



PEM735

Spannungsqualitätsanalysator
Softwareversion 2.00.xx





Bender GmbH & Co. KG

Postfach 1161 • 35301 Grünberg • Germany
Londorfer Str. 65 • 35305 Grünberg • Germany

Tel.: +49 6401 807-0

Fax: +49 6401 807-259

E-Mail: info@bender.de

www.bender.de

Fotos: Bender Archiv

© Bender GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur mit Genehmigung
des Herausgebers.
Änderungen vorbehalten!

Inhaltsverzeichnis

1. Wichtig zu wissen	7
1.1 Hinweise zur Benutzung des Handbuchs	7
1.2 Technische Unterstützung; Service und Support	8
1.2.1 First-Level-Support	8
1.2.2 Repair-Service	8
1.2.3 Field-Service	9
1.3 Schulungen	9
1.4 Lieferbedingungen	9
1.5 Kontrolle, Transport und Lagerung	9
1.6 Gewährleistung und Haftung	10
1.7 Entsorgung	10
2. Sicherheitshinweise	11
2.1 Sicherheitshinweise allgemein	11
2.2 Arbeiten an elektrischen Anlagen	11
2.3 Bestimmungsgemäße Verwendung	12
3. Gerätebeschreibung	13
3.1 Einsatzbereich	13
3.2 Gerätemerkmale	13
3.3 Versionen	15
3.4 Anwendungsbeispiel	16
3.5 Funktionsbeschreibung	17
4. Montage und Anschluss	19
4.1 Projektierung	19
4.2 Sicherheitshinweise	19
4.3 Das Gerät montieren	20
4.3.1 Maßbilder	20

4.3.2	Fronttafeleinbau	21
4.4	Das Gerät anschließen	22
4.4.1	Sicherheitshinweise.....	22
4.4.2	Vorsicherungen	22
4.4.3	Anschluss Messstromwandler	22
4.5	Hinweise zum Anschluss	22
4.6	Anschlussbild	23
4.7	Anschlussschemata Spannungseingänge	24
4.7.1	Dreiphasen-4-Leiternetz (TN-, TT-, IT-System)	24
4.7.2	Dreiphasen-3-Leiternetz	25
4.7.3	Anschluss über Spannungswandler	26
4.8	Digitale Eingänge	26
4.9	Digitale Ausgänge DO1...2	27
4.10	Relaisausgänge RO1...4	28
4.11	Modbus TCP (Steckerbelegung)	28
5.	Inbetriebnahme und Bedienen	29
5.1	Bedienelemente kennenlernen	29
5.2	LED-Anzeige (Anzeige Energy pulsing)	30
5.3	Ordnungsgemäßen Anschluss prüfen	30
5.4	Vor dem Einschalten	30
5.5	Einschalten	31
5.6	System	32
5.7	Übersichtsdiagramm	33
6.	Power Quality	35
6.1	Zeigerdiagramm	36
6.2	Flicker	37
6.3	Report EN 50160	38
6.3.1	Netzfrequenz	40
6.3.2	Spannungsschwankungen	42
6.3.3	Schnelle Spannungsänderungen	44
6.3.4	Flickerstärke	46
6.3.5	Spannungsunsymmetrie	49

6.3.6	Oberschwingungsspannungen	51
6.3.7	Zwischenharmonische Spannungen	54
6.3.8	Signalübertragungsspannungen (Rundsteuersignale)	56
6.3.9	Spannungsüberhöhungen	58
6.3.10	Spannungseinbrüche	59
6.3.11	Spannungsunterbrechungen	62
6.3.12	Transiente Überspannungen	64
7.	Spannung	67
8.	Strom	69
9.	Kurvenform	71
10.	Harmonische	75
11.	Messwerte	79
12.	P, Q, S & Energie	83
13.	Dig. E/A	85
14.	Ereignisse	87
15.	Einstellungen	89
15.1	Geräteinfo	89
15.2	Anschluss	90
15.2.1	Ethernet	92
15.2.2	COM (Kommunikationsschnittstelle)	94
15.2.3	Berechnung	95
15.2.4	Zeit (Uhrzeit und Datum einstellen)	97
15.2.5	Weiteres	98
16.	Sonstiges	101
16.1	Auf Werkseinstellungen zurücksetzen	101
16.2	Screenshot vom Display erstellen	101
16.3	Datenexport per FTP	102

17. Technische Daten	103
17.1 Normen und Zulassungen	106
17.2 Bestellinformationen	106
17.2.1 PEM	106
17.2.2 Messstromwandler	107
18. Glossar und Begriffe	109
INDEX	115

1. Wichtig zu wissen

1.1 Hinweise zur Benutzung des Handbuchs



Dieses Handbuch richtet sich an **Fachpersonal** der Elektrotechnik und Elektronik!

Bewahren Sie dieses Handbuch zum Nachschlagen griffbereit auf.

Um Ihnen das Verständnis und das Wiederfinden bestimmter Textstellen und Hinweise im Handbuch zu erleichtern, haben wir wichtige Hinweise und Informationen mit Symbolen gekennzeichnet.

Die folgenden Beispiele erklären die Bedeutung dieser Symbole:



Das Signalwort bezeichnet eine Gefährdung mit einem hohen Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, den **Tod** oder eine **schwere Verletzung** zur Folge hat.



Das Signalwort bezeichnet eine Gefährdung mit einem **mittleren Risikograd**, die, wenn sie nicht vermieden wird, den **Tod** oder eine **schwere Verletzung** zur Folge haben kann.



Das Signalwort bezeichnet eine Gefährdung mit einem **niedrigen Risikograd**, die, wenn sie nicht vermieden wird, eine **geringfügige oder mäßige Verletzung** oder **Sachschaden** zur Folge haben.



Dieses Symbol bezeichnet Informationen, die Ihnen bei der **optimalen Nutzung** des Produktes behilflich sein sollen.

Dieses Handbuch wurde mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Dennoch sind Fehler und Irrtümer nicht vollständig auszuschließen. Bender übernimmt keinerlei Haftung für Personen- oder Sachschäden, die sich aus Fehlern oder Irrtümern in diesem Handbuch herleiten.

1.2 Technische Unterstützung: Service und Support

Für die Inbetriebnahme und Störungsbehebung bietet Bender an:

1.2.1 First-Level-Support

Technische Unterstützung telefonisch oder per E-Mail für alle Bender-Produkte

- Fragen zu speziellen Kundenapplikationen
- Inbetriebnahme
- Störungsbeseitigung

Telefon: +49 6401 807-760*
Fax: +49 6401 807-259
nur in Deutschland: 0700BenderHelp (Telefon und Fax)
E-Mail: support@bender-service.de

1.2.2 Repair-Service

Reparatur-, Kalibrier-, Update- und Austauschservice für Bender-Produkte

- Reparatur, Kalibrierung, Überprüfung und Analyse von Bender-Produkten
- Hard- und Software-Update von Bender-Geräten
- Ersatzlieferung für defekte oder falsch gelieferte Bender-Geräte
- Verlängerung der Garantie von Bender-Geräten mit kostenlosem Reparaturservice im Werk bzw. kostenlosem Austauschgerät

Telefon: +49 6401 807-780** (technisch)/
+49 6401 807-784**, -785** (kaufmännisch)
Fax: +49 6401 807-789
E-Mail: repair@bender-service.de

Geräte für den **Reparaturservice** senden Sie bitte an folgende Adresse:

Bender GmbH, Repair-Service,
Londorfer Str. 65,
35305 Grünberg

1.2.3 Field-Service

Vor-Ort-Service für alle Bender-Produkte

- Inbetriebnahme, Parametrierung, Wartung, Störungsbeseitigung für Bender-Produkte
- Analyse der Gebäudeinstallation (Netzqualitäts-Check, EMV-Check, Thermografie)
- Praxisschulungen für Kunden

Telefon: +49 6401 807-752**, -762 **(technisch)/
+49 6401 807-753** (kaufmännisch)
Fax: +49 6401 807-759
E-Mail: fieldservice@bender-service.de
Internet: www.bender.de

*365 Tage von 07:00 - 20:00 Uhr (MEZ/UTC +1)

**Mo-Do 07:00 - 16:00 Uhr, Fr 07:00 - 13:00 Uhr

1.3 Schulungen

Bender bietet Ihnen gerne eine Einweisung in die Bedienung des Geräts an. Aktuelle Termine für Schulungen und Praxisseminare finden Sie im Internet unter www.bender.de -> Fachwissen -> Seminare.

1.4 Lieferbedingungen

Es gelten die Liefer- und Zahlungsbedingungen der Firma Bender. Für Softwareprodukte gilt zusätzlich die vom ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.) herausgegebene „Softwareklausel zur Überlassung von Standard-Software als Teil von Lieferungen, Ergänzung und Änderung der Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie“. Die Liefer- und Zahlungsbedingungen erhalten Sie gedruckt oder als Datei bei Bender.

1.5 Kontrolle, Transport und Lagerung

Kontrollieren Sie die Versand- und Geräteverpackung auf Beschädigungen und vergleichen Sie den Packungsinhalt mit den Lieferpapieren. Bei Transportschäden benachrichtigen Sie bitte umgehend Bender.

Die Geräte dürfen nur in Räumen gelagert werden, in denen sie vor Staub, Feuchtigkeit, Spritz- und Tropfwasser geschützt sind und in denen die angegebenen Lagertemperaturen eingehalten werden.

1.6 Gewährleistung und Haftung

Gewährleistungs- und Haftungsansprüche bei Personen- und Sachschäden sind ausgeschlossen, wenn sie auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- Nicht bestimmungsgemäße Verwendung des Geräts.
- Unsachgemäßes Montieren, Inbetriebnehmen, Bedienen und Warten des Geräts.
- Nichtbeachten der Hinweise im Handbuch bezüglich Transport, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung des Geräts.
- Eigenmächtige bauliche Veränderungen am Gerät.
- Nichtbeachten der technischen Daten.
- Unsachgemäß durchgeführte Reparaturen und die Verwendung vom Hersteller nicht empfohlener Ersatzteile oder nicht empfohlenen Zubehörs.
- Katastrophenfälle durch Fremdkörpereinwirkung und höhere Gewalt.
- Die Montage und Installation mit nicht empfohlenen Gerätekombinationen.

Dieses Handbuch, insbesondere die Sicherheitshinweise, sind von allen Personen zu beachten, die mit dem Gerät arbeiten. Darüber hinaus sind die für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten.

1.7 Entsorgung

Beachten Sie die nationalen Vorschriften und Gesetze zur Entsorgung des Gerätes. Fragen Sie Ihren Lieferanten, wenn Sie nicht sicher sind, wie das Altgerät zu entsorgen ist. Im Bereich der Europäischen Gemeinschaft gelten die Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE-Richtlinie) und die Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (RoHS-Richtlinie). In Deutschland sind diese Richtlinien durch das Elektro- und Elektronikgerätesgesetz (ElektroG) umgesetzt. Danach gilt:

- Elektro- und Elektronik-Altgeräte gehören nicht in den Hausmüll.
- Batterien oder Akkumulatoren gehören nicht in den Hausmüll, sondern sind gemäß den gesetzlichen Bestimmungen zu entsorgen.
- Altgeräte anderer Nutzer als privater Haushalte, die als Neugeräte nach dem 13. August 2005 in Verkehr gebracht wurden, werden vom Hersteller zurückgenommen und einer fachgerechten Entsorgung zugeführt.

Weitere Hinweise zur Entsorgung von Bender-Geräten finden Sie auf unserer Homepage unter www.bender.de -> Service & Support.

2. Sicherheitshinweise

2.1 Sicherheitshinweise allgemein

Bestandteil der Gerätedokumentation sind neben diesem Handbuch die „Sicherheitshinweise für Bender-Produkte“.

2.2 Arbeiten an elektrischen Anlagen



*Alle zum Einbau, zur Inbetriebnahme und zum laufenden Betrieb eines Gerätes oder Systems erforderlichen Arbeiten sind durch geeignetes **Fachpersonal** auszuführen.*



GEFAHR

Lebensgefahr durch Stromschlag!

Bei Berühren von unter Spannung stehenden Anlagenteilen besteht die Gefahr

- *eines elektrischen Schlages,*
- *von Sachschäden an der elektrischen Anlage,*
- *der Zerstörung des Gerätes.*

Stellen Sie vor Einbau des Gerätes und vor Arbeiten an den Anschlüssen des Gerätes **sicher**, dass die **Anlage spannungsfrei** ist. Beachten Sie die Regeln für das Arbeiten an elektrischen Anlagen.

Beachten Sie die Angaben zu Nennanschluss- und Versorgungsspannung gemäß den technischen Daten!

Wird das Gerät außerhalb der Bundesrepublik Deutschland verwendet, sind die dort geltenden Normen und Regeln zu beachten. Eine Orientierung kann die europäische Norm EN 50110 bieten.

2.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Spannungsqualitätsanalysator PEM735 dient zur

- Analyse der Energie und Leistung (Power Analyzer)
- Überwachung der Spannungsversorgungs-Qualität (Power Quality)
- Erfassung relevanter Daten für das Energiemanagement (Energy Management).

Als Fronttafeleinbaugerät ist es geeignet, analoge Anzeigeeinstrumente zu ersetzen. Das PEM735 ist in Dreiphasen-4-Leitersystemen, Dreiphasen-3-Leitersystemen und in TN-, TT- und IT-Netzen einsetzbar (siehe „Anschlussschemata Spannungseingänge“ auf Seite 24 ff). Die Strommesseingänge des PEM werden über externe .../1 A- oder .../5 A-Messstromwandler angeschlossen. Die Messung in Mittel- und Hochspannungsnetzen findet grundsätzlich über Messstrom- und Spannungswandler statt.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehören:

- Anlagenspezifische Einstellungen gemäß den vor Ort vorhandenen Anlagen- und Einsatzbedingungen.
- Das Beachten aller Hinweise aus dem Handbuch.

Eine andere oder darüber hinausgehende Benutzung gilt als nicht bestimmungsgemäß.

Diese Bedienungsanleitung wurde mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Dennoch sind Fehler und Irrtümer nicht vollständig auszuschließen. Die Bender-Gesellschaften übernehmen keinerlei Haftung für Personen- oder Sachschäden, die sich aus Fehlern oder Irrtümern in dieser Bedienungsanleitung herleiten.

3. Gerätebeschreibung

3.1 Einsatzbereich

Elektrischer Strom ist für den Menschen nicht unmittelbar sichtbar. Spannungsqualitätsanalysatoren zur Überwachung von elektrischen Größen kommen überall dort zum Einsatz, wo Energieverbräuche, Leistungsbedarfe oder die Qualität der Versorgungsspannung sichtbar gemacht werden sollen.

Das PEM735 eignet sich zur Überwachung

- von Erzeugungsanlagen (PV-Anlagen, BHKW, Wasserkraft, Windenergieanlagen)
- energieverbrauchsintensiver Betriebsmittel und Anlagenteile
- empfindlicher Betriebsmittel

3.2 Gerätemerkmale

Der Spannungsqualitätsanalysator PEM735 für Power Quality und Energiemanagement zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Netzanalysator der Klasse A, zertifiziert nach DIN EN 61000-4-30:2008
- Überwachen der Spannungsqualität nach EN 50160
- Genauigkeitsklasse nach IEC 62053-22: 0,2S
- TFT-Farbdisplay (640 x 480) 5,7"
- Modbus RTU und Modbus TCP
- Speicher: 2 GB (1 GB für Datenaufzeichnung)
- Schaltschrankbau 138x138
- Integrierter Web-Server
- Flicker-Messung
- Transientenerkennung und -aufzeichnung (40 μ s)
- Abtastrate: 512 samples/cycle (Stützstellen je Vollschnwingung)
- Individuell konfigurierbare Rekorder für Kurvenverläufe, Verbräuche, Langzeitaufnahmen
- Abtastrate der Messkanäle: 25,6 kHz
- Berechnung Gesamtoberschwingungsverhältnis THDU/THDI: bis zur 63. harmonischen Oberschwingung
- Individuelle Oberschwingungsanteile in Strom und Spannung
- Passwortschutz
- Historienspeicher für monatliche Min-/Max-Werte in Strom, Spannung, Energie,

Leistung usw.

- Ein- und Ausgänge:
 - 2 digitale Ausgänge,
 - 4 Relaisausgänge,
 - 8 digitale Eingänge (Abtastung 1 kHz)
 - 2 LED-Pulsausgänge für Wirk- und Blindarbeit
- Setpoints: 32 parametrierbare Setpoints (24 Standard, 8 Highspeed)
- Systemprotokoll:
 - 1024 Einträge
 - Änderungen am Setup
 - Ansprechen von Setpoints
 - Schaltänderungen an Digitaleingängen
 - Schaltvorgänge in den Digitalausgängen
- Kommunikation:
 - Galvanisch getrennte RS-485-Schnittstelle (1.200 bis 38.400 Bit/s)
 - Modbus RTU-Protokoll
 - Modbus TCP (100 MBit/s)

Messungen im Überblick

- Messgrößen

– Strangspannungen	U_{L1}, U_{L2}, U_{L3} in V
– Außenleiterspannungen	$U_{L1L2}, U_{L2L3}, U_{L3L1}$ in V
– U4	in V
– Strangströme	I_1, I_2, I_3 in A
– Neutralleiterstrom (berechnet)	I_0 in A
– Neutralleiterstrom (gemessen)	I_4 in A
– Frequenz	f in Hz
– Phasenwinkel	für U und I in °
– Leistung per Außenleiter	P in kW, Q in kvar, S in kVA
– Leistung gesamt	P in kW, Q in kvar, S in kVA
– Verschiebungsfaktor	$\cos \varphi$
– Leistungsfaktor	λ
– Wirk- und Blindenergiebezug	in kWh, kvarh
– Wirk- und Blindenergieexport	in kWh, kvarh
– Spannungsunsymmetrie	in %
– Stromunsymmetrie	in %
– Oberschwingungsverzerrung	

- (THD, TOHD, TEHD) für U und I
- k-Faktor für I
- Minimal- und Maximalwerte für U, I, RMS , Grundschiwingung
- Messgrößen PQ
 - k-Faktor für I
 - THD, TOHD und TEHD für U und I
 - Analyse Harmonische für P, Q und S für 2. ...63. Ordnung
 - Grundschiwingung für U, I, P, Q, S und λ
 - Grundschiwingungen für Wirk- und Scheinenergie (Bezug und Export)
 - Gesamtoberschiwingungen für Wirkenergie
 - Individuelle Oberschiwingungen 2...31 für Bezug Wirkenergie
- Report nach EN 50160
 - Netzfrequenz
 - Spannungsschwankungen
 - Schnelle Spannungsänderungen
 - Flickerstärke
 - Unsymmetrie der Versorgungsspannung
 - Oberschiwingungsspannung bis zur 25. Ordnung in % oder Effektivwert RMS
 - Zwischenharmonische Spannung bis zur 25. Ordnung in % oder Effektivwert RMS
 - THDU bis zur 40. Ordnung
 - Signalübertragungsspannungen
 - Spannungsüberhöhungen
 - Spannungseinbrüche
 - Spannungsunterbrechungen
 - Transiente Überspannungen

