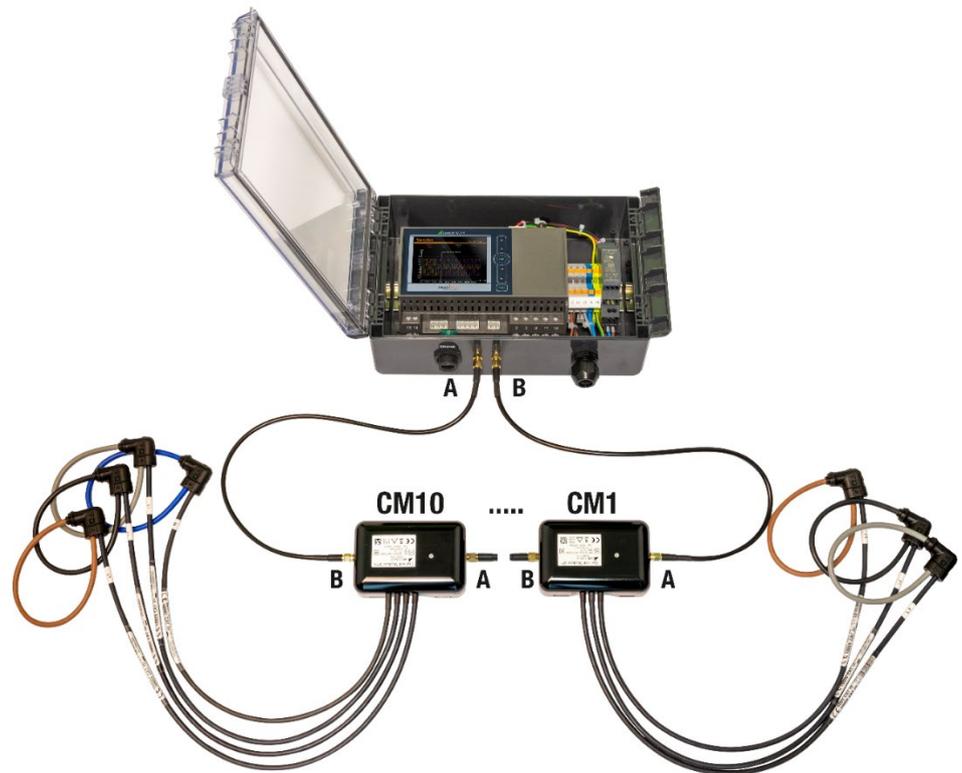


System-Handbuch

LINAX PQ5000-CURRENT LINK

Betriebsanleitung LINAX PQ5000-CURRENT LINK (2023-04)



GMC INSTRUMENTS

Camille Bauer Metrawatt AG
Aargauerstrasse 7
CH-5610 Wohlen / Schweiz
Telefon: +41 56 618 21 11
Telefax: +41 56 618 35 35
E-Mail: info@cbmag.com
<https://www.camillebauer.com>

 **CAMILLE BAUER**

Rechtliche Hinweise

Warnhinweise

In diesem Dokument werden Warnhinweise verwendet, welche zur persönlichen Sicherheit und zur Vermeidung von Sachschäden befolgt werden müssen. Je nach Gefährdungsstufe werden folgende Symbole verwendet:



Ein Nichtbeachten führt zu Tod oder schwerer Körperverletzung.



Ein Nichtbeachten **kann** zu Sach- oder Personenschäden führen.



Ein Nichtbeachten **kann** dazu führen, dass das Gerät nicht die erwartete Funktionalität erfüllt oder beschädigt wird.

Qualifiziertes Personal

Das in diesem Dokument beschriebene Produkt darf nur von Personal gehandhabt werden, welches für die jeweilige Aufgabenstellung qualifiziert ist. Qualifiziertes Personal hat die Ausbildung und Erfahrung um Risiken und Gefährdungen im Umgang mit dem Produkt erkennen zu können. Es ist in der Lage die enthaltenen Sicherheits- und Warnhinweise zu verstehen und zu befolgen.

Bestimmungsgemässer Gebrauch

Das in diesem Dokument beschriebene Produkt darf nur für den von uns beschriebenen Anwendungszweck eingesetzt werden. Die in den technischen Daten angegebenen maximalen Anschlusswerte und zulässigen Umgebungsbedingungen müssen dabei eingehalten werden. Für den einwandfreien und sicheren Betrieb des Gerätes wird sachgemässer Transport und Lagerung sowie fachgerechte Lagerung, Montage, Installation, Bedienung und Wartung vorausgesetzt.

Haftungsausschluss

Der Inhalt dieses Dokuments wurde auf Korrektheit geprüft. Es kann trotzdem Fehler oder Abweichungen enthalten, so dass wir für die Vollständigkeit und Korrektheit keine Gewähr übernehmen. Dies gilt insbesondere auch für verschiedene Sprachversionen dieses Dokuments. Dieses Dokument wird laufend überprüft und ergänzt. Erforderliche Korrekturen werden in nachfolgende Versionen übernommen und sind via unsere Homepage <https://www.camillebauer.com> verfügbar.

Rückmeldung

Falls Sie Fehler in diesem Dokument feststellen oder erforderliche Informationen nicht vorhanden sind, melden Sie dies bitte via E-Mail an:

customer-support@camillebauer.com

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
1.1 Bestimmung des Dokuments	5
1.2 Lieferumfang	5
1.3 Weitere Unterlagen	5
2. Sicherheitshinweise	6
3. Geräte-Übersicht	6
3.1 Kurzbeschreibung	6
3.2 Systemübersicht	7
3.3 Verfügbare Messdaten	8
4. Mechanischer Einbau	9
4.1 Hutschienenmontage PQ5000CL-0 /- 1	9
4.2 Wandmontage PQ5000CL-2 /- 3	10
5. Elektrische Anschlüsse	11
5.1 Allgemeine Warnhinweise	11
5.2 Leiterquerschnitte und Drehmomente PQ5000CL-0 / -1	12
5.3 Leiterquerschnitte PQ5000CL-2 / -3	12
5.4 Spannungsanschluss Basisgerät	13
5.5 Current Link	14
5.6 GPS-Zeitsynchronisation	17
5.7 Hilfsenergie PQ5000CL-0 / -1	18
5.8 Modbus-Schnittstelle RS485	19
6. Inbetriebnahme	20
6.1 Parametrierung der Gerätefunktionen	20
6.2 Betriebs-LED des Basisgerätes	21
6.3 Betriebs-LED der Current Module 3P / 3PN	21
6.4 Überprüfen der Installation	22
6.5 Ethernet-Installation	24
6.5.1 Einstellungen	24
6.5.2 Anschluss der Ethernet-Schnittstelle	27
6.5.3 MAC-Adressen	27
6.5.4 Zurücksetzen der Kommunikations-Einstellungen	27
6.6 Kommunikationstests	27
6.7 IEC 61850-Schnittstelle (Option)	28
6.8 Sicherheitssystem	28
6.8.1 RBAC-Management	28
6.8.2 An- und abmelden eines Benutzers via Webseite	32
6.8.3 An- und abmelden eines Benutzers via lokale Anzeige	33
6.8.4 Client Whitelist	34
6.8.5 Sichere Kommunikation mit HTTPS	34
6.8.6 Audit log (SYSLOG)	35
7. Bedienen des Gerätes	37
7.1 Bedienelemente	37
7.2 Auswahl der anzuzeigenden Information	37
7.3 Messwertanzeigen und verwendete Symbole	38
7.4 Zurücksetzen von Messdaten	40
7.5 Konfiguration	40
7.5.1 Konfiguration am Gerät	40
7.5.2 Konfiguration via Webbrowser	41

7.6	PQ-Überwachung	43
7.6.1	PQ-Ereignisse	43
7.6.2	PQ-Statistik	45
7.6.3	Bereitstellung von PQ-Daten	46
7.7	Datenaufzeichnung	47
7.7.1	PQ-Ereignisse	47
7.7.2	PQ-Statistik	50
7.8	Messwert-Informationen in Dateiform.....	54
7.8.1	Vordefinierte Aufgaben.....	54
7.8.2	Periodische Datei-Informationen erzeugen.....	55
7.8.3	Zugriff auf Dateien-Informationen via Webseite.....	56
7.8.4	Periodisches Versenden an einen SFTP-Server	57
7.8.5	Auswertung der PQDIF-Dateien	58
7.9	Timeouts	58
8.	Instandhaltung, Wartung und Entsorgung	59
8.1	Kalibration und Neuabgleich	59
8.2	Reinigung.....	59
8.3	Batterie	59
8.4	Entsorgung	59
9.	Technische Daten	60
10.	Massbilder	65
Anhang	66	
A	Beschreibung der Messgrößen.....	66
A1	Grund-Messgrößen.....	66
A2	Oberschwingungs-Analyse	67
A3	Netz-Unsymmetrie	68
A4	Zähler	68
B	Anzeige-Matrix	69
B0	Kurzbezeichnung der Messgrößen	69
B1	Vorortanzeige	72
C	FCC statement	73
	Stichwortverzeichnis.....	74

1. Einleitung

1.1 Bestimmung des Dokuments

Dieses Dokument beschreibt das universelle Netzqualitäts-Analysegeräte LINAX PQ5000CL (PQ5000 mit der Erweiterung CURRENT LINK) in Verbindung mit den Current-Modulen 3P und 3PN. Es richtet sich an:

- Installateure und Inbetriebsetzer
- Service- und Wartungspersonal
- Planer

Gültigkeitsbereich

Dieses Handbuch ist für alle Hardware-Varianten des Basisgerätes gültig. Gewisse in diesem Handbuch beschriebene Funktionen sind nur verfügbar, falls die dazu erforderlichen optionalen Komponenten im Gerät enthalten sind.

Vorkenntnisse

Allgemeine Kenntnisse der Elektrotechnik sind erforderlich. Für Montage und Anschluss wird die Kenntnis der landesüblichen Sicherheitsbestimmungen und Installationsnormen vorausgesetzt.

1.2 Lieferumfang

- Messgerät PQ5000CL (PQ5000 mit Erweiterung Current Link)
- Rogowski-Stromsensoren Current Module 3P und / oder 3PN, gemäss Bestellung
- Sicherheitshinweise

1.3 Weitere Unterlagen

Folgende weitere Dokumente zum Gerät sind elektronisch via

<https://www.camillebauer.com/pq5000cl-de> verfügbar:

- Sicherheitshinweise
- Datenblatt
- IEC61850-Schnittstelle LINAX PQ5000CL
- Camille Bauer Zertifikat für verschlüsselte HTTPS-Kommunikation
- Modbus-Schnittstellenbeschreibung

2. Sicherheitshinweise



Geräte dürfen nur fachgerecht entsorgt werden!

Die Installation und Inbetriebnahme darf nur durch geschultes Personal erfolgen.

Überprüfen Sie vor der Inbetriebnahme, dass:

- die maximalen Werte aller Anschlüsse nicht überschritten werden, siehe Kapitel "Technische Daten",
- die Anschlussleitungen nicht beschädigt und bei der Verdrahtung spannungsfrei sind
- Energierichtung und Phasenfolge stimmen.

Die Einrichtung muss ausser Betrieb gesetzt werden, wenn ein gefahrloser Betrieb (z.B. sichtbare Beschädigungen) nicht mehr möglich ist. Dabei sind alle Anschlüsse abzuschalten. Die defekte Komponente ist an unser Werk bzw. an eine durch uns autorisierte Servicestelle zu schicken.

Das Öffnen des Gehäuses des Hutschienengerätes oder des Anschlussgehäuses eines Current Modules ist verboten. Das Gerät hat keinen eigenen Netzschalter. Achten Sie darauf, dass beim Einbau ein gekennzeichnete Schalter in der Installation vorhanden ist und dieser vom Benutzer leicht erreicht werden kann.

Bei einem Eingriff in das Gerät erlischt der Garantieanspruch.

3. Geräte-Übersicht

3.1 Kurzbeschreibung

Das LINAX PQ5000 CURRENT LINK System ist für die Analyse der Netzqualität und des Lastflusses in Energieverteilssystemen konzipiert. Im Basisgerät PQ5000CL wird zentral die Spannung erfasst und deren Qualität bestimmt. Gleichzeitig kann dieses Gerät mit bis zu 32 Stromkanälen zu einem System erweitert werden, das dann zusätzlich den Zustand und Lastfluss von bis zu 10 Abgängen einer Niederspannungs-Verteilung, z.B. in einer Transformatorstation, überwachen kann. Diese Erweiterung mit Stromkanälen wird mit Current-Modulen realisiert, welche in einem Ring, dem sogenannten Current Link, angeordnet werden und 3- oder 4-kanalige Strominformationen der Abgänge liefern. Für eine korrekte Bestimmung der Leistungen ist diese Strommessung auf die zentrale Spannungsmessung synchronisiert.

Die Anbindung des Prozess-Umfelds erfolgt über Kommunikations-Schnittstellen wie Modbus/RTU, Modbus/TCP, IEC 61850 oder MQTT. Die Parametrierung der Funktionalität des Basisgerätes kann direkt am Gerät, über einen Webbrowser oder das Fernwartungstool «CBM Current Link Manager» vorgenommen werden.

Die Produkte der Reihe LINAX PQ5000 sind metrologisch unabhängig zertifizierte Geräte der Klasse A nach IEC 61000-4-30 Ed. 3. Sie liefern verlässliche und vergleichbare Informationen für Regulierungsbehörden, Verhandlungen mit Energielieferanten oder die interne Qualitätskontrolle.

Mit Hilfe einer kontinuierlichen Überwachung können Störfälle unmittelbar analysiert und deren Ursachen nachhaltig behoben werden. Zudem erlauben Langzeiterfassungen Veränderungen frühzeitig zu erkennen, um die Versorgungssicherheit und somit die Systemverfügbarkeit zu verbessern.

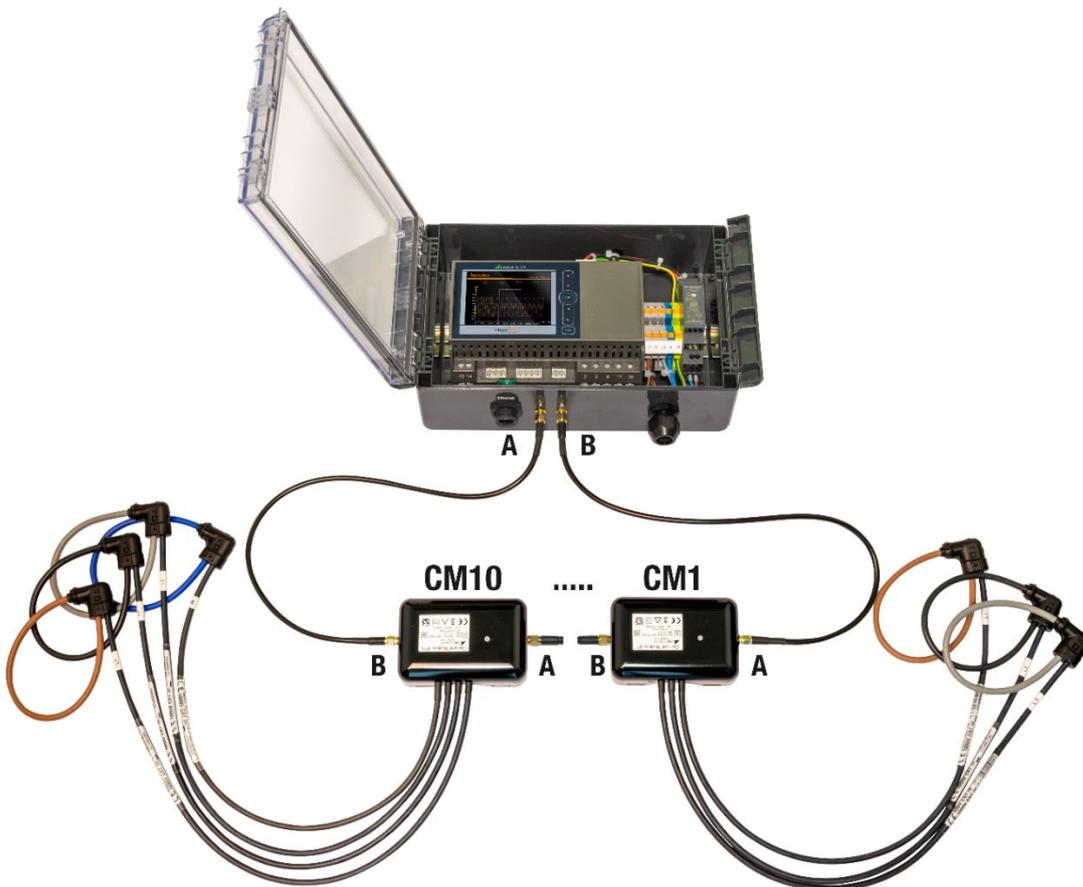
Der flexible und softwarelose Ansatz überzeugt sowohl durch Autarkie, als auch durch flexible Einbindungsmöglichkeiten in Software-Systeme. Er baut auf standardisierten Schnittstellen auf, kann Konformitätsberichte zur Spannungsqualität direkt über die Webseite des Gerätes erzeugen und stellt ein umfassendes Cyber-Security Konzept bereit.

3.2 Systemübersicht

Das Basisgerät LINAX PQ5000CL überwacht zentral die Spannungsqualität des Verteilsystems und sammelt, synchronisiert zur Spannung, die Strominformationen der Current Module für die Überwachung des Zustandes und des Lastflusses der einzelnen Abgänge. Es stehen zwei Ausführungen des Basisgerätes zur Verfügung:

Ausführung	Bild	Beschreibung
PQ5000CL-0 / -1		Hutschienengerät mit / ohne Display. Der Anwender muss den Anschluss des Gerätes selber vornehmen, dessen Versorgung mit Hilfsenergie (100-230V AC/DC) sicherstellen und 24 bis 30 VDC für die Speisung des Current Links bereitstellen.
PQ5000CL-2 / -3		Hutschienengerät mit / ohne Display, eingebaut in ein Feldgehäuse für die Wandmontage . Alle Anschlüsse des Gerätes sind vorverdrahtet. Der Anwender muss nur die Spannungen L1, L2, L3, (N) und PE ins Gehäuse hineinführen.

Mit den Current Modulen 3P und 3PN werden drei bzw. vier Ströme von Abgängen in einem TNC- oder TNS-Niederspannungsnetz erfasst und via Current Link an das Basisgerät übertragen. Die Module können sowohl normale Betriebsströme als auch Kurzschlussströme bis zu einigen kA erfassen.



PQ5000CL-3 im Feldgehäuse mit angeschlossenen Current Modulen 3PN und 3P

3.3 Verfügbare Messdaten

Spannungsqualität

Das Gerät stellt alle notwendigen Daten für die Bewertung der Spannungsqualität nach den Normen EN 50160 oder IEC 61000-2-2 / 2-4 / 2-12 zur Verfügung, es können auch benutzerdefinierte Grenzwerte definiert und überwacht werden. Über die Webseite des Gerätes kann direkt ein Konformitätsbericht (PQEasy Report) erstellt werden.

