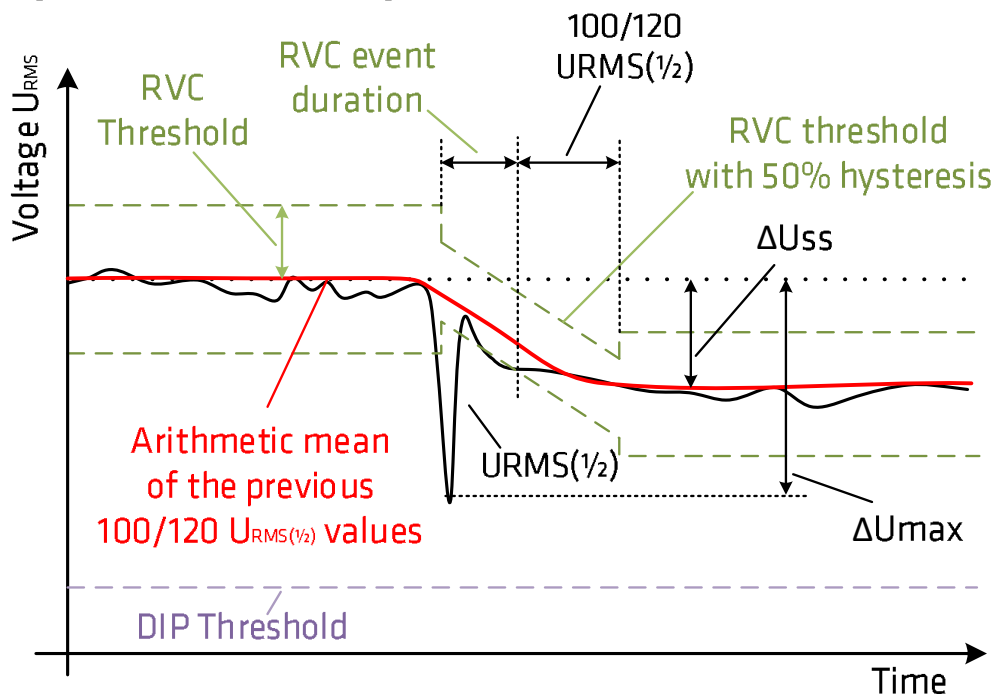


Abbildung 135: RVC-Ereignisbeschreibung

- **Startzeitpunkt** eines RVC-Ereignisses ist ein Zeitstempel, wenn $U_{Rms(1/2)}$ -Wert den RVC-Schwellenwert überschreitet
- Die **Dauer** des RVC-Ereignisses ist 100/120 Halbzyklen kürzer als die Dauer zwischen benachbarten stationären Spannungen.
- **ΔU_{max}** ist die maximale absolute Differenz zwischen einem der $U_{Rms(1/2)}$ Werte während des RVC-Ereignisses und des endgültigen arithmetischen Mittelwerts von 100/120 $U_{Rms(1/2)}$ kurz vor dem RVC-Ereignis. Bei Mehrphasensysteme ist der ΔU_{max} der größte ΔU_{max} auf jedem Kanal.
- **ΔU_{ss}** ist die absolute Differenz zwischen dem endgültigen arithmetischen Mittel 100/120 $U_{Rms(1/2)}$ -Wert kurz vor dem RVC-Ereignis und dem ersten arithmetischen Mittel 100/120 $U_{Rms(1/2)}$ -Wert nach dem RVC-Ereignis. Bei Mehrphasensysteme ist der ΔU_{ss} der größte ΔU_{ss} auf jedem Kanal.

13.1.16 Datenaggregation in der AUFZEICHNUNG

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 4.5)

Die Zeitaggregationsperiode (IP) während der Aufzeichnung wird mit dem Parameter **Allgemeines Aufzeichnungsintervall** definiert: x min im Menü REKORDER.

Ein neues Aufzeichnungsintervall beginnt mit einer dicken Echtzeituhr (10 Minuten ± Halbzyklus, für **Intervall: 10 Min.**) und es dauert bis zur nächsten Echtzeituhr plus der Zeit, die benötigt wird, um die aktuelle 10/12-Zyklusmessung abzuschließen. In der gleichen Zeit wird eine neue Messung gestartet, wie in der nächsten Abbildung gezeigt. Die Daten für das IP-Zeitintervall werden gemäß der Abbildung unten aus 10/12-Zyklus-Zeitintervallen aggregiert. Das aggregierte Intervall wird mit der absoluten Zeit gekennzeichnet. Das Zeit-Tag ist die Zeit am Ende des Intervalls. Es gibt eine Überlappung während der Aufzeichnung, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.

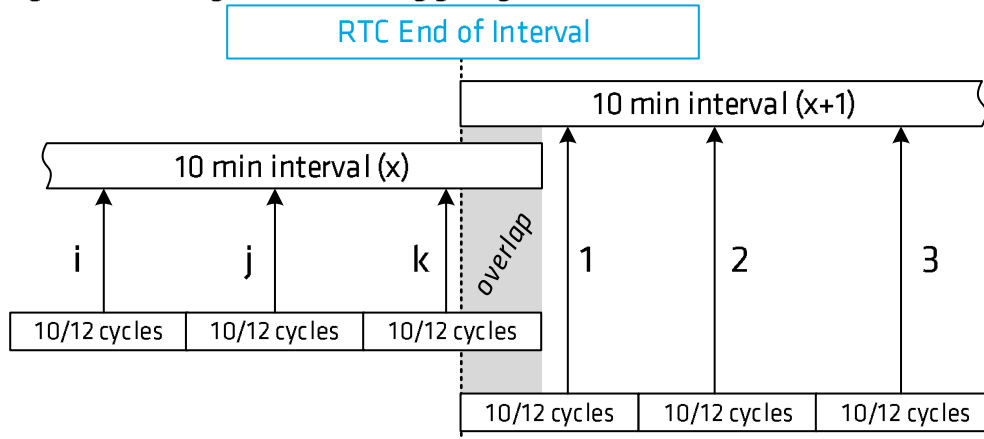


Abbildung 136: Synchronisation und Aggregation von 10/12 Zyklusintervallen

Je nach Menge berechnet das Gerät für jedes Aggregationsintervall einen durchschnittlichen, minimalen, maximalen und/oder aktiven Durchschnittswert, dies kann RMS (root means square) oder ein arithmetisches Mittel sein. Gleichungen für beide Mittelwerte werden nachfolgend dargestellt.

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

RMS-Mittel

Wobei:

A_{RMS} – Mengendurchschnitt über gegebenem Aggregationsintervall

A – 10/12-Zyklus Mengenwert

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

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

Arithmetisches Mittel:

Wobei:

A_{avg} – Mengendurchschnitt über gegebenem Aggregationsintervall

A – 10/12-Zyklus Mengenwert

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

In der nächsten Tabelle ist die Mittelungsmethode für jede Menge angegeben:

Tabelle 40: Datenaggregationsverfahren

Gruppe	Wert	Aggregationsmethode	Aufgezeichnete Werte
Spannung	U_{Rms}	RMS-Mittel	Min, Avg, AvgOn, Max
	THD_u	RMS-Mittel	AvgOn, Max
	CF_u	RMS-Mittel	Min, Avg, Max
Strom	I_{Rms}	RMS-Mittel	Min, Avg, AvgOn, Max
	THD_i	RMS-Mittel	Avg, AvgOn, Max
	CF_i	RMS-Mittel	Min, Avg, AvgOn, Max

Frequenz	f(10s)	-	AvgOn
	f(200ms)	RMS-Mittel	Min, AvgOn, Max
Leistung	Kombinierte	Arithmetisches Mittel	Min, Avg, AvgOn, Max
	Fundamentale	Arithmetisches Mittel	Min, Avg, AvgOn, Max
	Nicht fundamentale	Arithmetisches Mittel	Min, Avg, AvgOn, Max
Unwucht	U ⁺	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
	U ⁻	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
	U ⁰	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
	u ⁻	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
	u ⁰	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
	I ⁺	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
	I ⁻	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
	I ⁰	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
	i ⁻	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
	i ⁰	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max
Harmonische	DC, U _{h0÷63}	RMS	Avg, Max
	DC, I _{h0÷63}	RMS	Avg, AvgOn, Max,
Zwischenharmonische	U _{h0÷63}	RMS	Avg, Max
	I _{h0÷63}	RMS	Avg, AvgOn, Max
Signalisierung	U _{Sig}	RMS	Min, Avg, AvgOn, Max

Ein *aktiver Mittelwert* wird nach dem gleichen Prinzip (Arithmetik oder RMS) wie der Mittelwert berechnet, wobei jedoch nur Messungen berücksichtigt werden, bei denen der Messwert nicht Null ist:

$$A_{RMSact} = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M A_j^2} ; M \leq N \quad (75)$$

RMS aktives Mittel

Wobei:

E_{inRMSact} – Mengenmittelwert über den aktiven Teil des gegebenen Aggregationsintervalls,

A – 10/12-Takt-Mengenwert, der als "aktiv" markiert ist,

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

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

Arithmetisch aktives Mittel:

Wobei:

A_{avgact} – Mengenmittel über den aktiven Teil des gegebenen Aggregationsintervalls,

A – 10/12-Zyklus-Mengenwert im "aktiven" Teil des Intervalls,

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

Grenzwerte für die AvgOn-Datendarstellung:

Register	Grenzwert für AvgOn
I, THDi, TDD, Ki, Cfi, P, N, Q, S, DPF, PF, DPF, Ph, Di, Dv, Phi	>0,5 % In
Freq10s, Freq200ms	Das Ergebnis sollte ein positiver Wert sein
Pst, Plt	Das Ergebnis darf nicht NaN sein

13.1.16.1 Differenz zwischen Standardmittelwert (Avg) und aktivem Mittelwert (AvgOn)

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

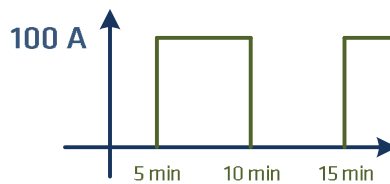


Abbildung 137: Avg vs. Avgon, Schaltlaststrom

Nach 10 Minuten sind die Werte:

I_{rms} (rms-Mittel) = 50A

I_{rms} (rms AvgOn) = 100A

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

13.1.16.2 Leistungs- und Energieaufzeichnung

Aktive Leistung wird in zwei verschiedene Mengen aggregiert: Import (positiv verbrauchtes P+) und Export (negativ erzeugtes P-). Die Blindleistung und der Leistungsfaktor werden in vier Teile zusammengefasst: positiv induktiv (i+), positiv kapazitiv (c+), negativ induktiv (i-) und negativ kapazitiv (c-).