3.3 Versionen

PEM735 100/690 V, **50 Hz**; Stromeingang 5 A

PEM735 100/690 V, **60 Hz**; Stromeingang 5 A

3.4 Anwendungsbeispiel

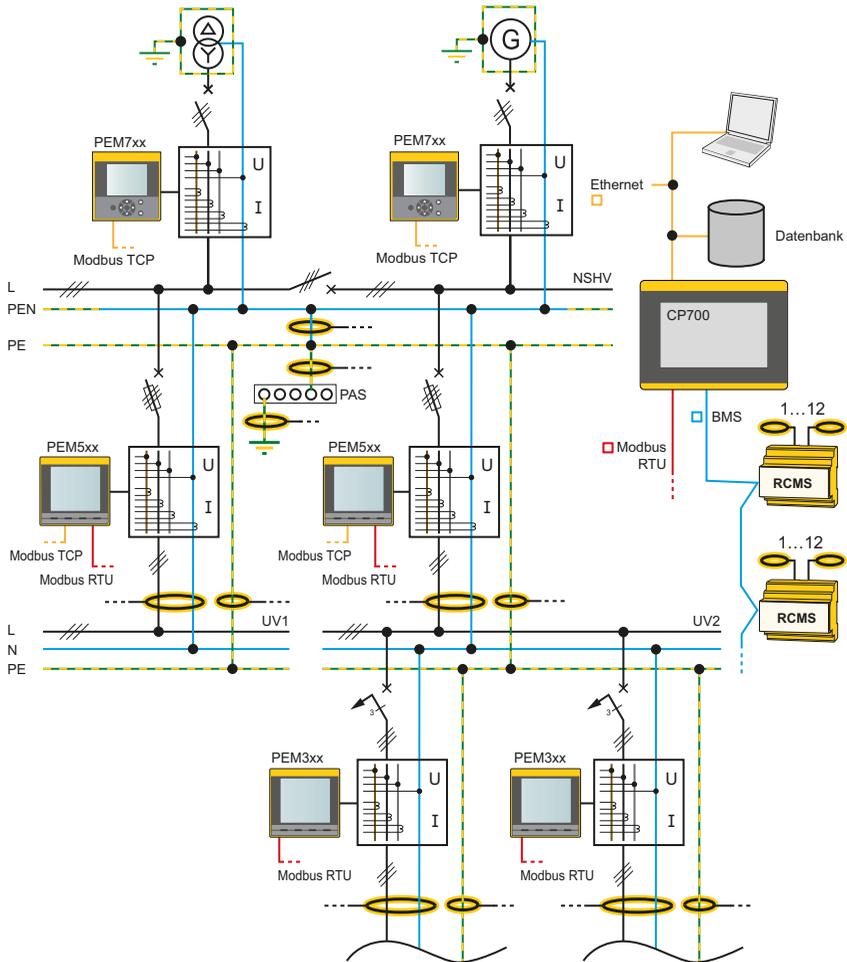


Abb. 3.1: Anwendungsbeispiel

3.5 Funktionsbeschreibung

Mit dem digitalen Spannungsqualitätsanalysator PEM735 werden elektrische Größen eines Elektrizitätsversorgungsnetzes erfasst und angezeigt. Der Umfang der Messungen reicht von Strömen und Spannungen über Energieverbräuche und Leistungen bis hin zur Darstellung individueller harmonischer Anteile in Strom und Spannung zur Beurteilung der Spannungs- und Stromqualität nach EN 50160.

Die Genauigkeit der Wirkverbrauchszählung entspricht der Klasse 0,2 S nach DIN EN 62053-22 (VDE 0418 Teil 3-22):2003-11.

Die Stromeingänge werden über externe .../1 A oder .../5 A Messstromwandler angeschlossen.

Das große Display des Schalttafeleinbaugeräts erleichtert das einfache Ablesen relevanter Messgrößen und erlaubt eine schnelle Konfiguration. Zusätzlich ermöglichen die Schnittstellen (RS-485 und Ethernet) eine zentrale Auswertung und Verarbeitung der Daten. Über die digitalen Ein- und Ausgänge können Schaltvorgänge überwacht oder initiiert werden (Beispiel: Abschalten eines unkritischen Verbrauchers bei Überschreitung eines Spitzenlast-Schwellenwertes).

PEM735 erfüllt folgende Funktionen:

- Bereitstellen von Energieverbrauchsdaten für ein durchdachtes Energiemanagement
- Überwachung der Netzqualität zur Kostensenkung und Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Hochauflösende Aufzeichnung von Kurvenverläufen ermöglicht Analyse von Power Quality Phänomenen

4. Montage und Anschluss

4.1 Projektierung

Bei Fragen zur Projektierung wenden Sie sich an Fa. Bender:
Internet: www.bender.de
Telefon: +49-6401-807-0

4.2 Sicherheitshinweise



Alle zum Einbau, zur Inbetriebnahme und zum laufenden Betrieb eines Gerätes oder Systems erforderlichen Arbeiten sind durch geeignetes **Fachpersonal** auszuführen.



Lebensgefahr durch Stromschlag!

Bei Berühren von unter Spannung stehenden Anlagenteilen besteht die Gefahr

- eines elektrischen Schlages,
- von Sachschäden an der elektrischen Anlage,
- der Zerstörung des Gerätes.

Stellen Sie vor Einbau des Gerätes und vor Arbeiten an den Anschlüssen des Gerätes **sicher**, dass die **Anlage spannungsfrei** ist. Beachten Sie die Regeln für das Arbeiten an elektrischen Anlagen.

Beachten Sie die Angaben zu Nennanschluss- und Versorgungsspannung gemäß den technischen Daten!

4.3 Das Gerät montieren

4.3.1 Maßbilder

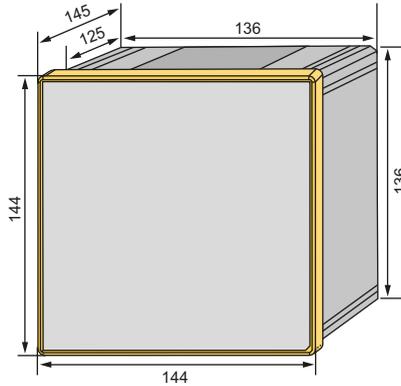


Abb. 4.1: Maßbild PEM735 (Frontansicht)

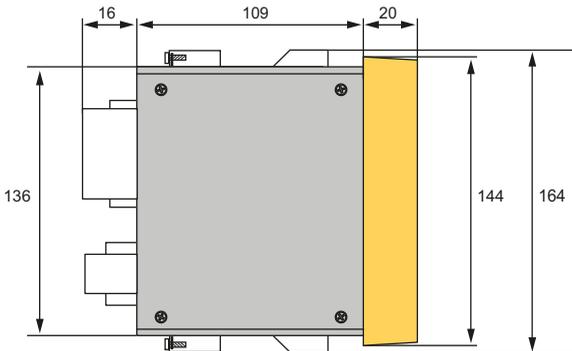


Abb. 4.2: Maßbild PEM735 (Seitenansicht)

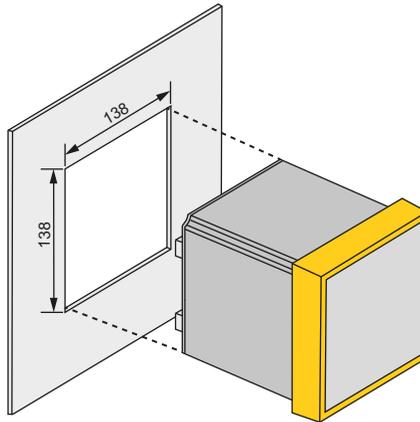


Abb. 4.3: Maßbild PEM735 (Montageausschnitt)

4.3.2 Fronttafeleinbau

Für die Montage ist ein Ausschnitt von 138 mm x 138 mm vorzusehen.

1. Lösen Sie die Schrauben der Haltewinkel.
2. Verschieben Sie die Haltewinkel in die Aussparungen des Gehäuses und entnehmen Sie die Haltewinkel.
3. Setzen Sie das Gerät in die Einbauöffnung der Fronttafel.
4. Montieren Sie die Haltewinkel in umgekehrter Reihenfolge.
5. Ziehen Sie die Schrauben der Haltewinkel an.
6. Kontrollieren Sie den festen Sitz des Geräts in der Fronttafel.

Das Gerät ist eingebaut.

4.4 Das Gerät anschließen

4.4.1 Sicherheitshinweise



Lebensgefahr durch elektrischen Strom!

Befolgen Sie die grundlegenden Sicherheitsregeln für die Arbeit mit elektrischem Strom.

Beachten Sie die Angaben zu Nennanschluss- und Versorgungsspannung gemäß den technischen Daten!

4.4.2 Vorsicherungen

Vorsicherungen Versorgungsspannung: 6 A

Vorsicherung Messeingänge:

Spannung 6 A

Stromeingänge ohne Sicherung

„Die Ausschaltleistung der Überstromschutzeinrichtung sollte kompatibel mit den Strombemessungsdaten der Installation sein.“ (DIN EN 61010-1(VDE 0411-1):2011-07 9.6.1 Überstromschutz).

Sorgen Sie für eine geeignete Trennvorrichtung. Einzelheiten hierzu finden Sie in den Handbüchern der verwendeten Messstromwandler.



*Wenn die Versorgungsspannung U_s aus einem **IT-System** gespeist wird, sind **beide Außenleiter abzusichern**.*

4.4.3 Anschluss Messstromwandler

Berücksichtigen Sie beim Anschluss der Messstromwandler die Anforderungen der DIN VDE 0100-557 (VDE 0100-557) – Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Kapitel 557: Hilfsstromkreise.

4.5 Hinweise zum Anschluss

- Schließen Sie PEM735 an die Versorgungsspannung an (Klemmen A1 und A2 bzw. +/-). Verbinden Sie die Klemme „“ mit dem Schutzleiter.
- Absicherung zum Leitungsschutz 6 A. Bei Versorgung aus einem IT-System müssen beide Leitungen abgesichert werden.

- Der Anschluss an den RS-485-Bus erfolgt über die Klemmen D+, D- und SH. An den Bus können bis zu 32 Geräte angeschlossen werden. Die maximale Leitungslänge für den Bus-Anschluss aller Geräte beträgt 1200 m.

4.6 Anschlussbild

Verdrahten Sie das Gerät gemäß Anschlussbild. Die Anschlüsse finden Sie auf der Rückseite des Geräts.

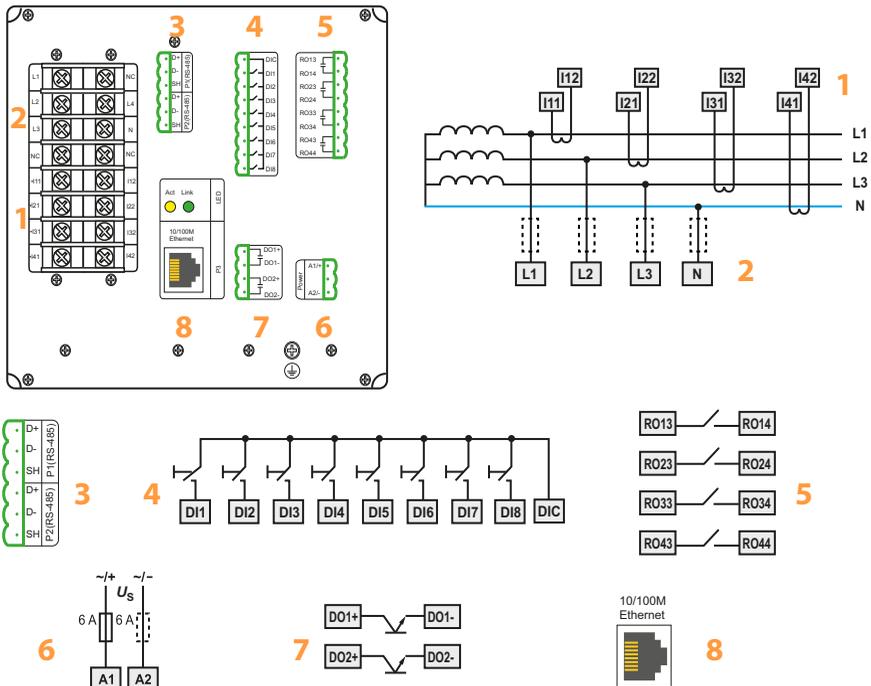


Abb. 4.4: Anschlussbild

Legende zum Anschlussbild

1	Anschluss des zu überwachenden Systems
2	Messspannungseingänge: Die Messleitungen sollten mit geeigneten Vorsicherungen versehen werden.
3	Anschluss RS-485-Bus
4	Digitaleingänge
5	Relaisausgänge
6	Versorgungsspannung. Absicherung zum Leistungsschutz 6 A Flink. Bei Versorgung aus einem IT-System müssen beide Leitungen abgesichert werden.
7	Digitalausgänge (Schließerkontakte „Solid state“)
8	Anschluss Modbus TCP

4.7 Anschlussschemata Spannungseingänge

4.7.1 Dreiphasen-4-Leiternetz (TN-, TT-, IT-System)

PEM735 kann in Dreiphasen-4-Leiternetzen unabhängig von der Netzform (TN-, TT-, IT-System) eingesetzt werden.

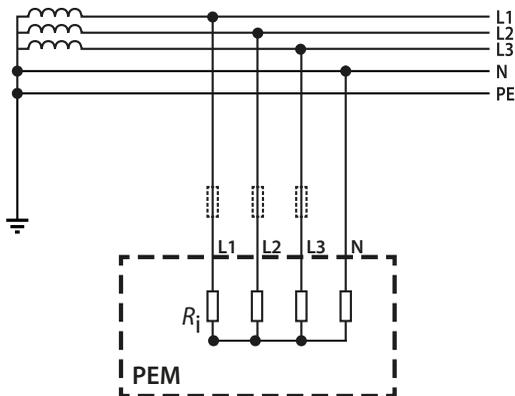


Abb. 4.5: Anschlussschema Dreiphasen-4-Leiternetz
(Beispiel TN-S-System)

4.7.2 Dreiphasen-3-Leiternetz

PEM735 kann in Dreiphasen-3-Leiternetzen eingesetzt werden.



Beim Einsatz im 3-Leiternetz muss die Anschlussart (**Wiring Mode**) auf Dreieck (**DELTA**) gestellt werden.

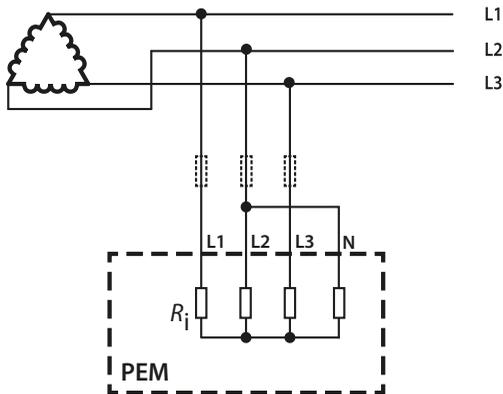


Abb. 4.6: Anschlussschema Dreiphasen-3-Leiternetz ($U_{LL} = 400\text{ V}$)

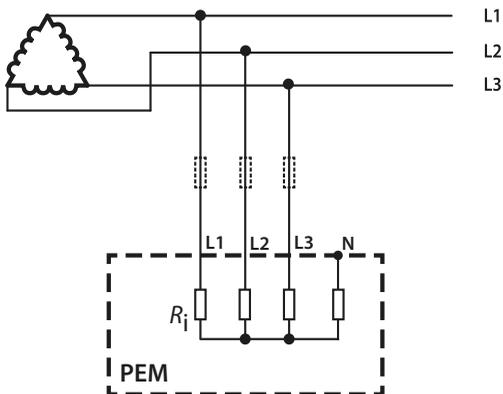


Abb. 4.7: Anschlussschema Dreiphasen-3-Leiternetz ($U_{LL} = 690\text{ V}$)

4.7.3 Anschluss über Spannungswandler

Die Ankopplung über Spannungswandler ermöglicht den Einsatz des Messgeräts in Mittel- und Hochspannungsanlagen.

Das Übersetzungsverhältnis im PEM735 ist einstellbar (1...1.000.000).

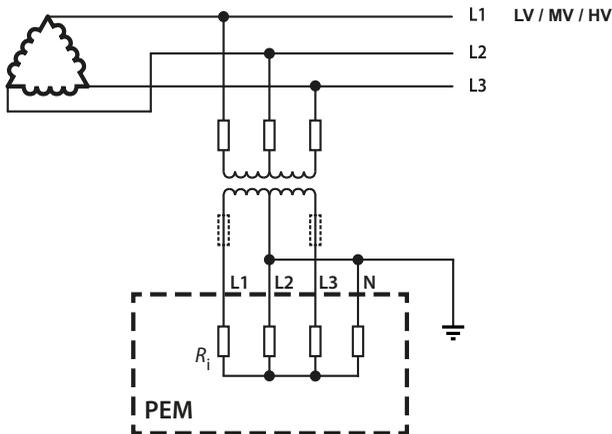


Abb. 4.8: Anschlussschema 3-Leiternetz über Spannungswandler

4.8 Digitale Eingänge

PEM735 bietet 8 digitale Eingänge. Die Eingänge werden durch eine galvanisch getrennte Spannung von DC 24 V gespeist. Durch äußere Beschaltung muss mindestens ein Strom von $I_{\min} > 2,4 \text{ mA}$ fließen, um ein Ansprechen der Eingänge zu erreichen.

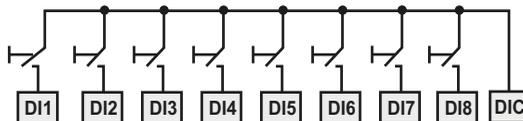


Abb. 4.9: Digitale Eingänge

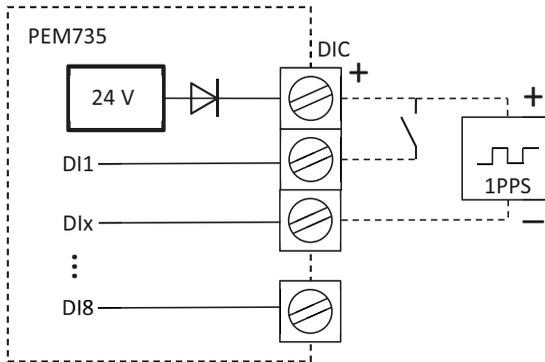


Abb. 4.10: Digitale Eingänge (Schema interner Aufbau)

Anmerkung: PPS = pulse per second, Puls/s

4.9 Digitale Ausgänge DO1...2

PEM735 verfügt über 2 konfigurierbare Ausgänge (Schließer „Solid State Relay“).

	Bemessungs- betriebsspannung	max. 30 V
	Bemessungs- betriebsstrom	50 mA

Tab. 4.1: Digitale Ausgänge

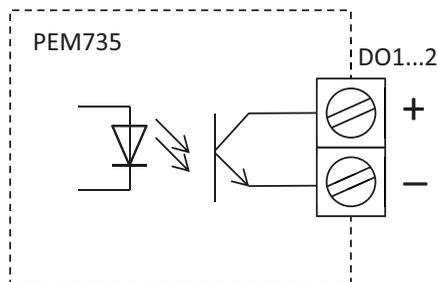
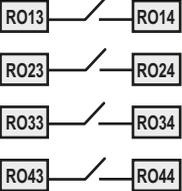


Abb. 4.11: Digitale Ausgänge (Schema interner Aufbau)

4.10 Relaisausgänge RO1...4

PEM735 verfügt über 4 Relaisausgänge.