Die Ereignisse Frequenzabweichung, Spannungseinbruch / -unterbruch / -überhöhung, schnelle Spannungsänderung (RVC) und Spannungsunsymmetrie werden überwacht und als Verläufe von RMS 1/2-Werten aufgezeichnet.

Status- und Lastflussinformation

Für alle mit einem Current Module überwachten Abgänge stehen die folgenden [Messwerte](#) zur Verfügung:

- Alle Spannungen und Ströme
- Frequenz
- Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Total und für jede Phase
- Leistungsfaktor, Total und für jede Phase
- Wirk- und Blindenergie Bezug / Abgabe
- Phasenlage aller Spannungen und Ströme

Auf die Messdaten kann über das Web-Interface und, sofern vorhanden, über das lokale Display des Gerätes in den folgenden Untergruppen zugegriffen werden:

- a) **Momentanwerte:** Aktuelle TRMS-Werte mit Vektordiagramm, Drehrichtungsanzeiger und Auswertung der Energierichtung für jedes Current Modul
- b) **Energie:** Energiezähler für jedes Current Modul
- c) **Oberwellen:** Gesamtoberschwingungsgehalt THD/TDD, individuelle Oberwellen und deren Maximalwerte, Phasenwinkel der Oberschwingungen. Für die Ströme sind diese Informationen nur für den gewählten Strom-Referenzkanal verfügbar.
- d) **Kurvenform** der Spannungseingänge und der Ströme des gewählten Strom-Referenzkanals
- e) **Ereignisse:** Zeitlich geordnete Listen für PQ- und Rundsteuer-Ereignisse
- f) **PQ-Statistik:** Daten der statistischen Netzqualitätsanalyse mit der Möglichkeit PQ-Berichte zu erzeugen.

4. Mechanischer Einbau



Bei der Festlegung des Montageortes ist zu beachten, dass die [Grenzen der Betriebstemperatur](#) nicht überschritten werden.



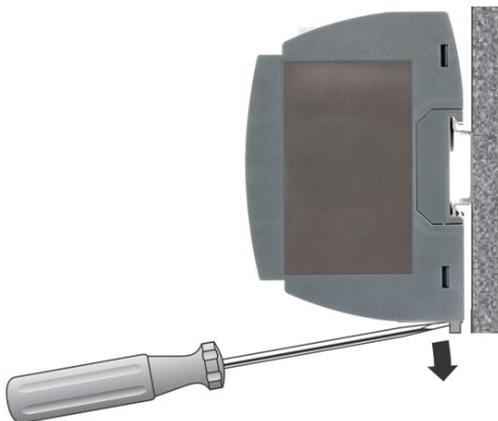
Mit der Installation wird das Gerät Teil einer Starkstromeinrichtung, welche nach länderspezifischen Vorschriften so erstellt, betrieben und unterhalten werden muss, dass die Installation sicher ist und Brände und Explosionen so weit als möglich verhindert werden.



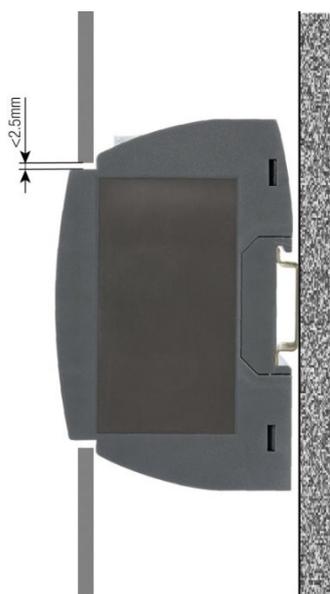
Es ist Aufgabe dieser Starkstromeinrichtung sicherzustellen, dass gefährliche Anschlüsse des Gerätes während des Betriebs nicht berührt werden können und der Ausbreitung von Flammen, Hitze und Rauch aus dem Innern der Starkstromeinrichtung vorgebeugt wird. Dies kann durch Bereitstellung einer Umhüllung (z.B. Gehäuse, Schaltschrank) geschehen oder die Nutzung eines Raumes, der nur für qualifiziertes Personal zugänglich ist und den lokalen Brandschutznormen entspricht.

4.1 Hutschiene montage PQ5000CL-0 /- 1

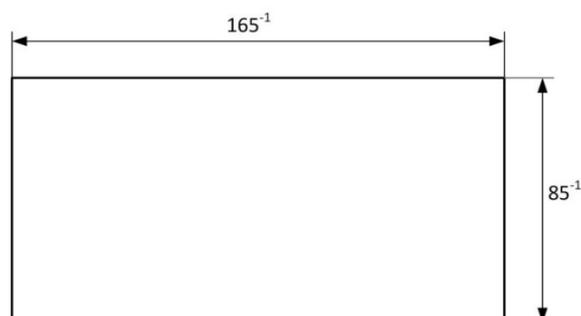
Das Gerät kann auf eine Hutschiene gemäss EN 60715 aufgeschnappt werden. Einbaulage wie unten gezeigt.



Massbild PQ5000: [Siehe Kapitel 10](#)

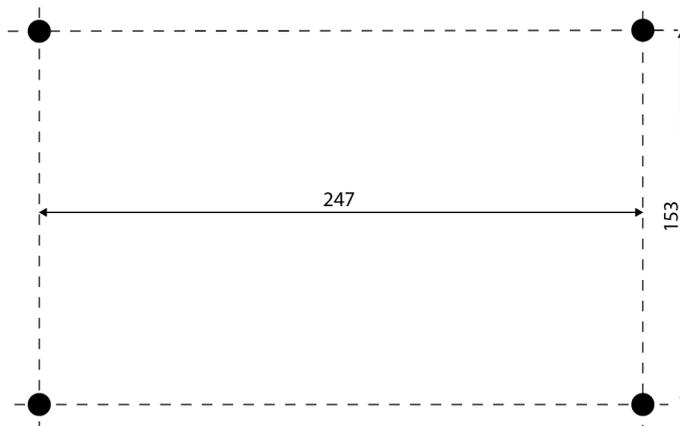


Der **PQ5000CL-1 / -2 mit Display** kann auch so montiert werden, dass die Front des Gerätes durch eine Öffnung in der Abdeckung herausragt. So werden Bedientasten und Display zugänglich. Mit dem unten dargestellten maximalen Ausschnitt ergibt sich bei zentrischer Montage ein Spalt zwischen Abdeckung und Gerät, der auf jeder Seite 2.5mm nicht überschreitet.



4.2 Wandmontage PQ5000CL-2 /- 3

Das Feldgehäuse kann mit vier Schrauben (nicht im Lieferumfang) an eine Wand montiert werden. Einbaulage wie unten gezeigt.



Bohrplan für Feldgehäuse

5. Elektrische Anschlüsse



Unbedingt sicherstellen, dass die Leitungen beim Anschliessen spannungsfrei sind!

5.1 Allgemeine Warnhinweise



Es ist zu beachten, dass die auf dem Typenschild angegebenen Daten eingehalten werden!

Es sind die landesüblichen Vorschriften bei der Installation und Auswahl des Materials der elektrischen Leitungen zu befolgen, z.B. in Deutschland VDE 0100 "Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V "!

CAMILLE BAUER
Switzerland
PQ5000CL-3103 0011 10
Mat: 187585/1220245/001
Man: 21 / 24
NLB: 1080

←⊕ Current Module				
A		B		
to Module: B		to Module: A		

⊖ 3~ 173-400VLL / 100-230VLN, 50Hz, 300V CATIII				
L1	L2	L3	N	PE

→⊖ 100-230V (50Hz)		
(self-powered)		
L1	N	60VA

Typenschild PQ5000CL-2 / -3

- Ausführung im Feldgehäuse
- Interne Hilfsenergie ab L1-N
- IEC 61850 Protokoll
- MQTT-Protokoll
- Störschreiber

PQ5000CL-1101 0000 0D
MAC: 00:12:34:27:00:EC
Ord: 999/4001836/010/001
Man: 22 / 27

X3			X4	
→⊖ 24VDC			←⊕ Curr. Mod.	
PE	+	-	A	B
1	2	3		

→⊖ 100-230V~ (50/60Hz)				
13	14	27VA	CAT III	

CAMILLE BAUER
Switzerland

⊖ 400VLN / 693VLL				
50Hz, CAT III				
U1	U2	U3	N	PE
2	5	8	11	16

Modbus RS485			⊖ D IN	
GND	-	+	+	-
C/X	B	A	23	24

⊕ D OUT 1		⊕ D OUT 2	
+	-	+	-
19	20	21	22

Typenschilder PQ5000CL-0 / -1

- Ausführung im Hutschienengehäuse
- Hilfsenergie 100-230V AC/DC
- Ohne IEC 61850 Protokoll
- Ohne MQTT-Protokoll
- Ohne Störschreiber

Symbol	Bedeutung
	Geräte dürfen nur fachgerecht entsorgt werden
	Doppelte Isolierung, Gerät der Schutzklasse 2
	CE-Konformitätszeichen. Das Gerät erfüllt die Bedingungen der zutreffenden EU-Richtlinien.
	Achtung! Allgemeine Gefahrenstelle. Betriebsanleitung beachten.
	Allgemeines Symbol: Hilfsenergie
	Allgemeines Symbol: Eingang
	Allgemeines Symbol: Link
CAT III	Messkategorie CAT III

5.2 Leiterquerschnitte und Drehmomente PQ5000CL-0 / -1

Eingänge L1(2), L2(5), L3(8), N(11), PE(16), Hilfsenergie (13-14)	
Eindrätig	<ul style="list-style-type: none"> • 1 x 0,5...6.0mm² oder 2 x 0,5...2.5mm² • 1 x 20 AWG...9 AWG oder 2 x 20 AWG...14 AWG
Feindrätig mit Adern-Endhülse	<ul style="list-style-type: none"> • 1 x 0,5...4.0mm² oder 2 x 0,5...2.5mm² • 1 x 20 AWG...11 AWG oder 2 x 20 AWG...14 AWG
Drehmoment	<ul style="list-style-type: none"> • 0.5...0.6Nm • 4.42...5.31 lbf in
I/O's, Relais, RS485-Anschluss (A, B, C/X)	
Eindrätig	<ul style="list-style-type: none"> • 1 x 0.5 ... 2.5mm² oder 2 x 0.5 ... 1.0mm² • 1 x 20 AWG...14 AWG oder 2 x 20 AWG...17 AWG
Feindrätig mit Adern-Endhülse	<ul style="list-style-type: none"> • 1 x 0.5 ... 2.5mm² oder 2 x 0.5 ... 1.5mm² • 1 x 20 AWG...14 AWG oder 2 x 20 AWG...16 AWG
Drehmoment	<ul style="list-style-type: none"> • 0.5...0.6Nm • 4.42...5.31 lbf in

5.3 Leiterquerschnitte PQ5000CL-2 / -3

Kabeldurchführung

Der Durchmesser des Zuleitungskabels zu den Eingangsklemmen durch die Kabelverschraubung kann 8 bis 13 mm betragen.

Eingangsklemmen L1, L2, L3, N, PE

- Push-in Anschlussklemmen
- Leiterquerschnitt 0,2...6,0mm² (AWG 24...10)

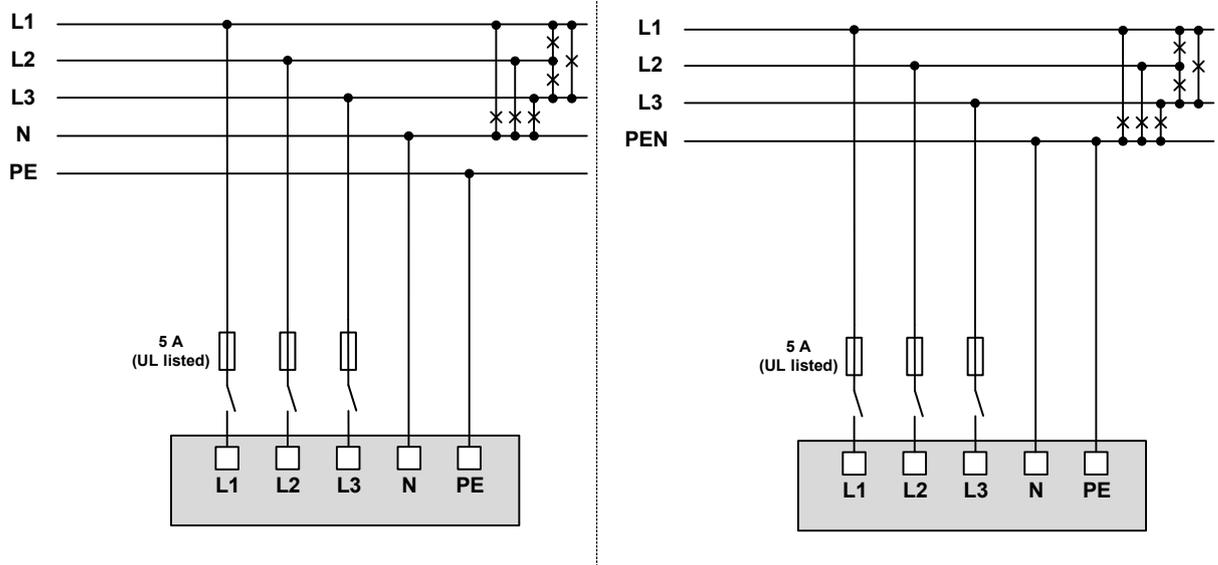


Falls in der Installation nur ein PEN-Leiter vorhanden ist, also PE und N nicht separat geführt sind, muss der PEN-Leiter mit PE und N verbunden werden.

5.4 Spannungsanschluss Basisgerät



Die **Spannungs-Messeingänge** L1, L2 und L3 müssen durch Stromunterbrecher oder Sicherungen von 5 A oder weniger abgesichert werden. Es muss eine Methode bereitgestellt werden, welche erlaubt das Gerät spannungsfrei zu schalten, wie z.B. ein deutlich gekennzeichnete Stromunterbrecher oder abgesicherter Trennschalter nach IEC 60947-2 oder IEC 60947-3.



Spannungsanschluss PQ5000CL-0 / -1

Der Anschluss erfolgt auf die Klemmen 2, 5, 8, 11 und 16 des Hutschienengerätes



Max. zulässige Nennspannung 400 VAC gegen Erde (693V Ph-Ph)!

Spannungsanschluss PQ5000CL-2 / -3



Der Anschluss erfolgt auf die Klemmen L1, L2, L3, N und PE des Klemmenblocks.



Falls in der Installation nur ein PEN-Leiter vorhanden ist, also PE und N nicht separat geführt sind, muss der PEN-Leiter mit PE und N verbunden werden.



Max. zulässige Nennspannung 230 VAC gegen Erde bzw. 400V Ph-Ph.

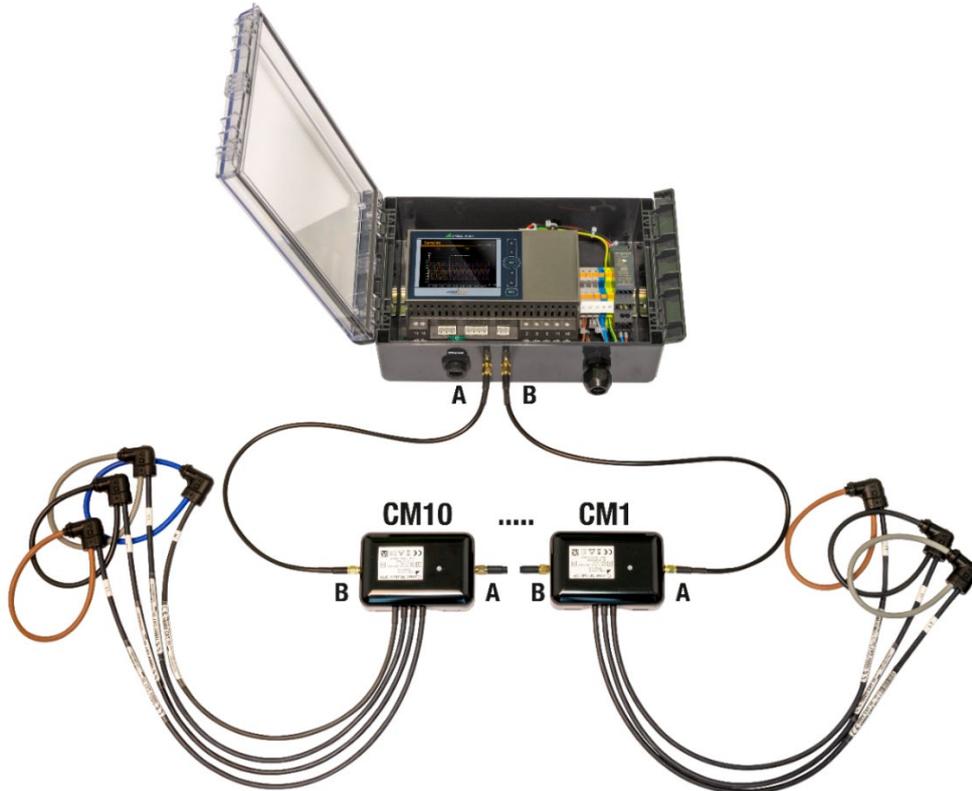
5.5 Current Link

Current Module 3P und / oder 3PN mit total bis zu 32 Stromkanälen werden in einem Ring angeordnet. Die Verbindung der einzelnen Elemente des Rings erfolgt mit SMA-Verbindungskabeln.

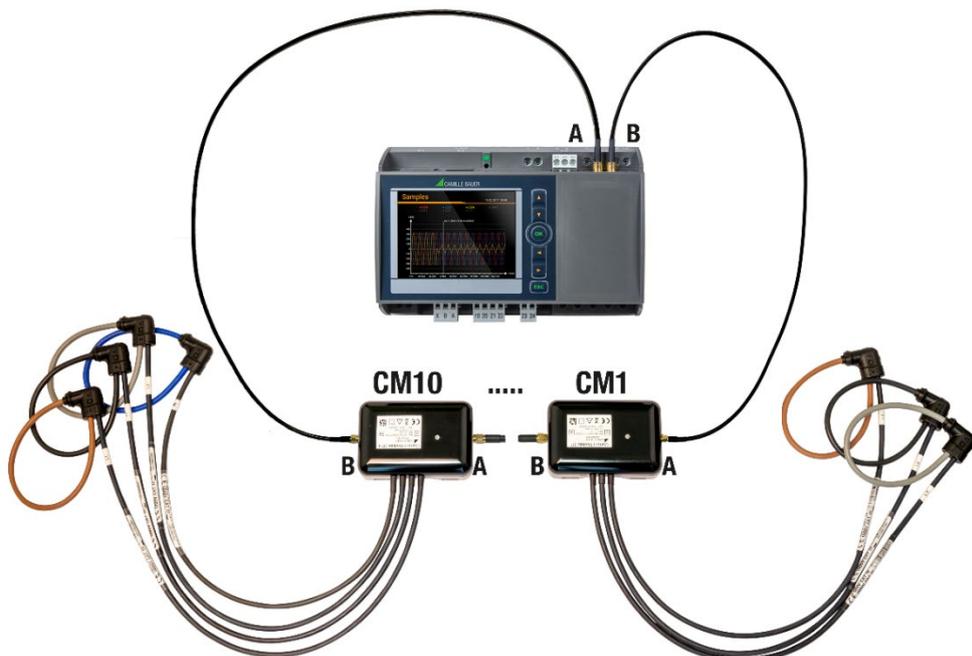


Die SMA-Verbindungskabel dürfen bei der Montage nicht geknickt werden, da die Leiter beschädigt werden könnten. Bei der Verlegung sollte ein möglichst grosser Biegeradius, nicht kleiner als 50mm, eingehalten werden.