Das Diagramm der verbrauchten/erzeugten und induktiven/kapazitiven Phase/Polarität ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

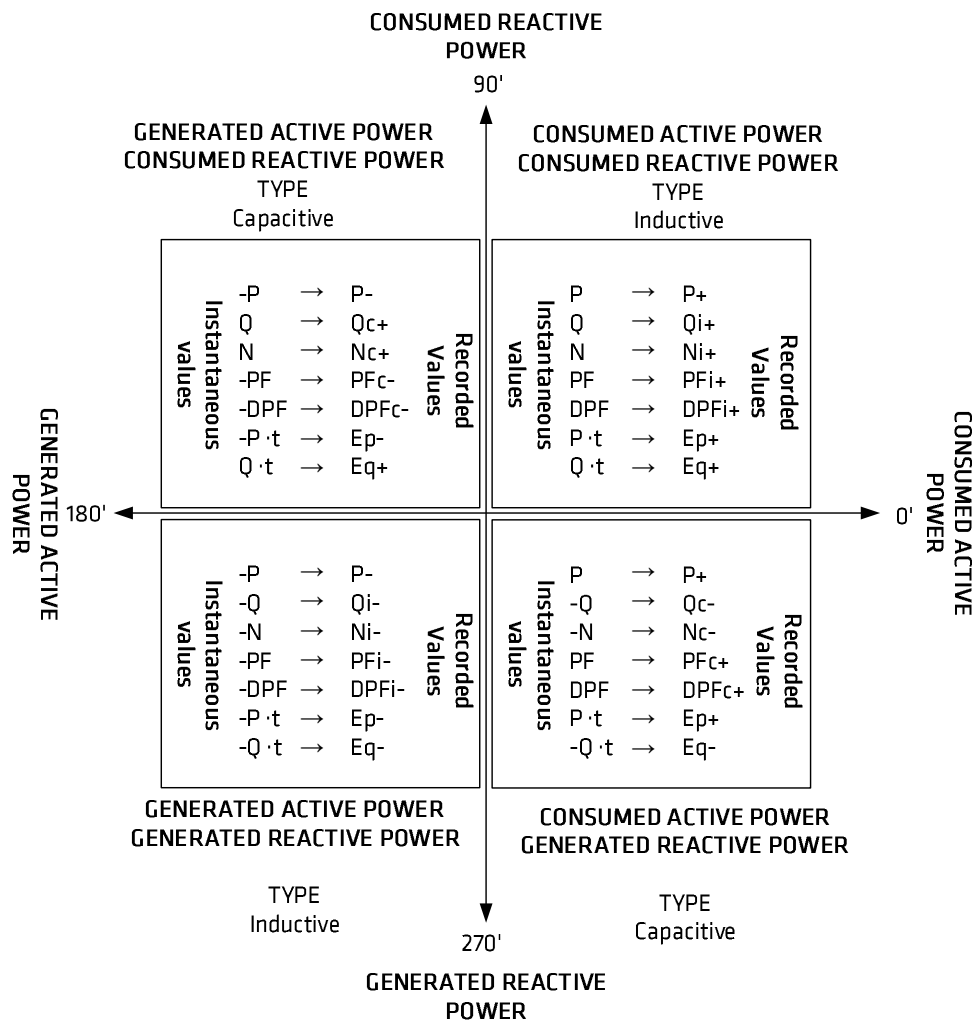


Abbildung 138: Verbrauchtes/erzeugtes und induktives/kapazitives Phasen-/Polaritätsdiagramm

13.1.17 Markierte Daten

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 4.7)

Während eines Einbruchs, eines Anstiegs oder einer Unterbrechung kann der Messalgorithmus für andere Parameter (z. B. Frequenzmessung) einen unzuverlässigen Wert erzeugen. Das Kennzeichnungskonzept vermeidet das mehrmalige Zählen eines einzelnen Ereignisses in verschiedenen Parametern (z. B. Zählen eines einzelnen Einbruchs sowohl als Einbruch als auch als Spannungsänderung) und gibt an, dass ein aggregierter Wert möglicherweise unzuverlässig ist.

Das Markieren (Flagging) wird nur durch Einbrüche, Anstiege und Unterbrechungen ausgelöst. Die Erkennung von Einbrüchen und Anstiegen hängt von der vom Benutzer ausgewählten Schwelle ab, und diese Auswahl beeinflusst, welche Daten "markiert" werden.

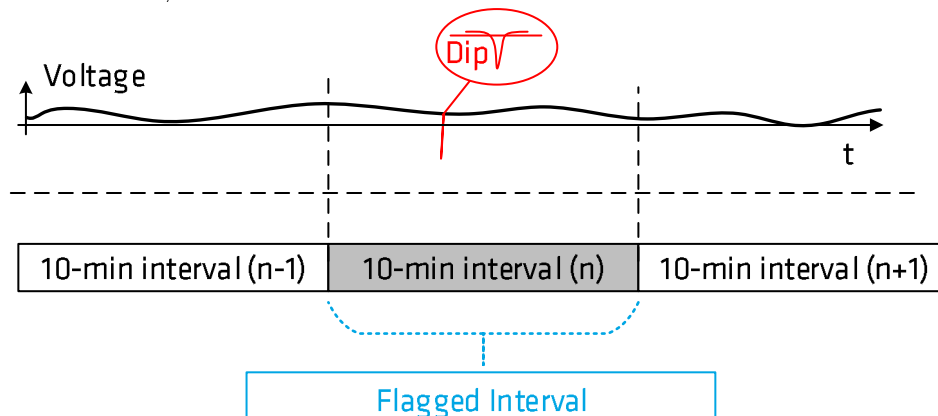


Abbildung 139: Kennzeichnungsdaten deuten darauf hin, dass der aggregierte Wert möglicherweise unzuverlässig ist

13.1.18 Transientenrekorder

Der Transientenrekorder speichert einen auswählbaren Satz von Vor- und Nach-Trigger-Proben bei der Triggeraktivierung. Der Rekorder kann auf Hüllkurve oder Pegel ausgelöst werden. Der Hüllkurventrigger wird aktiviert, wenn die Differenz zwischen denselben Abtastwerten in zwei aufeinanderfolgenden Perioden des Triggersignals größer als der vorgegebene Grenzwert ist.

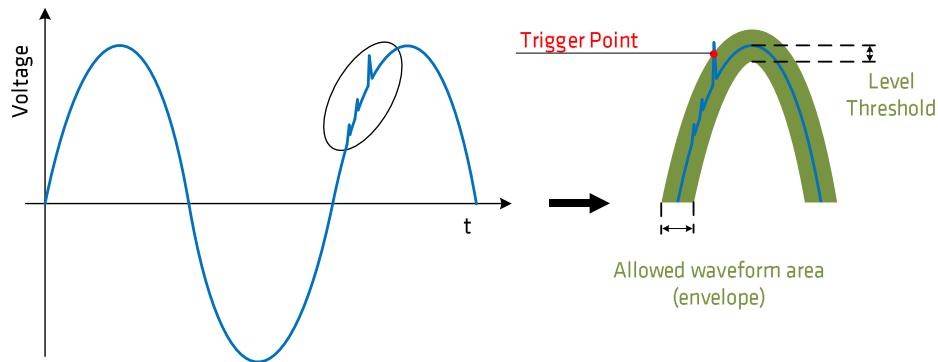


Abbildung 140: Transienten-Triggererkennung (Hüllkurve)

Der Pegeltrigger wird aktiviert, wenn die abgetastete Spannung/der abgetastete Strom größer als der angegebene Grenzwert ist.

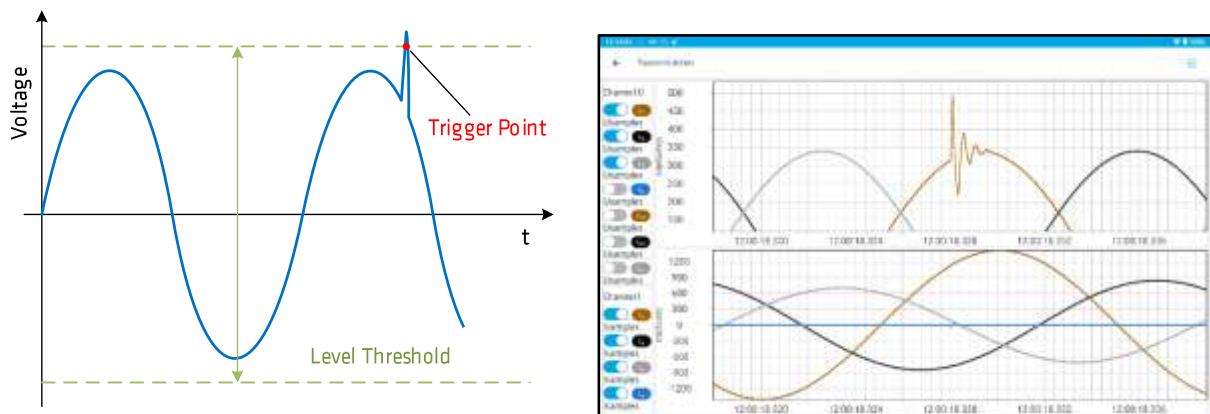


Abbildung 141: Transienten-Triggererkennung (Pegel) und zugehörige Bildschirme am Gerät



Die Dauer für die Transiente beträgt 0,5 s.



Das Speichern auf dem Datenspeicher des Geräts induziert Totzeit zwischen aufeinanderfolgenden Transienten-Datensätzen. Die Totzeit ist proportional zur Aufzeichnungsdauer.

13.2 EN 50160 Normenübersicht

Die Norm EN 50160 definiert, beschreibt und spezifiziert die Hauptmerkmale der Spannung an den Versorgungsanschlüssen eines Netzbetreibers in öffentlichen Nieder- und Mittelspannungsverteilungsnetzen unter normalen Betriebsbedingungen. Diese Norm beschreibt die Grenzen oder Werte, innerhalb derer die Spannungseigenschaften über das gesamte öffentliche Verteilernetz zu erwarten sind, und beschreibt nicht die durchschnittliche Situation, die normalerweise von einem einzelnen Netzbetreibers erlebt wird. Eine Übersicht der EN 50160 Niederspannungsgrenzen ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 41: EN 50160 Standard-LV-Grenzwerte (kontinuierliche Phänomene)

Versorgungsspannungssphänomen	Annehmbar Grenzwerte	Mess. Intervall	Überwachung Zeitraum	Annahme Prozentsatz
Leistungsfrequenz	49,5 ... 50,5 Hz 47,0 ... 52,0 Hz	10 s	1 Woche	99,5 % 100 %
Versorgungsspannungsschwankungen, U_{Nom}	230V $\pm 10 \%$	10 min	1 Woche	95 %
	230 V $+10 \%$ -15%			100 %
Flimmerschwere Plt	Plt ≤ 1	2 Std.	1 Woche	95 %
Spannungsunsymmetrie u-	0 ... 2 %, gelegentlich 3 %	10 min	1 Woche	95 %
Gesamtharmon. Verzerrung, THD _U	8 %	10 min	1 Woche	95 %
Harmonische Spannung, U_{hn}	Siehe Tabelle 42: Werte der einzelnen harmonischen Spannungen an der Versorgung	10 min	1 Woche	95 %
Netzsignalisierung	Siehe Abbildung 142: Grenzwerte für die Netzsignalisierungsspannung gemäß EN50160	3 s	1 Tag	99 %

13.2.1 Leistungsfrequenz

Die Nennfrequenz der Versorgungsspannung muss bei Systemen mit synchronem Anschluss an ein zusammengeschaltetes System 50 Hz betragen. Unter normalen Betriebsbedingungen muss der Mittelwert der über 10 s gemessenen fundamentalen Frequenz in einem Bereich liegen von:

- 50 Hz $\pm 1 \%$ (49,5 Hz ... 50,5 Hz) während 99,5 % eines Jahres;
- 50 Hz $+ 4 \%$ / $- 6 \%$ (d. h. 47 Hz ... 52 Hz) während 100 % der Zeit.