	Bemessungs- betriebsspannung	AC 250 V bzw. DC 30 V
	Bemessungs- betriebsstrom	3 A

Tab. 4.2: Relaisausgänge

4.11 Modbus TCP (Steckerbelegung)

RJ45	Pin	Belegung
	1	Transmit Data +
	2	Transmit Data -
	3	Receive Data +
	4, 5, 7, 8	nicht verwendet
	6	Receive Data -

Tab. 4.3: Modbus TCP (Steckerbelegung)

5. Inbetriebnahme und Bedienen

5.1 Bedienelemente kennenlernen

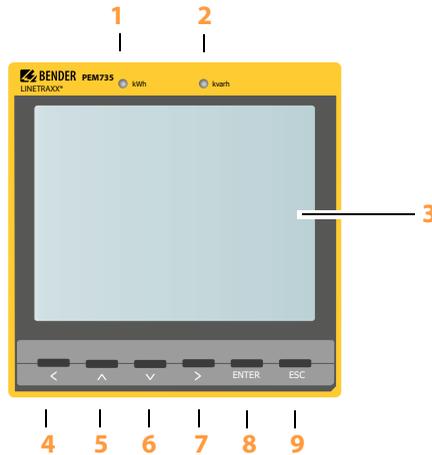


Abb. 5.1: Bedienelemente

Legende der Bedienelemente

Nr.	Element	Beschreibung
1	LED kWh	Pulsausgang, siehe „LED-Anzeige (Anzeige Energy pulsing)“ auf Seite 30
2	LED kvarh	
3	LC-Display	
4	<	Zurück; Untermenü: blättern; Auswahl Stelle links
5	^	Hauptmenü: Menüpunkt hoch; Zahl/Auswahl erhöhen
6	∨	Hauptmenü: Menüpunkt ab; Zahl/Auswahl verringern
7	>	Menüpunkt auswählen; Untermenü: blättern; Auswahl Stelle rechts

8	Taste „ENTER“	ok; In Untermenü wechseln Kurvenformrekorder „einfrieren“ je nach Untermenü weitere Funktion (Hinweis im Display)
9	Taste „ESC“	Untermenü verlassen; Kurvenformrekorder „auftauen“ je nach Untermenü weitere Funktion (Hinweis im Display)

Tab. 5.1: Legende Bedienelemente

5.2 LED-Anzeige (Anzeige Energy pulsing)

PEM735 hat zur Anzeige der Wirk- und Blindenergiemessung zwei rote LEDs auf der Frontseite: kWh und kvarh. Die LEDs blinken jedes Mal auf, sobald eine bestimmte Energiemenge (1 kWh bzw. 1 kvarh) erreicht wurde.

Die angezeigte Energiemenge entspricht der durch das Messgerät gemessenen Energiemenge. Um die Blinkfrequenz in Relation zur Energiemenge zu bringen, müssen die Wandlerverhältnisse und die Pulskonstante berücksichtigt werden.

$\text{Impulse je kWh} = \frac{\text{Impulskonstante}}{\text{Verhältnis VT} \times \text{Verhältnis CT}}$
$\text{Energiemenge je Impuls} = \frac{\text{Verhältnis VT} \times \text{Verhältnis CT}}{\text{Impulskonstante}}$

Anmerkung:

VT = Spannungswandler

CT = Messstromwandler

5.3 Ordnungsgemäßen Anschluss prüfen

Beachten Sie für Einbau und Anschluss die geltenden Normen und Vorschriften sowie das Handbuch.

5.4 Vor dem Einschalten

Beachten Sie folgende Fragen vor dem Einschalten:

1. Stimmt die Versorgungsspannung mit den Angaben auf den Typenschildern der Geräte überein?
2. Wird die Nennisolationsspannung der Messstromwandler nicht überschritten?

3. Stimmt der Maximalstrom des Messstromwandlers mit den Angaben auf dem Typenschild des angeschlossenen Geräts überein?

5.5 Einschalten

Zum Einschalten führen Sie folgende Arbeitsschritte durch:

1. Versorgungsspannung zuschalten.
2. Sprache einstellen

In der folgenden Abbildung ist die Spracheinstellung schematisch dargestellt, so dass Sie sie bereits zu Beginn der Arbeit mit dem PEM735 einfach einstellen können.

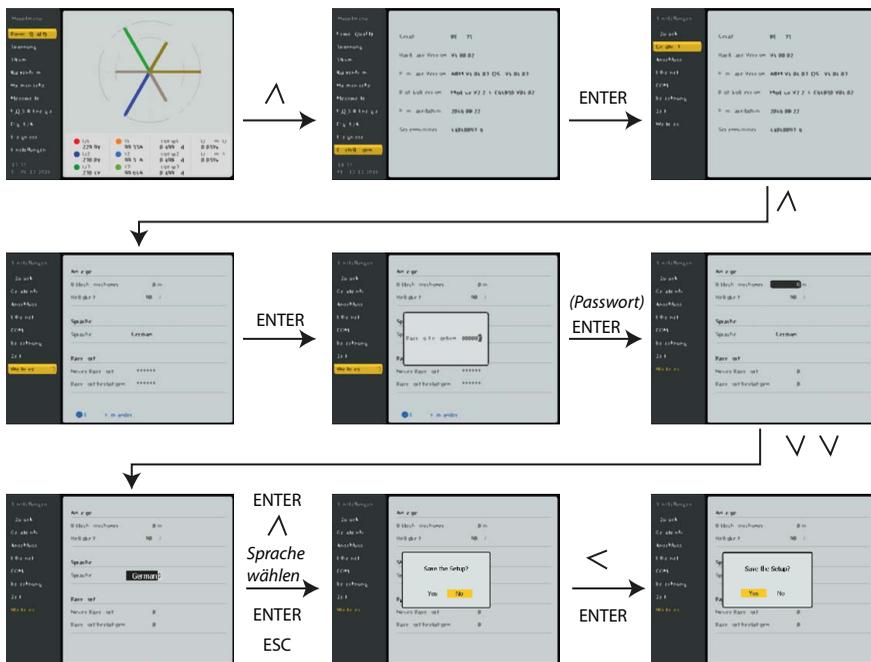


Abb. 5.2: Spracheinstellung schematisch

Der Bestätigungsdialog ist immer Englisch.

3. Busadresse/IP-Adresse einstellen (Einstellungen > Ethernet).
4. Messstromwandler-Übersetzungsverhältnis einstellen (Einstellungen > Anschluss > CT primär/sekundär bzw. I4 primär/sekundär).

5. Bei Bedarf Messstromwandler-Zählrichtung ändern (Einstellungen > Anschluss > I... Polarität).
6. Spannungswandler-Übersetzungsverhältnis einstellen (Einstellungen > Anschluss > PT primär/sekundär bzw. U4 primär/sekundär).
7. Nennspannung U_{LL} einstellen (Einstellungen > Anschluss > Nenn-Spg. LL).
8. Nennfrequenz einstellen (Einstellungen > Anschluss > Nennfrequenz).

**Beachten Sie die Gerätevariante!**

Bei jedem Gerät kann die Nennfrequenz auf den vom Gerätetyp abweichenden Wert geändert werden, jedoch wird dann die Genauigkeitsklasse 0,2 S nicht mehr eingehalten.

9. Stern- oder Dreieck-Schaltung wählen (Einstellungen > Anschluss > Ankopplung).

5.6 System

PEM735 kann über Modbus RTU/Modbus TCP sowohl parametrierbar als auch abgefragt werden. Näheres hierzu findet sich im Anhang „PEM735-Modbus“.

Außerdem ist die Einbindung in das Bender-eigene Busprotokoll BMS-Bus (**B**ender **M**essgeräte **S**chnittstelle) über zusätzliche Kommunikationsmodule möglich. So wird die Kommunikation mit (bereits vorhandenen) Bender-Geräten zur Geräteparametrierung und zur Visualisierung der Messwerte und Alarme erreicht.

Hilfe und Beispiele zur Systemintegration finden Sie auf der Bender-Homepage www.bender.de sowie in der persönlichen Beratung durch den Bender-Service (siehe „Kapitel 1.2 Technische Unterstützung: Service und Support“).

5.7 Übersichtsdiagramm

Das folgende Diagramm erleichtert Ihnen die Orientierung in den Menüs.

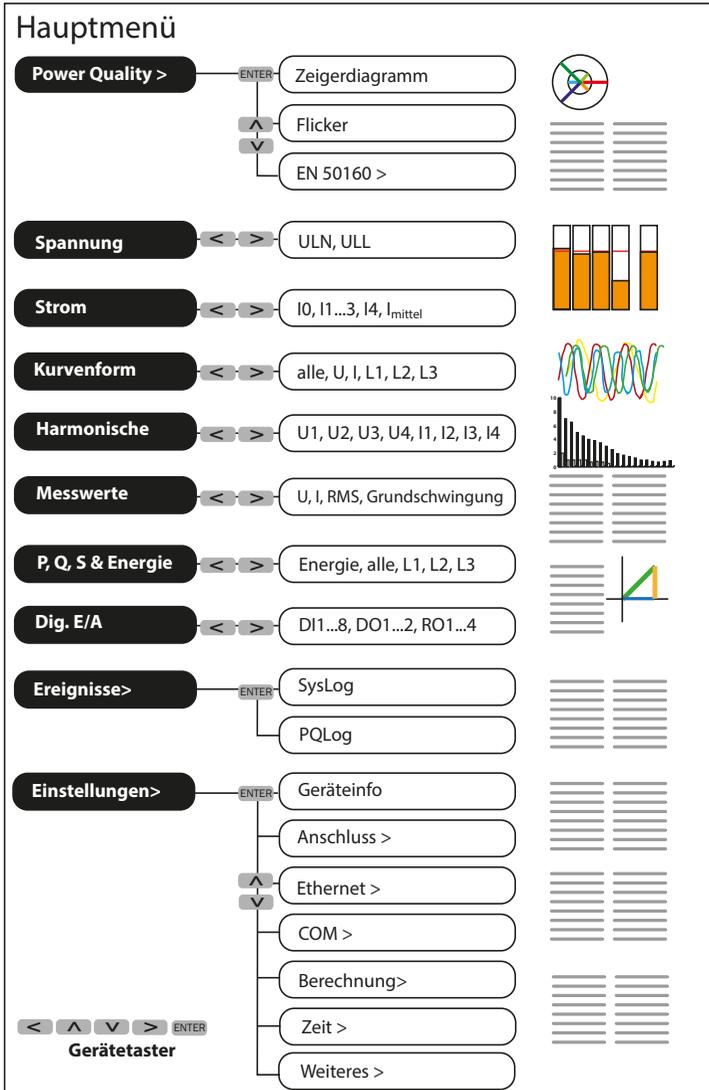


Abb. 5.3: Übersicht Menü

6. Power Quality

Das PEM735 bietet direkt am Gerät die Möglichkeit einer Auswertung verschiedener Power Quality-Messergebnisse. Hier werden sowohl die aktuellen Messwerte als auch grafische Darstellungen angeboten.

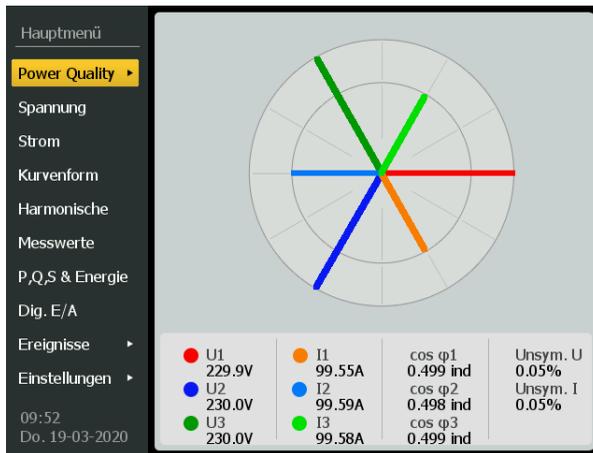


Abb. 6.1: Display „Power Quality“ (Startseite)

Unter dem Menüpunkt „Power Quality“ finden sich neben dem Zeigerdiagramm auch die Übersicht aufgetretener Flicker und der Startpunkt für den Report nach DIN EN 50160.



Mit „ENTER“ gelangen Sie eine Menü-Ebene tiefer.
Die \wedge - und \vee -Tasten navigieren zwischen den einzelnen Ansichten einer Menü-Ebene.
Rückkehr aus dem Untermenü mit der „ESC“-Taste.

6.1 Zeigerdiagramm

Im Zeigerdiagramm werden die Grundschwingungsanteile der Spannungen und Ströme relativ zueinander dargestellt. Die zusammengehörenden Spannungen und Ströme sind farblich ähnlich (hell- und dunkelblau, hell- und dunkelgrün, rot und orange). So lassen sich die Phasenwinkel zwischen den Sinuskurven leicht zuordnen. Die Ströme sind bis zum inneren, die Spannungen bis zum äußeren Kreis aufgetragen.

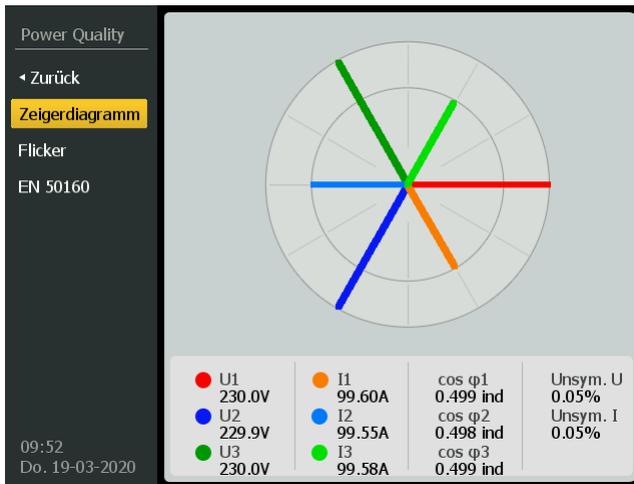


Abb. 6.2: Display „Zeigerdiagramm“

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung
U1...U3	Grundschwingungsanteile der Spannungen U_{L1} , U_{L2} , U_{L3}
I1...I3	Grundschwingungsanteile der Ströme I_1 , I_2 , I_3
cos φ 1...3	Phasenwinkel $\cos\phi$ zwischen Strom und Spannung
Unsym. U	Unsymmetrie Spannung
Unsym. I	Unsymmetrie Strom

6.2 Flicker

Durch kurzzeitige Schwankungen der Betriebsspannung können Flicker hervorgerufen werden. Das Auftreten von Flickern wird für jede Phase dokumentiert und im Display in einer tabellarischen Übersicht dargestellt.

Weiterführende Beschreibungen sind der Norm DIN EN 61000-4-15 zu entnehmen.

		Aktuell	Max
L1	Pst	0.165	6461.01 14:10-29-09-2015
	Plt	0.000	3555.63 15:00-29-09-2015
L2	Pst	0.164	6789.18 14:10-29-09-2015
	Plt	0.000	3736.24 15:00-29-09-2015
L3	Pst	0.166	6806.25 14:10-29-09-2015
	Plt	0.000	3745.63 15:00-29-09-2015

09:52
Do. 19-03-2020

Zurücksetzen der Max- Werte: ESC 2s drücken

Abb. 6.3: Display „Flicker“

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
Aktuell	aktueller Messwert	
Max	maximaler Messwert im Betrachtungszeitraum	
Pst	P short term, Kurzzeit-Flicker P_{st}	10-Minuten-Wert
Plt	P long term, Langzeit-Flicker P_{lt}	2-Stunden-Wert, kubischer Mittelwert aus 12 P_{st}
Zeitstempel	Zeitpunkt des Maximalwerts	



Um die **Maximalwerte zurückzusetzen**, halten Sie „ESC“ für mindestens 2 Sekunden gedrückt.

6.3 Report EN 50160

Die Auswertung nach der EN 50160 (Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen) umfasst die folgenden Punkte:

- Netzfrequenz
- Spannungsschwankungen
- Schnelle Spannungsänderungen ¹⁾
- Flickerstärke
- Spannungsunsymmetrie
- Oberschwingungsspannungen
- Zwischenharmonische Spannung ¹⁾
- Signalübertragungsspannungen (Rundsteuersignale)
- Spannungsüberhöhungen ¹⁾
- Spannungseinbrüche ¹⁾
- Spannungsunterbrechungen ¹⁾
- Transiente Überspannungen ¹⁾

Anmerkung:

¹⁾ Diese Werte werden erfasst und, wenn zutreffend, in Klassen eingeteilt. Die EN 50160 legt hier jedoch keine Grenzwerte fest.

Der Report nach EN 50160 zeigt die Messwerte zu Frequenzen, Spannungen, Kurvenformen und Symmetrie der Leiterspannungen übersichtlich direkt am Gerät an. Da der Umfang der Messwerte sehr umfangreich ist, muss mit den Pfeiltasten zwischen den Displaydarstellungen gewechselt werden.

Die Startseite des EN 50160-Reports bietet einen Überblick über die Messungen und aufgetretenen Fehler. So ist auf einen Blick ersichtlich, ob die Bedingungen der DIN EN 50160 während des Messzeitraums eingehalten wurden oder nicht. Bei aufgetretenen Fehlern werden die Parameter mit  markiert und können auf den Detailseiten eingehender analysiert werden.



Abb. 6.4: Display „EN 50160“ (Startseite Report)

Erklärungen Displaydarstellung

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
Zeitstempel	Betrachtungszeitraum für Report	
	Messwerte halten geforderte Grenzwerte ein	
	Messwerte halten geforderte Grenzwerte nicht ein	
Detail	Ergebnisse werden detailliert auf mehreren Seiten dargestellt;	Blättern mit Pfeiltasten; Rückkehr zur Startseite mit „ESC“

Wenn mehrere Reports gespeichert sind, blättern die < - und > -Tasten durch die Reports. Bei gedrückt gehaltener Pfeiltaste erfolgt schnelles automatisches Blättern.

Innerhalb eines Reports navigieren die ^ - und v -Tasten zwischen den einzelnen Parametern. Mit „ENTER“ gelangen Sie dann in die jeweilige Detailansicht.

Rückkehr aus der Detailansicht mit der „ESC“-Taste.

6.3.1 Netzfrequenz

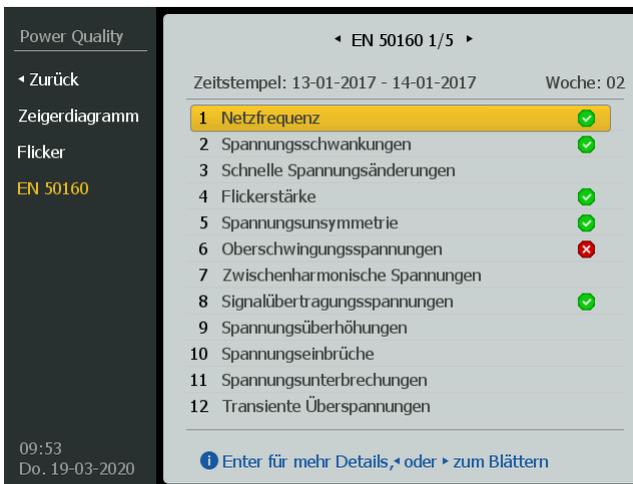
Die Nennfrequenz f_n beträgt 50 Hz oder 60 Hz.

Für Netze mit synchroner Verbindung zu einem Verbundnetz gibt die EN 50160 bezüglich der Netzfrequenz f_n ein Intervall ($f_n \pm 1\%$) für 99,5 % der Zeit vor (enge Grenzen, narrow limits).