Die Befestigung der SMA-Kabel an den entsprechenden Anschlüssen sollte mit einem Drehmomentschlüssel mit einem maximalen Drehmoment von 1 Nm erfolgen.



PQ5000CL-2/3



PQ5000CL-0/1

Speisung des Current Links (PQ5000CL-0/-1)



X3		
→	○	24VDC
PE	+	-
1	2	3

X4	
←	⊕ Curr. Mod.
A	B

Eine Versorgung mit 24 bis 30 VDC für die angeschlossenen 3P und / oder 3PN Current Module ist erforderlich. Die folgende Anforderungen müssen erfüllt werden:

- Minimale Spannung X3 (+/-)
 - Bei Anschluss von maximal 9 Current Modulen: $U \geq 22$ VDC
 - Bei Anschluss von 10 Current Modulen: $U \geq 24$ VDC
- Maximale Spannung X3 (+/-): $U \leq 30$ VDC
- Verbrauch pro Current Modul: typ. 1W
- Maximale Restwelligkeit: <150 mVpp

Rogowski-Spulen

Die Rogowski-Spulen der Current Module sind farblich unterschieden und zusätzlich gekennzeichnet:

- Braun – L1
- Schwarz – L2
- Grau – L3
- Blau – N

Die Rogowski-Spulen werden direkt um die jeweiligen Stromleiter gelegt. Dabei ist die Stromrichtung zu beachten, welche mit einem Pfeil auf dem Messkopf angegeben ist.



Verbindung der Module untereinander und mit dem Basisgerät

Es wird immer Anschluss B mit Anschluss A verbunden. Ausgehend vom Anschluss B des Basisgerätes wird also Anschluss A des 1. Moduls (CM1) angeschlossen, dann Anschluss B des 1. Modules mit Anschluss A des 2. Modules (CM2) verbunden usw., bis am Schluss Anschluss B des letzten Modules zurück auf Anschluss A des Basisgerätes geführt wird.

Befestigung des Anschlussgehäuses



Das Anschlussgehäuse eines Current Modules kann mit Kabelbindern direkt auf einem Kabel fixiert werden.



Das Anschlussgehäuse eines Current-Moduls darf nicht auf blanke Leiter montiert werden, ebenso dürfen Verbindungskabel nicht über blanke stromführende Leiter geführt werden. Falls blanke Anschlüsse oder Sammelschienen in unmittelbarer Nähe sind, müssen das Anschlussgehäuse und die Verbindungskabel so befestigt werden, dass deren Metallteile keine stromführenden, blanken Teile berühren können, falls sich die Befestigung des Anschlussgehäuses oder ein Verbindungskabel unerwartet löst.



Für eine möglichst störungsfreie Übertragung, muss die Kabel-Abschirmung des Current Links geerdet werden. Beim PQ5000CL-2/-3 erfolgt dies über die PE-Klemme des Anschlussblocks, falls nur ein PEN-Leiter vorhanden ist, muss deshalb PE mit N verbunden werden. Beim PQ5000CL-0/-1 muss Anschluss 1 des Current Moduls mit PE oder PEN verbunden werden.

5.6 GPS-Zeitsynchronisation

Die optionale GPS-Zeitsynchronisation erlaubt über einen GPS-Empfänger die hochgenaue Zeitsynchronisation des Messgerätes. Der als Zubehör angebotene GPS-Empfänger wird als Aussenantenne eingesetzt, um von mehreren GPS-Satelliten gleichzeitig Daten zu verarbeiten.

GPS-Empfänger

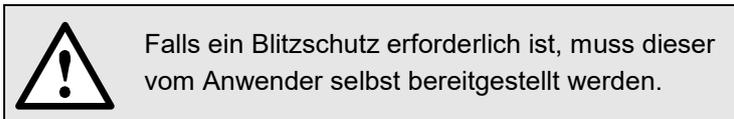
Verwenden Sie ausschliesslich den von uns angebotenen Empfänger **Garmin GPS 16x-LVS** (Art-Nr. 181'131). Dieser ist von uns vorkonfiguriert und liefert die erforderlichen Zeit-Informationen (Sentences) ohne weiteren Konfigurationsaufwand.

- Schutzart: IPx7 (wasserdicht)
- Betriebstemperatur: -30...80°C
- Lagertemperatur: -40...80°C
- 1Hz-Pulsgenauigkeit: 1µs
- Stecker: RJ45



Wahl des Aufstellungsortes

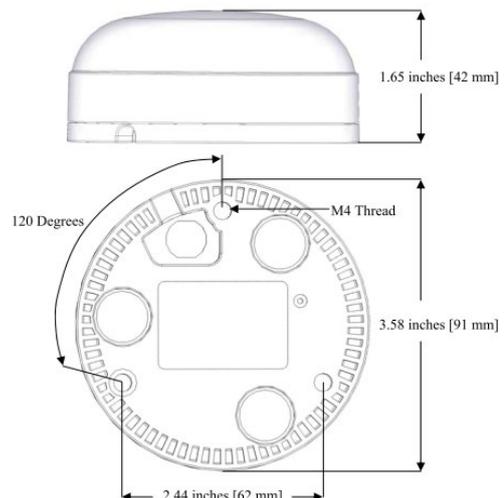
Der GPS-Empfänger benötigt für den korrekten Betrieb Daten von mindestens 3 Satelliten gleichzeitig. Bei der Wahl des Aufstellungsortes sollte deshalb auf möglichst freie Sicht auf den Himmel geachtet werden. Dies kann z.B. auf dem Dach eines Gebäudes sein, ohne dass der Empfang durch andere Gebäude oder Hindernisse eingeschränkt ist. Der Empfänger sollte zudem nicht in der Nähe von grossen, elektrisch leitfähigen Flächen montiert werden, da dies die Empfangsqualität beeinträchtigen kann. Der Abstand zu Sendeantennen sollte mindestens 1m betragen.



Falls ein Blitzschutz erforderlich ist, muss dieser vom Anwender selbst bereitgestellt werden.

Montage des GPS-Empfängers

- Der GPS-Empfänger **Garmin GPS 16x-LVS** kann mit Hilfe von drei M4-Schrauben bündig montiert werden.
- 120° Verteilung auf einem Teilkreis von $\varnothing 71.6\text{mm}$
- Gewindelänge max. 8mm. Bei Verwendung längerer Schrauben kann der GPS-Empfänger beschädigt werden.



Anschluss des GPS-Empfängers



Verbinden Sie den RJ45-Stecker des Anschlusskabels nie mit einem Netzwerkgerät wie Router oder Switch. Diese Geräte könnten beschädigt werden.

Der GPS-Empfänger wird direkt am GPS-Anschluss des Gerätes eingesteckt. Das Verbindungskabel hat eine Länge von 5m. Eine Verlängerung mit Hilfe einer RJ45-Kupplung und eines Ethernet-Kabels ist bis ca. 50m möglich. Das Anschlusskabel sollte nicht parallel zu stromführenden Leitern verlegt werden. Ein Verdrehen oder scharfkantiges Knicken des Kabels muss ebenfalls vermieden werden.

Inbetriebnahme

- Im Einstell-Menü die Zeitsynchronisation auf „NTP Server / GPS“ schalten
- Zeitsynchronisations-Status überprüfen

```
> Service > Geräte-Information > Gerätestatus

Min/Max-Werte rücksetzen
Zähler setzen/rücksetzen
Betriebsstunden
Geräte-Information
Auslieferungszustand
Firmware-Update
Kommunikationstests
Geräte-Neustart

Geräteversion
Lizenzinfos
Gerätestatus

intefaces -----
1) eth0
MAC:          00:12:34:1A:00:05
State:        Up
Link:         Yes
Speed:        100Mb/s
IP address:   192.168.62.142 [static]
Broadcast addr.: 192.168.63.255 [static]
Subnet mask:  255.255.248.0 [static]
Gateway addr.: 192.168.56.4 [static]

Name servers -----
DNS server 1: 192.168.56.55 [static]

Time sources -----
Source 1:    pool.ntp.org
Source 2:    Local clock
Source 3:    GPS

Time Synchronisation -----
synchronised to GPS at stratum 1
time correct to within 1 ms
polling server every 16 s

GPS Status -----
Number of satellites: 06
GPS quality: Differential fix
```

- Die Zeitsynchronisation kann neu gestartet werden, indem die Zeitsynchronisation im Menü aus- und wieder eingeschaltet wird.
- Die Zeitsynchronisation via GPS und NTP-Server kann parallel betrieben werden. Falls beide Synchronisationsquellen verfügbar sind, verwendet das System die genauere Zeitquelle, welche im Normalfall GPS ist.



Beim ersten Anschliessen eines GPS-Empfängers oder wenn er länger nicht mehr in Betrieb war, kann es bis zu 1 Stunde dauern, bis genügend Satelliten für einen zuverlässigen Betrieb des GPS-Empfängers und somit für eine zuverlässige Zeitsynchronisation gefunden sind.

5.7 Hilfsenergie PQ5000CL-0 / -1

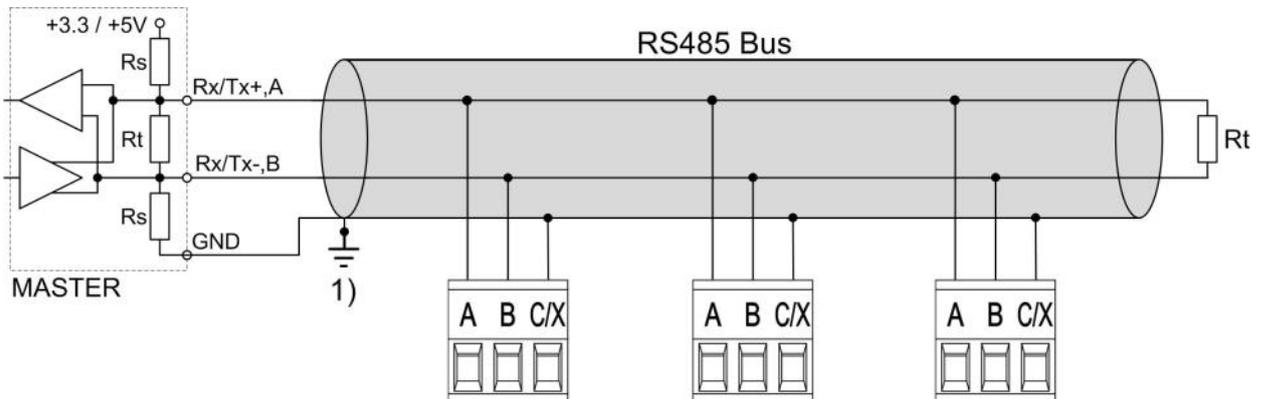


Zum Abschalten der Hilfsenergie ist in der Nähe des Gerätes eine gekennzeichnete, leicht erreichbare Schaltvorrichtung mit Strombegrenzung nach IEC 60947-2 vorzusehen. Die Absicherung sollte 10A oder weniger betragen und an die vorhandene Spannung und den Fehlerstrom angepasst sein.

5.8 Modbus-Schnittstelle RS485

Beim PQ5000CL-0/-1 können über die Modbus-Schnittstelle Messdaten für ein übergeordnetes System bereitgestellt werden.

Hinweis: Eine Geräte-Parametrierung über die Modbus-Schnittstelle ist nicht möglich.



1) Erdanschluss nur an einer Stelle. Eventuell schon im Master (PC) vorhanden.

Rt: Abschlusswiderstände: je 120 Ω bei langen Leitungen (> ca. 10 m)

Rs: Speisewiderstände Bus, je 390 Ω

Die Signalleitungen (A, B) müssen verdreht sein. GND (C) kann mit einem Draht oder durch die Leitungs-Abschirmung angeschlossen werden. In gestörter Umgebung müssen geschirmte Leitungen verwendet werden. Speise-Widerstände (Rs) müssen im Interface des Bus-Masters (PC's) vorhanden sein. Beim Anschluss der Geräte sollten Stich-Leitungen vermieden werden. Ideal ist ein reines Linien-Netz. An den Bus lassen sich bis zu 32 beliebige Modbus-Geräte anschliessen.

Modbus RTU enabled	no
Baud rate	115.2kBd
Parity	none parity
Stop bits	2
Device address	1

Bedingung für den Betrieb ist, dass alle an den Bus angeschlossenen Geräte die gleichen Kommunikations-Einstellungen (Baudrate, Übertragungsformat) und unterschiedliche Modbus-Adressen haben. Diese Parameter werden über das entsprechende Menü in den Einstellungen der Kommunikation eingestellt. Falls die Modbus/RTU-Schnittstelle vorhanden ist, aber nicht genutzt wird, kann sie gesperrt werden.

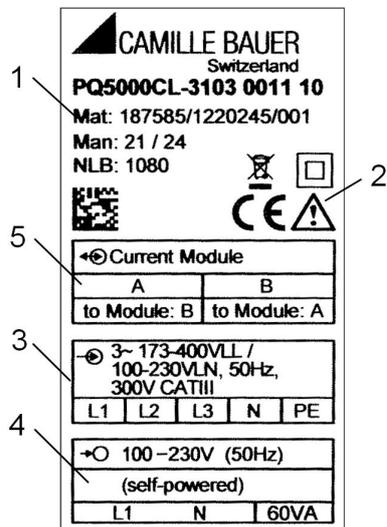
Das Bussystem wird halbduplex betrieben und lässt sich ohne Repeater bis zu einer Länge von 1,2 km ausdehnen.

6. Inbetriebnahme



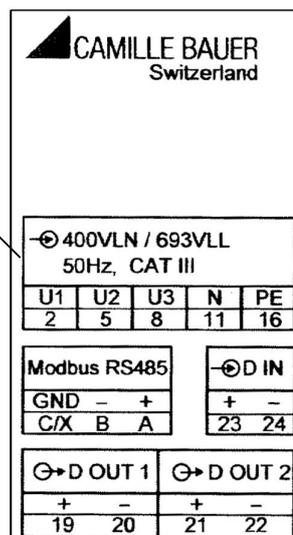
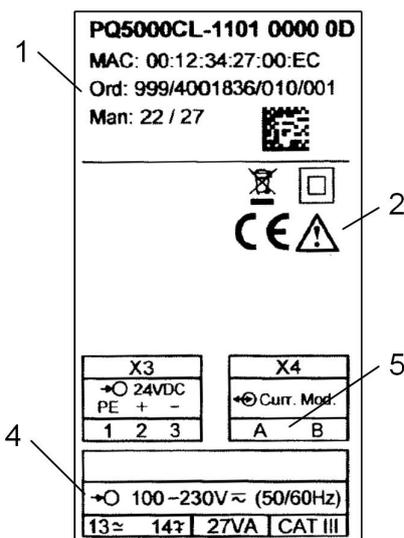
Vor der Inbetriebnahme überprüfen, ob die Anschlussdaten des Basisgerätes mit den Daten der Anlage übereinstimmen (siehe Typenschild).

Danach kann das Gerät durch Einschalten der Hilfsenergie und der Messeingänge in Betrieb genommen werden.



LINAX PQ5000CL-2 / -3

- Messeingang
- Eingangsspannung
- Nennfrequenz
- Messkategorie
- 1 Fabrikations-Nr.
- 2 Prüf- und Konformitätszeichen
- 3 Belegung Spannungseingänge
- 4 Belegung Hilfsenergie (intern)
- 5 Anschlüsse Current Link



LINAX PQ5000CL-0 / -1

- Messeingang
- Eingangsspannung
- Nennfrequenz
- Messkategorie
- 1 Fabrikations-Nr.
- 2 Prüf- und Konformitätszeichen
- 3 Belegung Spannungseingänge
- 4 Belegung Hilfsenergie
- 5 Anschlüsse Current Link

6.1 Parametrierung der Gerätefunktionen

Eine Parametrierung der Funktionen des Gerätes kann direkt am Gerät oder über einen Webbrowser vorgenommen werden. Dies setzt voraus, dass der Anwender die erforderlichen Berechtigungen besitzt.

Falls aus Sicherheitsgründen die Eigenschaften „Benutzer- und Rechteverwaltung“ (RBAC) und „Web-Security“ (HTTPS) des Sicherheitssystems aktiviert sind, muss ein [Root-Zertifikat installiert](#) werden, bevor die Geräte-Webseite via https angezeigt werden kann. Dieses Zertifikat wird über unsere Homepage bereitgestellt. Sobald das Zertifikat auf den lokalen Rechner heruntergeladen wurde, kann das Zertifikat manuell installiert werden. Einfach auf die Datei doppelklicken und das Zertifikat als vertrauenswürdige Stammzertifizierung installieren.

Siehe: [Konfiguration \(7.5\)](#)

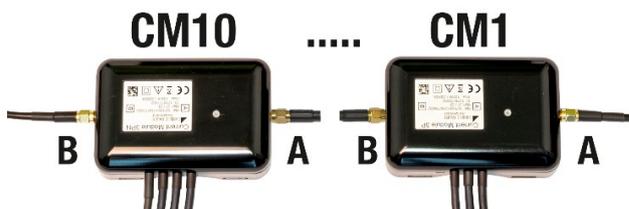
6.2 Betriebs-LED des Basisgerätes



Die Betriebs-LED zeigt den aktuellen Status des Gerätes

Vorgang	LED-Anzeige
Booten des Gerätes	<ul style="list-style-type: none"> • Blinkt grün (1 Hz) • Bei Erfolg: Wechsel auf statische grüne Anzeige
Firmware-Update	<ul style="list-style-type: none"> • Wechsel in Update-Modus: Statisch rot • Während Update: Blinkt rot (1 Hz) • Bei Erfolg oder Abbruch: Booten des Gerätes
Werks-Reset oder Rücksetzen der Kommunikationseinstellungen	<ul style="list-style-type: none"> • Während Reset: Blinkt rot (1 Hz) • Danach (bei einem Werks-Reset): Booten des Gerätes

6.3 Betriebs-LED der Current Module 3P / 3PN



Jedes Current-Modul signalisiert seinen Status mit Hilfe einer farbigen Status-LED.