13.2.2 Versorgungsspannungsvariationen

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen in jedem Zeitraum von einer Woche 95 % der 10-minütigen mittleren U_{Rms} -Werte der Versorgungsspannung im Bereich von $U_{Nom} \pm 10 \%$ liegen, und alle U_{Rms} -Werte der Versorgungsspannung müssen im Bereich von $U_{Nom} + 10 \%$ / $- 15 \%$ liegen.

13.2.3 Versorgungsspannungsunsymmetrie

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen in jedem Zeitraum von einer Woche 95 % der 10-minütigen mittleren Effektivwerte der negativen Phasenfolgekomponente (grundlegend) der Versorgungsspannung im Bereich von 0 % bis 2 % der positiven Phasenfolgekomponente (grundlegend) liegen. In einigen Gebieten mit teilweise einphasig oder zweiphasig angeschlossenen Netzbenutzern treten an den dreiphasigen Versorgungsanschlüssen Unsymmetrien von bis zu etwa 3 % auf.

13.2.4 THD-Spannung und Harmonische

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen in jedem Zeitraum von einer Woche 95 % der 10-minütigen Mittelwerte jeder einzelnen Oberschwingungsspannung kleiner oder gleich dem in der untenstehenden Tabelle angegebenen Wert sein.

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

Tabelle 42: Werte der einzelnen harmonischen Spannungen an der Versorgung

Ungerade Harmonische		Gerade Harmonische
Nicht ein Vielfaches von 3	Vielfaches von 3	

Auftrag h	Relative Spannung (U_N)	Auftrag h	Relative Spannung (U_N)	Auftrag 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 %				

13.2.5 Zwischenharmonische Spannung

Der Grad der Zwischenharmonischen steigt aufgrund der Entwicklung von Frequenzumrichtern und ähnlichen Steuergeräten. Pegel werden in Betracht gezogen, bis mehr Erfahrung vorhanden ist. In bestimmten Fällen verursachen Zwischenharmonische, auch bei niedrigen Pegeln, Flimmern (siehe 13.2.7) oder verursachen Störungen in Rundsteuerungssystemen.

13.2.6 Netzsignalisierung an der Versorgungsspannung

In einigen Ländern können die öffentlichen Vertriebsnetze vom öffentlichen Anbieter für die Übertragung von Signalen verwendet werden. Über 99 % eines Tages muss der 3-s-Mittelwert der Signalspannungen kleiner oder gleich den in der folgenden Abbildung angegebenen Werten sein.

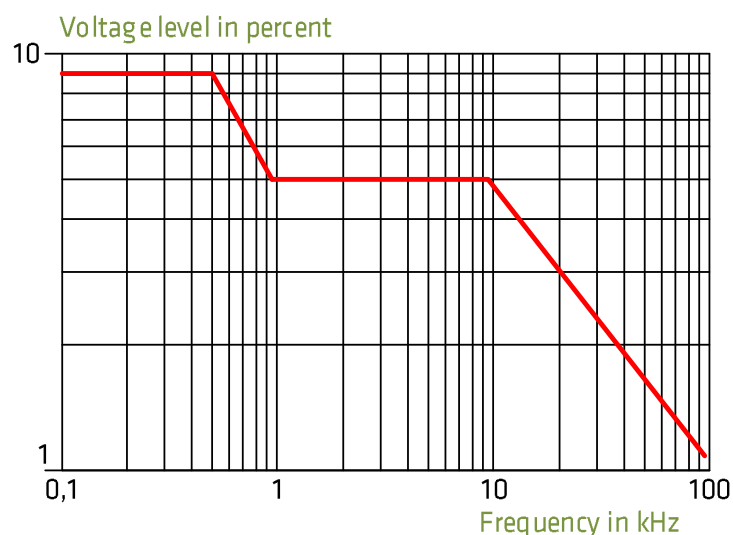


Abbildung 142: Grenzwerte für die Netzsignalisierungsspannung gemäß EN50160

13.2.7 Flimmerschwere

Unter normalen Betriebsbedingungen sollte in jedem Zeitraum von einer Woche die langfristige Flimmerschwere, die durch Spannungsschwankungen verursacht wird, 95 % der Zeit $P_{it} \leq 1$ betragen.

13.2.8 Spannungseinbrüche

Spannungseinbrüche entstehen typischerweise durch Fehler, die im öffentlichen Netz oder in den Installationen der Netzwerkbenutzer auftreten. Die jährliche Frequenz variiert stark in Abhängigkeit von der Art des Versorgungssystems und dem Beobachtungspunkt. Darüber hinaus kann die Verteilung über das Jahr sehr unregelmäßig sein. Die meisten Spannungseinbrüche haben eine Dauer von weniger als 1 s und eine Haltespannung von mehr als 40 %. Üblicherweise entspricht der Dip-Start-Schwellenwert 90 % der Nennspannung. Die erfassten Spannungseinbrüche werden gemäß der folgenden Tabelle klassifiziert.

Tabelle 43: Klassifizierung von Spannungseinbrüchen

Restspannung (% von U_{nom})	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
$U < 5$	Zelle E1	Zelle E2	Zelle E3	Zelle E4	Zelle E5

13.2.9 Spannungsanstiege

Spannungsanstiege werden typischerweise durch Schaltvorgänge und Lastabschaltungen verursacht. Herkömmlicherweise ist die Startschwelle für Anstiege 110 % der Nennspannung. Die erfassten Spannungsanstiege werden gemäß der folgenden Tabelle klassifiziert.

Tabelle 44: Klassifizierung des Spannungsanstiegs

Anstieg Spannung (% von U_{nom})	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

13.2.10 Kurze Unterbrechungen der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen reicht das jährliche Auftreten von kurzen Unterbrechungen der Versorgungsspannung von bis zu einigen zehn bis zu mehreren hundert. Die Dauer von ca. 70 % der kurzen Unterbrechungen kann weniger als eine Sekunde betragen.

13.2.11 Lange Unterbrechungen der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen kann die jährliche Häufigkeit von versehentlichen Spannungsunterbrechungen, die länger als drei Minuten dauern, je nach Bereich weniger als 10 oder bis zu 50 betragen.

13.2.12 Rekordereinstellung des Power Analysers für die EN 50160-Umfrage

Der Power Analyser ist in der Lage, EN 50160-Umfragen für alle in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Werte durchzuführen. Um das Verfahren zu vereinfachen, hat der Power Analyser eine vordefinierte Rekorderkonfiguration (EN 50160). Standardmäßig werden auch alle aktuellen Parameter (RMS, THD usw.) in die Umfrage einbezogen, die zusätzliche Umfrageinformationen liefern können. Darüber hinaus kann der Benutzer während der Spannungsqualitätsumfrage gleichzeitig auch andere Parameter wie Leistung, Energie und Stromharmonische aufzeichnen.

Um Spannungsereignisse während der Aufzeichnung zu erfassen, sollte die Option **Ereignisse in Rekorder einbeziehen** aktiviert sein. Siehe Abschnitt 9.3.1 für Spannungsereigniseinstellungen.

14 Technische Daten

14.1 Allgemeine Spezifikationen

Allgemein:	
Abmessungen	32 cm x 23 cm x 6 cm
Gewicht	2,5 kg
Display	Farbe 10,1" IPS (LCD) mit Hintergrundbeleuchtung, 1280 x 800 Punkte
Touch-Panel	kapazitiv
Speicher	6 GB interner USB-Stick
Betriebsbedingungen:	
Betriebstemperaturspanne	-10 °C ... +50 °C
Maximale relative Luftfeuchtigkeit	90% RL (0 °C ... 40 °C), nicht-kondensierend
Nennarbeitshöhe	Bis zu 2000 m 2000 m ... 4000 m - eingeschränkte Nutzung; Sicherheitseinschränkungen berücksichtigen
Verwendung	Innen
Lagerbedingungen:	
Temperaturspanne	-20 °C ... +60 °C
Maximale relative Luftfeuchtigkeit	90 % RL (-10 °C ... 40 °C) 80 % RL (40 °C ... 60 °C)
Referenzbedingungen:	
Referenz-Temperaturspanne	25 °C ± 5 °C
Temperatureinfluss	35 ppm/°C
Referenz-Feuchtigkeitsspanne	40 % RL ... 60 % RL
Sicherheit:	
Verschmutzungsgrad	2
Schutzklassen	Verstärkte Isolation 
Stromversorgung	CAT IV 300 V
Messkategorie	CAT IV 600 V, CAT III 1000 V (IEC 61010-2-030)
Höhenlagen zwischen 2000 m und 4000 m, reduzieren auf	Messkategorie: CAT IV / 300 V, CAT III 600 V
Schutzgrad	IP 40 (mit Schutzkappe)
EMC:	
Emission	Klasse A (Gruppe 1)
Immunität	Industrielle Umgebung
Kommunikation:	
	USB Typ A (2.0 High Speed für USB-Sticks zur Übertragung von Messdaten) Max. Versorgungsstrom: 600 mA.
	USB - C (2.0 High Speed für USB-Sticks zur Übertragung von Messdaten, Firmware-Updates und Lizenzinstallation.) Max. Versorgungsstrom: 600 mA.
	Ethernet (10/100/1000 Mbit/s)
	RS 232 / GPS
	microSD-Karte (unterstütztes Dateiformat FAT32), max. 32 GB
	WLAN 802.11 ac/a/b/g/n + Bluetooth 4.2/BLE (Interne Antenne)

Akkus:	
Wiederaufladbare Li-Ionen-Akkus	14,8 V @ 4400 mAh
Bietet vollen Betrieb für bis zu	4 Std. (4W-Messung/ 4 Klemmen A 1227 / WiFi&BT Ein / typ. Hintergrundbeleuchtungseinstellungen)
Akkuladezeit	8 Std. (bei Betrieb) 4 Std. (im Startlademenü)
Stromversorgung:	
Spannungsbereich	100 V ... 500 V ± 10 % (90 V ... 550 V) AC/DC
Frequenzbereich	0 Hz, 45 Hz ... 65 Hz, 400 Hz
Maximaler Eingangsstrom	0,45 A
Typischer Leistungsverbrauch	21 W – beim Laden von Akkus (4W-Messung / 4 Klemmen A1227 / WiFi&BT Ein / max. Hintergrundbeleuchtungseinstellungen)



Die Spezifikationen werden mit einem Abdeckungsfaktor von $k = 2$ angegeben, was einem Konfidenzniveau von etwa 95 % entspricht. Genauigkeiten gelten für 1 Jahr unter Referenzbedingungen. Der Temperaturkoeffizient außerhalb dieser Grenzen beträgt 0,2 % des Messwerts pro °C und 1 Stelle.