Alle Messwerte eines Jahres müssen sich im Intervall ($f_n -6/+4\%$) befinden.

Die Messung im Überblick

f_n	50 Hz	60 Hz
$f_n \pm 1\%$ (für min. 99,5 % des Jahres)	49,5...50,5 Hz	59,4...60,6 Hz
$f_n -6/+4\%$ (für alle Messwerte des Jahres)	47...52 Hz	56,4...62,4 Hz
Basisgröße	Mittelwert	
Integrationsintervall	10 s	
Beobachtungsperiode	1 Woche	
Anzahl Intervalle	60480	



Power Quality

◀ Zurück

Zeigerdiagramm

Flicker

EN 50160

09:53
Do. 19-03-2020

◀ EN 50160 1/5 ▶

Zeitstempel: 13-01-2017 - 14-01-2017 Woche: 02

- 1 **Netzfrequenz** ✓
- 2 Spannungsschwankungen ✓
- 3 Schnelle Spannungsänderungen ✓
- 4 Flickerstärke ✓
- 5 Spannungsunsymmetrie ✓
- 6 Oberschwingungsspannungen ✗
- 7 Zwischenharmonische Spannungen ✓
- 8 Signalübertragungsspannungen ✓
- 9 Spannungsüberhöhungen ✓
- 10 Spannungseinbrüche ✓
- 11 Spannungsunterbrechungen ✓
- 12 Transiente Überspannungen ✓

ℹ Enter für mehr Details, ◀ oder ▶ zum Blättern

Abb. 6.5: „Netzfrequenz“ (Auswahl Parameter)



Abb. 6.6: „Netzfrequenz“ (Detailansicht)

Erklärungen Displaydarstellung

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
Grenzwert (%)	zulässige Abweichungen von Nennfrequenz (Toleranzband)	linke Spalte: höchstens ± 1 % Abweichung für 99,5 % der Messwerte (narrow limits) rechte Spalte: höchstens -6 %/ +4 % für alle Messwerte (wide limits)
Teilergebnis	Grenzwerte eingehalten?	Vorgaben eingehalten  Vorgaben nicht eingehalten 
Erforderlich (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband liegen müssen	
Anteil bestanden (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband gelegen haben	Mittelwert aus 10-Sekunden- Betrachtungszeiträumen

Gilt für Netz im Verbundnetz.

6.3.2 Spannungsschwankungen

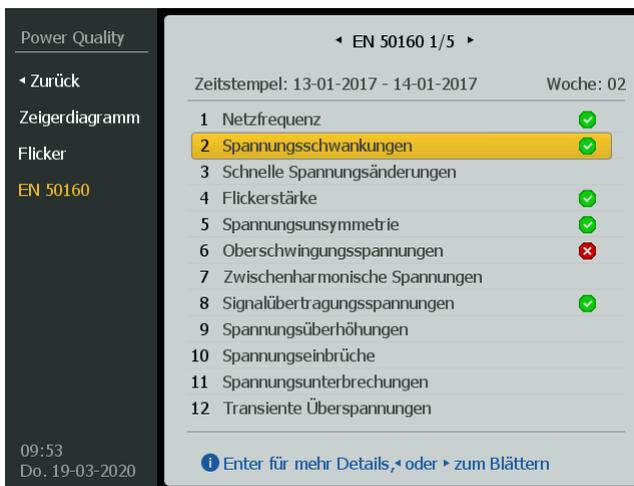
Die Spannung soll während 95 % des Betrachtungszeitraums (= eine Woche) um nicht mehr als $\pm 10\%$ von der Nennspannung U_n abweichen (**narrow limits**).

Alle Messwerte einer Woche müssen sich im Intervall $-15\%/+10\%$ befinden (**wide limits**).

Für die Betrachtung der Spannungshöhe werden 10-Minuten-Mittelwerte des Spannungseffektivwertes herangezogen.

Die Messung im Überblick

U_n	Nennspannung
Basisgröße	Effektivwert
Integrationsintervall	10 Minuten
Beobachtungsperiode	1 Woche
Anzahl Messintervalle	1008



Power Quality

◀ Zurück

Zeigerdiagramm

Flicker

EN 50160

09:53
Do, 19-03-2020

◀ EN 50160 1/5 ▶

Zeitstempel: 13-01-2017 - 14-01-2017 Woche: 02

1	Netzfrequenz	✓
2	Spannungsschwankungen	✓
3	Schnelle Spannungsänderungen	
4	Flickerstärke	✓
5	Spannungsunsymmetrie	✓
6	Oberschwingungsspannungen	✗
7	Zwischenharmonische Spannungen	
8	Signalübertragungsspannungen	✓
9	Spannungsüberhöhungen	
10	Spannungseinbrüche	
11	Spannungsunterbrechungen	
12	Transiente Überspannungen	

ⓘ Enter für mehr Details, ◀ oder ▶ zum Blättern

Abb. 6.7: „Spannungsschwankungen“ (Auswahl Parameter)

Power Quality		EN 50160 Bericht > Spannungsschwankungen 	
◀ Zurück			
Zeigerdiagramm			
Flicker			
EN 50160			
	Grenzwert (%)	90.00~110.00	85.00~110.00
	Teilergebnis		
	Erforderlich (%)	95.00	100.00
	U1 Anteil bestanden (%)	100.00	100.00
	U2 Anteil bestanden (%)	100.00	100.00
	U3 Anteil bestanden (%)	100.00	100.00
	U1 Gemessener Bereich	231.0V~231.0V	
	U2 Gemessener Bereich	231.0V~231.0V	
	U3 Gemessener Bereich	231.0V~231.0V	
09:53 Do, 19-03-2020	 Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER		

Abb. 6.8: „Spannungsschwankungen“ (Detailansicht)

Erklärungen Displaydarstellung

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
Grenzwert (%)	Zulässige Abweichungen der Nennspannung U_n (Toleranzband)	Linke Spalte: höchstens $\pm 10\%$ Abweichung für 95 % der Messwerte (narrow limits) Rechte Spalte: $-15/+10\%$ für alle Messwerte (wide limits)
Teilergebnis	Grenzwerte eingehalten?	Vorgaben eingehalten  Vorgaben nicht eingehalten 
Erforderlich (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband liegen müssen	
U1...3 Anteil bestanden (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband gelegen haben	

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
U1...3 Gemessener Bereich	Bereich der Messergebnisse für $U_{L1...3}$	Absolutwerte in V

6.3.3 Schnelle Spannungsänderungen

Unter schnellen Spannungsänderungen werden Effektivwert-Änderungen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Spannungswerten verstanden. Diese zeichnen sich durch eine bestimmbare, nicht aber festgelegte Dauer aus.

Ursachen für schnelle Spannungsänderungen können Laständerungen oder Schalt-handlungen im Netz des Nutzers oder Fehler im Versorgungsnetz sein.

Sollten bei schnellen Spannungsänderungen auch die Bedingungen für Spannungseinbrüche oder -überhöhungen erfüllt werden, so werden die aufgetretenen Ereignisse meist als Spannungseinbruch oder -überhöhung und nicht als schnelle Spannungsänderung betrachtet.

Die Messung im Überblick

U_n	Netznominalspannung
Schnelle Spannungsänderung	5...10 %
Basisgröße	Effektivwert
Integrationsintervall	10 ms
Beobachtungsperiode	1 Woche

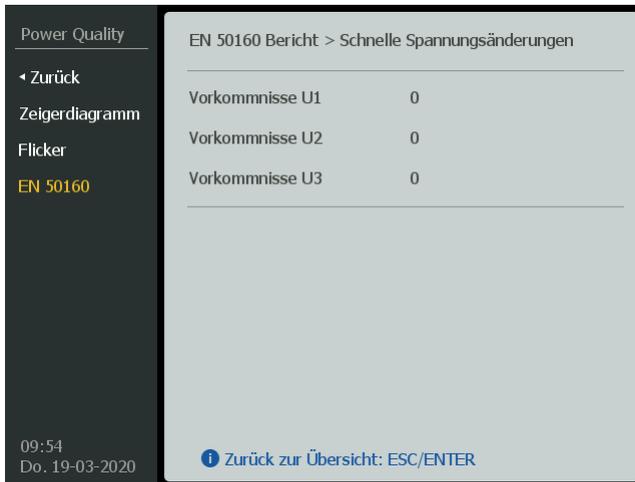


Abb. 6.9: „Schnelle Spannungsänderungen“ (Detailansicht)

Erklärungen Displaydarstellung

Angabe	Bedeutung
Vorkommnisse U1...3	Anzahl schneller Spannungsänderungen $U_{L1...3}$



Zu diesen Messwerten gibt es laut EN 50160 keine Grenzwerte.

6.3.4 Flickerstärke

Spannungsschwankungen verursachen Leuchtdichteänderungen von Lampen, die eine optisch wahrnehmbare Erscheinung hervorrufen können. Diese werden als Flicker bezeichnet. Flicker wirken oberhalb einer bestimmten Schwelle störend. Die subjektive Störwirkung wächst sehr schnell mit der Amplitude der Schwankung an. Bei bestimmten Wiederholraten können jedoch bereits sehr kleine Amplituden störend sein.

Die Intensität der Flickerstörwirkung wird mit Hilfe der folgenden Größen bewertet:

- Kurzzeit-Flickerstärke (Perceptibility unit short term P_{st}), gemessen über ein Zeitintervall von zehn Minuten;
- Langzeit-Flickerstärke (Perceptibility unit long term P_{lt}), berechnet aus einer Folge von 12 P_{st} -Werten (= 2-Stunden-Intervall) nach der nachfolgenden Gleichung

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

P_{lt} muss während 95 % der Zeit eines beliebigen Wochenintervalls ≤ 1 betragen.

Die Reaktion auf Flicker ist subjektiv und kann abhängig von der wahrgenommenen Ursache des Flickers und des Zeitraums, in dem er auftritt, unterschiedlich sein. In einigen Fällen wird $P_{lt} = 1$ bereits als lästig empfunden, wogegen in anderen Fällen höhere P_{lt} -Werte auftreten, ohne störend zu wirken.

Die Messung im Überblick

U_n	Netznominalspannung
Flicker	95 % der Zeit ≤ 1
Basisgröße	Flickeralgorithmus
Integrationsintervall	2 h
Beobachtungsperiode	1 Woche
Anzahl Messintervalle	84

Power Quality

◀ Zurück

Zeigerdiagramm

Flicker

EN 50160

09:54
Do. 19-03-2020

◀ EN 50160 1/5 ▶

Zeitstempel: 13-01-2017 - 14-01-2017 Woche: 02

1	Netzfrequenz	✓
2	Spannungsschwankungen	✓
3	Schnelle Spannungsänderungen	
4	Flickerstärke	✓
5	Spannungsunsymmetrie	✓
6	Oberschwingungsspannungen	✗
7	Zwischenharmonische Spannungen	
8	Signalübertragungsspannungen	✓
9	Spannungsüberhöhungen	
10	Spannungseinbrüche	
11	Spannungsunterbrechungen	
12	Transiente Überspannungen	

ℹ Enter für mehr Details, ◀ oder ▶ zum Blättern

Abb. 6.10: „Flickerstärke“ (Auswahl Parameter)

Power Quality

◀ Zurück

Zeigerdiagramm

Flicker

EN 50160

09:54
Do. 19-03-2020

EN 50160 Bericht > Flickerstärke ✓

Grenzwert	1.000
U1 P95 Messwert	0.165
U2 P95 Messwert	0.164
U3 P95 Messwert	0.166
Erforderlich (%)	95.00
U1 Anteil bestanden (%)	100.00
U2 Anteil bestanden (%)	100.00
U3 Anteil bestanden (%)	100.00

◀ 1/2 ▶

ℹ Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER

Abb. 6.11: „Flickerstärke“ (Detailansicht Seite 1)



Abb. 6.12: „Flickerstärke“ (Detailansicht Seite 2)

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung
Vorgaben eingehalten?	 Vorgaben eingehalten  Vorgaben nicht eingehalten
Grenzwert	Zulässiger Grenzwert
Erforderlich (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband liegen müssen (≤ 1)
U1...3 P95 Messwert	Flicker-Messwert des 95. Perzentils (P95) im Betrachtungszeitraum
U1...3 Anteil bestanden (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband gelegen haben
U1...3 gemessener Bereich Plt	Bereich der Messergebnisse für Langzeitflicker $U_{L1...3}$

6.3.5 Spannungsunsymmetrie

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen innerhalb eines beliebigen Wochenintervalls 95 % der 10-Minuten-Mittelwerte des Effektivwerts der Gegensystemkomponente (Grundschiwingung) der Versorgungsspannung innerhalb des Bereichs von 0...2 % der entsprechenden Mitsystemkomponente (Grundschiwingung) liegen.

In manchen Gegenden mit Anlagen von Netznutzern, die teilweise ein- oder zweiphasig angeschlossen sind, treten Unsymmetrien bis zu etwa 3 % an den Drehstrom-Übergabestellen auf. Die Europäische Norm enthält nur Werte für die Gegensystemkomponente, da diese für die mögliche Störung von Geräten, die an das Netz angeschlossen sind, von Bedeutung ist.

Die Messung im Überblick

Spannungsunsymmetrie (Verhältnis Gegen- zu Mitsystem)	2 % , in Sonderfällen 3 %
Prozentsatz	95 % der Messwerte im Messintervall
Basisgröße	Effektivwert
Integrationsintervall	10 Minuten
Beobachtungsperiode	1 Woche
Anzahl Messintervalle	1008



EN 50160 Bericht > Spannungsunsymmetrie	
Grenzwert (%)	2.00
Rel. Unsym. P95 Messwert (%)	0.06
Erforderlich (%)	95.00
Anteil bestanden (%)	100.00
Gemessener Bereich rel. Unsym. 0.05%~0.06%	
Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER	

09:55
Do., 19-03-2020

Abb. 6.13: Spannungsunsymmetrie

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung
Vorgaben eingehalten?	 Vorgaben eingehalten  Vorgaben nicht eingehalten
Grenzwert (%)	Zulässige Abweichungen von der Nennversorgungsspannung (Toleranzband Unsymmetrie)
Erforderlich (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband liegen müssen.
Rel. Unsym. P95 Messwert (%)	Messwert des 95. Perzentils (P95) im Betrachtungszeitraum
Anteil bestanden (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband gelegen haben.
Gemessener Bereich rel. Unsym. (%)	Bereich der Messergebnisse für Spannungsunsymmetrie

Messintervall: 10-Minuten-Mittelwerte

 Unsymmetrie $u_2 = (\text{Gegensystemkomponente}/\text{Mitsystemkomponente}) \times 100 \%$

6.3.6 Oberschwingungsspannungen

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen innerhalb eines beliebigen Wochenintervalls 95 % der 10-Minuten-Mittelwerte des Spannungseffektivwertes jeder einzelnen Oberschwingung kleiner oder gleich den in Tabelle 6.1 genannten Werten sein. Resonanzen können höhere Spannungen bei einer einzelnen Oberschwingung hervorrufen. Darüber hinaus muss die Gesamtoberschwingungsverzerrung THD der Versorgungsspannung (gebildet aus allen Oberschwingungen bis zur Ordnungszahl 40) $\leq 8\%$ sein.

Grenzwerte der individuellen Oberschwingungen im Überblick

Ordnung Harmonische	Prozentsatz [%]	Ordnung Harmonische	Prozentsatz [%]
2	2,0	3	5,0
4	1,0	5	6,0
6	0,5	7	5,0
8	0,5	9	1,5
10	0,5	11	3,5
12	0,5	13	3,0
14	0,5	15	0,5
16	0,5	17	2,0
18	0,5	19	1,5
20	0,5	21	0,5
22	0,5	23	1,5
24	0,5	25	1,5

Für die Harmonischen oberhalb der 25. Ordnung werden keine Werte angegeben, da sie gewöhnlich niedrig, allerdings wegen Resonanzerscheinungen weitgehend unvorhersehbar sind.

Tab. 6.1: Grenzwerte der individuellen Oberschwingungen

Anmerkung Tabelle 6.1: Die **3n-Harmonischen** sind hervorgehoben. Sie tragen maßgeblich zur unerwünschten Erwärmung des Neutralleiters bei.

Die Messung im Überblick

Gesamtüberschwingungsverzerrung THD (bis zur 40. Oberschwingung)	max. 8 %
Prozentsatz	95 % der Messwerte müssen \leq Grenzwert sein
Basisgröße	Effektivwert
Integrationsintervall	10 Minuten
Beobachtungsperiode	1 Woche
Anzahl Messintervalle	1008



Power Quality			
EN 50160 Bericht > Oberschwingungsspannungen			
	THD	H2	H3
Teilergebnis	✘	✔	✘
Grenzwert (%)	8.00	2.00	5.00
U1 P95 Messwert (%)	9.27	1.00	6.40
U2 P95 Messwert (%)	9.27	1.00	6.40
U3 P95 Messwert (%)	9.27	1.00	6.40
Erforderlich (%)	95.00	95.00	95.00
U1 Anteil best. (%)	0.00	100.00	0.00
U2 Anteil best. (%)	0.00	100.00	0.00
U3 Anteil best. (%)	0.00	100.00	0.00

09:55
Do. 19-03-2020

◀ 1/9 ▶
[i Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER](#)

Abb. 6.14: „Oberschwingungsspannungen“ (Detailansicht Seite 1)

Power Quality			
EN 50160 Bericht > Oberschwingungsspannungen ✖			
	H4	H5	H6
Teilergebnis	✔	✔	✔
Grenzwert (%)	1.00	6.00	0.50
U1 P95 Messwert (%)	0.50	4.00	0.26
U2 P95 Messwert (%)	0.50	4.00	0.26
U3 P95 Messwert (%)	0.50	4.00	0.26
Erforderlich (%)	95.00	95.00	95.00
U1 Anteil best. (%)	100.00	100.00	100.00
U2 Anteil best. (%)	100.00	100.00	100.00
U3 Anteil best. (%)	100.00	100.00	100.00

◀ 2/9 ▶

i Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER

09:55
Do. 19-03-2020

Abb. 6.15: „Oberschwingungsspannungen“ (Detailansicht Seite 2)

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung	
Teilergebnis	✔	Vorgaben eingehalten
	✖	Vorgaben nicht eingehalten
THD	Gesamtoberschwingungsverzerrung	
H2...25	Harmonische 2...25	
Grenzwert (%)	zulässiger Grenzwert	
U1...3 P95 Messwert (%)	Messwert des 95. Perzentils (P95) im Betrachtungszeitraum	
Erforderlich (%)	95 % der Messwerte H... müssen kleiner als der zulässige Grenzwert sein	
U1...3 Anteil bestanden (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband gelegen haben	



Mit den \wedge - und \vee -Tasten blättern Sie durch die einzelnen Seiten der Zwischenharmonischen. Bei gedrückter Pfeiltaste erfolgt schnelles automatisches Blättern.

Mit der „ENTER“- oder „ESC“-Taste kommen Sie zurück zur Report-Übersicht.

6.3.7 Zwischenharmonische Spannungen

Eine zwischenharmonische Spannung ist eine sinusförmige Spannung, deren Frequenz kein ganzzahliges Vielfaches der Grundswingungsfrequenz (z. B. $f_n = 50$ Hz) ist

Zwischenharmonische Spannungen nahe beieinander liegender Frequenzen können gleichzeitig auftreten und dabei ein breitbandiges Spektrum bilden. Aufgrund der Entwicklung von Frequenzumrichtern und ähnlichen Steuergeräten steigen die Werte der Zwischenharmonischen in den Netzen an. In Ermangelung von gesicherten Erfahrungswerten sind Grenzwerte für die Zwischenharmonischen zurzeit in Beratung.