LED	Farbe	Zustand
EIN	Rot	Fehler: FIFO overflow / underrun
	Gelb	Link nicht aktiv, kein Fehler
	Grün	Link aktiv, kein Fehler
	Blau	Firmware-Update läuft
AUS	-	Current Link nicht geschlossen, fehlende Speisung

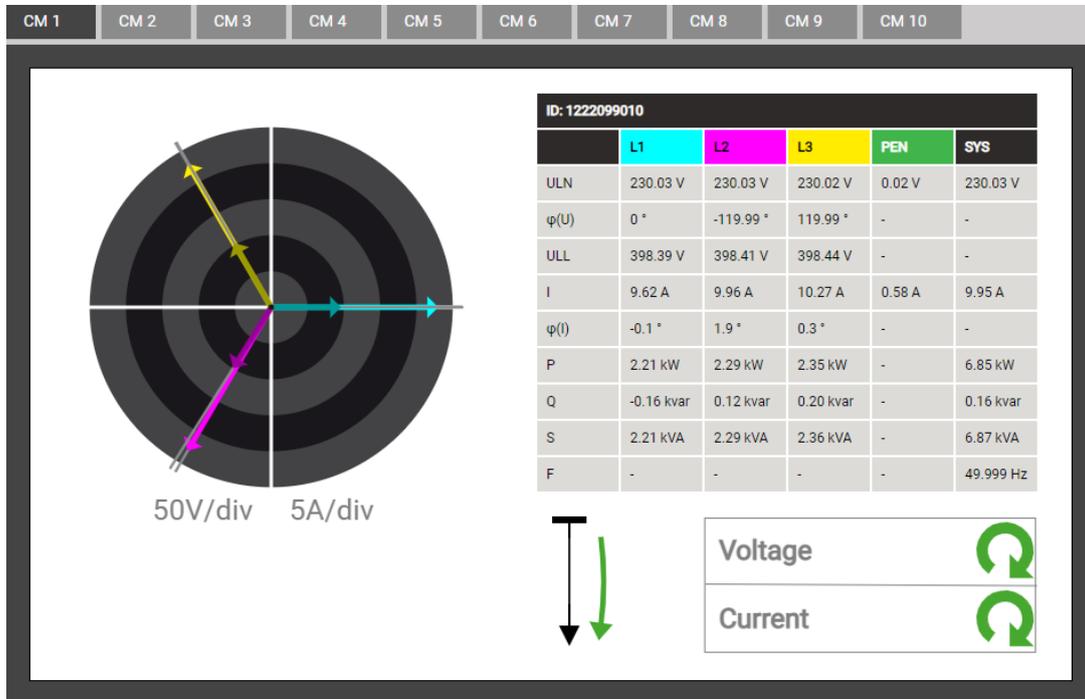
Solange das Current-Modul noch nicht initialisiert ist, wird die LED sequentiell so angesteuert, dass deren Helligkeit zuerst langsam erhöht und dann sprunghaft dunkel geschaltet wird. Sobald das Modul initialisiert ist, wird sequentiell die Helligkeit langsam erhöht und dann wieder abgesenkt.

6.4 Überprüfen der Installation

Der korrekte Anschluss der Strom- und Spannungseingänge kann für jedes Current Module über das Menü Momentanwerte auf zwei Arten überprüft werden.

- a) **Überprüfung der Drehfeldrichtung:** Aus der Sequenz der Strom- und Spannungsvektoren wird die Drehrichtung bestimmt und mit der programmierten Drehrichtung verglichen.

Voraussetzung für die Prüfung: Wert der anliegenden Spannungen mindestens 5% der Nennspannung, Betrag der anliegenden Ströme mindestens 1% des Nennstromes.



Mögliche Ergebnisse



Korrekte Drehrichtung



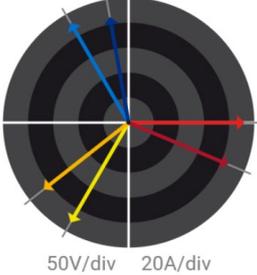
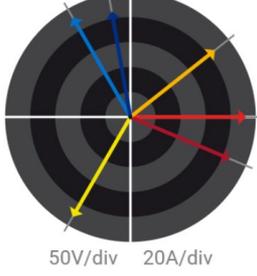
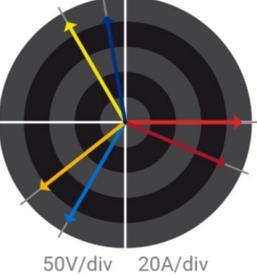
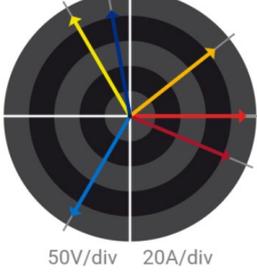
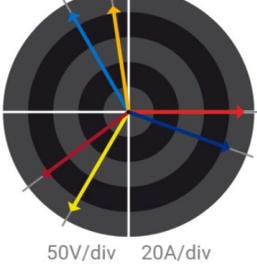
Falsche Drehrichtung



Fehlende Phase oder zu geringe Aussteuerung

b) **Überprüfung der Vektoren:** Das Vektordiagramm zeigt eine technische Visualisierung der Strom- und Spannungsvektoren mit Rotation im Gegenuhrzeigersinn, unabhängig von der tatsächlichen Drehrichtung. Die Farbgebung der Zeiger kann von der unten gezeigten abweichen.

 **Das Diagramm wird ausgehend von der Spannung des Referenzkanals (Richtung 3 Uhr) aufgebaut**

	<p>Korrektur Anschluss (Erwartungshaltung)</p> <ul style="list-style-type: none"> Reihenfolge der Spannungen im Uhrzeigersinn: L1 → L2 → L3 ($0^\circ \rightarrow -120^\circ \rightarrow 120^\circ$) Reihenfolge der Ströme im Uhrzeigersinn: L1 → L2 → L3 Ähnlicher Winkel zwischen Spannung und Stromvektoren in allen Phasen (ca. -20°)
	<p>Was ist hier falsch?</p> <ul style="list-style-type: none"> Reihenfolge der Spannungen: L1 → L2 → L3 Reihenfolge der Ströme: L1 → L3 → L2; Strom L2 ist ausserhalb der Sequenz Winkel U-I: Der Winkel zwischen U_{L2} und I_{L2} ist ca. 180° falsch <p>Erforderliche Korrektur Umpolen der Anschlüsse des Strom I_2</p>
	<p>Was ist hier falsch?</p> <ul style="list-style-type: none"> Reihenfolge der Spannungen: L1 → L3 → L2; L3 und L2 scheinen vertauscht zu sein Reihenfolge der Ströme: L1 → L2 → L3 Winkel U-I: Die Winkel zwischen U_{L2} / I_{L2} und U_{L3} / I_{L3} entsprechen nicht der Erwartung <p>Erforderliche Korrektur Drehen der Spannungsanschlüsse L2 und L3</p>
	<p>Was ist hier falsch?</p> <ul style="list-style-type: none"> Reihenfolge der Spannungen: L1 → L3 → L2; L3 und L2 scheinen vertauscht zu sein Reihenfolge der Ströme: L1 → L3 → L2; Strom L2 ist ausserhalb der Sequenz Winkel U-I: Die Winkel zwischen U_{L2} / I_{L2} und U_{L3} / I_{L3} entsprechen nicht der Erwartung <p>Erforderliche Korrektur Drehen der Spannungsanschlüsse L2 und L3 und Umpolen des Strom I_2.</p>
	<p>Was ist hier falsch?</p> <ul style="list-style-type: none"> Reihenfolge der Spannungen: L1 → L2 → L3 Reihenfolge der Ströme: L3 → L1 → L2 Winkel U-I: Die U-I Winkel entsprechen nicht der Erwartung, sind aber ähnlich. <p>Erforderliche Korrektur Zyklisches Vertauschen der Spannungsanschlüsse: $L1 \rightarrow L3, L2 \rightarrow L1, L3 \rightarrow L2$. Alternativ kann die Reihenfolge der Ströme angepasst werden, ist aber aufwendiger.</p>

6.5 Ethernet-Installation

6.5.1 Einstellungen

Bevor Geräte an ein bestehendes Ethernet-Netzwerk angeschlossen werden, muss sichergestellt werden, dass diese den normalen Netzwerkbetrieb nicht stören. Die Regel ist:



Keines der neu anzuschliessenden Geräte darf dieselbe IPv4/6-Adresse aufweisen wie ein bereits installiertes Gerät

Das Gerät unterstützt sowohl IPv4- als auch IPv6-Kommunikation. IPv4-Kommunikation ist standardmässig aktiviert, IPv6 kann zusätzlich via Konfiguration aktiviert werden.

IPv4-Kommunikation

Anwendung	Default IPv4	Einstellungen via Menü...
Konfiguration / Modbus TCP / IEC61850	192.168.1.101	Einstellungen Kommunikation Ethernet

IPv6-Kommunikation

Anwendung	Default IPv6	Einstellungen via Menü...
Konfiguration / Modbus TCP / IEC61850	fd2d:bb44:97f1:3976::1	Einstellungen Kommunikation Ethernet

Netzwerk-Einstellungen (Kommunikation | Ethernet)

Die folgenden Einstellwerte müssen mit dem Netzwerk-Administrator abgesprochen werden:

• IPv4/6: Modus	Legt die Methode fest, wie die IP-Adresse des Gerätes vergeben wird. Die Festlegung kann statisch, per DHCP oder SLAAC (nur IPv6) erfolgen.
• IPv4/6: IP-Adresse	Diese muss eindeutig sein, darf also nur einmal im Netzwerk vergeben sein.
• IPv4: Subnetz-Maske	Definiert wie viele Geräte innerhalb des Netzwerkes direkt adressierbar sind. Diese Einstellung ist für alle Geräte gleich. Beispiele
• IPv4/6: Gateway-Adresse	Wird für die Auflösung von Adressen bei der Kommunikation zwischen verschiedenen Netzwerken benötigt. Sollte eine gültige Adresse im direkt adressierbaren Netzwerk enthalten.
• IPv4/6: DNS-Server x	Wird benötigt um einen Domänen-Namen in eine Adresse aufzulösen, falls z.B. für den NTP-Server ein Name (pool.ntp.org) verwendet wird. Weitere Infos .
• IPv6: Präfix-Länge	Ist vergleichbar mit der Subnetz-Maske IPv4-Netzwerken; ist die Anzahl der linksbündigen Bits die für die direkte Kommunikation identisch sein müssen.
• Hostname	Individuelle Bezeichnungsmöglichkeit für jedes Gerät. Über den Hostname kann das Gerät eindeutig im Netzwerk identifiziert werden. Es sollte deshalb für jedes Gerät ein eindeutiger Name eingestellt werden.
• NTP-Server x	NTP-Server werden als Basis für die Zeitsynchronisation verwendet
• Modbus TCP aktiviert	Falls die Modbus/TCP Kommunikation nicht erforderlich ist, kann sie aus Sicherheitsgründen deaktiviert werden.
• Modbus TCP Port	Wahl des TCP-Ports, das für die Modbus/TCP-Kommunikation verwendet werden soll. Standardeinstellung ist 502. Siehe auch TCP-Ports .

IPv4: Modus	Statisch
IPv4: IP-Adresse	192.168.62.62
IPv4: Subnetz-Maske	255.255.248.0
IPv4: Gateway-Adresse	192.168.56.5
IPv4: DNS-Server 1	192.168.56.55
IPv4: DNS-Server 2	192.168.56.155
IPv6: Modus	Statisch
IPv6: IP-Adresse	fd2d:bb44:97f1:3976::1
IPv6: Präfix-Länge	64
IPv6: Gateway-Adresse	fd2d:bb44:97f1:3976::5:1
IPv6: DNS-Server 1	
IPv6: DNS-Server 2	
Hostname	PQ5000E-RR
Zeitsynchronisation	NTP Server / GPS
NTP-Server 1	pool.ntp.org
NTP-Server 2	

Netzwerkeinstellungen Ethernet-Schnittstelle

IPv4: Subnetz-Maske

Damit das Gerät z.B. direkt mit einem PC kommunizieren kann, müssen beide Geräte unter Einbezug der **Subnetz-Maske** im gleichen Netz sein:

Beispiel 1	dezimal	binär
IP-Adresse	192.168. 1.101	11000000 10101000 00000001 01100101
Subnetz-Maske	255.255.255.224	11111111 11111111 11111111 11100000
	variabler Bereich	xxxxxx
1. Adresse	192.168. 1. 96	11000000 10101000 00000001 01100000
Letzte Adresse	192.168. 1.127	11000000 10101000 00000001 01111111

► Das Gerät 192.168.1.101 kann mit den Geräten 192.168.1.96 ... 192.168.1.127 direkt kommunizieren

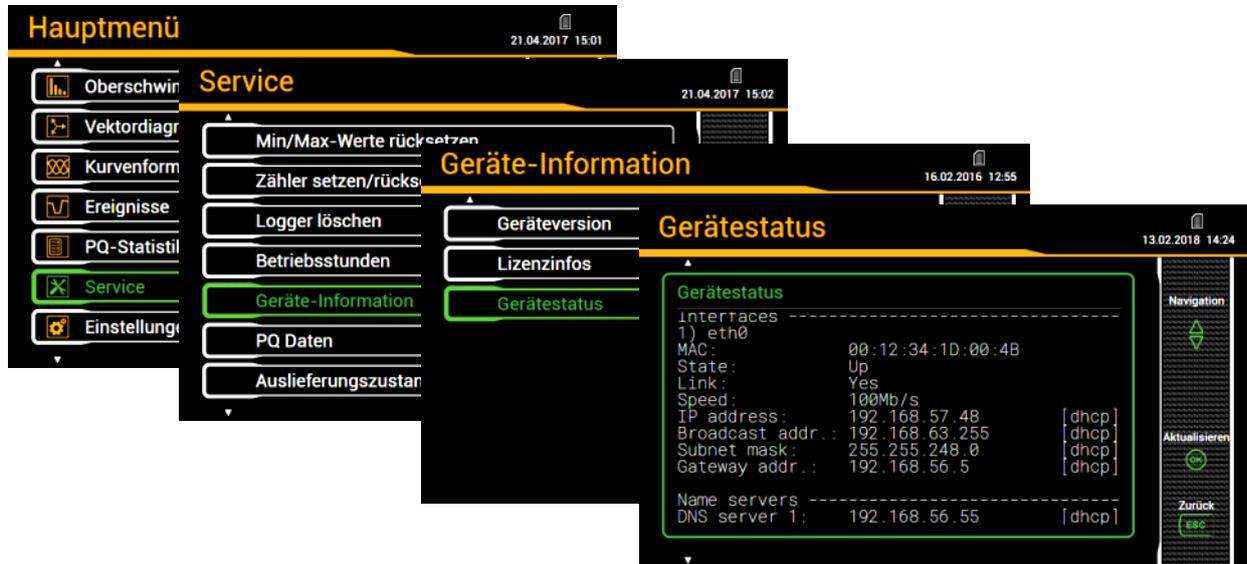
Beispiel 2	dezimal	binär
IP-Adresse	192.168. 57. 64	11000000 10101000 00111001 01000000
Subnetz-Maske	255.255.252. 0	11111111 11111111 11111100 00000000
	variabler Bereich	xx xxxxxxxxxx
1. Adresse	192.168. 56. 0	11000000 10101000 00111000 00000000
Letzte Adresse	192.168. 59.255	11000000 10101000 00111011 11111111

► Das Gerät 192.168.57.64 kann mit den Geräten 192.168.56.0 ... 192.168.59.255 direkt kommunizieren

IPv4: Modus >> DHCP

Ist ein DHCP-Server verfügbar, kann bei der Standard-Schnittstelle alternativ der Modus „**DHCP**“ oder „**DHCP, Nur Adressen**“ ausgewählt werden. Das Gerät erhält dann alle erforderlichen Informationen vom DHCP-Server. Der Unterschied der beiden Modi ist, dass bei „DHCP“ auch die DNS-Server Adresse bezogen wird.

Die vom DHCP-Server erhaltenen Einstellungen können lokal über das Service-Menü abgefragt werden:



Je nach Einstellungen des DHCP-Servers kann sich die vergebene IP-Adresse bei jedem Neustart des Gerätes ändern. Es wird deshalb empfohlen, den DHCP-Modus nur während der Inbetriebsetzung zu verwenden.

Die Option DHCP steht bei Geräten ohne Display nicht zur Verfügung.

Zeitsynchronisation via NTP-Protokoll

Für die *Zeitsynchronisation* von Geräten via Ethernet ist *NTP* (Network Time Protokoll) der Standard. Entsprechende Zeit-Server werden in Computer-Netzwerken eingesetzt, stehen aber auch im Internet zur freien Verfügung. Mit NTP ist es möglich alle Geräte mit einer gemeinsamen Zeitbasis zu betreiben.

Es können jeweils zwei unterschiedliche NTP-Server definiert werden. Steht der erste Server nicht zur Verfügung, wird versucht über den zweiten Server die Zeit zu synchronisieren.

Wird ein öffentlicher NTP-Server, wie z.B. „pool.ntp.org“, verwendet, ist eine Namensauflösung erforderlich. Dies geschieht über einen **DNS-Server**. Dessen IP-Adresse muss in den Kommunikations-Einstellungen der Ethernet-Schnittstelle eingestellt werden, damit eine Kommunikation mit dem NTP-Server – und damit eine Zeitsynchronisation – möglich wird. Ihr Netzwerk-Administrator kann ihnen die erforderlichen Informationen zur Verfügung stellen.

Die Zeitsynchronisation der Standard Ethernet-Schnittstelle kann auch über einen [GPS-Empfänger](#) erfolgen.

TCP-Ports

Die TCP-Kommunikation erfolgt über sogenannte Ports. An der Nummer des verwendeten Ports lässt sich die Art der Kommunikation erkennen. Standardmässig erfolgt die Modbus/TCP-Kommunikation über den TCP-Port 502, NTP verwendet Port 123. Der Port für die Modbus/TCP-Kommunikation kann aber auch geändert werden. So kann jedem Gerät ein eigener Port zur Verfügung gestellt werden, z.B. 503, 504, 505 usw., zur leichteren Analyse des Datenverkehrs. Unabhängig von dieser Einstellung ist immer auch eine Kommunikation via Port 502 möglich. Das Gerät erlaubt 5 gleichzeitige Verbindungen zu beliebigen Clients.

Firewall

Aus Sicherheitsgründen ist heute jedes Netzwerk mit einer Firewall geschützt. Bei der Konfiguration der Firewall wird entschieden, welche Kommunikation erwünscht ist und welche blockiert wird. Der TCP-Port 502 für die Modbus/TCP-Kommunikation gilt allgemein als unsicher und ist oft gesperrt. Dies kann dazu führen, dass eine netzwerkübergreifende Kommunikation (z.B. via Internet) nicht möglich ist.

6.5.2 Anschluss der Ethernet-Schnittstelle

Die RJ45-Buchse dient dem direkten Anschluss eines Ethernet-Kabels.

- Schnittstelle: RJ45 Buchse, Ethernet 100BaseTX
- Mode: 10/100 MBit/s, Voll-/Halbduplex, Autonegotiation
- Protokolle: http, https, Modbus/TCP, NTP, IEC61850

6.5.3 MAC-Adressen

Zur eindeutigen Identifikation von Ethernet-Anschlüssen in einem Netzwerk, ist jedem Anschluss eine eindeutige MAC-Adresse zugeordnet. Im Gegensatz zur IP-Adresse, welche vom Anwender jederzeit geändert werden kann, ist die MAC-Adresse statisch. Die MAC-Adresse des PQ5000CL ist wie folgt aufgebaut:

MAC: **00:12.34:27**:xx:xx (x=Laufnummer)

6.5.4 Zurücksetzen der Kommunikations-Einstellungen

Falls die Kommunikationseinstellungen der Ethernet-Schnittstelle nicht mehr bekannt sind, können die Kommunikationseinstellungen bei einem Gerät mit Display lokal angezeigt und geändert werden. Bei einem Gerät ohne Display besteht diese Möglichkeit nicht. Die Kommunikationseinstellungen können dann über die Reset-Taste auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt werden:



Die versenkte Reset-Taste (unterhalb der Betriebs-LED) für mindestens 3s drücken. Während dem Reset blinkt die Betriebs-LED rot.