14.2 Messungen

14.2.1 Allgemeine Beschreibung

AD-Wandler	24 Bit 9 Kanäle, gleichzeitige Abtastung
Abtastfrequenz	40 k Abtastung/ S
50 Hz / 60 Hz / 400 Hz Systemfrequenz	Durchlassbereich (-3 dB): 0 Hz ... 20 kHz
Antialiasing-Filter	Sperrbereich (-80 dB): > 22 kHz
Spannungseingänge:	
Anzahl der Eingänge	5 (3 Phasen, 1 Neutralleiter, 1 Pe)
Max. Eingangsspannung	1000 Vrms / 1000 V DC (1414 Vpk)
Nennspannungsbereich	Wye und einphasige Variable
	Delta-Variable IEC 61000-4-30 Klasse-A-Konformität für die Nennspannungen (U _{in}) 50 V – 690 V
Eingangsimpedanz	20 M Ω zwischen P-P, P-N, P-Pe und N-Pe
Stromeingänge:	
Anzahl der Eingänge	4 (3-phasig und 1 Neutralleiter)
Eingangsspannung	1 Vrms @ CF 3
Max. Eingangsspannung	30 Vrms
Eingangsimpedanz	101 k Ω



Das Gerät hat zwei interne Spannungsbereiche. Der Bereich wird entsprechend dem gewählten Nennspannungsparameter automatisch ausgewählt.



Stellen Sie sicher, dass alle Spannungsklemmen während der Mess- und Protokollierungzeit angeschlossen sind. Nicht angeschlossene Spannungsclips sind anfällig für EMI und können falsche Ereignisse auslösen. Es ist ratsam, sie mit dem neutralen Spannungseingang des Geräts kurzzuschließen.

14.2.2 Spannungen

14.2.2.1 10/12-Takt Effektivspannung: U_{1Rms} , U_{2Rms} , U_{3Rms} , U_{NRms} , U_{12Rms} , U_{23Rms} , U_{31Rms} , AC+DC

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit	Nennspannung U_{NOM}
10 % U_{NOM} ... 150 % U_{NOM}	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,1 \% \cdot U_{NOM}$	50 V ... 690 V

* - abhängig von der gemessenen Spannung

14.2.2.2 Halbtakt 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} , $U_{12Rms(1/2)}$, $U_{23Rms(1/2)}$, $U_{31Rms(1/2)}$, U_{12Min} , U_{23Min} , U_{31Min} , U_{12Max} , U_{23Max} , U_{31Max} , AC+DC

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit	Nennspannung U_{NOM}
3 % U_{NOM} ... 150 % U_{NOM}	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,2 \% \cdot U_{NOM}$	50 V ... 690 V

* - abhängig von der gemessenen Spannung



Die Messungen von Spannungseignissen basieren auf der Halbtakt-Effektivspannung.

14.2.2.3 Scheitelfaktor.: CF_{U1} , CF_{U2} , CF_{U3} , CF_{UN} , CF_{U21} , CF_{U23} , CF_{U31}

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1,00 ... 2,50	0,01	$\pm 5 \% \cdot CF_U$

14.2.2.4 Spitzenspannung: U_{1Pk} , U_{2Pk} , U_{3Pk} , U_{12Pk} , U_{23Pk} , U_{31Pk} , AC+DC

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit
20,00 Vpk ... 1414 Vpk	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,5 \% \cdot U_{Pk}$

* - abhängig von der gemessenen Spannung

14.2.3 Strom

14.2.3.1 10/12-Takt RMS / Halbtakt RMS / Spitzenwert

Zangen	Bereich	Messbereich	Spitzenwert	Gesamtstromgenauigkeit	
				10/12-Takt RMS-Strom I_{1Rms} , I_{2Rms} , I_{3Rms} , I_{NRms} , AC+DC	Halbtakt Effektivstrom (Einschaltstrom, min, max) $I_{1Rms(1/2)}$, $I_{2Rms(1/2)}$, $I_{3Rms(1/2)}$, $I_{NRms(1/2)}$, AC+DC Spitzenwert I_{1Pk} , I_{2Pk} , I_{3Pk} , I_{NPk} , AC+DC
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	100 A ... 1700 A 10 A ... 250 A 0,5 A ... 14 A 50 mA ... 1,4 A	$\pm 0,5 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 0,8 \% \cdot I_{RMS}$
A 1391 PQA	300 A 40 A	5 A ... 200 A 500 mA ... 20 A	5 A ... 280 A 500 mA ... 28 A	$\pm 1,3 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$
A 1636	DC: 2000 A AC: 1000 A	40 A ... 2000 A 20 A ... 1000 A	40 A ... 2800 A 20 A ... 1400 A	$\pm 1,3 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ... 6000 A 30 A ... 600 A 3 A ... 60 A	300 A ... 8500 A 30 A ... 850 A 3 A ... 85 A	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1445	3000 A 300 A 30 A	300 A ... 6000 A 30 A ... 600 A 3 A ... 60 A	300 A ... 8500 A 30 A ... 850 A 3 A ... 85 A	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1582	3000 A 300 A 30 A	300 A ... 6000 A 30 A ... 600 A 3 A ... 60 A	300 A ... 8500 A 30 A ... 850 A 3 A ... 85 A	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1501	3000 A 300 A 30 A	300 A ... 6000 A 30 A ... 600 A 3 A ... 60 A	300 A ... 8500 A 30 A ... 850 A 3 A ... 85 A	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1502	3000 A 300 A	300 A ... 6000 A 30 A ... 600 A	300 A ... 8500 A 30 A ... 850 A	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$

Zangen	Bereich	Messbereich	Spitzenwert	Gesamtstromgenauigkeit	
				10/12-Takt RMS-Strom I1Rms, I2Rms, I3Rms, INRms, AC+DC	Halbtakt Effektivstrom (Einschaltstrom, min, max) I1Rms (1/2), I2Rms (1/2), I3Rms (1/2), INRms (1/2), AC+DC Spitzenwert I1Pk, I2Pk, I3Pk, INPk, AC+DC
	30 A	3 A ... 60 A	3 A ... 85 A		
A 1503	6000 A 600 A 60 A	600 A ... 12000 A 60 A ... 1200 A 6 A ... 120 A	600 A ... 17 000 A 60 A ... 1700 A 6 A ... 170 A	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1446	6000 A 600 A 60 A	600 A ... 12000 A 60 A ... 1200 A 6 A ... 120 A	600 A ... 17 000 A 60 A ... 1700 A 6 A ... 170 A	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1037	6 A 0,5 A	0,5 A ... 10 A 10 mA ... 10 A	0,5 A ... 14 A 10 mA ... 1,4 A	$\pm 0,3 \% \cdot I_{RMS}$	$\pm 0,4 \% \cdot I_{RMS}$
A 1717	1000 A 100 A	30 A ... 1000 A 3 A ... 100 A	1500 A 150 A	$\pm (1,0 \% \cdot I_{RMS} + 1 A)$	$\pm (1,2 \% \cdot I_{RMS} + 1 A)$
A 1783	200 A 20 A	10 A ... 200 A	300 A	$\pm (0,5 \% \cdot I_{RMS} + 40 mA)$	$\pm (0,7 \% \cdot I_{RMS} + 40 mA)$
		1 A ... 20 A	30 A	$\pm (0,5 \% \cdot I_{RMS} + 4 mA)$	$\pm (0,7 \% \cdot I_{RMS} + 4 mA)$



Die Gesamtstromgenauigkeit (in Prozent des Messwerts) wird als Richtlinie angegeben. Für den genauen Messbereich und die Genauigkeit überprüfen Sie bitte die Bedienungsanleitung der zugehörigen Stromzangen. Die Gesamtgenauigkeit wird berechnet als:

$$Overall_Accuracy = 1,15 \cdot \sqrt{Instrument_Accuracy^2 + Clamp_Accuracy^2}$$

14.2.3.2 Scheitelfaktor CF_{Ip} $p: [1, 2, 3, 4, N]$, AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1,00 ... 10,00	0,01	$\pm 5 \% \cdot CF_I$

14.2.3.3 Genauigkeit der 10/12-Takt Effektivspannung, gemessen am Stromeingang

Messbereich (Genauigkeit des intrinsischen Geräts)	Genauigkeit
50,0 mV _{RMS} ... 3.000 V _{RMS}	$\pm 0,25 \% \cdot U_{RMS}$

Messbereich	Genauigkeit	Scheitelfaktor or
50,0 mV _{RMS} ... 1.500 V _{RMS}	$\pm 0,25 \% \cdot U_{RMS}$	3,0

U_{RMS} – Effektivspannung, gemessen am Stromeingang

14.2.3.4 Genauigkeit der Halbtakt-Effektivspannung, gemessen am Stromeingang

Messbereich (Genauigkeit des intrinsischen Geräts)	Genauigkeit
50,0 mV _{RMS} ... 3.000 V _{RMS}	$\pm 0,5 \% \cdot U_{RMS}$

Messbereich (Genauigkeit des intrinsischen Geräts)	Genauigkeit	Scheitelfaktor
50,0 mV _{RMS} ... 1.500 V _{RMS}	$\pm 0,5 \% \cdot U_{RMS}$	3,0

14.2.4 Frequenz

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
50 Hz Systemfrequenz: 42,500 Hz ... 57,500 Hz 60 Hz Systemfrequenz: 51.000 Hz ... 69.000 Hz VFD-Systemfrequenz: 5,000 Hz ... 99,999 Hz	1 mHz	$\pm 10 mHz$
400 Hz Systemfrequenz: 335,00 Hz ... 465,00 Hz VFD-Systemfrequenz: 100,00 Hz ... 130,00 Hz	10 mHz	$\pm 100 mHz$

14.2.5 Flimmern

Flimmertyp	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
P_{INST}	0,00 ... 10,00	0,01	$\pm 5 \% \cdot P_{INST}$
P_{st}	0,00 ... 10,00		$\pm 5 \% \cdot P_{st}$
P_{It}	0,00 ... 10,00		$\pm 5 \% \cdot P_{It}$

14.2.6 Transienten

Typ	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Spannungstransienten	$\pm 2 \text{ kV}$	5 V	$\pm 5 \%$
Stromtransienten	Abhängig von der gewählten Stromzange		$\pm 10 \%$



Die gesamte aktuelle Transientengenauigkeit (in Prozent des gemessenen Werts) wird als Richtlinie angegeben. Für den genauen Messbereich und die Genauigkeit überprüfen Sie bitte die Bedienungsanleitung der zugehörigen Stromzangen.