In einigen Fällen können Zwischenharmonische, auch bei geringen Werten, Flicker oder Störungen von Tonfrequenz-Rundsteuersystemen hervorrufen.

Power Quality		EN 50160 Bericht > Zwischenharmonische Spannungen		
◀ Zurück		THD	H1	H2
Zeigerdiagramm	U1 _{mittel} (%)	0.00	0.00	0.00
Flicker	U2 _{mittel} (%)	0.00	0.00	0.00
EN 50160	U3 _{mittel} (%)	0.00	0.00	0.00
	U1 P95 Messwert (%)	0.01	0.00	0.00
	U2 P95 Messwert (%)	0.01	0.00	0.00
	U3 P95 Messwert (%)	0.00	0.00	0.00
	U1 Max (%)	0.01	0.00	0.00
	U2 Max (%)	0.01	0.01	0.00
	U3 Max (%)	0.00	0.00	0.00

◀ 1/9 ▶

 Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER

Abb. 6.16: Zwischenharmonische Spannungen (Detailansicht Seite 1)

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
U1...3 mittel (%)	Ø-Messwert je Phase	Prozentwert
U1...3 P95 Messwert (%)	Messwert des 95. Perzentils (P95) im Betrachtungszeitraum	Prozentwert
U1...3 Max (%)	Maximal gemessener Wert je Phase	Prozentwert
THD	Gesamtoberschwingungsverzerrung (Zwischenharmonische)	Prozentwert
H1...H25	Zwischenharmonische H1...25	Prozentwert



Mit den \wedge - und \vee -Tasten blättern Sie durch die einzelnen Seiten der Zwischenharmonischen. Bei gedrückt gehaltener Pfeiltaste erfolgt schnelles automatisches Blättern.

Mit der „ENTER“- oder „ESC“-Taste kommen Sie zurück zur Report-Übersicht.



Zu diesen Messwerten gibt es laut EN 50160 keine Grenzwerte.

6.3.8 Signalübertragungsspannungen (Rundsteuersignale)

Netz-Signalübertragungsspannungen auf der Versorgungsspannung

Rundsteuersignale sind der Versorgungsspannung überlagerte Signale, die dazu dienen, Informationen im öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetz und in die Räume des Netznutzers zu übertragen.

Die Signalspannungen in den öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen können eingeteilt werden:

- Tonfrequenz-Rundsteuersignale: der Versorgungsspannung überlagerte sinusförmige Signalspannungen im Frequenzbereich von 110...3 000 Hz;
- Signalmarken auf der Versorgungsspannung: der Versorgungsspannung überlagerte kurzzeitige Spannungsänderungen (Transiente) an ausgewählten Punkten der Spannungskurve.

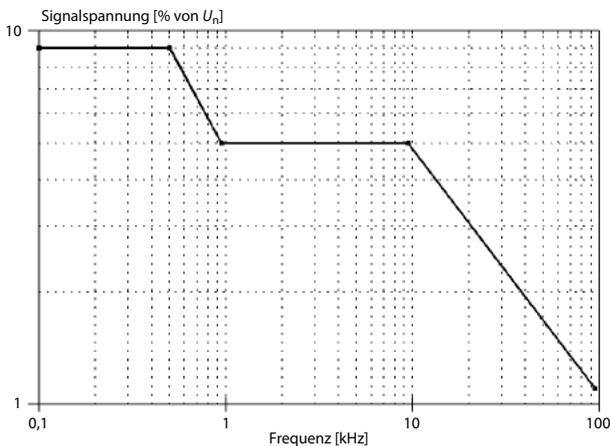


Abb. 6.17: Netz-Signalübertragungsspannungen mit Signalfrequenzen in öffentlichen Niederspannungsnetzen in Prozent der Nennspannung U_n (nach EN 50160)

In einigen Ländern werden die öffentlichen Energieverteilnetze vom Netzbetreiber zur Übertragung von Signalen genutzt. Die 3-Sekunden-Mittelwerte der Signalspannungen müssen über 99 % eines Tages kleiner oder gleich den Werten in Abb. 6.17 sein.

PEM735 kann für drei verschiedene Frequenzen die Spannung der Signale ermitteln. Die Grenzen der Spannungen für diese Frequenzen sind nach Abb. 6.17 im Gerät hinterlegt. Der Frequenzbereich ist nach oben auf 3 kHz begrenzt.

Power Quality		EN 50160 Bericht > Signalübertragungsspannungen ✔			
← Zurück		Signalfrequenz	1000.0	2000.0	3000.0
Zeigerdiagramm		Teilergebnis	✔	✔	✔
Flicker		Grenzwert (%)	5.00	5.00	5.00
EN 50160		U1 P95 (V)	0.23	0.23	0.23
		U2 P95 (V)	0.23	0.23	0.23
		U3 P95 (V)	0.23	0.23	0.23
		Erforderlich (%)	99.00	99.00	99.00
		U1 Anteil (%)	100.00	100.00	100.00
		U2 Anteil (%)	100.00	100.00	100.00
		U3 Anteil (%)	100.00	100.00	100.00
09:56		i Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER			
Do. 19-03-2020					

Abb. 6.18: „Signalübertragungsspannungen“ (Detailansicht Seite 1)

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
Signalfrequenz (Hz)	Frequenz der Rundsteuersignale	Die drei verwendeten Frequenzen sind per Modbus oder Webinterface einstellbar.
Teilergebnis	 Vorgaben eingehalten  Vorgaben nicht eingehalten	
Grenzwert (%)	zulässige Abweichungen (Toleranzband)	Prozentwert
Erforderlich (%)	Anzahl [%] der Messwerte, die innerhalb einer Messperiode im Toleranzband liegen müssen	Prozentwert

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
U1...3 P95 (V)	Messwert des 95. Perzentils (P95) im Betrachtungszeitraum	Prozentwert
U1...3 Anteil (%)	Aktueller Messwert $U_{L1...3}$	Prozentwert

6.3.9 Spannungsüberhöhungen

Spannungsüberhöhungen entstehen typischerweise durch Schalthandlungen und Lastabtrennungen.

Bezugsgröße ist die Nennversorgungsspannung U_n . Die Anfangsschwelle für Spannungsüberhöhungen beträgt 110 % von U_n mit einer Hysterese von 2 %.

Ermittelt wird neben dem Pegel die Zeit, für die die Spannungsüberhöhung aufgetreten ist.



Diese Einstellungen können nicht am Gerät selbst, sondern nur über die Kommunikationsschnittstelle vorgenommen werden.

Nähere Informationen finden Sie in den Anhängen „Modbus“ und „Webserver“.

Power Quality			
EN 50160 Bericht > Spannungsüberhöhungen			
Höhe der Überspannung (%)	0.01s ≤ t ≤ 0.5s	0.5s < t ≤ 5s	
u ≥ 200	0	0	
200 > u ≥ 160	0	0	
160 > u ≥ 140	0	0	
140 > u ≥ 120	0	0	
120 > u > 110	0	0	
			Dauer der Überhöhungen
◀ 1/2 ▶			
 Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER			

Abb. 6.19: „Spannungsüberhöhungen“ (Detailansicht Seite 1)

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung
t	Dauer der Überhöhungen (ms)
Höhe der Über- spannung (%)	Pegel der Spannungsüberhöhung in %

Bei der Klassifizierung der Spannungsüberhöhungen werden die Prozentwerte der Pegel u wie folgt zusammengefasst:

$$\begin{aligned}
 u &\geq 200 \\
 200 > u &\geq 160 \\
 160 > u &\geq 140 \\
 140 > u &\geq 120 \\
 120 > u &> 110
 \end{aligned}$$



Mit den < - und > -Tasten blättern Sie durch die einzelnen Seiten der Spannungsüberhöhungen.
Mit der „ENTER“- oder „ESC“-Taste kommen Sie zurück zur Report-Übersicht.



Zu diesen Messwerten gibt es laut EN 50160 keine Grenzwerte.

6.3.10 Spannungseinbrüche

Spannungseinbrüche entstehen typischerweise durch Fehler im öffentlichen Versorgungsnetz oder in Anlagen der Netznutzer. Bezugsgröße ist die Nennversorgungsspannung U_n . Die Anfangsschwelle für Spannungseinbrüche liegt bei 90 % von U_n mit einer Hysterese von 2 %.

Angezeigt wird das Verhältnis zwischen der Restspannung U_{res} und der Nennversorgungsspannung U_n als Prozentwert.

Power Quality			
EN 50160 Bericht > Spannungseinbrüche			
Restspannung (%)	0.01s ≤ t ≤ 0.2s	0.2s < t ≤ 0.5s	
90 > u ≥ 80	0	0	
80 > u ≥ 70	0	0	
70 > u ≥ 40	0	0	
40 > u ≥ 5	0	0	
5 > u	0	0	
Dauer der Einbrüche			
◀ 1/3 ▶			
 Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER			

Abb. 6.20: Spannungseinbrüche (Detailansicht Seite 1 von 3)

Bei der Klassifizierung der Spannungseinbrüche werden die Prozentwerte der Pegel u wie folgt zusammengefasst:

$$90 \geq u \geq 80$$

$$80 > u \geq 70$$

$$70 > u \geq 40$$

$$40 > u \geq 5$$

$$5 > u$$

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung
Restspannung	Pegel Restspannung U_{res}
t	Zeitdauer des Spannungseinbruchs (ms)
$90 > u \geq 80$	Klassifizierung des Spannungseinbruchs (% der Restspannung)
$10 < t \leq 200$	Klassifizierung des Spannungseinbruchs (Dauer t in ms)

Anmerkung: Wenn als Erkennungsmethode für Spannungsüberhöhungen und -einbrüche die Methode „Sliding Reference Voltage U_{sr} “ gewählt wurde, sollte die Berechnung mit einem Filter erster Ordnung und einer einminütigen Konstanten erfolgen.

$$U_{sr(n)} = 0,9967 \times U_{sr(n-1)} + 0,0033 \times U_{(10/12)rms}$$



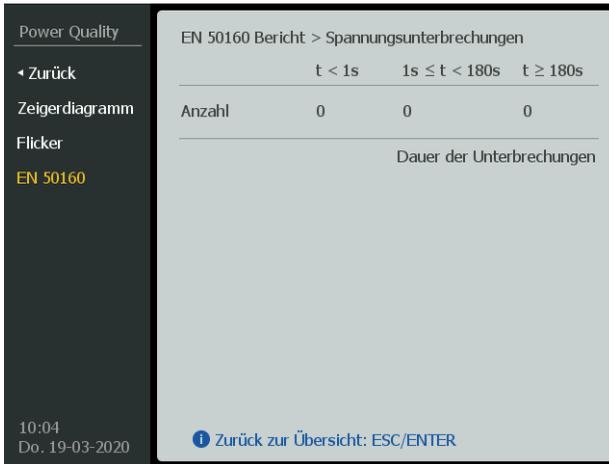
Mit den < - und > -Tasten blättern Sie durch die einzelnen Seiten der Spannungseinbrüche.
Mit der „ENTER“- oder „ESC“-Taste kommen Sie zurück zur Report-Übersicht.



Zu diesen Messwerten gibt es laut EN 50160 keine Grenzwerte.

6.3.11 Spannungsunterbrechungen

Unterbrechungen sind entsprechend ihrer Beschaffenheit weitgehend unvorhersehbar und schwanken in Abhängigkeit vom Ort und der Zeit. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist es nicht möglich, vollständig repräsentative statistische Ergebnisse von Messungen der Häufigkeit von Unterbrechungen, die die Gesamtheit der europäischen Netze abdecken, anzugeben. Gemessene Spannungsunterbrechungen werden gezählt und bezüglich ihrer Dauer klassifiziert.



The screenshot shows a software interface for power quality analysis. On the left is a dark sidebar with navigation options: 'Power Quality', 'Zurück', 'Zeigerdiagramm', 'Flicker', and 'EN 50160'. The main area displays the title 'EN 50160 Bericht > Spannungsunterbrechungen' and a table with three columns: 't < 1s', '1s ≤ t < 180s', and 't ≥ 180s'. The 'Anzahl' (count) row shows zeros for all categories. Below the table is a section for 'Dauer der Unterbrechungen' (duration of interruptions), which is currently empty. At the bottom of the main area, there is a blue button that says 'Zurück zur Übersicht: ESC/ENTER'. The sidebar also shows the time '10:04' and date 'Do., 19-03-2020'.

	t < 1s	1s ≤ t < 180s	t ≥ 180s
Anzahl	0	0	0

Abb. 6.21: Interruptions (Detailansicht)

Es werden folgende Zeitdauern t unterschieden:

- $t < 1 \text{ s}$
- $1 \text{ s} \leq t < 180 \text{ s}$ (3 Minuten)
- $180 \text{ s} \leq t$

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung
Anzahl	Anzahl im Betrachtungszeitraum
$1s \leq t < 180s$	Klassifizierung der Spannungsunterbrechung nach ihrer Dauer (hier liegt sie zwischen 1 s und 3 Minuten)

Bewertung Spannungsunterbrechungen

In Mehrphasensystemen beginnt eine Spannungsunterbrechung, wenn auf allen Kanälen der Effektivwert $U_{L1/2(rms)}$ unter den Schwellenwert sinkt. Eine Spannungsunterbrechung endet, sobald wenigstens ein Kanal den Schwellenwert plus die Hysterese wieder erreicht oder überschreitet.

Sowohl der Schwellenwert als auch die Hysterese können je nach Anwendungsfall eingestellt werden. Hierbei sollte der Schwellenwert nicht kleiner als die Summe aus der Messunsicherheit der Restspannung U_{res} und der Hysterese gewählt werden. Die Hysterese liegt üblicherweise bei 2 % von U_s (U_{din}). Somit könnte der Schwellenwert beispielsweise auf 5 % oder 10 % von U_s (U_{din}) gesetzt werden.

Diese Einstellungen können nur über die Kommunikationsschnittstelle vorgenommen werden (siehe Anhänge „Modbus“ und „Webserver“).



Zu diesen Messwerten gibt es laut EN 50160 keine Grenzwerte.

6.3.12 Transiente Überspannungen

Transiente Überspannungen an den Übergabestellen werden im Allgemeinen durch Blitz (induzierte Überspannung) oder durch Schalthandlungen im Netz verursacht.

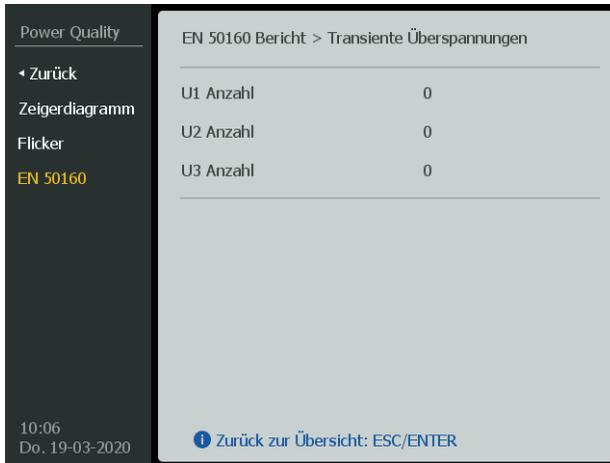


Abb. 6.22: Transiente Überspannungen

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung
Anzahl	Anzahl im Betrachtungszeitraum

Diese Einstellungen können nur über die Kommunikationsschnittstelle vorgenommen werden (siehe Anhänge „Modbus“ und „Webserver“). Das gilt auch für das Einstellen der Grenzen für die Transientenmessung.



Zu diesen Messwerten gibt es laut EN 50160 keine Grenzwerte.

Anmerkung 1: Die Anstiegszeiten liegen in einem weiten Bereich zwischen Millisekunden bis hin zu wesentlich weniger als einer Mikrosekunde. Aus physikalischen Gründen haben transiente Überspannungen mit einer längeren Dauer sehr viel kleinere Amplituden. Daher

ist das zufällige Zusammentreffen von hohen Scheitelwerten und langen Anstiegszeiten sehr unwahrscheinlich.

Anmerkung 2: Der Energieinhalt einer transienten Überspannung variiert in Abhängigkeit von der Ursache der Überspannung beachtlich. Eine induzierte Überspannung aufgrund von Blitzeinwirkung hat in der Regel einen höheren Scheitelwert, aber einen geringeren Energieinhalt als durch Schalthandlungen verursachte Überspannungen wegen der im Allgemeinen längeren Dauer von durch Schalthandlungen verursachten Überspannungen.

Anmerkung 3: Niederspannungsinstallationen und Endverbraucher-Geräte sind in Übereinstimmung mit EN 60664-1 ausgelegt, um transienten Überspannungen in einer überwiegenden Mehrheit von Situationen zu widerstehen. Falls notwendig (siehe IEC 60364-4-44) sollten Überspannungsschutzgeräte entsprechend IEC 60364-5-53 vorgesehen werden, um tatsächliche Situationen zu berücksichtigen. Es wird angenommen, dass dadurch auch induzierte Überspannungen, die sowohl durch Blitzschlag als auch durch Schalthandlungen verursacht werden, abgedeckt werden.

7. Spannung

Übersicht der gemessenen Spannungen U_{LL} bzw. U_{LN} sowie der Durchschnittsspannung (U_{mittel}) aus $U_1 \dots U_3$ als Säulendiagramm.

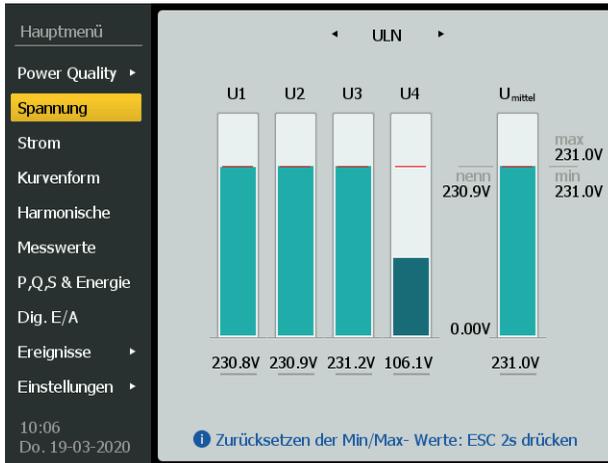


Abb. 7.1: Display „Spannung“

Mit den < - und > -Tasten wechseln Sie zwischen den einzelnen Anzeigen.



Die angezeigten Minimal- und Maximalwerte beziehen sich auf den aktuellen Monat. Um die **Minimal- und Maximalwerte zurückzusetzen**, halten Sie „ESC“ für mindestens 2 Sekunden gedrückt.

8. Strom

Übersicht gemessener und berechneter Ströme $I_{0...4}$ sowie Durchschnitts-Strom (I_{mittel}) als Säulendiagramm.