6.6 Kommunikationstests

Über das Service-Menü auf der Webseite des Gerätes kann überprüft werden, ob die eingestellte Netzwerkstruktur gültig ist. Das Gerät muss via Gateway den DNS-Server finden. Dieser kann die URL des NTP-Servers in eine IP-Adresse auflösen. Als Schnittstelle für die Kommunikationstests dient die Standard Ethernet-Schnittstelle.

- Ping: Verbindungstest zu einem beliebigen Netzwerkgerät, Voreinstellung Gateway-Adresse
- DNS: Test, ob Namensauflösung via DNS funktioniert, Voreinstellung URL des NTP-Servers
- NTP: Test, ob der eingestellte NTP-Server tatsächlich ein Zeitserver (stratum x) ist
- SFTP: Test, ob Zugriff auf SFTP-Server funktioniert. Es wird eine Testdatei auf dem Basis-Verzeichnis des Servers abgelegt

IPv4: Ping	192.168.56.5	Testen	
IPv6: Ping	fd2d:bb44:97f1:3976::5:1	Testen	
DNS	192.168.56.155	192.168.56.155	Testen
NTP	pool.ntp.org	Testen	
SFTP Server	tenserv.camillebauer.intra	22	
	data		
	sftpuser	Testen

```
Testing NTP 'pool.ntp.org'
=====
server 178.162.199.162, stratum 2, offset 0.004939, delay
0.04411
server 84.16.73.33, stratum 1, offset 0.000960, delay
0.03549
server 156.106.214.48, stratum 2, offset 0.001374, delay
0.03653
server 195.186.1.101, stratum 2, offset 0.001318, delay
0.03256
23 Apr 15:29:29 ntpdate[3190]: adjust time server
84.16.73.33 offset 0.000960 sec
```

NTP-Server Test

6.7 IEC 61850-Schnittstelle (Option)

Die Möglichkeiten der optionalen IEC61850-Schnittstelle sind in einem separaten Dokument beschrieben:

>> IEC61850-Schnittstelle PQ5000CL

Dieses Dokument ist via <https://www.camillebauer.com/> verfügbar.

6.8 Sicherheitssystem

Im Gerät sind verschiedene Sicherheitsmechanismen implementiert, welche aktiviert werden können um einen umfassenden Zugriffsschutz auf alle Gerätedaten bereitzustellen.

- Das System zur **Rollenbasierenden Zugriffskontrolle (engl. RBAC)** erlaubt den Zugriff auf Messdaten, Konfigurationseinstellungen und Servicefunktionen auf die Rechte des aktuellen Anwenders einzuschränken. Für den Zugriff via Webseite oder lokales Display werden dazu die verfügbaren Menüs reduziert und / oder für spezielle Dienste nur Leserechte gewährt. Für den Datenzugriff über eine externe Anwendung ist ein API (Application Programming Interface) Schlüssel erforderlich, welcher als Spezial-Anwender implementiert werden kann.
- **HTTPS** stellt eine verschlüsselte Kommunikation via TLS (Transport Layer Security) bereit
- Mit der **Client Whitelist** kann der Zugriff auf das Gerät auf spezifische Clients mit definierbarer IP-Adresse eingeschränkt werden
- **Kommunikation sperren:** Kommunikationsdienste wie Modbus/RTU, Modbus/TCP oder SYSLOG sind per Voreinstellung gesperrt und müssen aktiv über die Konfiguration freigegeben werden. Damit sollen nicht-autorisierte Zugriffe verhindert und mögliche Angriffspunkte eliminiert werden.
- **Audit Log:** Das Gerät speichert sicherheitsbezogene Meldungen in einer separaten Liste, auf die via Service-Menü zugegriffen werden kann. Für Sicherheitsüberwachungen kann der Listeninhalt auch mit Hilfe des **SYSLOG** Protokolls zu einem zentralen Logserver übertragen werden.

Falls das Gerät eine Anzeige hat, sind im Sicherheitssystem definierte Einschränkungen auch bei der Bedienung via Anzeige aktiv. Anwender können auch auf die lokale Bedienung eingeschränkt werden.

6.8.1 RBAC-Management

Jeder Zugriff auf Gerätedaten via Webseite, die lokale Anzeige oder externe Software-Anwendungen kann durch das RBAC-System umfassend geschützt werden. So kann der Zugriff auf Messwert-Informationen, die Änderung von Konfigurationsparametern oder das Setzen / Löschen von Messdaten individuell an die Rolle des aktiven Anwenders angepasst werden.

Hinweis: Alle Einstellungen des Sicherheitssystems werden im Gerät nur in verschlüsselter Form gespeichert, zudem werden Anmeldeinformationen nie in Klartext übertragen.

Es werden maximal 8 Anwender unterstützt

➤ **3 vordefinierte Standard-User**

- *admin*: Ein User mit Administrator-Rechten (Werkseinstellung Passwort: „CBM_1234“)
- *localgui*: Der Standard-User für das lokale Display. Seine Berechtigungen bestimmen, was über das eingebaute Display angezeigt oder geändert werden kann, ohne dass sich ein User anmeldet.
- *anonymous*: Der Standard-User für den Zugriff via Webseite. Seine Berechtigungen bestimmen, was über die Webseite angezeigt oder geändert werden kann, ohne dass sich ein User anmeldet.

➤ **Bis zu 5 definierbare User oder API-Schlüssel**

User oder API-Schlüssel können durch jeden User mit Schreibrechten für die Einstellungen des Sicherheitssystems angelegt werden. Auf jeden Fall kann jeder User mit einem Web-Login das Passwort seines eigenen Accounts ändern.

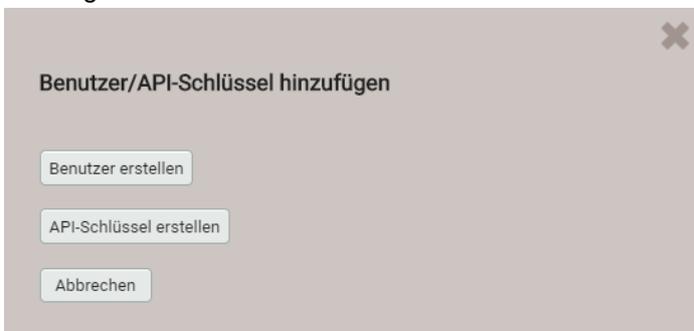
API-Schlüssel werden benötigt, damit Anwendungen via REST-Schnittstelle (Kommunikation via http/https Protokoll) auf Gerätedaten zugreifen können. Solche Schlüssel sind zeitlich unbeschränkt und haben entweder Leserechte, alle Rechte oder alle Rechte ohne Security.

Der vordefinierte Administrator oder jeder andere User mit vollen Zugriffsrechten auf die Einstellungen des Sicherheitssystems kann:

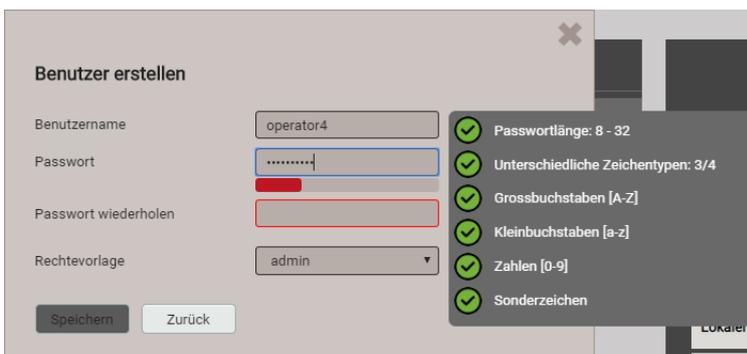
- Seine eigenen Zugangsdaten (Benutzername und / oder Passwort) ändern
- Die Zugangsdaten jedes anderen Users ändern
- Frei die Berechtigungen der Standard-User *localgui* und *anonymous* festlegen. Beide User sind Standard-User ohne Zugangsdaten.
- Neue User bis zu einem Maximum von 5 anlegen
- User auf die lokale Bedienung einschränken (kein Weblogin)

Benutzer / API-Schlüssel hinzufügen

Zusätzlich zu den 3 vordefinierten Benutzern können maximal 5 weitere Benutzer oder API-Schlüssel angelegt werden. Wählen Sie dazu “Benutzer/API-Schlüssel hinzufügen” und wählen dann die Art des anzulegenden Users.



Benutzer: Während der Passwortheingabe werden die Anforderungen an ein sicheres Passwort überprüft und das Ergebnis angezeigt. Jeder Benutzer kann auf Basis der Rechte eines existierenden Benutzers erzeugt werden, aber all diese Berechtigungen können anschliessend noch geändert werden.



Bei der Festlegung / Änderung der Passwörter sind Einschränkungen zu berücksichtigen:

- Minimale Passwortlänge 8 Zeichen
- Mindestens drei unterschiedliche Zeichenarten (Kleinbuchstaben, Grossbuchstaben, Zahlen, Sonderzeichen)

ACHTUNG: Falls Anmeldeinformationen (Benutzername und/oder Passwort) eines Benutzers mit Schreibrechten für das Sicherheitssystem geändert werden, muss diese Information sicher aufbewahrt werden. Aus Sicherheitsgründen kann das RBAC-System nur im Werk zurückgesetzt werden, es ist keine Hintertür implementiert.

API-Schlüssel: Nebst dem Schlüsselnamen müssen die der Anwendung zu gewährenden Rechte für den Zugriff via REST-Schnittstelle festgelegt werden. Die resultierenden Zugriffsrechte können nachher nicht mehr geändert werden.

Sobald der API-Schlüssel erzeugt wurde, kann er via "Zeige API-Schlüssel" angezeigt werden.

Wenn die Anwendung via REST-Schnittstelle mit dem Gerät kommunizieren will, muss sie den API-Schlüssel und das Session-Token über das Cookie-Feld im Aufruf-Header bereitstellen, z.B.:

Cookie:

```
Access-Token=eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJhdWQiOiIxYjg4IiwiaWF0IjoxNTc5MTU4OTc0LCJzdmIiOiJhbW9ueW1vdXMiLCJ0eG4iOiIxOTIuMTY4LjU4LjExNCJ9.LiLjUjcs2bZAmYHlvdMXTA1r87gxUX-3kZ4cfz6jdMc;
sessionToken={5d1ca47c-8d38-4a08-85d5-febd941fa20}
```

Weitere Informationen sind im Dokument "http interface SINEAX PQx000" enthalten.

Zuweisung von Benutzerrechten

Die Zuweisung der Benutzerrechte, die für die Bedienung gewährt werden sollen, erfolgt über das Menü Einstellungen | Sicherheitssystem | Benutzer- und Rechteverwaltung:

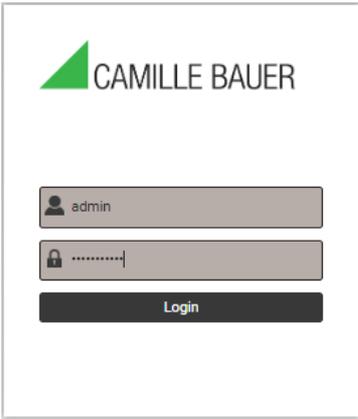
Benutzer- und Rechteverwaltung		aktiv						
Benutzer/API-Schlüssel hinzufügen								
	admin	localgui	anonymous	operator1	operator2	operator3	[API]Access-Token	
Lokaler Account (kein Weblogin)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Momentanwerte								
Energie								
Oberschwingungen								
Vektordiagramm								
Kurvenform								
Ereignisse								
PQ-Statistik								
Service								
Werte zurücksetzen								
Gerät zurücksetzen/updates								
Audit Log								
Ausgänge simulieren								
Einstellungen								
Grundlegende Einstellungen								
Messung								
Kommunikation								
Sicherheitssystem								

- Messwerte oder Einstellungen können angesehen werden
- Messwerte oder Einstellungen können nicht angesehen werden
- Einstellungen können geändert werden
- Einstellungen können nicht geändert werden
- Feld nicht auswählbar
- Login-Daten eines Benutzers ändern

Übersicht der Zugriffsrechte jedes möglichen Benutzers.

6.8.2 An- und abmelden eines Benutzers via Webseite

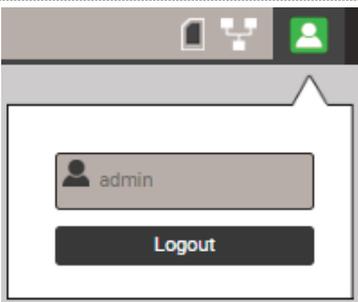
a) Falls "anonymous" keine Berechtigungen hat

Via Webseite	Bemerkungen
	<ol style="list-style-type: none">1) Benutzername und Passwort eingeben2) <ENTER> oder "Login" auswählen <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden Benutzers, eine Webseite angezeigt.</p>

b) Falls "anonymous" Berechtigungen hat

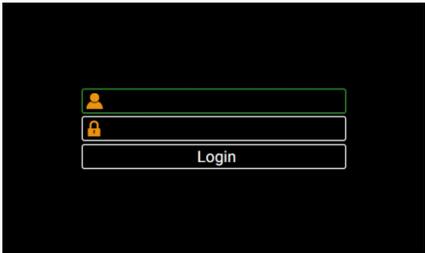
Via Webseite	Bemerkungen
	<ol style="list-style-type: none">1) Symbol  wählen2) Benutzername und Passwort eingeben. Beim ersten Login die Werkseinstellungen admin / CBM_1234 verwenden.3) <ENTER> oder "Login" auswählen <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden Benutzers, eine Webseite angezeigt.</p>

c) Falls ein anderer Anwender angemeldet ist

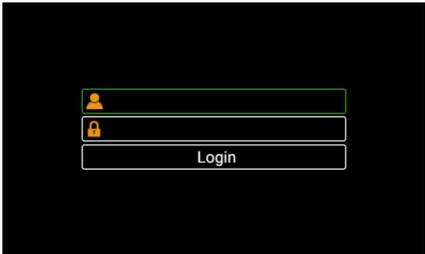
Via Webseite	Bemerkungen
	<p>Abmelden des aktuellen Benutzers via "Logout"</p>
	<ol style="list-style-type: none">1) Symbol  wählen2) Benutzername und Passwort eingeben3) <ENTER> oder "Login" auswählen <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden Benutzers, eine Webseite angezeigt</p>

6.8.3 An- und abmelden eines Benutzers via lokale Anzeige

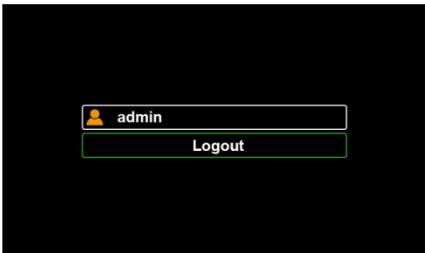
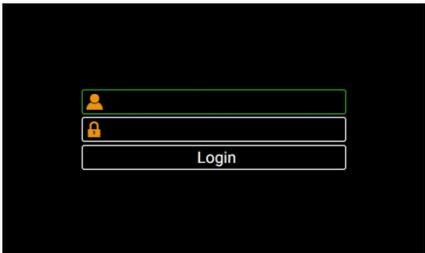
a) Falls "localgui" keine Berechtigungen hat

Lokal	Bemerkungen
	Auf der Anzeige wird keine Information angezeigt. <ESC> drücken um das Login-Fenster anzuzeigen.
	<ol style="list-style-type: none"> 1) <OK> drücken um den Benutzernamen einzugeben 2) Weiter zum Passwort mit ▼ 3) <OK> drücken um das Passwort einzugeben 4) Weiter zu Login und <OK> drücken <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden Benutzers, ein Menü angezeigt.</p>

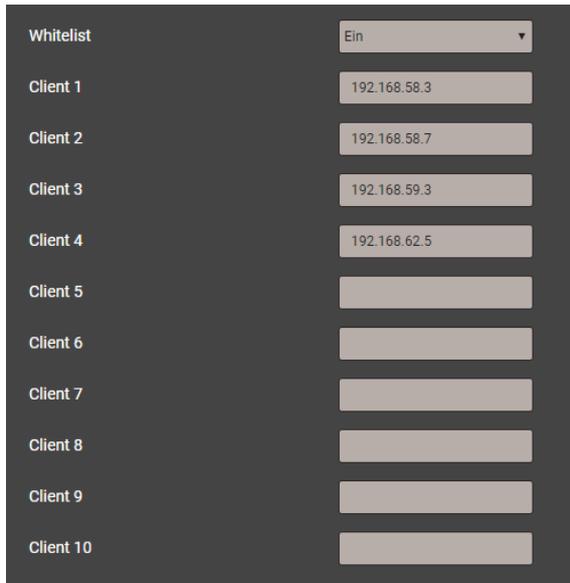
b) Falls "localgui" Berechtigungen hat

Lokal	Bemerkungen
	<p>Wiederholt <ESC> drücken bis das Login-Fenster angezeigt wird.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <OK> drücken um den Benutzernamen einzugeben 2) Weiter zum Passwort mit ▼ 3) <OK> drücken um das Passwort einzugeben 4) Weiter zu Login und <OK> drücken <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden Benutzers, ein Menü angezeigt.</p>

c) Falls ein anderer Anwender angemeldet ist

Lokal	Bemerkungen
	<p>Wiederholt <ESC> drücken bis das Login-Fenster angezeigt wird.</p> <p>Abmelden des aktuellen Benutzers via "Logout"</p> <p>Abhängig von den Rechten von localgui wird entweder ein Menü oder das Schloss-Symbol angezeigt.</p>
	<p>Wiederholt <ESC> drücken bis das Login-Fenster angezeigt wird.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <OK> drücken um den Benutzernamen einzugeben 2) Weiter zum Passwort mit ▼ 3) <OK> drücken um das Passwort einzugeben 4) Weiter zu Login und <OK> drücken <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden Benutzers, ein Menü angezeigt.</p>

6.8.4 Client Whitelist



Es ist möglich eine Liste von IPv4- und/oder IPv6-Adressen von bis zu 10 Clients zu definieren, welche Zugriff auf das Gerät haben sollen. Alle anderen Clients werden geblockt. Die Whitelist kann via *Einstellungen* der *Sicherheit* im Punkt *Whitelist* eingeschaltet werden.



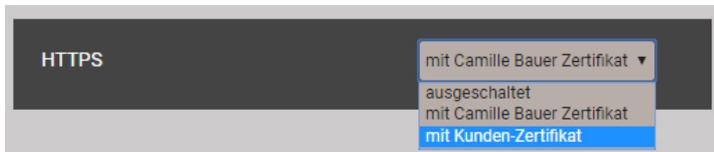
Falls ein DHCP-Server im Netz verwendet wird, können Clients bei jedem Aufstarten eine andere IP-Adresse erhalten, womit der Zugriff auf das Gerät verlorengeht.