14.2.7 Fundamentale Leistung

Fundamentale Leistung	Messbereich (W, var, VA)		Genauigkeit
Fundamentale Wirkleistung * (W) Pfund ₁ , Pfund ₂ , Pfund ₃ , P ⁺ _{tot}	± (0,0000 ... 999,99) 5 digits	Ohne Klemmen (nur Instrument)	±0,2 % · Pfund
		Mit Flexklemmen A 1227/ A 1445/ A 1501/ A 1502/ A 1582 (3000 A) A 1446/ A 1503/ (6000 A)	±1,7 % · Pfund
		Mit Eisenklemmen A 1281/ A 1717 (1000 A) A 1783 (200 A)	±0,7 % · Pfund
Fundamentale Blindleistung ** (var) Qfund ₁ , Qfund ₂ , Qfund ₃ , Q ⁺ _{tot}		Ausgenommen Klemmen (Nur Gerät)	±0,2 % · Qfund
		Mit Flexklemmen A 1227/ A 1445/ A 1501/A 1502/ A 1582 (3000 A) A 1446/ A 1503 (6000 A)	±1,7 % · Qfund
		Mit Eisenklemmen A 1281/ A 1717 (1000 A) A 1783 (200 A)	±0,7 % · Qfund
Grundlegende Schein- Leistung *** (VA) Sfund ₁ , Sfund ₂ , Sfund ₃ , S ⁺ _{tot}		Ohne Klemmen (nur Instrument)	±0,2 % · Sfund
		Mit Flexklemmen A 1227/ A 1445/ A 1501/ A 1502/ A 1582 (3000 A) A 1446/ A 1503 (6000 A)	±1,7 % · Sfund

		Mit Eisenklemmen A 1281/ A 1717 (1000 A) A 1783 (200 A)	$\pm 0,7 \% \cdot \text{Sfund}$
--	--	--	---------------------------------

*Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\cos \varphi \geq 0,80$, $I \geq 10 \% I_{\text{Nom}}$ und $U \geq 80 \% U_{\text{Nom}}$

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\sin \varphi \geq 0,50$, $I \geq 10 \% I_{\text{Nom}}$ und $U \geq 80 \% U_{\text{Nom}}$

***Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\cos \varphi \geq 0,50$, $I \geq 10 \% I_{\text{Nom}}$ und $U \geq 80 \% U_{\text{Nom}}$

14.2.8 Nicht fundamentale Leistung

Nicht fundamentale Leistung	Messbereich (W, var, VA)	Bedingungen	Genauigkeit
Aktive harmonische Leistung* (W) $Ph_1, Ph_2, Ph_3, Ph_{\text{tot}}$	$\pm (0,0000 \dots 999,99 \text{ G})$ 5 digits	Ohne Klemmen (nur Instrument) $Ph > 1\% \cdot P$	$\pm 1,0\% \cdot Ph$
Stromverzerrungsleistung* (var) $DI_1, DI_2, DI_3, DI_{\text{I}}$		Ausgenommen Klemmen (Nur Gerät) $DI > 1\% \cdot S$	$\pm 2,0\% \cdot DI$
Spannungsverzerrungsleistung* (var) $DV_1, DV_2, DV_3, DV_{\text{V}}$		Ausgenommen Klemmen (Nur Gerät) $DV > 1\% \cdot S$	$\pm 2,0\% \cdot DV$
Harmonische Verzerrungsleistung* (var) $DH_1, DH_2, DH_3, DH_{\text{H}}$		Ausgenommen Klemmen (Nur Gerät) $DH > 1\% \cdot S$	$\pm 2,0\% \cdot DH$
Nicht fundamentale Scheinleistung* (VA) $SN_1, SN_2, SN_3, SN_{\text{N}}$		Ohne Klemmen (nur Instrument) $SN > 1\% \cdot S$	$\pm 1,0\% \cdot SN$
Harmonische Scheinleistung* (VA) $SH_1, SH_2, SH_3, SH_{\text{H}}$		Ohne Klemmen (nur Instrument) $SH > 1\% \cdot S$	$\pm 2,0\% \cdot SH$

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

14.2.9 Leistungsfaktor (PF, PFe, PFv, PFa)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1,00 ... 1,00	0,01	$\pm 0,02$

14.2.10 Verschiebungsfaktor (DPF) oder $\cos \varphi$

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1,00 ... 1,00	0,01	$\pm 0,02$

14.2.11 Energie-

		Messbereich (kWh, kvarh, kVAh)	Auflösung	Genauigkeit
Wirkenergie Ep*	Ausgenommen Klemmen (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			$\pm 1,8 \% \cdot E_p$
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Eisenklemmen			$\pm 0,8 \% \cdot E_p$
Blindenergie Eq**	Ausgenommen Klemmen (Nur Gerät)			$\pm 0,5 \% \cdot E_q$
	Mit A 1227/ A 1445/ A 1446/ A 1501/ A 1502/ A 1503 Flexible Stromzangen			$\pm 1,8 \% \cdot E_q$
	Mit A 1281 Mehrbereichsklemmen			$\pm 0,8 \% \cdot E_q$

*Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\cos \varphi \geq 0,80$, $I \geq 10 \% I_{Nom}$ und $U \geq 80 \% U_{Nom}$

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\sin \varphi \geq 0,50$, $I \geq 10 \% I_{Nom}$ und $U \geq 80 \% U_{Nom}$

14.2.12 Spannungsharmonische und THD

Messbereich	Harmonische Komponente N	Systemfrequenz	Auflösung*	Genauigkeit
$U_{hN} < 1 \% U_{Nom}$	0 ... 63 ^{te}	50/60 Hz	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,15 \% \cdot U_{Nom}$
$1 \% U_{Nom} < U_{hN} < 20 \% U_{Nom}$				$\pm 5 \% \cdot U_{hN}$
$U_{hN} < 1 \% U_{Nom}$	0 ... 30 ^{te}	400 Hz	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,15 \% \cdot U_{Nom}$
$1 \% U_{Nom} < U_{hN} < 20 \% U_{Nom}$				$\pm 5 \% \cdot U_{hN}$
$U_{hN} < 1 \% U_{Nom}$	0 ... 50 ^{te} ($\leq 10\text{Hz}$) 0 ... 30 ^{te} ($\leq 20\text{Hz}$) 0 ... 15 ^{te} ($\leq 40\text{Hz}$)	VFD	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,15 \% \cdot U_{Nom}$
$1 \% U_{Nom} < U_{hN} < 20 \% U_{Nom}$	0 ... 10 ^{te} ($\leq 66,67\text{Hz}$) 0 ... 5 ^{te} ($\geq 66,67\text{Hz}$)			$\pm 5 \% \cdot U_{hN}$

* - abhängig von der gemessenen Spannung

U_{Nom} : Nennspannung (RMS)

U_{hN} : gemessene harmonische Spannung

N: harmonische Komponente

N = 0 Gleichstromkomponente

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0 \% U_{\text{Nom}} < \text{THD}_U < 20 \% U_{\text{Nom}}$	0,01 %	$\pm 0,3 \%$

U_{Nom} : Nennspannung (RMS)

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit
$0 \% U_{\text{Nom}} < \text{THD}_U < 20 \% U_{\text{Nom}}$	0,1 mV ... 0,1 MV	Berechneter Wert

* - abhängig von der gemessenen Spannung

U_{Nom} : Nennspannung (RMS)

14.2.12.1 Überharmonische

Messbereich	Frequenzbereich	Frequenzauflösung	Auflösung*	Genauigkeit
$0 \% U_{\text{Nom}} < U_{\text{hN}} < 20 \% U_{\text{Nom}}$	2 kHz ... 15 kHz	200 Hz	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 5 \% \cdot U_{\text{hN}}$

* - abhängig von der gemessenen Spannung

U_{Nom} : Nennspannung (RMS)

14.2.13 Stromharmonische, THD und k-Faktor

Messbereich	Harmonische Komponente N	Systemfrequenz	Auflösung*	Genauigkeit
$I_{\text{hN}} < 10 \% I_{\text{Nom}}$	0 ... 63 ^{te}	50/60 Hz	0,1 mV 0,1 μ A ... 10 A	$\pm 0,15 \% \cdot I_{\text{Nom}}$
$10 \% I_{\text{Nom}} < I_{\text{hN}} < 100 \%$				$\pm 5 \% \cdot I_{\text{hN}}$
$I_{\text{hN}} < 10 \% I_{\text{Nom}}$	0 ... 30 ^{te}	400 Hz	0,1 mV 0,1 μ A ... 10 A	$\pm 0,15 \% \cdot I_{\text{Nom}}$
$10 \% I_{\text{Nom}} < I_{\text{hN}} < 100 \%$				$\pm 5 \% \cdot I_{\text{hN}}$
$I_{\text{hN}} < 10 \% I_{\text{Nom}}$	0 ... 50 ^{te} ($\leq 10\text{Hz}$) 0 ... 30 ^{te} ($\leq 20\text{Hz}$) 0 ... 15 ^{te} ($\leq 40\text{Hz}$) 0 ... 10 ^{te} ($\leq 66,67\text{Hz}$) 0 ... 5 ^{te} ($\geq 66,67\text{Hz}$)	VFD	0,1 mV 0,1 μ A ... 10 A	$\pm 0,15 \% \cdot I_{\text{Nom}}$
$10 \% I_{\text{Nom}} < I_{\text{hN}} < 100 \%$				$\pm 5 \% \cdot I_{\text{hN}}$

* - hängt von der gemessenen Spannung und dem Spannungs-/Stromverhältnis der Zange ab

I_{Nom} : Nennstrom (RMS)

I_{hN} : gemessener harmonischer Strom

N: harmonische Komponente

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0 \% I_{\text{Nom}} < \text{THD}_I < 100 \% I_{\text{Nom}}$	0,01 %	$\pm 0,6$
$100 \% I_{\text{Nom}} < \text{THD}_I < 200 \% I_{\text{Nom}}$	0,01 %	$\pm 0,3$

I_{Nom} : Nennstrom (RMS)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0,00 < k < 99,99$	0,01	$\pm 0,6$
$100,0 < k < 999,9$	0,1	

14.2.14 Spannungszwischenharmonische

Messbereich	Zwischenharmonische Komponente N	Systemfrequenz	Auflösung*	Genauigkeit
$U_{\text{ihN}} < 1 \% U_{\text{Nom}}$	0 ... 63 ^{te}	50/60 Hz	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,15 \% \cdot U_{\text{Nom}}$

$1\% U_{\text{Nom}} < U_{\text{ihN}} < 20\% U_{\text{Nom}}$				$\pm 5\% \cdot U_{\text{hN}}$
$I_{\text{hN}} < 10\% I_{\text{Nom}}$	0 ... 30 ^{te}	400 Hz	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,15\% \cdot I_{\text{Nom}}$
$10\% I_{\text{Nom}} < I_{\text{hN}} < 100\%$				$\pm 5\% \cdot I_{\text{hN}}$
$U_{\text{ihN}} < 1\% U_{\text{Nom}}$	0 ... 50 ^{te} ($\leq 10\text{Hz}$) 0 ... 30 ^{te} ($\leq 20\text{Hz}$) 0 ... 15 ^{te} ($\leq 40\text{Hz}$)	VFD	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,15\% \cdot U_{\text{Nom}}$
$1\% U_{\text{Nom}} < U_{\text{ihN}} < 20\% U_{\text{Nom}}$	0 ... 10 ^{te} ($\leq 66,67\text{Hz}$) 0 ... 5 ^{te} ($\geq 66,67\text{Hz}$)			$\pm 5\% \cdot U_{\text{hN}}$

* - abhängig von der gemessenen Spannung

U_{Nom} : Nennspannung (RMS)