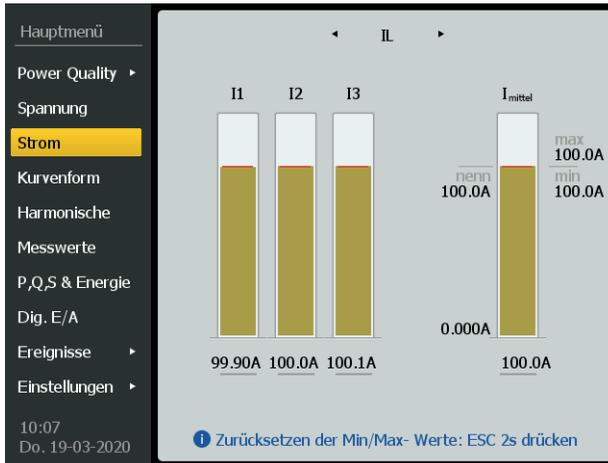


Abb. 8.1: Display „Strom“

Mit den < - und > -Tasten wechseln Sie zwischen den Anzeigen IL und I0/I4.



Die angezeigten Minimal- und Maximalwerte beziehen sich auf den aktuellen Monat. Um die **Minimal- und Maximalwerte zurückzusetzen**, halten Sie „ESC“ für mindestens 2 Sekunden gedrückt.

9. Kurvenform

Der Kurvenformrekorder stellt die gemessenen Spannungen und Ströme neben den Zahlenwerten auch als Kurven auf dem Display dar. Hier ist sowohl eine Gesamtübersicht aller Spannungen $U_{L1...3}$ und Ströme $I_{1...3}$ als auch die Betrachtung einzelner Kurven möglich.

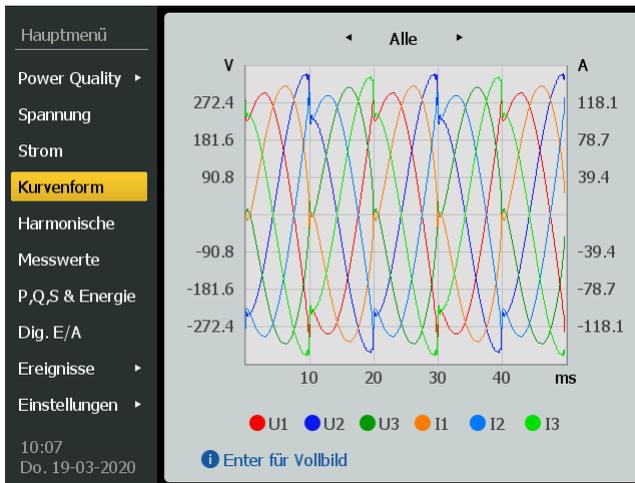


Abb. 9.1: Display „Kurvenform“ (Gesamtdarstellung)

Mit der „ENTER“-Taste können Sie die Darstellung auf das gesamte Display ausweiten:

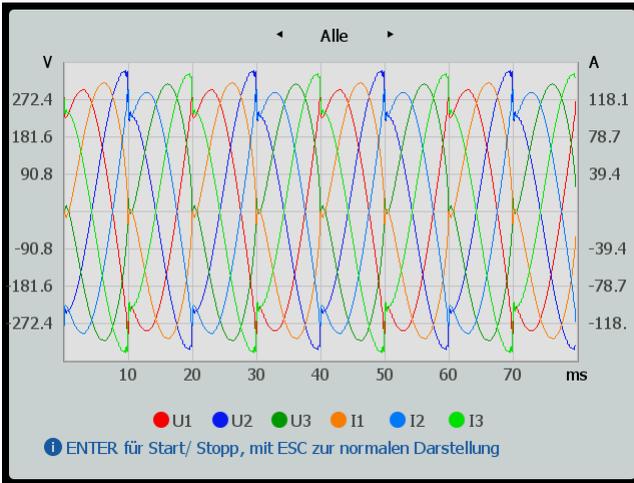


Abb. 9.2: Display „Kurvenform“ (Vollbilddarstellung)

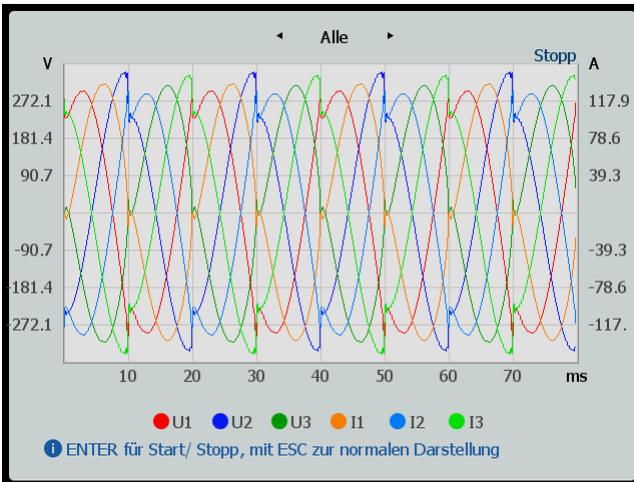


Abb. 9.3: Display „Kurvenform“ (Standbild)

In der Vollbilddarstellung lässt sich mit der „ENTER“-Taste ein Standbild der aktuellen Kurven erstellen (Stopp). So können Sie Einzelheiten der Grafik besser analysieren. Ein erneutes Betätigen der „ENTER“-Taste hebt das Standbild wieder auf und Sie kehren in die Vollbilddarstellung zurück.

Mit der „ESC“-Taste kehren Sie auch vom Standbild aus direkt in die Standardanzeige zurück.

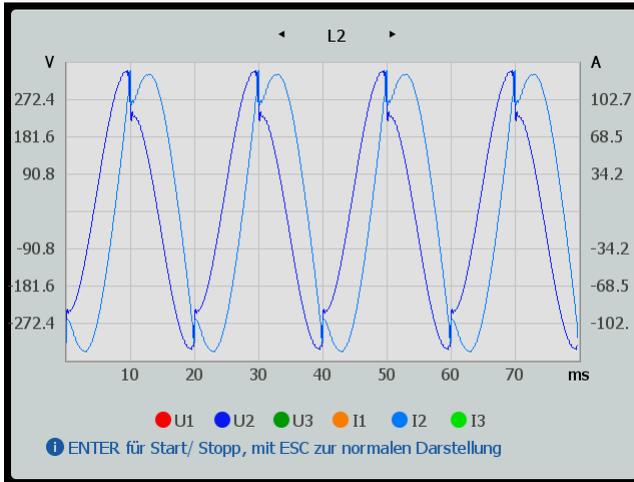


Abb. 9.4: Display „Kurvenform“ (Darstellung Strom und Spannung einer Phase)

10. Harmonische

Übersicht der gemessenen Oberschwingungen als Balkendiagramme. Zwischen den einzelnen Darstellungen wechseln Sie mit den < - und > -Tasten.

Es gibt zwei Möglichkeiten zur Berechnung der individuellen Oberschwingungsverzerrung (RMS und Verzerrung). Diese Einstellung kann direkt am Gerät vorgenommen werden:

Einstellungen > Berechnung

Verzerrung

% U_k / U_{FUND}
„Fundamental“

THD-Berechnung einer individuellen Oberschwingung (bezogen auf die Grundschwingung U_1 bzw. I_1)

$$\text{THD } U(k) = \frac{U_k}{U_1} \times 100 \%$$
$$\text{THD } I(k) = \frac{I_k}{I_1} \times 100 \%$$

RMS

% of RMS
„Root Mean Square“, Effektivwert:

Klirrfaktorberechnung einer individuellen Oberschwingung (THF, bezogen auf den Gesamtwert U_{ges} bzw. I_{ges})

$$\text{THF } U(k) = \frac{U_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} U_k^2}} \times 100 \%$$
$$\text{THF } I(k) = \frac{I_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} I_k^2}} \times 100 \%$$

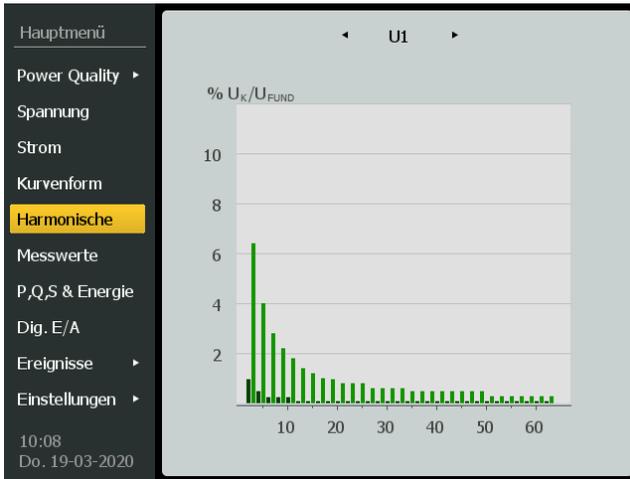


Abb. 10.1: Display „Harmonische“ (Spannungen einer Phase)

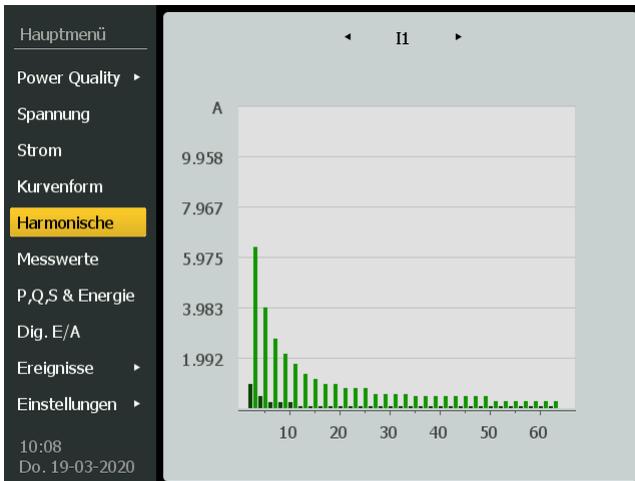


Abb. 10.2: Display „Harmonische“ (Ströme einer Phase)

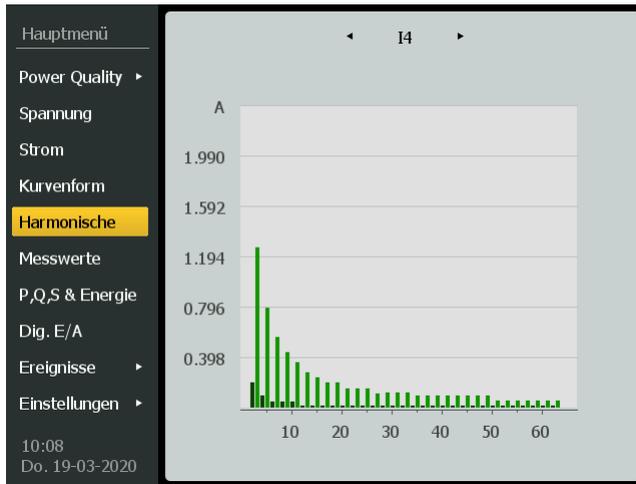


Abb. 10.3: Display „Harmonische“ (Ströme I4)

Bei „RMS“ werden die Harmonischen als Effektivwert dargestellt (in V oder A).
Bei „Verzerrung“ werden die Harmonischen als Prozentwert angezeigt.

11. Messwerte

Messwerte für Spannungen, Ströme, Effektivwerte und Grundschnwingungen als tabellarische Übersicht.

Zwischen den einzelnen Darstellungen wechseln Sie mit den < - und > -Tasten.

Display	Parameter	Messwerte	Bemerkung
U	$U_{L1...3}$	Aktuell, Min, Max	Zeigt nur Spannungen RMS an.
	$U_{L1L2...L3L1}$	Aktuell, Min, Max	
	f	Aktuell	
	U4	Aktuell	
I	$I_{1...3}$	Aktuell, Min, Max	Zeigt nur Strom RMS an.
	I_4	Aktuell, Min, Max	
	I_0	Aktuell, Min, Max	
RMS	$U_{L1...3}$	Aktuell	Zeigt Kombination von Spannung RMS, Strom RMS und Leistung an, incl. aller Oberschwingungen.
	$U_{L1L2...L3L1}$	Aktuell	
	$I_{1...3}$	Aktuell	
	P	für L1, L2, L3 und Gesamtwert	
	Q		
	S		
	P. F. (λ)		
Grund- schwingung	$U_{L1...3}$	Aktuell	Zeigt Kombination von Spannung RMS, Strom RMS und Leistung nur für die Grundschnwingung an.
	$U_{L1L2...L3L1}$	Aktuell	
	$I_{1...3}$	Aktuell	
	P	für L1, L2, L3 und Gesamtwert	
	Q		
	S		
	λ		

Tab. 11.1: Übersicht Messwerte im Menü „Messwerte“

Hauptmenü			
◀ U ▶			
	Aktuell	Min	Max
Power Quality ▶			
Spannung			
Strom			
Kurvenform			
Harmonische			
Messwerte			
P,Q,S & Energie			
Dig. E/A			
Ereignisse ▶			
Einstellungen ▶			
10:54			
Di. 17-03-2020			
U1	230.9 V	228.7 V	233.3 V
U2	230.9 V	228.7 V	233.3 V
U3	231.1 V	228.7 V	233.3 V
U12	399.9 V	398.0 V	402.0 V
U23	400.1 V	398.0 V	402.0 V
U31	400.1 V	398.0 V	402.0 V
f	50.000 Hz	U4	106.2 V

Abb. 11.1: Display „Messwerte“ (Spannungen)

Hauptmenü			
◀ I ▶			
	Aktuell	Min	Max
Power Quality ▶			
Spannung			
Strom			
Kurvenform			
Harmonische			
Messwerte			
P,Q,S & Energie			
Dig. E/A			
Ereignisse ▶			
Einstellungen ▶			
10:54			
Di. 17-03-2020			
I1	100.0 A	99.00 A	101.0 A
I2	99.95 A	99.00 A	101.0 A
I3	100.1 A	99.00 A	101.0 A
I4	19.99 A	19.79 A	20.19 A
I0	0.190 A	0.154 A	1.784 A

Abb. 11.2: Display „Messwerte“ (Ströme)

Hauptmenü		◀ RMS ▶					
Power Quality ▶							
Spannung		U1	231.0 V	U2	231.2 V	U3	230.7 V
Strom		U12	400.2 V	U23	400.0 V	U31	399.8 V
Kurvenform		I1	100.0 A	I2	100.1 A	I3	99.90 A
Harmonische			L1	L2	L3	Σ	
Messwerte		P	12 kW	12 kW	12 kW	35 kW	
P,Q,S & Energie		Q	20 kvar	20 kvar	20 kvar	59 kvar	
Dig. E/A		S	23 kVA	23 kVA	23 kVA	69 kVA	
Ereignisse ▶		P.F.	0.499	0.498	0.499	0.503	
Einstellungen ▶							
10:54							
Di. 17-03-2020							

Abb. 11.3: Display „Messwerte“ (Effektivwerte)

Hauptmenü		◀ Grundschiwingung ▶					
Power Quality ▶							
Spannung		U1	230.0 V	U2	230.0 V	U3	229.9 V
Strom		U12	398.4 V	U23	398.3 V	U31	398.3 V
Kurvenform		I1	99.58 A	I2	99.60 A	I3	99.55 A
Harmonische			L1	L2	L3	Σ	
Messwerte		P	11 kW	11 kW	11 kW	34 kW	
P,Q,S & Energie		Q	20 kvar	20 kvar	20 kvar	60 kvar	
Dig. E/A		S	23 kVA	23 kVA	23 kVA	69 kVA	
Ereignisse ▶		P.F.	0.499	0.498	0.499	0.499	
Einstellungen ▶							
10:54							
Di. 17-03-2020							

Abb. 11.4: Display „Messwerte“ (Grundschiwingungen)

12. P, Q, S & Energie

Darstellung der gemessenen Grundsicherungswerte der Wirk- und Blindleistungen als Zahlenwerte und als Vektoren in den Quadranten Q1...4. Die Leistungen werden sowohl als Gesamtmessung (Summe) sowie für die einzelnen Leiter L1...3 ausgegeben.

Hauptmenü			
Power Quality ▶			
Spannung			
Strom			
Kurvenform			
Harmonische			
Messwerte			
P,Q,S & Energie			
Dig. E/A			
Ereignisse ▶			
Einstellungen ▶			
10:55			
Di. 17-03-2020			
◀ Energie ▶			
	Wirkenergie	Blindenergie	
Bezug	31,273.7 kWh	53,724.5 kvarh	
Abgabe	0.0 kWh	0.0 kvarh	
Summe	31,273.7 kWh	53,724.5 kvarh	
Netto	31,273.7 kWh	53,724.5 kvarh	
Scheinenergie			
		62,164.1 kVAh	

Abb. 12.1: Display „P, Q, S & Energie“



Bezug	= Importieren von Energie
Abgabe	= Exportieren von Energie
Netto	= Import – Export
Summe	= Import + Export

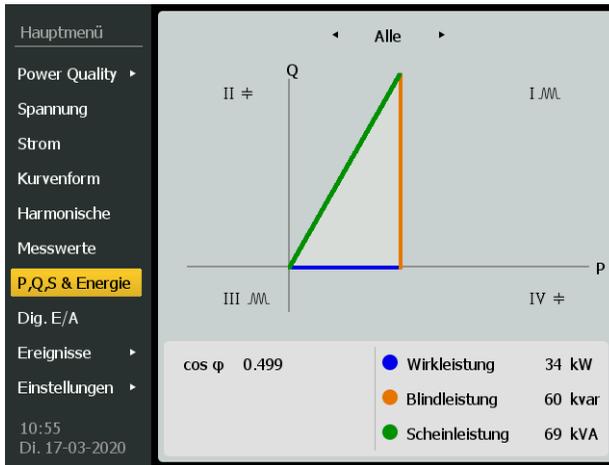


Abb. 12.2: Display „P, Q, S & Energie“ (Zeigerdiagramm)



Berechnung Leistungsfaktor λ-Regel am Gerät einstellen:
Einstellungen > Berechnung > PF Regel



Berechnung Scheinleistung am Gerät einstellen:
Einstellungen > Berechnung > S-Berechnung

Erläuterungen zur Berechnung des Leistungsfaktors und der Scheinleistung finden sich auf Seite 96.

13. Dig. E/A

PEM735 bietet 8 digitale Eingänge, 2 digitale Ausgänge und 4 Relais-Ausgänge. Diese lassen sich direkt am Gerät anzeigen.



Abb. 13.1: Display „Dig. E/A“

Eingänge (DI)

Das Gerät bietet acht digitale Eingänge, die intern mit DC 24 V betrieben werden. Digitale Eingänge werden in der Regel zur **Überwachung externer Zustände** verwendet. Die Schaltzustände der digitalen Eingänge können im LC-Display oder an angeschlossenen Systemkomponenten abgelesen werden. Änderungen externer Zustände werden im Ereignisspeicher als Ereignisse mit einer Auflösung von 1 ms gespeichert. Einer der digitalen Eingänge kann als **Pulsempfänger für die Synchronisierung der Bedarfsmessung** programmiert werden. Die Einstellung erfolgt über Register.

Ausgänge (DO, RO)

Das Gerät bietet 2 digitale Ausgänge und 4 Relaisausgänge, die auf der Rückseite angeschlossen werden.

Die gewünschte Funktionalität der Ein- und Ausgänge kann nur über die Modbusregister eingestellt werden (siehe Anhang „Modbus“).

Am Gerät selbst lassen sich die angeschlossenen Ein- und Ausgänge lediglich anzeigen.

14. Ereignisse

Zugriff auf gespeicherte Ereignisse der Rekorder (SysLog und PQLog). Neben dem Zeitstempel werden die Ereignisbeschreibung im Klartext und die zugehörigen Werte dargestellt.