Falls der Zugriff auf ein Gerät blockiert ist, kann die IP-Adresse (LAN) zurückgesetzt werden, was auch gleichzeitig die Whitelist ausschaltet.

6.8.5 Sichere Kommunikation mit HTTPS

HTTPS stellt eine verschlüsselte Kommunikation mittels TLS (Transport Layer Security) bereit. Diese bidirektionale Verschlüsselung der Kommunikation zwischen Client und Server schützt gegen Abhören und Verfälschen der Kommunikation. HTTPS erzeugt einen sicheren Kanal über ein unsicheres Netzwerk.

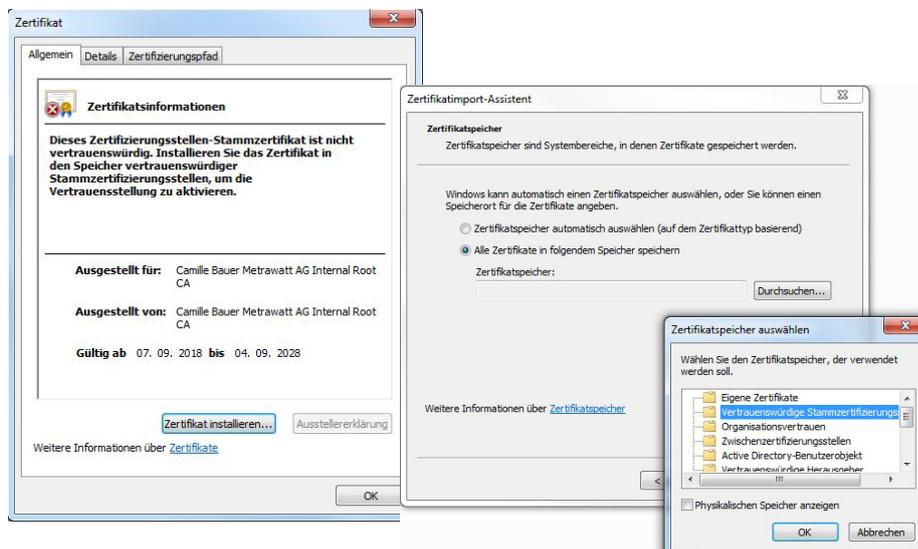
Bevor eine HTTPS-Kommunikation verwendet werden kann muss ein Root-Zertifikat installiert werden. Der Anwender kann entweder ein Camille Bauer Zertifikat oder ein eigenes Zertifikat verwenden. Dies kann beim Aktivieren der HTTPS-Kommunikation via *Einstellungen* des *Sicherheitssystems* im Punkt *Web-Sicherheit* ausgewählt werden.



Camille Bauer Zertifikat

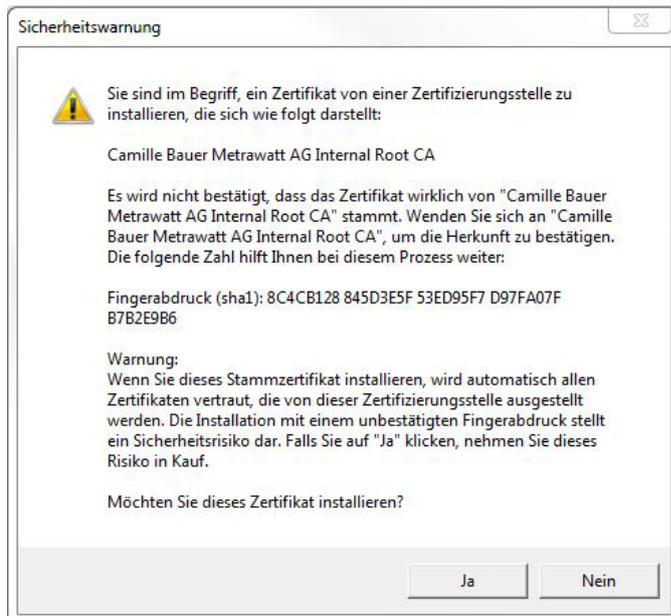
Quelle: <https://www.camillebauer.com/pq5000cl-de>. Zertifikat vor dem Starten des Browsers installieren.

Sobald das Zertifikat auf den lokalen Rechner heruntergeladen wurde, kann das Zertifikat manuell installiert werden. Einfach auf die Datei doppelklicken. **Zertifikat installieren**, dann **Alle Zertifikate in folgendem Speicher speichern**, **Durchsuchen** und **Vertrauenswürdige Stammzertifizierungsstellen** wählen. Den Import-Wizard **Beenden**.



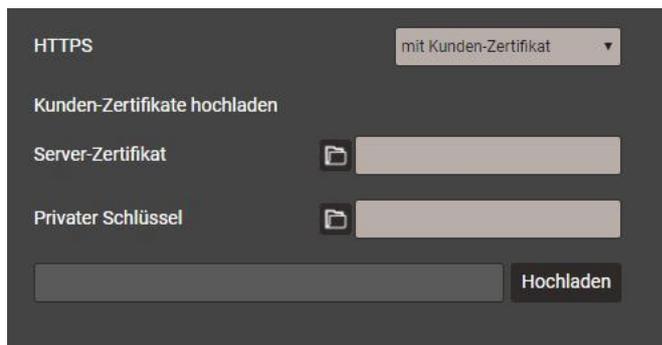
Das importierte Zertifikat ist für alle Geräte der PQ-, AM-, DM- und CU-Reihe gültig.

Der Installation des Zertifikats zustimmen, falls die folgende Sicherheitswarnung erscheint:



Kunden-Zertifikat

Ihr Zertifikat und den privaten Schlüssel via *Einstellungen* der *Sicherheit* im Punkt *Web-Sicherheit* hochladen.



 Eine https-Kommunikation kann man auch nutzen, indem alle Browserwarnungen ignoriert werden und eine **unsichere** Verbindung zum Gerät hergestellt wird. Aus Sicherheitsgründen sollten Sie jedoch in der vorgesehenen Netzwerkumgebung nicht so arbeiten.

6.8.6 Audit log (SYSLOG)

Sicherheitsbezogene Ereignisse, wie ...

- ein Computer stellt eine Verbindung zum Gerät her
- ein Benutzer meldet sich an / ab
- ein gescheiterter Anmelde-Versuch
- jede Änderung der Gerätekonfiguration
- das Anzeigen des Sicherheits-Logs durch einen Benutzer
- usw.

werden in einem Sicherheits-Log gespeichert, auf den über das Service-Menü zugegriffen werden kann.

⏪ ⏩ 1 2 3 4 5 ⏭ +5>> Results per page

Filter Emergency Alert Critical Error Warning Notice Info Debug

Time	PID	Priority	IP address	User name	Message
07.02.2020, 16:44:18	cb-gui[1523]	Notice	192.168.57.21:58824	admin	User logged in successfully
07.02.2020, 12:00:39	cb-pq3000[1516]	Notice	localhost	system	The device was power off Fri Feb 7 09:41:26 2020
07.02.2020, 12:00:39	cb-pq3000[1516]	Notice	localhost	system	The device was power on Fri Feb 7 12:00:38 2020
06.02.2020, 14:25:02	cb-gui[2117]	Info	192.168.57.65:59614	admin	User logged out successfully
06.02.2020, 14:04:53	cb-gui[2117]	Notice	192.168.57.65:59378	admin	User logged in successfully
06.02.2020, 14:04:49	cb-gui[2117]	Warning	192.168.57.65:59378	admin	Failed login attempt# 1
06.02.2020, 13:55:14	cb-gui[2117]	Info	192.168.57.65:59256	admin	User logged out successfully
06.02.2020, 13:09:26	cb-gui[2117]	Notice	192.168.57.65:58678	admin	User logged in successfully
06.02.2020, 12:47:47	cb-gui[2117]	Info	192.168.57.65:58365	admin	User logged out successfully
06.02.2020, 12:21:37	cb-gui[2117]	Notice	192.168.57.65:57845	admin	User logged in successfully

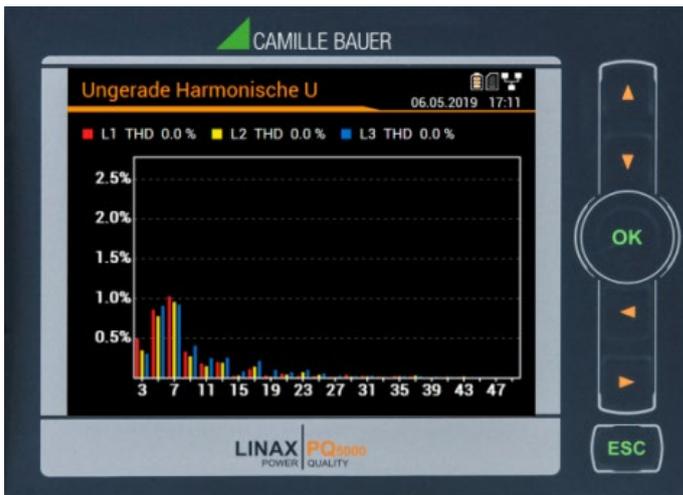
Beispiel eines Security-Log: Der Schweregrad jeder Mitteilung wird mit einem Farbcode angezeigt, der auch als Filter-Kriterium dienen kann.

Jeder Eintrag kann, falls aktiviert, auch mit dem **SYSLOG**-Protokoll zur Sicherheitsüberwachung auf einen zentralen Log-Server übertragen werden. Diese Übertragung kann basierend auf UDP, TCP oder TLS erfolgen. Die Einstellungen für den Syslog-Server sind via Einstellungen | Kommunikation | Syslog Server verfügbar.

Syslog Protokoll	<input type="text" value="TCP"/>
Host	<input type="text" value="tenserv.camillebauer.com"/>
Port	<input type="text" value="514"/>

7. Bedienen des Gerätes

7.1 Bedienelemente



Die Bedienung des Gerätes erfolgt mit Hilfe von 6 Tasten.

- 4 Tasten zur **Navigation** (◀, ▲, ▼, ▶) und für die Selektierung von Werten
- OK für **Auswahl** oder Bestätigung
- ESC für **Menüanzeige**, Beenden oder Abbruch

Die **Funktion** der Bedientasten kann sich in ausgewählten Messwertanzeigen, bei der Parametrierung und in Service-Funktionen ändern.

7.2 Auswahl der anzuzeigenden Information



Die Auswahl der Information erfolgt über ein Menü. Die Menüpunkte können Untermenüs enthalten.

Anzeige des Menüs

ESC drücken. Mit jedem Tastendruck wird auf eine, eventuell vorhandene, höhere Menüebene gewechselt.

Anzeige von Informationen

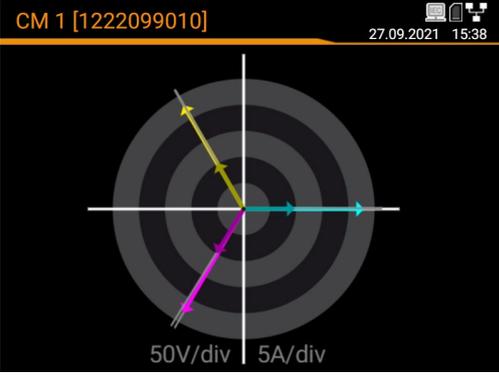
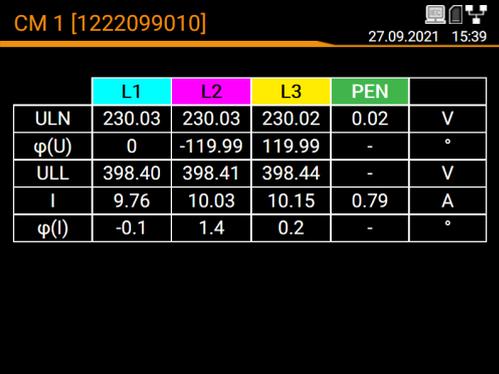
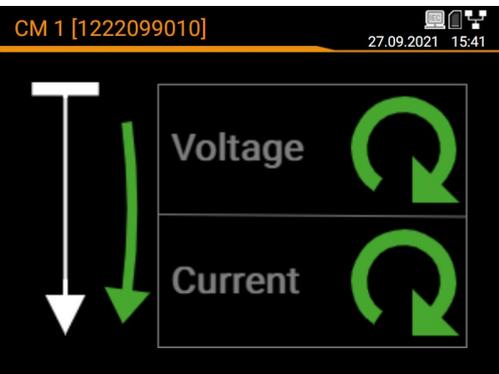
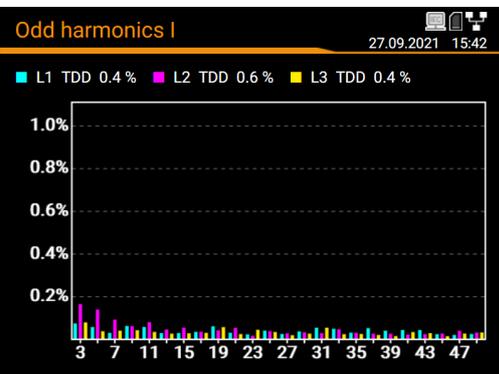
Der mit ▲, ▼ gewählte Menüpunkt kann mit **OK** selektiert werden. Vorgang in eventuellen Untermenüs wiederholen bis die gewünschte Information angezeigt wird.

Rückkehr in Messwertanzeige

Nach 2 min. ohne Interaktion, wird das Menü automatisch geschlossen und die letzte aktive Messwertanzeige dargestellt.

7.3 Messwertanzeigen und verwendete Symbole

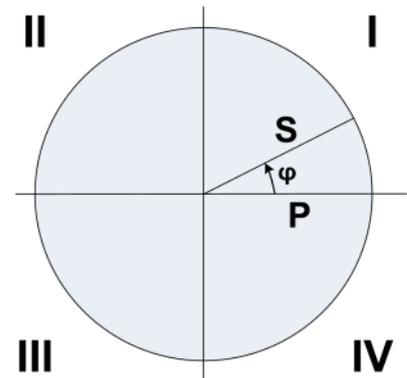
Das Gerät benutzt zur Darstellung der Messwertinformation sowohl numerische als auch numerisch-grafische Messwertanzeigen.

Beispiele	Messwert-Information																																				
	<p>Vektordiagramm</p>																																				
 <table border="1" data-bbox="240 824 715 987"> <thead> <tr> <th></th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>PEN</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ULN</td> <td>230.03</td> <td>230.03</td> <td>230.02</td> <td>0.02</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>$\varphi(U)$</td> <td>0</td> <td>-119.99</td> <td>119.99</td> <td>-</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>ULL</td> <td>398.40</td> <td>398.41</td> <td>398.44</td> <td>-</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>9.76</td> <td>10.03</td> <td>10.15</td> <td>0.79</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>$\varphi(I)$</td> <td>-0.1</td> <td>1.4</td> <td>0.2</td> <td>-</td> <td>°</td> </tr> </tbody> </table>		L1	L2	L3	PEN		ULN	230.03	230.03	230.02	0.02	V	$\varphi(U)$	0	-119.99	119.99	-	°	ULL	398.40	398.41	398.44	-	V	I	9.76	10.03	10.15	0.79	A	$\varphi(I)$	-0.1	1.4	0.2	-	°	<p>Momentanwerte der Spannungen und Ströme (hier für Current Module CM1) mit den zugehörigen Winkeln</p>
	L1	L2	L3	PEN																																	
ULN	230.03	230.03	230.02	0.02	V																																
$\varphi(U)$	0	-119.99	119.99	-	°																																
ULL	398.40	398.41	398.44	-	V																																
I	9.76	10.03	10.15	0.79	A																																
$\varphi(I)$	-0.1	1.4	0.2	-	°																																
	<p>Drehrichtungsanzeige der Spannungen und Ströme und die Energierichtung</p>																																				
	<p>Daten der Oberschwingungsanalyse</p>																																				

Bezug / Abgabe / induktiv / kapazitiv

Das Gerät stellt Informationen für alle vier Quadranten zur Verfügung. Quadranten werden üblicherweise mit den römischen Zahlen I, II, III und IV, gemäss nebenstehender Grafik, bezeichnet. Je nachdem, ob das gemessene System aus Erzeuger- oder Verbrauchersicht betrachtet wird, ändert sich aber auch die Interpretation der Quadranten: Die Energie welche aus der Wirkleistung in den Quadranten I+IV gebildet wird, kann dann z.B. als gelieferte oder bezogene Wirkenergie angesehen werden.

Um eine unabhängige Interpretation der 4-Quadranten Information zu ermöglichen, werden die Begriffe Bezug, Abgabe sowie induktive oder kapazitive Belastung bei der Anzeige der Daten deshalb vermieden. Sie sind durch die Angabe der Quadranten I, II, III oder IV, eine Kombination derselben, oder eine entsprechende grafische Darstellung ausgedrückt. Die gewünschte Sichtweise kann durch Auswahl des Zählpfeilsystems (Verbraucher oder Erzeuger) in den Einstellungen der Messung festgelegt werden.

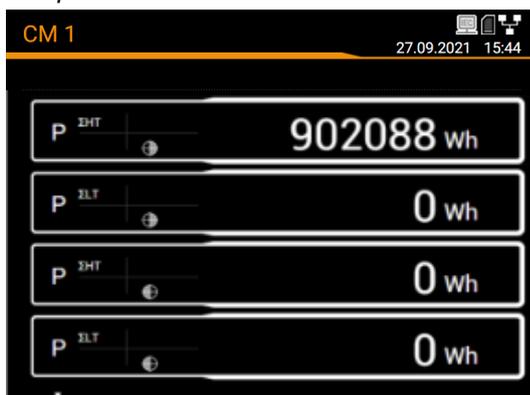


Verwendete Symbole

Damit ein Messwert eindeutig beschrieben ist, reichen Kurzbezeichnung (z.B. U_{1N}) und Einheit (z.B. V) oft nicht aus. Einige Messwerte benötigen zusätzliche Informationen, welche mit einem der nachfolgenden Symbole oder einer Kombination mehrerer Symbole dargestellt wird:

	Mittelwert	ΣHT	Zähler (Hochtarif)
	Mittelwert Trend	ΣLT	Zähler (Niedertarif)
	Bimetallfunktion (Strom)	▲	Maximalwert
	Energie Quadranten I+IV	▼	Minimalwert
	Energie Quadranten II+III	TRMS	Echt-Effektivwert
	Energie Quadranten I+II	RMS	Effektivwert (z.B. nur Grundwellen- oder Oberschwingungsanteil)
	Energie Quadranten III+IV	(H1)	Nur Grundwellenanteil
I,II,III,IV	Quadranten	∅	Mittelwert (von RMS-Werten)

Beispiel



Zähler für CM1 mit Tarif- und Quadranten- Information

7.4 Rücksetzen von Messdaten

- **Zählerstände** können während des Betriebs individuell über das Service-Menü gesetzt oder zurückgesetzt werden.
- **Aufgezeichnete Loggerdaten** können individuell über das Service-Menü gelöscht werden. Dies macht immer dann Sinn, wenn die Auswahl der aufzuzeichnenden Grössen geändert wurde.