U_{ihN} : gemessene zwischenharmonische Spannung

N: zwischenharmonische Komponente

14.2.15 Stromzwischenharmonische

Messbereich	Zwischenharmonische Komponente N	Systemfrequenz	Auflösung*	Genauigkeit
$I_{\text{ihN}} < 10\% I_{\text{Nom}}$	0 ... 63 ^{te}	50/60 Hz	0,1 mV 0,1 μA ... 10 A	$\pm 0,15\% \cdot I_{\text{Nom}}$
$10\% I_{\text{Nom}} < I_{\text{ihN}} < 100\%$				$\pm 5\% \cdot I_{\text{ihN}}$
$I_{\text{hN}} < 10\% I_{\text{Nom}}$	0 ... 30 ^{te}	400 Hz	0,1 mV 0,1 μA ... 10 A	$\pm 0,15\% \cdot I_{\text{Nom}}$
$10\% I_{\text{Nom}} < I_{\text{hN}} < 100\%$				$\pm 5\% \cdot I_{\text{hN}}$
$I_{\text{ihN}} < 10\% I_{\text{Nom}}$	0 ... 50 ^{te} ($\leq 10\text{Hz}$) 0 ... 30 ^{te} ($\leq 20\text{Hz}$) 0 ... 15 ^{te} ($\leq 40\text{Hz}$)	VFD	0,1 mV 0,1 μA ... 10 A	$\pm 0,15\% \cdot I_{\text{Nom}}$
$10\% I_{\text{Nom}} < I_{\text{ihN}} < 100\%$	0 ... 10 ^{te} ($\leq 66,67\text{Hz}$) 0 ... 5 ^{te} ($\geq 66,67\text{Hz}$)			$\pm 5\% \cdot I_{\text{ihN}}$

* - hängt von der gemessenen Spannung und dem Spannungs-/Stromverhältnis der Zange ab

I_{Nom} : Nennstrom (RMS)

I_{ihN} : gemessener zwischenharmonischer Strom

N: zwischenharmonische Komponente

14.2.16 Signalisierung

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit
$1\% U_{\text{Nom}} < U_{\text{Sig}} < 3\% U_{\text{Nom}}$	0,1 mV ... 0,1 MV	$\pm 0,15\% \cdot U_{\text{Nom}}$
$3\% U_{\text{Nom}} < U_{\text{Sig}} < 20\% U_{\text{Nom}}$		$\pm 5\% \cdot U_{\text{Sig}}$

* - abhängig von der gemessenen Spannung

U_{Nom} : Nennstrom (RMS)

U_{Sig} : Gemessene Signalisierungsspannung

14.2.17 Unwucht

	Unwuchtbereich	Auflösung	Genauigkeit
u ⁻	0,5 % ... 5,0 %	0,01 %	±0,15 %
u ⁰			
i ⁻	0,0 % ... 20 %		±1 %
i ⁰			

14.2.18 Über- und Unterabweichung

	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
U_{Over}	0 ... 50 % U_{Nom}	0,01 %	$\pm 0,15\%$
U_{Under}	0 ... 90 % U_{Nom}		

14.2.19 Zeit- und Dauerunsicherheit

Standardkonformität: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 4.6)

14.2.19.1 Echtzeituhr (RTC) Temperaturunsicherheit

Betriebsbereich	Genauigkeit	
-20 °C ... 70 °C	±3,5 ppm	0,3 s/Tag
0 °C ... 40 °C	±2,0 ppm	0,17 s/Tag

14.2.19.2 Echtzeituhr (GPS) Temperaturunsicherheit

Betriebsbereich	Genauigkeit
-20 °C ... 70 °C	±2 ms / unendlich lang

14.2.19.3 Ereignisdauer und Zeitstempel des Rekorders und Unsicherheit

	Messbereich	Auflösung	Fehler
Dauer des Ereignisses	10 ms... 7 Tage	1 ms	±1 Takt
Aufzeichnungs- und Ereigniszeitstempel	N/A	1 ms	±1 Takt

14.2.20 Temperatursonde

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

14.2.21 Phasenwinkel

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-180,0° ... 180,0°	0,1°	±0,6°

14.2.22 VFD (Frequenzumrichter) Systemspezifikation

Abtastfrequenz:	Normalbetrieb Anti-Aliasing- Filter	40 k Abtastung/ S Durchlassbereich (-3 dB): 0 Hz ... 700 Hz Sperrbereich (-80 dB): > 896 Hz
Taktaggregation:	5 Takte	

14.2.23 Spezifikationsunterschiede zwischen 400 Hz-, VFD- und 50/60 Hz-Systemen am MI 2992

Messung / Aufzeichnung	Synchronisationsfrequenz		
	400 Hz	VFD	50 Hz / 60 Hz
Spannung	• ⁽¹⁾	• ⁽¹⁾	•
Strom	• ⁽¹⁾	• ⁽¹⁾	•
Frequenz	335 Hz ... 465 Hz	5 Hz ... 130 Hz	•
Leistung	• ⁽¹⁾	• ⁽¹⁾	•
Energie-	• ⁽¹⁾	• ⁽¹⁾	•
Unwucht	• ⁽¹⁾	• ⁽¹⁾	•
Flimmern	-	-	•
THD	•	•	•
Spannungsharmonische	0 ... 30 ^{te}	0 ... 50 ^{te(3)}	0 ... 63 ^{te}

Stromharmonische	0 ... 30 ^{te}	0 ... 50 ^{te(3)}	0 ... 63 ^{te}
Spannungszwischenharmonische	0 ... 30 ^{te}	0 ... 50 ^{te(3)}	1 ... 63 ^{te}
Stromzwischenharmonische	0 ... 30 ^{te}	0 ... 50 ^{te(3)}	1 ... 63 ^{te}
Ereignisse	• ⁽¹⁾	• ⁽¹⁾	•
RVC - Schnelle Spannungsänderungen	-	• ⁽¹⁾	•
Signalisierung	-	-	•
Netzwerkkonfigurationen	• ⁽¹⁾	• ⁽¹⁾	•
Allgemeiner Recorder	• ⁽¹⁾	• ⁽¹⁾	•
Zyklusaggregation	50 Takte	5 Takte	10/12 Takte

⁽¹⁾ Identische technische Spezifikation (Genauigkeit, Messbereiche, etc.) wie bei 50/60 Hz-Systemen

⁽²⁾ Bei 3-phasigen 4-Draht-Systemen werden Messungen an 3 Spannungs- und 4 Stromkanälen durchgeführt, Kanal U_{N-GND} wird nicht verwendet.

⁽³⁾ Die Anzahl der Harmonischen/Zwischenharmonischen hängt von der Spannungs-/Stromfrequenz ab.

14.3 Rekorder

14.3.1 Allgemeiner Recorder

Abtastung	Gemäß den Anforderungen der IEC 61000-4-30 Klasse A. Das grundlegende Messzeitintervall für Spannung, Harmonische, Zwischenharmonische und Unsymmetrie ist das 10-Takt-Zeitintervall für ein 50-Hz-Netz und das 12-Zyklen-Zeitintervall für ein 60-Hz-Netz. Das Gerät liefert etwa 3 Messwerte pro Sekunde, kontinuierliche Abtastung. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet. Bei Harmonischen-Messungen werden die Eingangsabtastwerte neu abgetastet, um sicherzustellen, dass die Abtastfrequenz kontinuierlich mit der Hauptfrequenz synchronisiert wird.
Aufzeichnung von Mengen	Spannung, Strom, Frequenz, Scheitelfaktoren, Leistung, Energie, 63. Harmonische, 63. Zwischenharmonische, Flimmern, Signalisierung, Unsymmetrie, Unter- und Überabweichung.
Aufzeichnungsintervall	200 ms, 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	Alle Ereignisse können ohne Einschränkung in der Aufzeichnung gespeichert werden.
Alarmer	Alle Alarmer, ohne Einschränkung, können in Aufzeichnungen gespeichert werden.
Signalisierung	Signalisierungsereignisse können ohne Einschränkung in der Aufzeichnung gespeichert werden.
Transienten	Transienten können ohne Einschränkung in der Aufzeichnung gespeichert werden.
Einschaltstrom	Einschaltströme können ohne Einschränkung in der Aufzeichnung gespeichert werden.
RVC	RVC kann ohne Einschränkung in der Aufzeichnung gespeichert werden.



Wenn während der Aufzeichnungssitzung die Geräteakkus leer sind, z. B. aufgrund einer langen Unterbrechung, wird das Gerät abgeschaltet und nach dem Wiedereinschalten der Stromversorgung wird die Aufzeichnungssitzung automatisch neu gestartet.



Die Aufzeichnungszeit der Wellenform beträgt 1 Sekunde, mit 0,5 Sekunden Pre-Trigger.

14.4 Normenkonformität

14.4.1 Übereinstimmung mit der Norm IEC 61557-12

14.4.1.1 Allgemeine und wesentliche Merkmale

Netzqualitätsbewertungsfunktion	-A
Klassifizierung gemäß 4.3	SD Indirekte Strom- und Gleichspannungsmessung
	SS Indirekte Strom- und indirekte Spannungsmessung
Temperatur	K50
Luftfeuchtigkeit + Höhe	Standard

14.4.1.2 Messcharakteristika

Funktionssymbole	Klasse gemäß EN 61557-12	Messbereich
P	1	2 % ... 200 % $I_{\text{Nom}}^{(1)}$
Q	1	2 % ... 200 % $I_{\text{Nom}}^{(1)}$
S	1	2 % ... 200 % $I_{\text{Nom}}^{(1)}$
Ep	1	2 % ... 200 % $I_{\text{Nom}}^{(1)}$
Eq	2	2 % ... 200 % $I_{\text{Nom}}^{(1)}$
eS	1	2 % ... 200 % $I_{\text{Nom}}^{(1)}$
PF	0,5	-1 ... 1
I, I_{Nom}	0,2	2 % I_{Nom} ... 200 % I_{Nom}
I_{h_n}	1	0 % ... 100 % I_{Nom}
THDi	2	0 % ... 100 % I_{Nom}

(1) – Der Nennstrom hängt vom Stromsensor ab.

14.4.2 Einhaltung der IEC 61000-4-30

IEC 61000-4-30 Abschnitt und Parameter	Power Analyser Messungen	Klasse
4.4 Aggregation der Messungen in Zeitintervallen* • aggregiert über 150/180-Zyklus • aggregiert über 10 min • aggregiert über 2 h	Zeitstempel, Dauer	A
4.6 Echtzeituhr (RTC) Unsicherheit		A
4.7 Markieren		A
5.1 Frequenz	Freq.	A
5.2 Größe des Angebots	U	A
5.3 Flimmern	$P_{\text{st}}, P_{\text{lt}}$	A
5.4 Einbrüche und Anstiege	$U_{\text{Dip}}, U_{\text{Swell}}, \text{Dauer}$	A
5.5 Unterbrechungen	Dauer	A
5.7 Unwucht	u^-, u^0	A
5.8 Spannungsharmonische	$U_{h_{0+63}}$	A
5.9 Spannungszwischenharmonische	$U_{ih_{0+63}}$	A
5.10 Netzsignalisierungsspannung	U_{Sig}	A
5.12 Unter- und Überabweichung	$U_{\text{Under}}, U_{\text{Over}}$	A

* Instrumentenaggregatmessung gemäß ausgewähltem Intervall Parameter im REKORDER. Aggregierte Messungen werden nur dann in den TREND-Bildschirmen angezeigt, wenn der REKORDER aktiv ist.