Hauptmenü			
Power Quality ▶	◀ SysLog 1/205 ▶		
Spannung	Zeit	Beschreibung	Wert
Strom	1 17-03-2020 10:13:38.601	Einstellungen geändert über Bedieneingriff	-
Kurvenform	2 17-03-2020 08:54:49.137	Gerät eingeschaltet	-
Harmonische	3 16-03-2020 09:49:34.000	Gerät ausgeschaltet	-
Messwerte	4 16-03-2020 07:33:09.137	Gerät eingeschaltet	-
P,Q,S & Energie	5 15-03-2020 19:38:08.000	Gerät ausgeschaltet	-
Dig. E/A			
Ereignisse ▶			
Einstellungen ▶			
10:55 Di. 17-03-2020			

Abb. 14.1: Display „Ereignisse“ (Startseite SysLog)



Mit „ENTER“ gelangen Sie eine Menü-Ebene tiefer. Nun können Sie mit den \wedge - und \vee -Tasten zwischen dem Ereignis- und dem PQ-Rekorder wechseln. Zwischen den einzelnen Seitenansichten wechseln Sie mit den \leftarrow - und \rightarrow -Tasten. Bei gedrückt gehaltener Pfeiltaste erfolgt schnelles automatisches Blättern. Rückkehr in das Hauptmenü mit der „ESC“-Taste.

Ereignisse			
◀ SysLog 1/205 ▶			
	Zeit	Beschreibung	Wert
1	17-03-2020 10:13:38.601	Einstellungen geändert über Bedieneingriff	-
2	17-03-2020 08:54:49.137	Gerät eingeschaltet	-
3	16-03-2020 09:49:34.000	Gerät ausgeschaltet	-
4	16-03-2020 07:33:09.137	Gerät eingeschaltet	-
5	15-03-2020 19:38:08.000	Gerät ausgeschaltet	-

10:56
Di, 17-03-2020

i ENTER für 2s drücken um zur ersten Seite zu springen

Abb. 14.2: Display „Ereignisse“ (SysLog, Seite 1 von 205)

Ereignisse			
◀ PQLog 1/342 ▶			
	Zeit	Beschreibung	Wert
1	06-12-2016 14:46:29.584	Schnelle Spngs.änderungen L3	Dauer:10ms Spngs.diff.: 2.00% Max. Diff.: 2.00% Absenkung
2	06-12-2016 14:46:29.584	Schnelle Spngs.änderungen L2	Dauer:10ms Spngs.diff.: 1.00% Max. Diff.: 1.00% Erhöhung
3	06-12-2016 14:46:29.584	Schnelle Spngs.änderungen L1	Dauer:10ms Spngs.diff.: 1.00% Max. Diff.: 1.00% Erhöhung

10:56
Di, 17-03-2020

i ENTER für 2s drücken um zur ersten Seite zu springen

Abb. 14.3: Display „Ereignisse“ (PQLog)

15. Einstellungen

Hier können Sie allgemeine Informationen zum Gerät ablesen. Zusätzlich können hier auch Parameter des Geräts gesetzt werden (passwortgeschützt).



Mit „ENTER“ gelangen Sie in das Menü „Einstellungen“.
Die \wedge - und \vee -Tasten navigieren zwischen den einzelnen Punkten.
Zum Ändern von Parametern kommen Sie mit der „ENTER“-Taste zur Passwortabfrage.
Nach erfolgreicher Passwordeingabe springen Sie mit der „ENTER“-Taste in den Einstellmodus.
Rückkehr aus Untermenüs mit der ESC-Taste.

15.1 Geräteinfo

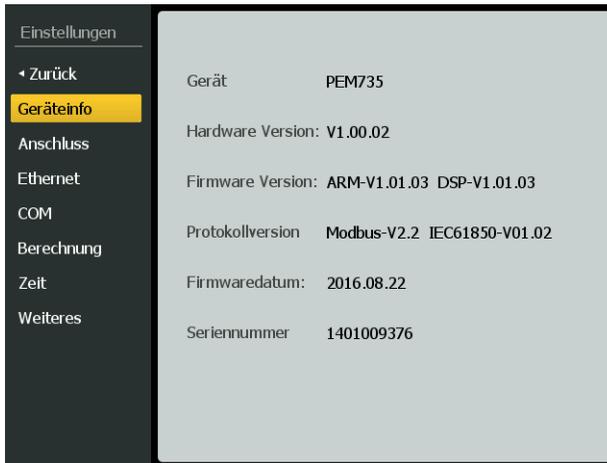
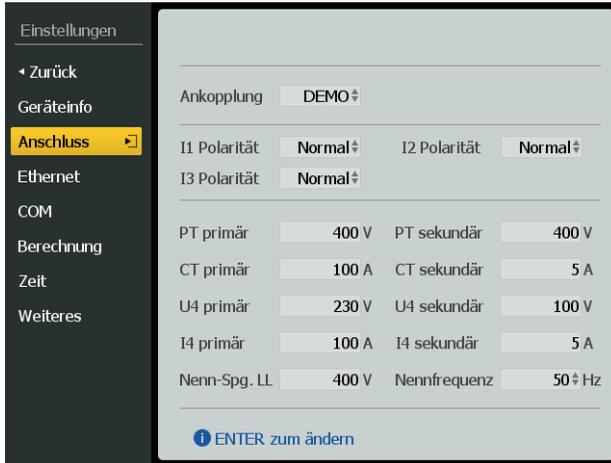


Abb. 15.1: Einstellungen (Ansicht „Geräteinfo“)

In der Info-Ansicht können keine Einstellungen vorgenommen werden. Sie hat lediglich informativen Charakter.

15.2 Anschluss



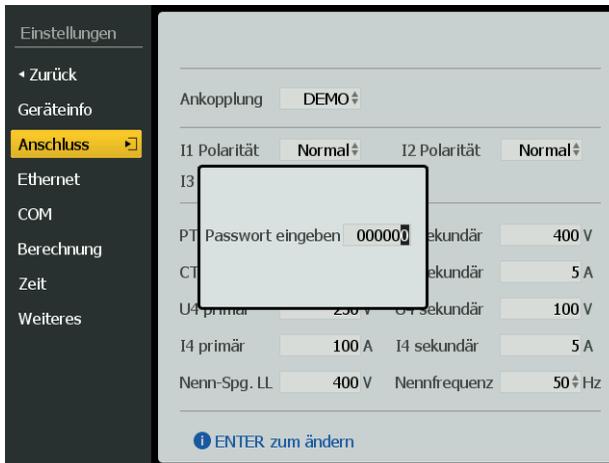
The screenshot shows the 'Anschluss' (Connection) settings menu. The left sidebar contains navigation options: Zurück, Geräteinfo, **Anschluss**, Ethernet, COM, Berechnung, Zeit, and Weiteres. The main display area shows the following settings:

Ankopplung	DEMO	
I1 Polarität	Normal	I2 Polarität Normal
I3 Polarität	Normal	
PT primär	400 V	PT sekundär 400 V
CT primär	100 A	CT sekundär 5 A
U4 primär	230 V	U4 sekundär 100 V
I4 primär	100 A	I4 sekundär 5 A
Nenn-Spg. LL	400 V	Nennfrequenz 50 Hz

At the bottom, there is a blue button labeled 'ENTER zum ändern'.

Abb. 15.2: Einstellungen (Menüpunkt „Anschluss“)

Bevor Sie Veränderungen an den Einstellungen vornehmen können, müssen Sie zuerst das korrekte Passwort eingeben (Werkseinstellung: 000000).



This screenshot shows the same 'Anschluss' settings menu, but with a password input field highlighted by a black box. The text 'Passwort eingeben' is visible next to the input field, which contains the value '000000'. The rest of the settings are identical to the previous screenshot.

Abb. 15.3: Display „Einstellungen“ (Passworteingabe)



Den Wert einer Ziffer ändern Sie mit den \wedge - und \vee -Tasten.
Zwischen den einzelnen Stellen des Passworts wechseln Sie mit den $<$ -
und $>$ -Tasten.
Bestätigen Sie das eingegebene Passwort mit der „ENTER“-Taste.

Das Passwort können Sie selbst festlegen (**Einstellungen > Weiteres > Passwort**).

Nach erfolgreicher Passwort-Eingabe können Sie Einstellungen verändern. Der aktuell ausgewählte Parameter ist schwarz unterlegt.

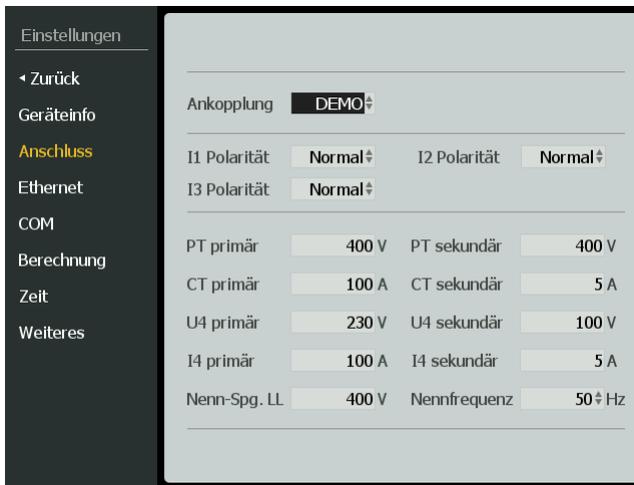


Abb. 15.4: Display „Einstellungen“ (Anschluss, ausgewählter Parameter)

Mit den Pfeiltasten springen Sie von Feld zu Feld.

Zum Verändern von Einstellungen müssen Sie das aktuell ausgewählte (schwarz unterlegte) Feld mit der „ENTER“-Taste betreten und können dann mit dem Pfeiltasten Werte oder Auswahlmöglichkeiten einstellen.

15.2.1 Ethernet

In diesem Menüpunkt legen Sie die Einstellungen für die Ethernetschnittstelle fest. Sie müssen Parameter angeben für:

- IP-Adresse
- Subnetz Maske
- Gateway

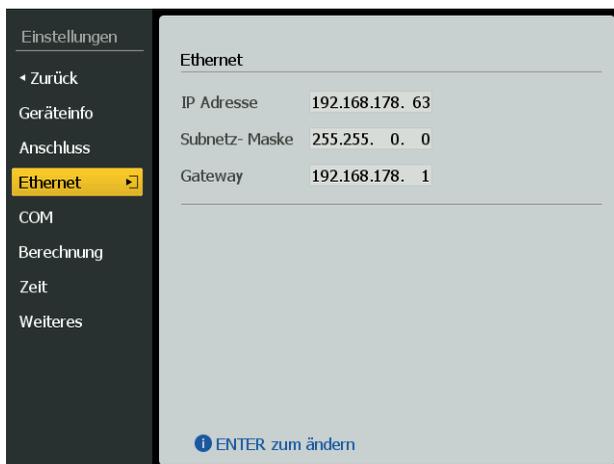


Abb. 15.5: Display „Einstellungen“ (Ethernet)

Mit „ENTER“ betreten Sie (nach erfolgreicher Passwortheingabe) den Einstellmodus.

Mit den Pfeiltasten wählen Sie das zu editierende Feld aus, das nun mit einem schwarzen Hintergrund dargestellt wird.

Sie aktivieren es mit der „ENTER“-Taste. Die editierbare Stelle ist markiert und kann mit den Pfeiltasten eingestellt werden.



Den Wert einer Ziffer ändern Sie mit den \wedge - und \vee -Tasten.

Zwischen den einzelnen Stellen der Adresse wechseln Sie mit den \leftarrow - und \rightarrow -Tasten.

Beenden Sie die Eingabe mit der „ENTER“-Taste. Zum speichernden Verlassen des Menüs müssen Sie die abschließende Abfrage mit „ENTER“ bestätigen. Mit „ESC“ verwerfen Sie die gemachten Änderungen.

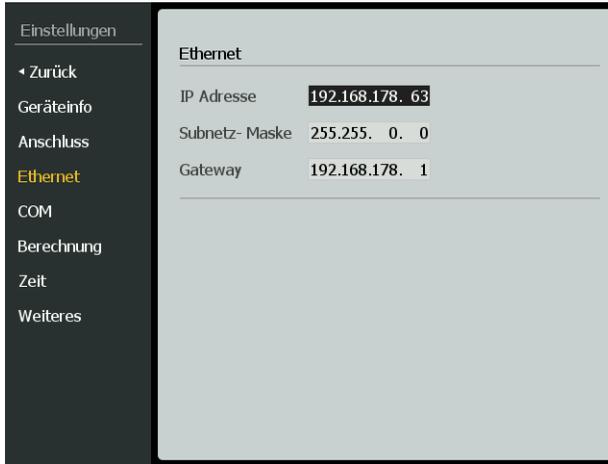


Abb. 15.6: Display „Einstellungen“(Ethernet, Einstellungen ändern)

15.2.2 COM (Kommunikationsschnittstelle)

PEM735 verfügt über zwei Kommunikationsschnittstellen, deren Einstellungen Sie direkt am Gerät vornehmen können.



Abb. 15.7: Display „Einstellungen“ (COM)

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung
Protokoll	COM1: Zeitquelle oder Modbus COM2: Gateway oder Modbus
Geräteadresse	
Baudrate	38400, 19200, 9600, 4800, 2400, 1200
Parität	Paritätsbit: 8N1, 8E1, 8O1, 8N2, 8E2, 8O2

15.2.3 Berechnung

In diesem Teil der Einstellungen legen Sie die Berechnungsmethoden für den Leistungsfaktor λ und die Scheinleistung S fest. Außerdem werden an dieser Stelle die Einstellungen für die Berechnung der Harmonischen getroffen.



Abb. 15.8: Display „Einstellungen“ (Berechnung)

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
PF Regel	Leistungsfaktor λ	IEC, IEEE, -IEEE; siehe Abb. 15.9
S-Berechnung	Berechnungsmethode Scheinleistung	Vektor oder Skalar
Strom Harmon. Berechn.	Anzeige der Harmonischen im Diagramm als RMS Wert oder Prozentwert (Verzerrung).	RMS, Verzerrung
Spannung Harmon. Berechn.		RMS, Verzerrung

Erläuterung Leistungsfaktor λ -Regeln:

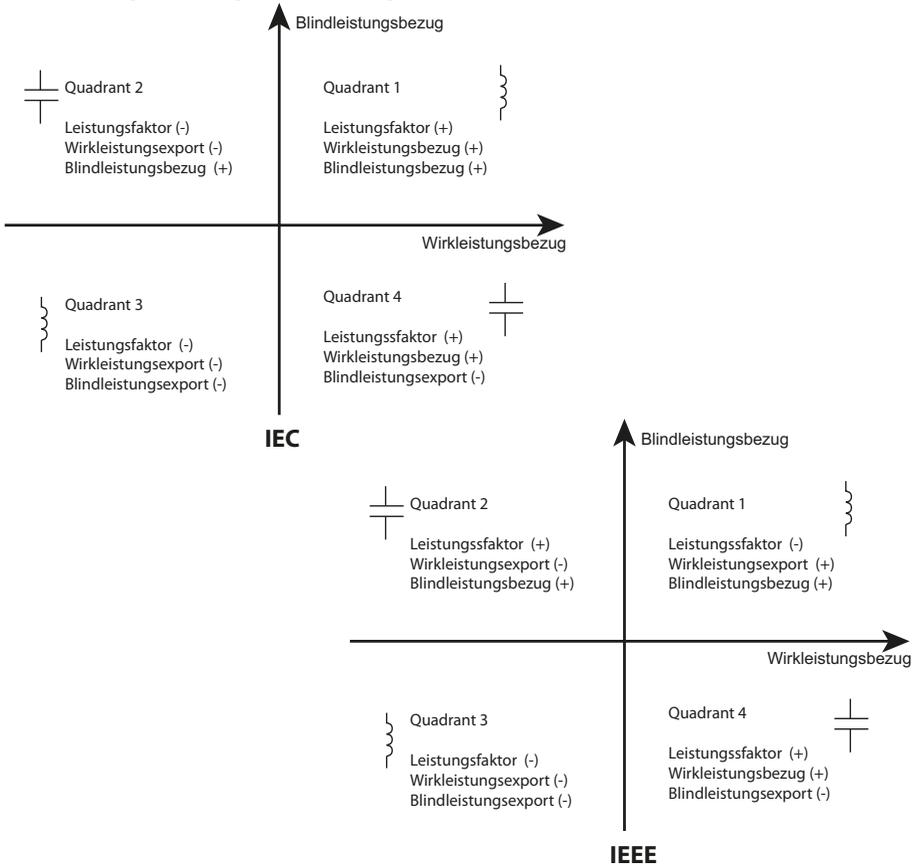


Abb. 15.9: Erläuterung Leistungsfaktor λ -Regeln

„IEEE“ und „-IEEE“ unterscheiden sich lediglich durch vertauschte Vorzeichen.

Erläuterung Berechnung Scheinleistung

Vektormethode V:

$$S_{\text{ges}} = \sqrt{P_{\text{ges}}^2 + Q_{\text{ges}}^2}$$

Skalarmethode S:

$$S_{\text{ges}} = S_{L1} + S_{L2} + S_{L3}$$

15.2.4 Zeit (Uhrzeit und Datum einstellen)



Abb. 15.10: Display „Einstellungen“ (Zeit)

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
Zeit	aktuelle Ortszeit	Angabe in hh:mm:ss
Zeitzone	weltweite Zeitzone	Relativ zu GMT
Datum	aktuelles Datum	
Datumsformat	Datumsformat	TT-MM-JJJJ, MM-TT-JJJJ, JJJJ-MM-TT



Die Uhr wird durch ein angeschlossenes CP700 automatisch eingestellt.

15.2.5 Weiteres

In diesem Menüpunkt können Sie die Display-Eigenschaften und die Gerätesprache einstellen sowie ein neues Passwort festlegen.



Passwort festlegen:

Den Wert einer Ziffer ändern Sie mit den \wedge - und \vee -Tasten. Zwischen den einzelnen Stellen des Passworts wechseln Sie mit den $<$ - und $>$ -Tasten. Schließen Sie die Eingabe mit der „ENTER“-Taste ab. Bestätigen Sie das eingegebene Passwort durch erneute Eingabe.

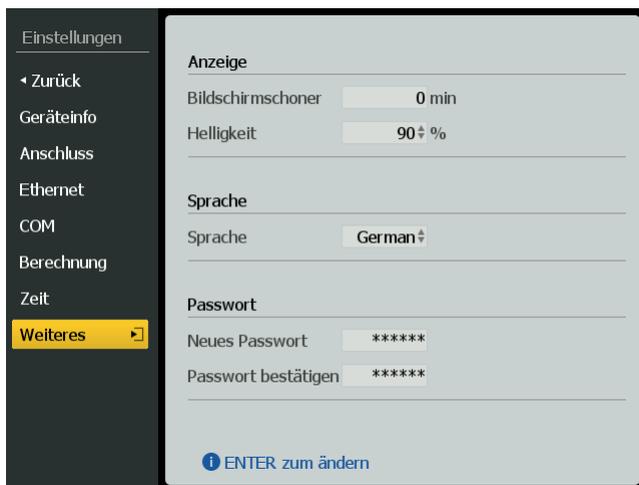


Abb. 15.11: Display „Einstellungen“ (Weiteres)

Erklärungen Displaydarstellung:

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
Bildschirmschoner	Zeit einstellen, nach der sich die Hintergrundbeleuchtung ausschaltet	0...60 Minuten
Helligkeit	Helligkeit des Displays	10...100 %
Sprache	Sprache für Display	German, Russian, English

Angabe	Bedeutung	Bemerkung
Passwort	neues Passwort festlegen und bestätigen	sechsstellig, je Stelle eine Ziffer 0...9



Bei Bildschirmschoner = 0 min bleibt die Hintergrundbeleuchtung dauerhaft an (max. 24 h).