7.5 Konfiguration



Die Konfigurationsmöglichkeiten des Gerätes können kundenspezifisch reduziert sein, so dass bestimmte Parameter vordefiniert sind und nicht geändert werden können.

7.5.1 Konfiguration am Gerät

Mit Ausnahme des Sicherheitssystems kann das Gerät vollständig über das Menü Einstellungen konfiguriert werden. Der Umfang der einstellbaren Grössen kann bei kundenspezifischen Implementierungen von den unten gezeigten Möglichkeiten abweichen.

Änderungen werden erst angewendet, wenn die Abfrage „Konfigurations-Änderungen speichern“ beim Verlassen des Einstellmenüs vom Anwender akzeptiert wurde. Änderungen im Menü „Land und Uhr“ werden unmittelbar übernommen (z.B. andere Benutzersprache), müssen aber gespeichert werden.

- **Land und Uhr:** Anzeigesprache, Datumsformat, Zeitzone, Zeitsynchronisationsquelle, Zeit / Datum
- **Anzeige:** Auffrischrate und Helligkeit des Displays, Bildschirmschoner
- **Kommunikation:** Einstellungen der Kommunikations-Schnittstellen [Ethernet](#) und [Modbus/RTU](#). Zusätzlich kann ein [SFTP-Server](#) definiert werden, an den anwenderdefinierte Datenfiles gesendet werden sollen.
- **Messung:** Anschlussart, Drehrichtung, Nennwerte U/I/f, Abtastung, [Zählpeilsystem](#)

Hinweise

- *U-Wandler: Das Verhältnis Primär- zu Sekundärwert wird nur für die Umrechnung der gemessenen Sekundär- auf Primärwerte verwendet, so dass z.B. 16000 / 100 gleichwertig mit 160 / 1 ist. Die Werte haben keinen Einfluss auf das Anzeigeformat der Messwerte.*
- *Nennspannung: Wird als 100%-Wert für die Überwachung von Netzqualitätsereignissen verwendet und entspricht der vereinbarten Spannung U_{din} gemäss IEC 61000-4-30*
- *Maximale Primärwerte U: Diese Werte werden nur für die Festlegung des Anzeigeformats der Messwerte verwendet.*
- *Synchrone Abtastung: ja=die Abtastung wird an die gemessene Netzfrequenz angepasst, so dass die Anzahl der Abtastwerte pro Netzperiode konstant bleibt; nein=die Abtastung erfolgt konstant basierend auf der eingegebenen Nennfrequenz*
- *Referenzkanal: Die Messung der Netzfrequenz erfolgt über den ausgewählten Spannungseingang*
- **Netzqualität:** Definition der Parameter zur Überwachung von PQ-Ereignissen. Es können auch anwenderspezifische Grenzen für die Bewertung der PQ-Statistik gesetzt werden.
- **Sicherheitssystem:** Definition des [Sicherheitssystems](#) (RBAC, https, Whitelist). Lokal kann das RBAC nur freigegeben oder gesperrt werden, die Verwaltung der Login-Daten und Rechte muss via Website erfolgen.
- **Gerätebeschreibung:** Eingabe verschiedener Texte, welche hauptsächlich für die Berichtserstellung verwendet werden, z.B. Device tag, Dokumenttitel, Gerätestandort und mehr.
- **Datenexport-Scheduler:** Über die [Webseite](#) können Tasks definiert werden, welche regelmässig ausgeführt werden sollen. Solche Aufgaben erzeugen Datenfiles, welche an einen SFTP-Server gesendet und/oder lokal gespeichert werden. Über die lokale Konfiguration können diese Tasks nur freigegeben oder gesperrt werden.

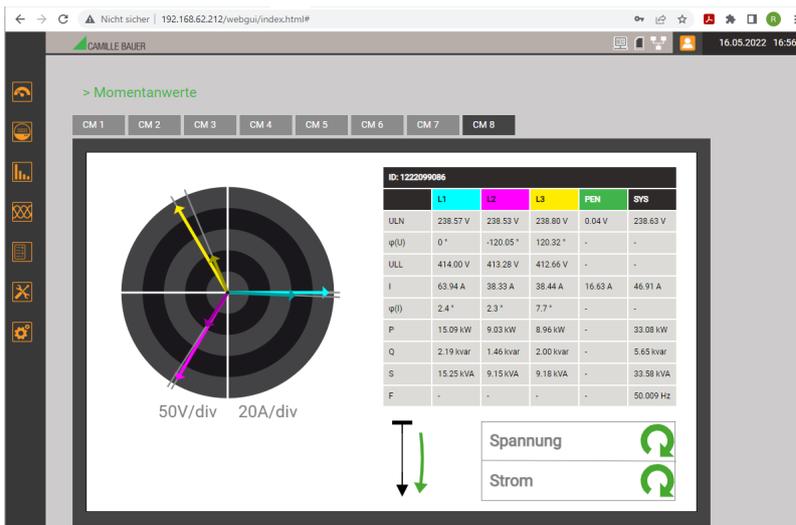
7.5.2 Konfiguration via Webbrowser

	Es wird empfohlen als Browser Google-Chrome oder Firefox zu verwenden.
	Internet Explorer funktioniert nur mit Einschränkungen (z.T. fehlende Texte, Firmware-Update nicht möglich)

Für die Konfiguration via Webbrowser wird die Geräte-Homepage aufgerufen:

- IPv4-Kommunikation: `http://IPv4_addr`, z.B. `http://192.168.1.101`
- IPv6-Kommunikation: `http://[IPv6_addr]`, z.B. `http://[fd2d:bb44:97f1:3976::1]`

Damit dieser Aufruf funktioniert müssen PC und Gerät unter Einbezug der Subnetz-Maske im gleichen Netz sein. Falls die [sichere Kommunikation via HTTPS](#) aktiviert und das Root-Zertifikat installiert ist, wird die Webseite mit `https` anstelle von `http` aufgerufen.



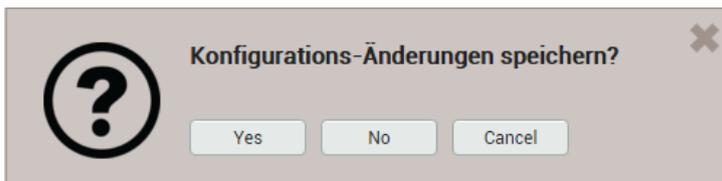
Geräte-Webseite bei Verwendung von Google Chrome

	Das Schloss-Symbol zeigt an, dass eine sichere Verbindung besteht (nur bei Verwendung von <code>https</code>)
	Drei Informationen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Speicherkarte ist vorhanden und speichert Daten • Es besteht eine Netzwerkverbindung • Kein Benutzer mit Anmeldeinformation ist eingeloggt. Die dem Benutzer <code>.anonymous</code> gewährten Informationen werden angezeigt.



Via WEB-GUI können unter Verwendung des Menüs Einstellungen dieselben Einstellungen vorgenommen werden, wie über das [lokale GUI](#).

Zusätzlich kann das [Sicherheitssystem](#) und der [Datenexport-Scheduler](#) eingestellt werden. Unter Umständen müssen vorgenommene Änderungen im Gerät gespeichert werden, bevor alle Parameter angepasst wurden. Es erscheint dann die Meldung:



Falls diese Abfrage nicht bestätigt wird, können nicht gespeicherte Änderungen der aktuellen Konfiguration verloren gehen.

Laden / Speichern von Konfigurationsdateien

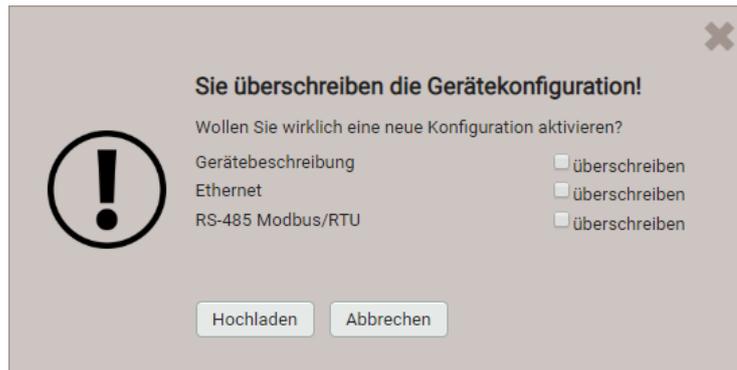
Die im Gerät gespeicherte Konfiguration kann vom Anwender auf einen Datenträger gespeichert und von dort auch wieder geladen werden. Der Ablauf des Speicher- bzw. Ladevorgangs kann je nach Browser unterschiedlich sein.



Die Einstellungen des Sicherheitssystems sind nicht Teil der Konfigurationsdatei. Es gibt keine Möglichkeit Sicherheitseinstellungen von einem Gerät zu einem anderen zu transferieren.

Laden einer Konfigurationsdatei von einem Datenträger

Die Konfigurationsdaten der ausgewählten Datei werden direkt ins Gerät geladen und die Werte im WEB-GUI entsprechend aktualisiert. Normalerweise unterscheiden sich die Geräte bezüglich Netzwerk- bzw. Modbus-Einstellungen und Geräte-Bezeichnung. Deshalb kann beim Laden der Datei angegeben werden, ob die entsprechenden Einstellungen des Gerätes beibehalten oder mit den Werten der zu ladenden Datei überschrieben werden sollen.



Speichern der aktuellen Einstellungen des WEB-GUIs ins Gerät



Speichern der Geräte-Konfiguration auf einen Datenträger

Achtung: Im WEB-GUI vorgenommene Änderungen der Einstellungen, welche noch nicht im Gerät gespeichert wurden, werden nicht auf den Datenträger geschrieben.

7.6 PQ-Überwachung

Die Netzqualitäts-Überwachung liefert sowohl eine statistische Auswertung, welche eine Bewertung der Einhaltung von Normen (z.B. EN 50160) oder Lieferverträgen erlaubt, als auch Aufzeichnungen von Netzereignissen (z.B. Spannungseinbruch), um deren Ursachen und Folgen analysieren zu können. Über die Webseite des Gerätes können auch direkt Konformitätsberichte erstellt werden.

7.6.1 PQ-Ereignisse

Das Gerät überwacht die Spannungsereignisse gemäss IEC 61000-4-30. Im Auslieferungszustand sind die Ansprechschwellen auf die Werte der EN50160 für ein Niederspannungs-Verbundnetz gesetzt, können aber vom Anwender auf seine Bedürfnisse angepasst werden.

Zusätzlich zu den Anforderungen der IEC 61000-4-30 kann das Gerät auch Spannungsunsymmetrie und Frequenzabweichungen überwachen.

Überwachte Ereignisse	Ansprechschwelle	Hysterese	Bezugswert
Spannungseinbruch	90%	2%	Nennspannung
Spannungsunterbruch	10%	2%	
Spannungsüberhöhung	110%	2%	
Schnelle Spannungsänderung (RVC)	6%	50% ¹⁾	
Homopolare Spannung	50%	2%	
Frequenz-Anomalie	untere: 99% obere: 101%	0.5%	Nennfrequenz

¹⁾ Bezogen auf die entsprechende Ansprechschwelle



Das Gerät überprüft die vom Anwender definierten Werte nicht. Falls diese nicht plausibel sind, können Ereignisse eventuell nicht korrekt erkannt oder falsch klassifiziert werden. Insbesondere sollte die Ansprechschwelle für RVC-Ereignisse nicht grösser als die Hälfte der Differenz der Ansprechschwellen von Spannungsüberhöhung und Spannungseinbruch sein.

Aufzeichnungen

Falls eines der obigen Ereignisse auftritt, zeichnet das Gerät die jede Halbperiode aktualisierten RMS-Werte und die Abtastwerte für alle Spannungen auf. Zusätzlich werden die RMS(1/2)-Werte der Ströme des Current Link Referenzkanals aufgezeichnet, falls die Option Störschreiber implementiert ist.

Die Aufzeichnungszeiten können via *Einstellungen* | *Netzqualität* | *Ereignisaufzeichnung* eingestellt werden.

RMS(1/2): Vor Auslösung	s	1.000
RMS(1/2): Nach Auslösung (max.)	s	180.000
Abtastwerte: Vor Auslösung	s	0.100
Abtastwerte: Nach Auslösung	s	0.200

Mögliche Aufzeichnungszeiten

≤1.0s

≤180.0s

≤1.0s

≤5.0s

Hinweis: Die Ereignisaufzeichnungszeit "RMS(1/2): Nach Auslösung" ist eine maximale Aufzeichnungsdauer. Sie wird auf die effektive Ereignisdauer + 1s reduziert, falls die Ereignisdauer kürzer ist als die konfigurierte Zeit.

Erfasste PQ-Ereignisse können über das lokale Display oder die Webseite des Gerätes [visualisiert](#) werden.

Spannungsspannungen

Das Gerät überwacht Spannungsspannungen, welche zu Steuerzwecken über das Netz übertragen werden, und zeichnet diese als Ereignisse auf. Typischerweise sind dies Rundsteuerfrequenzen. Der Anwender kann die Frequenz der Spannung, die Ansprechschwelle und Hysterese (bezogen auf die Nennspannung) sowie die Aufzeichnungsdauer in Vielfachen der Erfassungsperiode von 10/12 Perioden festlegen. Die Aufzeichnungsdauer darf 120s nicht überschreiten. Die Rundsteuerfrequenz liegt typischerweise unterhalb 3 kHz und kann beim lokalen Energiedienstleister nachgefragt werden.

Referenzkanal		U1
Rundsteuerfrequenz	Hz	375
Ansprechschwelle	%	2
Hysterese	%	1
Aufzeichnungsdauer (10/12 Perioden)	#	50

7.6.2 PQ-Statistik

Die Netzqualität wird durch einen Vergleich der vom Gerät gemessenen PQ-Parameter mit vertraglich vereinbarten Grenzwerten bestimmt. Der Bewertungs-Zeitraum beträgt normalerweise mindestens eine Woche, um auch die Variationen zwischen Wochentagen und Wochenenden zu berücksichtigen.

Das Gerät kann über die Webseite eine Bewertung der gemessenen PQ-Parameter nachfolgenden Normen vornehmen:

- EN 50160 (2010), Niederspannung, Verbundnetz
- EN 50160 (2010), Niederspannung, Inselnetz
- EN 50160 (2010), Mittelspannung, Verbundnetz
- EN 50160 (2010), Mittelspannung, Inselnetz
- EN 50160 (2010), Hochspannung, Verbundnetz
- EN 50160 (2010), Hochspannung, Inselnetz
- IEC 61000-2-2 (2002), öffentliche Niederspannungsnetze
- IEC 61000-2-4 (2002), industrielle und nicht öffentliche Netze bis 35kV, Klasse 1
- IEC 61000-2-4 (2002), industrielle und nicht öffentliche Netze bis 35kV, Klasse 2
- IEC 61000-2-4 (2002), industrielle und nicht öffentliche Netze bis 35kV, Klasse 3
- IEC 61000-2-12 (2003), öffentliche Mittelspannungsnetze
- Anwenderspezifische Grenzwertsätze

Die Auswertung der PQ-Statistik ist im Kapitel [Datenaufzeichnung | PQ-Statistik](#) gezeigt, insbesondere auch die Erzeugung von Konformitätsberichten.

Erfasste PQ-Parametergruppen

Messgröße	Erfassungsintervall	Angewendete Grenzwerte
Netzfrequenz	10 s	<p>Die angewendeten Grenzwerte und Zeitbedingungen der voreingestellten Normen sind über die Webseite des Gerätes ersichtlich. Sie können über das folgende Menü angezeigt werden:</p> <pre>Einstellungen Netzqualität Benutzerdef. Grenzwerte (Norm)</pre> <p> Im gleichen Menü können auch benutzerspezifische Datensätze mit anzuwendenden Grenzwerten und Auswertebedingungen definiert werden.</p> <p> Benutzerspezifische Datensätze können auch wieder gelöscht werden.</p>
Spannungsänderungen	10 min.	
Flicker P _{st}	10 min.	
Flicker P _{lt}	2 h	
Signalübertragungs-Spannungen	3 s	
Unsymmetrie der Netzspannung	10 min.	
THDS der Netzspannungen	10 min.	
Spannungs-Harmonische	10 min.	
Spannungs-Interharmonische	10 min.	

7.6.3 Bereitstellung von PQ-Daten

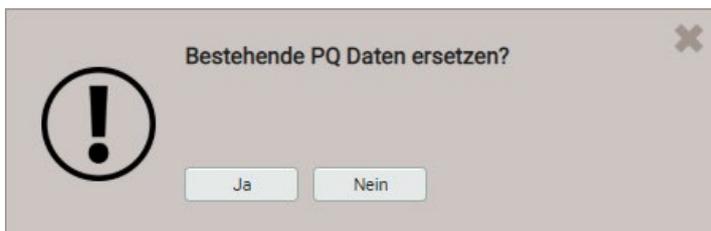
PQ-relevante Daten wie Netzqualitätsereignisse oder Netzqualitätsstatistiken können vom Gerät im Standard-Format PQDIF (**P**ower **Q**uality **D**ata **I**nterchange **F**ormat) nach IEEE 1159.3 erzeugt werden. Die automatische oder ereignisgesteuerte Erzeugung solcher Dateien kann im [Datenexport-Scheduler](#) im Einstellmenü definiert werden. Als Voreinstellung werden tägliche PQDIF periodisch nach Mitternacht für den vergangenen Tag erstellt und in einer hierarchischen Zeitstruktur (Jahr, Monat, Tag) zum [Download](#) bereitgestellt.

PQDIF-Dateien können über das Web-Interface auch manuell erzeugt werden. Dies ist sowohl für den laufenden Tag (Daten seit Mitternacht) oder zusammenhängende, auswählbare Zeitbereiche bis 7 Tage möglich. Die Datei(en) wird in der Zeitstruktur jeweils im Endtag eingefügt. Für Daten die mit einem roten Punkt versehen sind, existieren bereits Dateien.

The screenshot shows the 'PQDIF generieren' (Generate PQDIF) interface. On the left is a navigation menu with options like 'Simulation', 'Min/Max-Werte zurücksetzen', 'Zähler setzen/rücksetzen', 'Logger löschen', 'Betriebsstunden', 'Geräte-Information', 'Lokaler Datenspeicher', 'Auslieferungszustand', 'Audit Log', 'Firmware-Update', 'Kommunikationstests', and 'Geräte-Neustart'. The main area has two buttons: 'PQDIF generieren' and 'Daten herunterladen'. A calendar for March 2021 is displayed, with the 24th selected. A 'PQDIF generieren' button is positioned to the right of the calendar. Below the calendar, a log window shows the following output:

```
Start PQ data generation
> Found 10 events on Wed Mar 24 2021
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T13:45:23.549+01:00
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T13:48:16.953+01:00
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T13:48:53.748+01:00
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T13:50:05.536+01:00
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T13:51:05.008+01:00
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T13:51:44.569+01:00
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T13:54:33.099+01:00
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T14:01:54.240+01:00
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T14:07:14.922+01:00
> Event 'Voltage dip' at 2021-03-24T14:08:48.014+01:00
> PQ data stored in file 'PQ1000-1216324003_20210324.pqd'
> PQ data generation done
```

Falls für den gewählten Zeitbereich bereits PQDIF-Dateien im Gerät gespeichert sind, wird untenstehende Warnung angezeigt:



7.7 Datenaufzeichnung

Der Datenlogger ermöglicht Langzeit-Aufzeichnungen von Messwertverläufen, Ereignissen und PQ-Statistiken. Einige dieser Aufzeichnungen haben vordefinierten, andere anwenderdefinierten Inhalt.