15 Wartung

15.1 Firmware- / Software-Upgrade

Metrel als Hersteller fügt ständig neue Funktionen hinzu und erweitert bestehende. Um den größten Teil Ihres Geräts zu erhalten, empfehlen wir, regelmäßig nach Software- und Firmware-Updates zu suchen. Siehe Kapitel *10.7 Update* für weitere Informationen.

15.2 Reinigung

Um die Oberfläche des Geräts zu reinigen, verwenden Sie ein weiches, leicht feuchtes Tuch mit Seifenwasser oder Alkohol. Dann lassen Sie das Gerät zum vollständigen Trocknen liegen, bevor Sie es verwenden.

Warnungen!



Verwenden Sie keine benzin- oder kohlenwasserstoffbasierten Flüssigkeiten!



Verschütten Sie keine Reinigungsflüssigkeit über dem Gerät!

15.3 Regelmäßige Kalibrierung

Um eine korrekte Messung zu gewährleisten, ist es wichtig, dass das Gerät regelmäßig kalibriert wird. Bei kontinuierlicher täglicher Anwendung wird ein sechsmonatiger Kalibrierungszeitraum empfohlen, da ansonsten eine jährliche Kalibrierung ausreicht.

15.4 Service

Für Reparaturen innerhalb oder außerhalb der Garantiezeit, kontaktieren Sie bitte Ihren Vertriebs Händler für weitere Informationen.

15.5 Fehlersuche

Problem	Mögliche Ursache	Lösung
Das Gerät schaltet sich nicht ein.	Leere Batterie.	Schließen Sie das Gerät am Uext-Netzteil an (siehe Abschnitt 1.3.1).
Ladegerät lädt nicht; die LED leuchtet rot.	Die Umgebungstemperatur liegt außerhalb des zulässigen Bereichs. Uext nicht angeschlossen oder außerhalb des Spannungsbereichs.	Halten Sie das Gerät im Betriebstemperatur- und Uext-Spannungsbereich.
Das Gerät zeigt keine Ergebnisse (gestrichelte Linien).	Das Mess-PQ-System ist ausgefallen.	Setzen Sie das Gerät zurück oder ändern Sie die Messeinstellungen (Nennspannung, Anschluss, ...). Durch Ändern der Messeinstellungen wird das PQ-System neu gestartet.
Keine USB-Verbindung zum PC oder zur MPVision-Software.	USB-Kabel oder Verbindung fehlerhaft.	Setzen Sie die USB-Verbindung zurück. Schließen Sie das USB-Kabel wieder an. Tauschen Sie das USB-Kabel aus.
So aktualisieren Sie das Gerät.		Siehe Abschnitt <i>10.7 Update</i>

16 Dokumentversion / -historie

Version	Datum	Kommentar (Beschreibung der Änderungen)
1.1.1	16.12.2025	Erste offizielle Version.

Appendix A – Profilspezifikation

Angabe der Dauer:

- "- -" → Gemäß der Norm IEC 61000-4-30 oder definiert im Menü Rekordereinstellungen
- "Festgelegter Wert" → Festwert
- "Allg. Aufz. Int." → Allgemeines Aufzeichnungsintervall im Menü Rekordereinstellungen
- „Leist. Aufz. Int.“ → Leistungsaufzeichnungsintervall im Menü Rekordereinstellungen

A.1 Profil 200 ms

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Dauer
U_{rms}	L123N/122331	MITTEL			200 ms
I_{rms}	L123N	MITTEL			200 ms
P	L123TOT	MITTEL		Con/Gen	200 ms
N	L123TOT	MITTEL	Ind/Kap	Con/Gen	200 ms
S	L123	MITTEL			200 ms
PF	L123	AON	Ind/Kap	Con/Gen	200 ms
PF_e	GESAMT	AON	Ind/Kap	Con/Gen	200 ms
UPF	L123TOT	MITTEL		Con/Gen	200 ms
THD _i	L123N	MIN/MAX/MITTEL			200 ms
THD _u	L123N/122331	MIN/MAX/MITTEL			200 ms
E_p	L123TOT	SUMME		Con/Gen	200 ms
E_q	L123TOT	SUMME		Con/Gen	200 ms
Freq _{200ms}	Refch	AON			200 ms
Freq _{10s}	Refch	MIN/MAX/MITTEL/AON			--

A.2 Benutzerdefiniert

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
sig1	L123/122331	--				--
sig2	L123/122331	--				--
freq10s	Refch	--				--
$P_{st(1min)}$	L123/122334	--				--
$P_{instmax}$	L123/122334	--				--
P_{st}	L123/122334	--				--
P_{It}	L123N/122334	--				--
U_{rms}	L123N/122331	--				Gen. Aufz. Int
U_{DC}	L123N/122331	--				Gen. Aufz. Int
U_{FUND}	L123N/122331	--				Gen. Aufz. Int
U_e	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
U_{eFUND}	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
I_{rms}	L123N	--				Gen. Aufz. Int
I_{DC}	L123N	--				Gen. Aufz. Int
I_{FUND}	L123N	--				Gen. Aufz. Int
I_e	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
I_{eFUND}	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
freq _{200ms}	Refch	--				Gen. Aufz. Int
ZC_{num}	Refch	--				Gen. Aufz. Int
U_{UNDER}	L123/122331	--				Gen. Aufz. Int
U_{OVER}	L123/122331	--				Gen. Aufz. Int

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
CF _U	L123N/122331	--				Gen. Aufz. Int
U _{SPITZE}	L123N/122331	--				Gen. Aufz. Int
CF _I	L123N	--				Gen. Aufz. Int
I _{SPITZE}	L123N	--				Gen. Aufz. Int
P	L123TOT	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
PF _e	GESAMT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
P _{Summe}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
N	L123TOT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
N _{Summe}	GESAMT	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
S	L123	--				Pow. Aufz. Int
S _e	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
S _v	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
S _A	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
PF	L123	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
tan φ	L123TOT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
Quad	L123TOT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
UPF	L123TOT	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
PF _v	GESAMT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
PFA	GESAMT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
LU	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
P _{FUND}	L123TOT	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
P ₊	GESAMT	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
Q _{FUND}	L123	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
Q _{vFUND}	GESAMT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
Q _A	GESAMT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
Q ₊	GESAMT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
Q _{aFUND}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
Q ₊₊	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
Q ₊₋	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
S _{FUND}	L123	--				Pow. Aufz. Int
S _{uFUND}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
S _{eFUND}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
S ₊	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
S _{vFUND}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
S _{aFUND}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
DPF	L123	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
UDPF	L123TOT	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
DPF ₊	GESAMT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
DPF _v	GESAMT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
DPF _A	GESAMT	--	Ind/Kap	Con/Gen		Pow. Aufz. Int
UDPF	GESAMT			Con/Gen		Pow. Aufz. Int
P _H	L123TOT	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
D _I	L123	--				Pow. Aufz. Int
D _v	L123	--				Pow. Aufz. Int
D _H	L123	--				Pow. Aufz. Int
D _{eI}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
D _{eV}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
D _{eH}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
S _N	L123	--				Pow. Aufz. Int
S _H	L123	--				Pow. Aufz. Int
S _{eN}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
S _{eH}	GESAMT	--				Pow. Aufz. Int
HP	L123TOT	--				Pow. Aufz. Int
E _p	L123TOT	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
E_q	L123TOT	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
Ph	L123N	--		Con/Gen	--	Pow. Aufz. Int
THD _u (V)	L123N/122331	--				Gen. Aufz. Int
THD _u (%f)	L123N/122331	--				Gen. Aufz. Int
THD _u (%r)	L123N/122331	--				Gen. Aufz. Int
THD _i (A)	L123N	--				Gen. Aufz. Int
THD _i (%f)	L123N	--				Gen. Aufz. Int
THD _i (%r)	L123N	--				Gen. Aufz. Int
TDD _i	L123	--				Gen. Aufz. Int
U _h (V)	L123N/122331	--			--	Gen. Aufz. Int
U _h (%r)	L123N/122331	--			--	Gen. Aufz. Int
U _h (%f)	L123N/122331	--			--	Gen. Aufz. Int
U _h (V)	L123N/122331	--			2.1 kHz – 14.9 kHz	Gen. Aufz. Int
U _h (%f)	L123N/122331	--			2.1 kHz – 14.9 kHz	Gen. Aufz. Int
ϕU_h	L123N/122331	--			--	Gen. Aufz. Int
ϕU_{FUND}	L123N/122331	--				Gen. Aufz. Int
I _h (A)	L123N	--			--	Gen. Aufz. Int
I _h (%r)	L123N	--			--	Gen. Aufz. Int
I _h (%f)	L123N	--			--	Gen. Aufz. Int
ϕI_{FUND}	L123N	--				Gen. Aufz. Int
K _I	L123	--				Gen. Aufz. Int
U _{ih} (V)	L123N/122331	--			--	Gen. Aufz. Int
U _{ih} (%r)	L123N/122331	--			--	Gen. Aufz. Int
I _{ih} (A)	L123N	--			--	Gen. Aufz. Int
I _{ih} (%r)	L123N	--			--	Gen. Aufz. Int
U ⁺	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
U ⁻	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
U ⁰	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
u ⁻	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
u ⁰	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
I ⁺	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
I ⁻	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
I ⁰	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
i ⁻	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
i ⁰	GESAMT	--				Gen. Aufz. Int
Temp. RefCh (°C)		--				Gen. Aufz. Int
Temp. RefCh (°F)		--				Gen. Aufz. Int
U _{rms}	INV	--				Gen. Aufz. Int
I _{rms}	INV	--				Gen. Aufz. Int
P	INV	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
U _{DC}	INV	--				Gen. Aufz. Int
I _{DC}	INV	--				Gen. Aufz. Int
E _p	INV	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
U _{AC}	INV	--				Gen. Aufz. Int
I _{AC}	INV	--				Gen. Aufz. Int
RF	INV	--				Gen. Aufz. Int
S _{AC}	INV	--				Pow. Aufz. Int
P _{DC}	INV	--		Con/Gen		Pow. Aufz. Int
Eff	INV	--				Gen. Aufz. Int
T _{bat}	RefCh	--				Gen. Aufz. Int
U _{bat}	RefCh	--				Gen. Aufz. Int
T _{cpu}	RefCh	--				Gen. Aufz. Int

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
I_{bat}	RefCh	--				Gen. Aufz. Int
C_{bat}	RefCh	--				Gen. Aufz. Int
$C_{bat} (%)$	RefCh	--				Gen. Aufz. Int