16. Sonstiges

16.1 Auf Werkseinstellungen zurücksetzen

Sollte es nötig sein, können Sie das Gerät in den Auslieferungszustand zurücksetzen.



Werkseinstellung: Die Tasten „<“ und „ESC“ gleichzeitig für 3 s gedrückt halten und anschließend den Dialog (englisch) bestätigen.

Zuvor erfolgreich durchgeführte Software-Updates bleiben erhalten.

16.2 Screenshot vom Display erstellen

Um beispielsweise vorgenommene Einstellungen des Geräts zu dokumentieren, können vom jeweils aktuellen Display Screenshots erstellt werden.

Diese sind per FTP exportierbar.



Screenshot: Tasten „<“ und „>“ gleichzeitig kurz gedrückt halten. Nach dem Loslassen erfolgt eine Bestätigung.

16.3 Datenexport per FTP

Die Aufzeichnungen der

- Kurvenformrekorder
- erstellten Screenshots (Kapitel 16.2)

können per FTP vom Gerät heruntergeladen werden. Bei dem FTP-Zugriff bestehen nur Leserechte, Änderungen oder Speicherlöschungen sind nicht möglich.

FTP-Zugang



- **Server:** IP-Adresse des PEM735
- **Benutzername:** *anonymous* (kann nicht geändert werden)
- **Passwort:** *beliebig, aber nicht leer* (kann nicht geändert werden)

Die gesuchten Daten finden sich in den Ordnern

- data > ScreenShot (Daten als *.bmp)
- data > Wave > waveRec (Daten im COMTRADE-Format *.cfg und *.dat).

17. Technische Daten

Isolationskoordination

Messkreis

Bemessungsspannung.....	600 V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2

Versorgungskreis

Bemessungsspannung.....	300 V
Überspannungskategorie	II
Verschmutzungsgrad	2

Versorgungsspannung

Bemessungsversorgungsspannung U_S	AC/DC 95...250 V
Frequenzbereich von U_S	DC, 47...440 Hz
Eigenverbrauch	≤ 14 VA

Messkreis

Messspannungseingänge

$U_{L1-N,L2-N,L3-N}$	400 V
$U_{L1-L2,L2-L3,L3-L1}$	690 V
Messbereich	10...120 % U_N
Spannungswandler Übersetzungsverhältnis	
Primär	1...1.000.000 V
Sekundär	1...690 V ($U_{L1...3}$)
Sekundär	1...400 V (U_4)
Innenwiderstand (L-N)	> 6 M Ω

Messstromeingänge

Messstromwandler extern.....	sollten mindestens der Genauigkeitsklasse 0,2 S entsprechen
Bürde	–, da interne Stromwandler
Messbereich	1...200 % I_N
Überlastbereich Strom	
$2 \times I_N$	dauerhaft
$10 \times I_N$	max. 1 s
Messwerte $< 0,1$ % von I_N werden mit 0 A angezeigt.	

Messstromwandler-Übersetzungsverhältnis, sekundär	1 ... 5 A
Messstromwandler-Übersetzungsverhältnis, primär	1 ... 30.000 A

Genauigkeiten

Strangspannung $U_{L1-N}, U_{L2-N}, U_{L3-N}$	$\pm 0,1\%$
Strom	$\pm 0,1\%$
Neutralleiterstrom I_4	$\pm 0,1\%$
Frequenz	$\pm 0,005$ Hz
Phasenlage	$\pm 1^\circ$
Blindleistung	$\pm 0,2\%$
Leistungsfaktor λ	$\pm 0,5\%$
$\cos \varphi$	$\pm 0,2\%$
Spannungsunter- und Überabweichung	$\pm 0,1\%$
Unsymmetrie Spannung	$\pm 0,1\%$
Unsymmetrie Strom	$\pm 0,5\%$
Uhrzeitgenauigkeit der internen RTC	< 6 ppm ($< 0,5$ s pro Tag)
Messung der Wirkenergie 0,2 S	nach DIN EN 62053-22 (VDE 0418 Teil 3-22)
Messung der Effektivwerte der Spannung	nach DIN EN 61557-12 (VDE 0413-12), Kap. 4.7.6
Messung der Effektivwerte des Phasenstroms	nach DIN EN 61557-12 (VDE 0413-12), Kap. 4.7.5
Messung der Frequenz	nach DIN EN 61557-12 (VDE 0413-12), Kap. 4.7.4
Messung der Harmonischen	nach DIN EN 61000-4-7 class A
Harmonische Spannungen und Ströme	IEC 61000-4-7 Class I
Flicker P_{st}	IEC 61000-4-15:2010 Class A
Flicker P_{It}	IEC 61000-4-15:2010 Class A

Schnittstelle

Schnittstelle	2 x RS-485
Protokoll	Modbus RTU
Baudrate	1,2 ... 38,4 kBit/s
Leitungslänge	0 ... 1200 m
Leitung geschirmt (Schirm einseitig an Klemme SH)	empfohlen: J-Y(St)Y min. 2 x 0,8
Schnittstelle	Ethernet
Protokoll	Modbus TCP
FTP	
Baudrate	100 MBit/s

Schaltglieder

2 elektronische Ausgänge (DO)	max. 30 V
I_{\max}	50 mA
4 Relaisausgänge (RO)	4 x Schließer
Arbeitsweise	Arbeitsstrom
Bemessungsbetriebsspannung	AC 250 V, DC 30 V
Bemessungsbetriebsstrom	3 A
Minimale Kontaktbelastbarkeit	1 mA bei AC/DC \geq 10 V
Eingänge	8 galv. getrennte Digitaleingänge
I_{\min}	2,4 mA
U_{DI}	DC 24 V

Umwelt/EMV

EMV	IEC 61326-1
Arbeitstemperatur	-25...+55 °C
Klimaklasse nach DIN EN 60721 (Ortsfester Einsatz)	3K23
Mechanische Beanspruchung nach DIN EN 60721 (Ortsfester Einsatz)	3M11

Anschluss

Anschlussart	Schraubklemmen
--------------------	----------------

Sonstiges

Schutzart Einbau	IP20
Schutzart Front	IP52
Gewicht	\leq 2000 g

17.1 Normen und Zulassungen

PEM735 wurde unter Beachtung folgender Normen entwickelt:



EN 50160

Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen

DIN EN 61000-4-30:2008 (VDE 0847-4-30)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren – Verfahren zur Messung der Spannungsqualität

DIN EN 61557-12 (VDE 0413-12)

Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1000 V und DC 1500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 12: Kombinierte Geräte zur Messung und Überwachung des Betriebsverhaltens

DIN EN 62053-22 (VDE 0418 Teil 3-22)

Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Besondere Anforderungen - Teil 22: Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 0,2 S und 0,5 S (IEC 62053);

17.2 Bestellinformationen

17.2.1 PEM



Zur Einhaltung der Genauigkeitsklasse muss die Nennfrequenz berücksichtigt werden!

Typ	Nennfrequenz	Stromeingang	Artikelnummer
PEM735 100...690 V	50 Hz	5 A	B93100735
PEM735 100...690 V	60 Hz *	5 A	B93100740

* Verfügbarkeit und Lieferzeit auf Anfrage

17.2.2 Messstromwandler

Alle Messgeräte der Serie PEM können mit Standard-Messstromwandlern (1 A oder 5 A) betrieben werden. Es ist darauf zu achten, dass zum Einhalten einer Genauigkeitsklasse (z. B. 0,5 S) sowohl das Messgerät als auch die eingesetzten Messstromwandler der Klasse 0,5 S oder besser entsprechen.

18. Glossar und Begriffe

Kürzel/Begriff	Langform	Erklärung/Bemerkung
COM1, COM2	Communication	Kommunikationsschnittstelle 1 (Modbus oder Zeitquelle) Kommunikationsschnittstelle 2 (Modbus oder Gateway)
DI	Digital Input	Digitaleingang (2,4 mA, DC 24 V)
DO	Digital Output	Digitaler Ausgang (max. 50 mA, max. 80 V)
Effektivwert		positive Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittelwert des Quadrats der Größe innerhalb Zeitintervalls/Bandbreite
GB	Giga Byte	
GMT	Greenwich Mean Time	eig. UTC (koordinierte Weltzeit)
Highspeed-Datenrekorder	HS-DR1...4	Trigger: Timer oder Setpoint Aufnahmemodus „Stoppen, wenn voll“ Aufnahmeintervall 0,5...60 Vollschwingungen Anzahl Datenpunkte: max. 65535 je HS-DR 0...16 Messgrößen, aus 31 Messgrößen wählbar keine Aufnahmeverzögerung
Highspeed-Setpoint		Setpoints werden einmal je Halbzyklus geprüft, eignen sich für schnelle Reaktionen, aus 18 verschiedenen Messgrößen wählbar
MB	Mega Byte	
P		Wirkleistung in kW
P95	Messwert des 95. Perzentils	95. Perzentil: 95 % der Werte sind kleiner oder gleich diesem Messwert
Perzentil		Prozentrang, der eine Verteilung in 100 umfangsgleiche Teile zerlegt
P_{lt}	perceptibility unit long term	Langzeit-Flicker (2-Stunden-Wert, kubischer Mittelwert aus 12 P_{st})
PPS	Pulse Per Second	Puls pro Sekunde

Kürzel/Begriff	Langform	Erklärung/Bemerkung
PQ	Power Quality	
P_{st}	perceptibility unit short term	Kurzzeit-Flicker; 10-Minuten-Wert
Q		Blindleistung
rms	root mean square	Effektivwert
RO	Relay Output	Relaisausgang (Strombelastbarkeit 3 A, AC 250 V bzw. 3 A, DC 30 V)
Rundsteuer-signal		Spannungen aus der Signalübertragung auf elektrischen Niederspannungsnetzen; stellen ein Signalkpaket dar. Verwendet werden Frequenzen, die keine Oberschwingungsfrequenzen sind. Dienen zur Fernsteuerung industrieller Einrichtungen, Zählereinrichtungen und anderer Geräte. $f < 3$ kHz;
S		Scheinleistung
Spannungseinbruch		Vorübergehende Verringerung der Spannung auf einen Betrag unterhalb einer Schwelle von 90 % von U_n mit einer Hysterese von 2 %; Spannungsunterbrechungen sind besondere Spannungseinbrüche.
Spannungsüberhöhung (Einphasennetz)		Beginnt, wenn U_{rms} oberhalb des Schwellenwertes der Spannungsüberhöhung ansteigt; endet, wenn U_{rms} gleich oder unterhalb des Schwellenwertes der Spannungsüberhöhung minus Hysteresespannung ist; Schwellenwerte für Spannungsüberhöhungen üblicherweise > 110 % von U_{din} ; Hysterese üblicherweise 2 % von U_{din}

Kürzel/Begriff	Langform	Erklärung/Bemerkung
Spannungsüberhöhung (Mehrphasensystem)		Beginnt, wenn U_{rms} in mindestens einem Kanal oberhalb des Schwellenwertes der Spannungsüberhöhung ansteigt; endet, wenn U_{rms} in allen gemessenen Kanälen gleich oder unterhalb des Schwellenwertes der Spannungsüberhöhung minus Hysteresespannung ist; Schwellenwerte für Spannungsüberhöhungen üblicherweise $> 110\%$ von U_{din} ; Hysteresese üblicherweise 2% von U_{din}
Spannungsunterbrechung (Einphasennetz)		Beginnt, wenn U_{rms} unterhalb des Schwellenwertes der Spannungsunterbrechung fällt; endet, wenn U_{rms} gleich oder oberhalb des Schwellenwertes der Spannungsunterbrechung plus Hysteresespannung ist Schwellenwerte für Spannungsunterbrechungen üblicherweise 5% oder 10% von U_{din} ; Hysteresese üblicherweise 2% von U_{din}
Spannungsunterbrechung (Mehrphasensystem)		Beginnt, wenn U_{rms} in allen Kanälen unterhalb des Schwellenwertes der Spannungsunterbrechung fällt; endet, wenn U_{rms} in einem beliebigen gemessenen Kanal gleich oder oberhalb des Schwellenwertes der Spannungsunterbrechung plus Hysteresespannung ist; Schwellenwerte für Spannungsunterbrechungen üblicherweise 5% oder 10% von U_{din} ; Hysteresese üblicherweise 2% von U_{din}
Standard-Datenrekorder	DR 1...16	Trigger: Timer oder Setpoint Aufnahmemodus „Stoppen, wenn voll“ oder „FIFO“ Aufnahmeintervall 1...3.456.000 Sekunden (40 Tage) Anzahl Datenpunkte: max. 65535 je DR 0...16 Messgrößen, aus 1741 Messgrößen wählbar Bei Triggermodus Timer: Aufnahmeverzögerung 0...43200 s (12 h)

Kürzel/Begriff	Langform	Erklärung/Bemerkung
TEHD	Total Even Harmonic Distortion	geradzahlige Gesamtoberschwingungsverzerrung
THD	Total Harmonic Distortion	Gesamtoberschwingungsverzerrung
TOHD	Total Odd Harmonic Distortion	ungeradzahlige Gesamtoberschwingungsverzerrung
Transiente		der Versorgungsspannung überlagerte kurzzeitige Spannungsänderungen, können bis ± 750 V erfasst werden
U_0		Nullsystemkomponente
u_0		Nullsystemkomponente (Verhältnis als Prozentwert); $u_0 = (U_0/U_1) \times 100 \%$
U_0 / I_0		Nullsystemkomponente Spannung/Strom
U_0 / I_0 Unb		Unsymmetrie Nullsystemkomponente Spannung/Strom
U_1		Mitsystemkomponente
U_1 / I_1		Mitsystemkomponente Spannung/Strom
U_2		Gegensystemkomponente
u_2		Verhältnis der Gegensystemkomponente als Prozentwert; $u_2 = (U_2/U_1) \times 100 \%$
U_2 / I_2		Gegensystemkomponente Spannung/Strom
U_2 / I_2 Unb		Unsymmetrie Gegensystemkomponente Spannung/Strom
U_{din}	Declared input voltage;	ein von der vereinbarten Versorgungsspannung mithilfe des Messwandlerübersetzungsverhältnisses abgeleiteter Wert
Unsymmetrie der Versorgungsspannung		ungleiche Effektivwerte der Außenleiterspannungen (Grundswingungsanteil) oder Phasenwinkeldifferenzen aufeinanderfolgender Außenleiter; nur für dreiphasige Netze anwendbar

Kürzel/Begriff	Langform	Erklärung/Bemerkung
U_{res}	Restspannung	kleinster Wert von $U_{\text{rms}(1/2)}$ {Klasse A}, der während eines Spannungseinbruchs oder einer Unterbrechung ermittelt wird; die Restspannung wird (bezogen auf die vereinbarte Spannung) als ein Wert in V oder % oder als per-Unit-Wert ausgedrückt
$U_{\text{rms}(1)}$		Effektivwert einer Periode, der jede Periode erneuert wird
$U_{\text{rms}(1/2)}$	Half-Cycle RMS Voltage	Effektivwert, der jede Halbperiode erneuert wird (Effektivwert einer Periode zwischen den Null-durchgängen der Grundschwingung)
Zwischenharmonische		Zwischenharmonische zwischen der (n-1)-ten und der n-ten Oberschwingung

Änderungshistorie Dokumentation

Datum	Dokumentenversion	Zustand/Änderungen
04.2022	03	<i>Redaktionelle Änderung</i> Kapitel 17.2.2 Messstromwandler

INDEX

A

- Anschluss 22
- Anschluss Messstromwandler 22
- Anschluss über Spannungswandler 26
- Anschluss Schaltbild 23
- Anschlusschema
 - Anschluss über Spannungswandler 26
 - Dreiphasen-3-Leiternetz 25
 - Dreiphasen-4-Leiternetz 24
- Anwendungsbeispiel 16
- Arbeiten an elektrischen Anlagen 11
- Ausgang
 - digitaler 27
 - Relais 28
- Automatisches Blättern 39

B

- Bedienelemente 29
- Benutzungshinweise 7
- Berechnung Scheinleistung 96
- Blindleistung 83

C

- COM 94

D

- Datum 97
- Digitale Ein-/Ausgänge 85
- Digitale Eingänge 26
- Digitaler Ausgang 27
- Display
 - Bildschirmschoner 98

- Helligkeit 98
- Screenshot erstellen 101
- Sprache 98

E

- Ein- und Ausgänge 14
- Eingänge, digitale 26, 85
- Einsatzbereich 13
- Einschalten (Inbetriebnahme) 31
- Einstellungen 89
- Energy Pulsing
 - LED-Anzeige 30
- Ereignisse 87
- Erweiterte Einstellungen 95
- Ethernet 92
- Extremwerte zurücksetzen 67

F

- Flicker 37
- Flickerstärke 46
- Fronttafeleinbau 21
- Funktionsbeschreibung 17

G

- Gerätemerkmale 13
- Glossar 109

H

- Harmonische 75

I

- Inbetriebnahme 29

K

Kommunikationsschnittstelle 94
Kurvenform 71

L

LED-Anzeige 30
Leistungsfaktor λ -Regel 96

M

Maßbild 20
Menüübersicht 33
Messgrößen 14, 15
Messstromwandler 22
Messwerte 79
Modbus TCP (Steckerbelegung) 28
Montage 19

N

Netzfrequenz 40

O

Oberschwingungsspannungen 51

P

Passwort festlegen 98
Power Quality 35
Praxisseminare 9

R

Relaisausgang 110
Relaisausgänge 28, 85
Report EN 50160 15, 38
RMS 75
Rundsteuersignale 56

S

Schnelle Spannungsänderungen 44

Schulungen 9

Screenshot 101

Service 8

Setpoints 14

Setup 89

Sicherheitshinweise 19, 22

Spannung (Messwerte) 67

Spannungs

- einbrüche 59

- schwankungen 42

- überhöhungen 58

- unsymmetrie 49

- unterbrechungen 62

Sprache einstellen (Inbetriebnahme) 31

Startseite 35

Support 8

SysLog 87

System 32

T

Technische Daten 103

Transiente Überspannungen 64

U

Uhrzeit 97

V

Versionen 15

Verzerrung 75

Vorsicherungen 22

W

Werkseinstellungen 101

Wirkleistung 83

Z

Zeigerdiagramm 36, 84

Zwischenharmonische Spannungen 54



Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck und Vervielfältigung
nur mit Genehmigung des Herausgebers.
Änderungen vorbehalten!

Bender GmbH & Co. KG

Postfach 1161 • 35301 Grünberg • Deutschland
Londorfer Str. 65 • 35305 Grünberg • Deutschland
Tel.: +49 6401 807-0 • Fax: +49 6401 807-259
E-Mail: info@bender.de • www.bender.de

Fotos: Bender Archiv



BENDER Group

All rights reserved.
Reprinting and duplicating
only with permission of the publisher.
Subject to change!

Bender GmbH & Co. KG

PO Box 1161 • 35301 Grünberg • Germany
Londorfer Str. 65 • 35305 Grünberg • Germany
Tel.: +49 6401 807-0 • Fax: +49 6401 807-259
E-Mail: info@bender.de • www.bender.de

Photos: Bender Archive