A.3 IEEE 519-Profil

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
freq _{10s}	Refch	MIN/MAX/MITTEL/A ON				--
P _{st}	L123/122334	MIN/MAX/MITTEL/A ON				--
P _{lt}	L123/122334	MIN/MAX/MITTEL/A ON				--
U _{rms}	L123/122331	MIN/MAX/MITTEL				10 min
I _{rms}	L123N	MIN/MAX/MITTEL/A ON				10 min
freq _{200ms}	Refch	MIN/MAX/AON				10 min
I _{AC}	INV	MIN/MAX/MITTEL/A ON				10 min
U _{AC}	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
I _{rms}	INV	MIN/MAX/MITTEL/A ON				10 min
U _{rms}	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
I _{DC}	INV	MIN/MAX/MITTEL/A ON				10 min
U _{DC}	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
P	L123TOT	MIN/MAX/MITTEL/A ON		Con/Gen		15 min
PF	L123	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
N	L123TOT	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
S	L123	MIN/MAX/AON				15 min
S _A	L123	MIN/MAX/MITTEL/A ON				15 min
PF	L123	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
UPF	L123TOT	MITTEL		Con/Gen		15 min
E _p	L123TOT	SUMME/SUMtot		Con/Gen		15 min
E _q	L123TOT	SUMME/SUMtot		Con/Gen		15 min
P	INV	MIN/MAX/MITTEL/A ON		Con/Gen		15 min
S _{AC}	INV	MIN/MAX/MITTEL/A ON				10 min
Eff	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
P _{DC}	INV	MIN/MAX/MITTEL/A ON		Con/Gen		10 min
RF	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
THD _u (V)	L123N/122331	MITTEL				3 s
THD _u (V)	L123N/122331	MITTEL				10 min
THD _u (%r)	L123N/122331	MIN/MAX/MITTEL				10 min
THD _i (%r)	L123N	MIN/MAX/MITTEL/A ON				10 min
TDD _i	L123	MITTEL				3 s
TDD _i	L123	MITTEL				10 min
U _h (V)	L123N/122331	MITTEL			0 - 50	3 s

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
U_h (V)	L123N/122331	MITTEL			0 - 50	10 min
I_h (A)	L123N	MITTEL			0 - 50	3 s
I_h (A)	L123N	MITTEL			0 - 50	10 min
U_{ih} (V)	L123N/122331	MITTEL			0 - 50	3 s
U^+	GESAMT	MITTEL				10 min
U^-	GESAMT	MITTEL				10 min
U^0	GESAMT	MITTEL				10 min
u^+	GESAMT	MITTEL				10 min
u^0	GESAMT	MITTEL				10 min
I^+	GESAMT	MITTEL				10 min
I^-	GESAMT	MITTEL				10 min
I^0	GESAMT	MITTEL				10 min
i^+	GESAMT	MITTEL				10 min
i^0	GESAMT	MITTEL				10 min

A.4 Energiebedarfsbericht

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
freq _{10s}	Refch	MIN/MAX/MITTEL/AON				--
P_{lt}	L123/122331	MIN/MAX/MITTEL/AON				--
Sig1	L123/122331	MITTEL				--
Sig2	L123/122331	MITTEL				--
U_{rms}	L123/122331	MIN/MAX/MITTEL				10 min
I_{rms}	L123N	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
freq _{200ms}	Refch	MIN/MAX/AON				10 min
I_{AC}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
U_{AC}	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
I_{DC}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
U_{DC}	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
Eff	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
RF	INV	MIN/MAX/MITTEL				15 min
I_{rms}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
U_{rms}	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
P	L123TOT	MIN/MAX/MITTEL/AON		Con/Gen		15 min
PF _e	GESAMT	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
N	L123TOT	MIN/MAX/MITTEL/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
S	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
S _e	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
PF	L123	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
UPF	L123TOT	MITTEL		Con/Gen		15 min
P _{FUND}	L123TOT	MIN/MAX/MITTEL/AON		Con/Gen		15 min
Q _{FUND}	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
Q ⁺	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
S _{FUND}	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
S _{UFUND}	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
S _{eFUND}	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
S _{vFUND}	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
DPF	L123	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
UDPF	L123TOT	MITTEL		Con/Gen		15 min
DPF _v	GESAMT	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
D _I	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
D _V	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
D _H	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
D _{el}	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
D _{eV}	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
D _{EH}	GESAMT	MIN/MAX/AON				15 min
S _N	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
S _{EN}	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
S _{EH}	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
S _H	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
HP	L123TOT	MIN/MITTEL/AON				15 min
E _p	L123TOT	SUMME/SUMtot		Con/Gen		15 min
E _q	L123TOT	SUMME/SUMtot		Con/Gen		15 min
P	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON		Con/Gen		15 min
P _{DC}	INV	MITTEL		Con/Gen		15 min
E _p	INV	SUMME/SUMtot		Con/Gen		15 min
S _{AC}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
THD _u (%r)	L123N/122331	MITTEL				10 min
THD _i (%r)	L123N	MITTEL				10 min
U _h (%r)	L123N/122331	MITTEL			0 - 25	10 min
U _h (%f)	L123N/122331	MITTEL			0 - 25	10 min
I _h (A)	L123N	MIN/MAX/MITTEL/AON			0 - 25	10 min
I _h (%f)	L123N	AON			0 - 25	10 min
U _{ih} (%r)	L123N/122331	MITTEL			0 - 25	10 min
U ⁺	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
U ⁻	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
U ⁰	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
u ⁻	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
u ⁰	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
I ⁺	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
I ⁻	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
I ⁰	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
i ⁻	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
i ⁰	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min

A.5 Codigo de Red Profil

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
freq _{ios}	Refch	MIN/MAX/MITTEL/AON				--
P _{st}	L123/122334	MITTEL/AON				--
P _{lt}	L123/122334	MITTEL/AON				--
Sig1	L123/122334	MITTEL				--
Sig2	L123/122334	MITTEL				--
U _{rms}	L123N/122331	MIN/MAX/MITTEL				5 min
I _{rms}	L123N	MIN/MAX/MITTEL				5 min
I _{rms}	L123N	MIN/MAX/MITTEL				10 min
freq _{200ms}	Refch	MIN/MAX/AON				10 min
I _{AC}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				5 min
I _{DC}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				5 min
U _{DC}	INV	MIN/MAX/MITTEL				5 min
Eff	INV	MIN/MAX/MITTEL				5 min
RF	INV	MIN/MAX/MITTEL				5 min

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
I_{rms}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				5 min
I_{rms}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
U_{rms}	INV	MIN/MAX/MITTEL				5 min
U_{AC}	INV	MIN/MAX/MITTEL				5 min
P	L123TOT	MIN/MAX/MITTEL		Con/Gen		5 min
PF_e	GESAMT	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		5 min
N	L123TOT	MIN/MAX/MITTEL	Ind/Kap	Con/Gen		5 min
S	L123	MIN/MAX/MITTEL				5 min
S_e	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				5 min
PF	L123	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		5 min
UPF	L123TOT	MITTEL		Con/Gen		5 min
E_P	L123TOT	SUMME/SUMtot		Con/Gen		5 min
E_q	L123TOT	SUMME/SUMtot		Con/Gen		5 min
P	INV	MIN/MAX/MITTEL		Con/Gen		5 min
P_{DC}	INV	MIN/MAX/MITTEL		Con/Gen		5 min
E_p	INV	SUMME/SUMtot		Con/Gen		5 min
S_{AC}	INV	MIN/MAX/MITTEL				5 min
THD_u (V)	L123N/122331	MITTEL				10 min
THD_u (%r)	L123N/122331	MITTEL				10 min
THD_i (%r)	L123N	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
TDD_i	L123	MITTEL				10 min
U_h (V)	L123N/122331	MITTEL			0 - 50	10 min
U_h (%r)	L123N/122331	MITTEL			0 - 50	10 min
U_h (%f)	L123N/122331	MITTEL			0 - 50	10 min
I_h (A)	L123N	MITTEL			0 - 50	10 min
U_{ih} (%r)	L123N/122331	MITTEL			0 - 50	10 min
U^+	GESAMT	MITTEL				10 min
U^-	GESAMT	MITTEL				10 min
U^0	GESAMT	MITTEL				10 min
u^-	GESAMT	MITTEL				10 min
u^0	GESAMT	MITTEL				10 min
I^+	GESAMT	MITTEL				10 min
I^-	GESAMT	MITTEL				10 min
i^0	GESAMT	MITTEL				10 min
i^-	GESAMT	MITTEL				10 min
i^0	GESAMT	MITTEL				10 min

A.6 EN 50160-Profil

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
freq _{10s}	Refch	MIN/MAX/MITTEL/AON				--
P_{st}	L123/122331	MITTEL/AON				--
P_{lt}	L123/122331	MITTEL/AON				--
Sig1	L123/122334	MIN/MAX/MITTEL				--
Sig2	L123/122334	MIN/MAX/MITTEL				--
U_{rms}	L123/122334/INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
I_{rms}	L123N/INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
freq _{200ms}	Refch	MIN/MAX/AON				10 min

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
U_{ac}	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
I_{ac}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
I_{dc}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
U_{dc}	INV	MIN/MAX/MITTEL				10 min
P	L123TOT/INV	MIN/MAX/MITTEL/AON		Con/Gen		15 min
PF_e	GESAMT	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
N	L123TOT	MIN/MAX/MITTEL/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
S	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
S_e	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				15 min
PF	L123	MIN/MAX/AON	Ind/Kap	Con/Gen		15 min
UPF	L123TOT	MITTEL		Con/Gen		15 min
E_q	L123TOT	SUMME/SUMtot		Con/Gen		15 min
E_p	L123TOT/INV	SUMME/SUMtot		Con/Gen		15 min
P_{dc}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON		Con/Gen		15 min
Eff	INV	MIN/MAX/MITTEL				15 min
RF	INV	MIN/MAX/MITTEL				15 min
S_{ac}	INV	MIN/MAX/MITTEL/AON		Con/Gen		15 min
THD _u (%f)	L123N/122331	MIN/MAX/MITTEL				10 min
THD _u (%r)	L123N/122331	MIN/MAX/MITTEL				10 min
THD _i	L123N	MAX/AON				10 min
THD _i (%f)	L123N	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
THD _i (%r)	L123N	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
U_h (%f)	L123N/122331	MIN/MAX/MITTEL			0-25	10 min
I_h	L123N	MITTEL			0-25	10 min
I_h (%f)	L123N	MIN/MAX/MITTEL/AON			0-25	10 min
U_{ih} (%r)	L123N/122331	MAX/MITTEL			0-25	10 min
U^+	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
U^-	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
U^0	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
u^-	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
u^0	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL				10 min
I^+	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
I^-	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
I^0	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
i^-	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min
i^0	GESAMT	MIN/MAX/MITTEL/AON				10 min

A.7 Koreanisches Profil

Messungen	Kanal	Agg	Lasttyp	Richtung	Harmonische	Dauer
U_{rms}	L123/122334	MIN/MAX/MITTEL				--
I_{rms}	L123N	MIN/MAX/MITTEL/AON				--
P	L123TOT	MIN/MAX/MITTEL/AON		Con/Gen		--
Q_{FUND}	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON	Ind/Kap	Con/Gen		--
S	L123	MIN/MAX/MITTEL/AON				--
UPF	L123TOT	MITTEL		Con/Gen		--
THD_u (%r)	L123N/122331	MIN/MAX/MITTEL				--
THD_i (%r)	L123N	MIN/MAX/MITTEL/AON				--
I_h (A)	L123N	MIN/MAX/MITTEL			0-50	--
i^-	GESAMT	MITTEL				--



TDD wird bezogen auf den Nennstrom der verwendeten Stromzangen berechnet. Eine Neuberechnung auf die Last oder den maximal gemessenen Strom kann in der MPVision PC-Software durchgeführt werden.