Zusätzlich kann dateibasierende Information periodisch mit dem [Datenexport-Scheduler](#) erzeugt werden. Diese Daten können intern gespeichert und / oder sicher an einen SFTP-Server gesendet werden.

Aufzeichnungen werden generell im Endlos-Modus gemacht. Die ältesten Daten werden gelöscht, sobald der zugeordnete Speicherbereich zu mehr als 80% belegt ist.

Gruppe	Art der Daten	Abfrage	
PQ-Ereignisse	Das Auftreten von PQ-Ereignissen wird in die Liste der PQ-Ereignisse eingetragen. Durch Auswahl der Einträge von Spannungsereignissen können Messwertverläufe während der Störung angezeigt werden	 Ereignisse	<ul style="list-style-type: none"> • PQ-Ereignisse und Signalspannungen
Sicherheits-Ereignisse	Sicherheits-Log (SYSLOG)	 Service	<ul style="list-style-type: none"> • Log des Sicherheitssystems
PQ-Statistik	Für ein wählbares Wochenintervall wird die Auswertung der PQ-Statistik, abhängig von der ausgewählten Norm angezeigt. Zusätzlich können Tagestrends überwachter PQ-Variablen angezeigt werden. Mit Hilfe des PQ-Easy Reports können Konformitäts-Berichte direkt über die Webseite erzeugt werden.		

7.7.1 PQ-Ereignisse

Konfiguration der aufzuzeichnenden Ereignisse

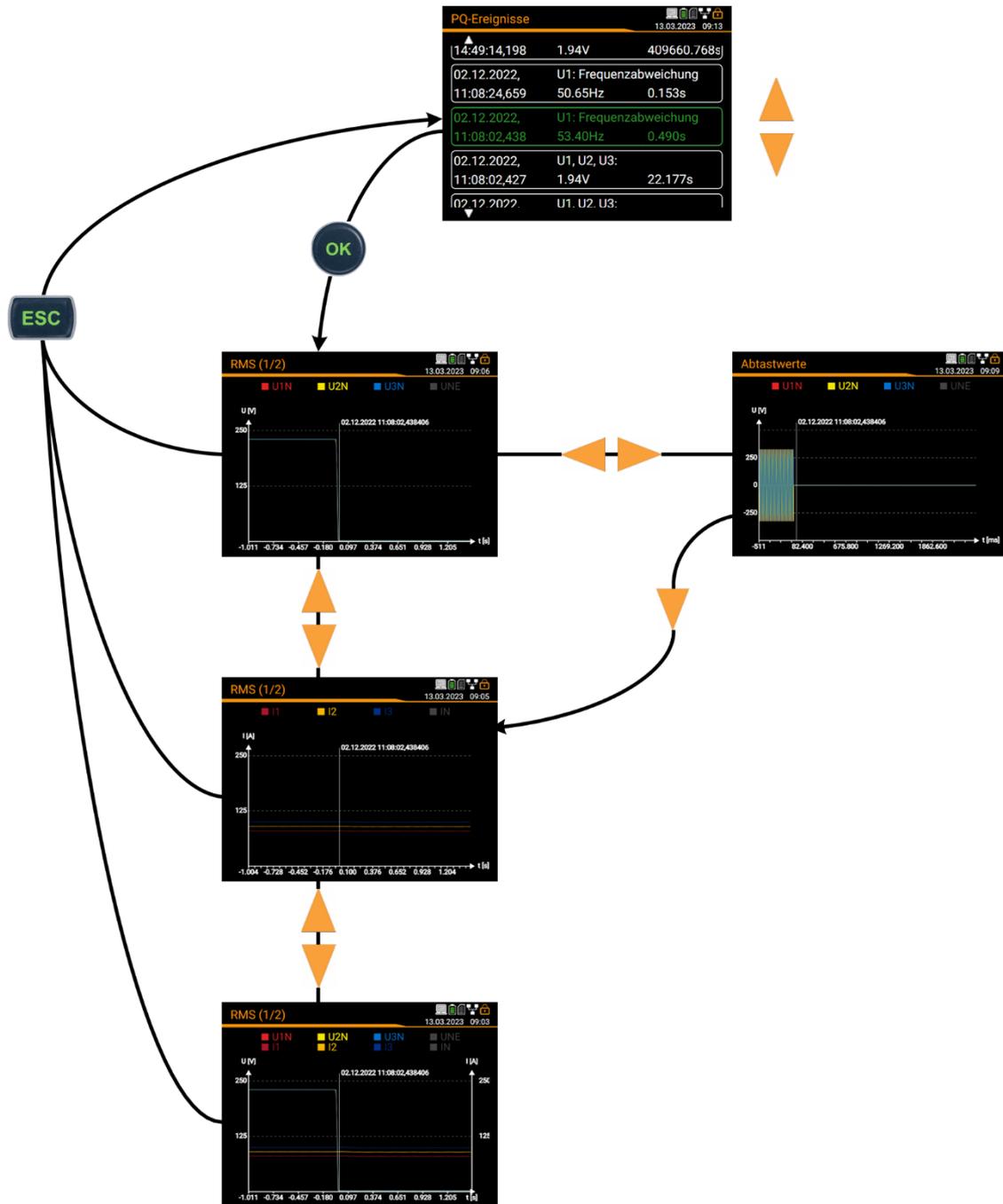
[Siehe 7.6](#)

Anzeige von PQ-Ereignisaufzeichnungen (lokal)

Aufgezeichnete Ereignisse sind in Form eines Logbuches verfügbar, wobei Signalspannungs-Ereignisse in einer separaten Liste abgelegt sind. Sie sind mit der Zeit des Auftretens, der Restspannung und der Dauer in der PQ-Ereignisliste eingetragen. Durch Auswahl eines Listeneintrages gelangt man in die grafische Anzeige der Messwertverläufe während des Ereignisses.



Aufzeichnungen mit den Strömen des Current Link Referenzkanals können nur angezeigt werden, falls der optionale Störschreiber im Gerät implementiert ist.

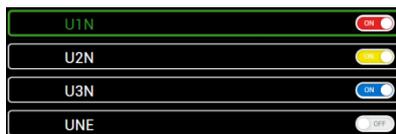


Anzeigematrix auf dem lokalen Display

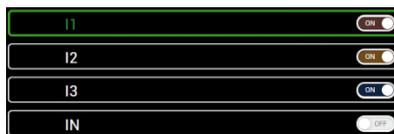
Einschränkung der angezeigten Werte auf dem lokalen Display

Die dargestellte Information kann vom Anwender an seine Bedürfnisse angepasst werden. Bei angezeigter Grafik können nach Auswahl von <OK> in einem Einstellfenster die anzuzeigenden Messgrößen ausgewählt werden.

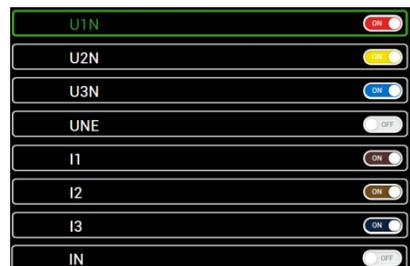
Spannungsanzeige



Stromanzeige



Gemischte Anzeige

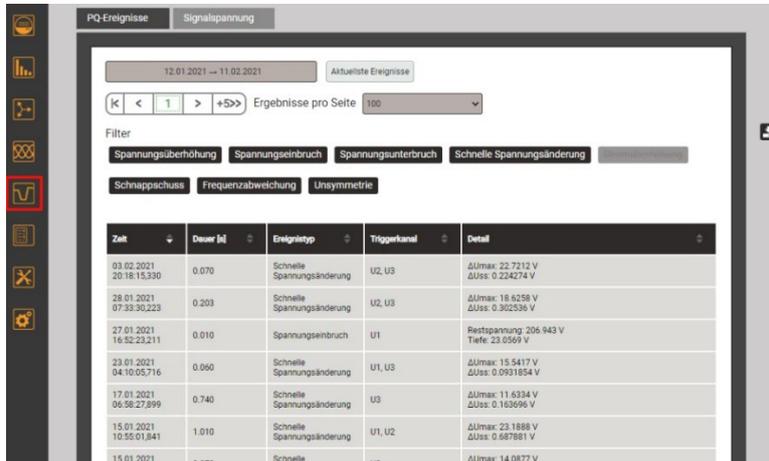


Anzeige von PQ-Ereignissen (WEB-GUI)

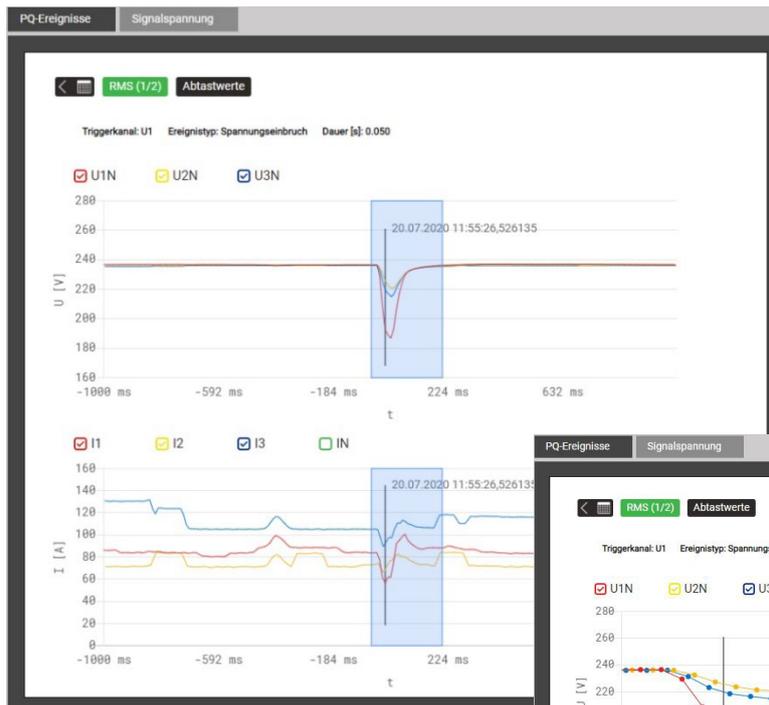
Wie beim lokalen GUI sind die aufgezeichneten Ereignisse in Form eines Logbuches verfügbar. Die Ereignisse können nach Ereignistyp und Ereignisdatum gefiltert werden. Durch Auswahl eines Listeneintrages gelangt man in die grafische Anzeige der zugehörigen Messwertverläufe während des Ereignisses.



Aufzeichnungen mit den Strömen des Current Link Referenzkanals werden nur angezeigt, falls der optionale Störschreiber im Gerät implementiert ist.

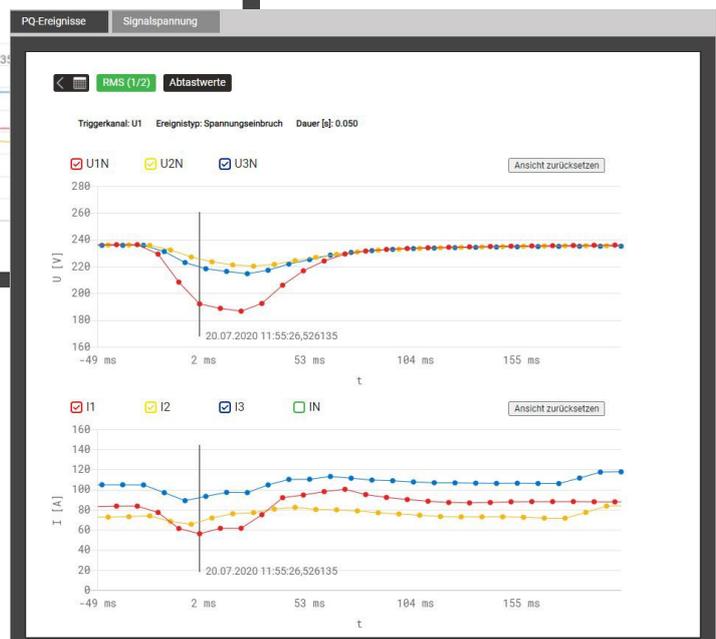


Liste der PQ-Ereignisse



Grafische Darstellung eines PQ-Ereignisses

Durch Auswahl eines Zeitbereiches mit Hilfe der linken Maustaste, kann in die grafische Ereignisanzeige hineingezoomt werden.



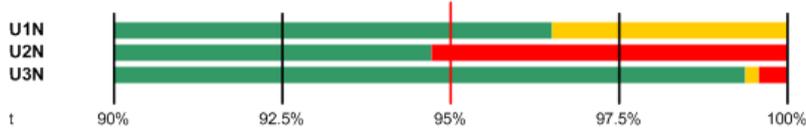
Vergrößertes PQ-Ereignis

7.7.2 PQ-Statistik

Aus der PQ-Statistik Übersicht ist sehr einfach ersichtlich, ob die Grenzwerte der [überwachten Kriterien](#) eingehalten werden oder nicht. Jedes Kriterium wird mit einem Balken dargestellt, welcher sich aus mehreren Farbkomponenten zusammensetzen kann:

- Anforderung erfüllt**
- Fehlende Daten**
- Anforderung nicht erfüllt**

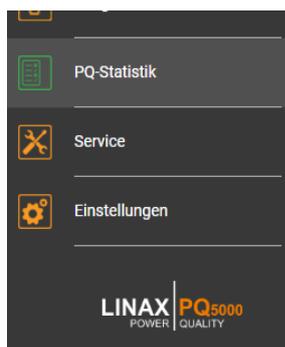
Beispiel für die Überwachung von Spannungsänderungen:



- Zu erfüllender Grenzwert ist mit einem roten Strich markiert (95% der Gesamtzeit)
- U1N: Anforderung erfüllt, da grüner Balken > 95%
- U2N: Anforderung nicht erfüllt, da grüner Balken < 95%
- U3N: Anforderung erfüllt, da grüner Balken > 95%

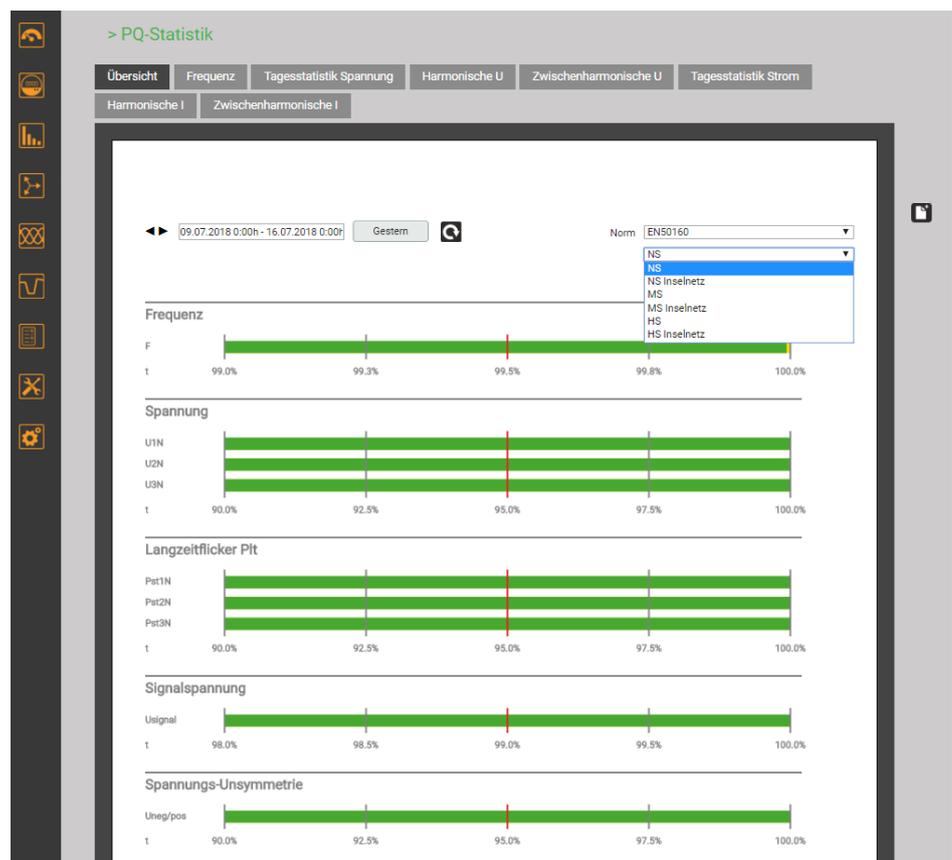
Anzeige der PQ-Statistik Übersicht (WEB-GUI)

Anwahl über das Menü PQ-Statistik



Die PQ-Statistik wird für einen Zeitraum von einer Woche angezeigt. Der Endzeitpunkt kann ausgewählt werden. Der Zeitraum beginnt und endet jeweils um 00:00 Uhr.

Im Übersichtsbild kann direkt ausgewählt werden, nach welcher Norm die Statistik bewertet werden soll.



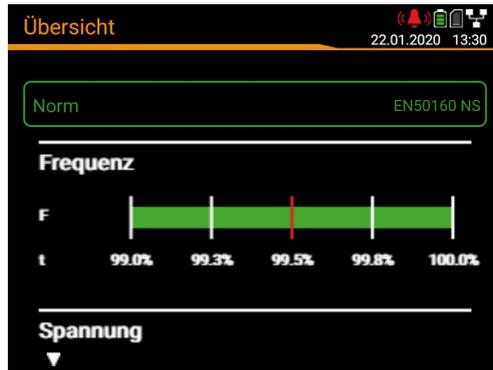
Anzeige der PQ-Statistik Übersicht (lokal)

Anwahl über das Hauptmenü | PQ-Statistik



Die PQ-Statistik wird immer für die vergangenen sieben Tage angezeigt. Ein anderer Zeitbereich kann nicht ausgewählt werden.

Die Norm für die Bewertung der Statistik kann durch Anwahl des Eintrags „Norm“ geändert werden.

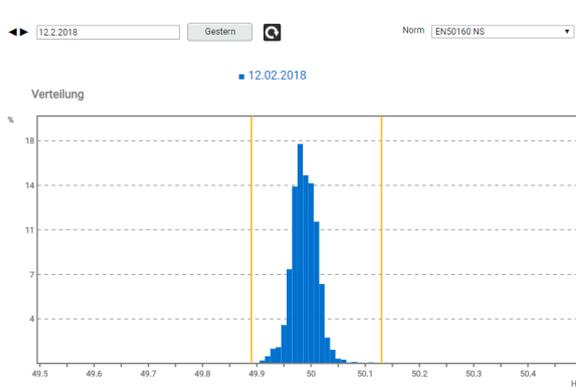


Anzeige von Details der PQ-Statistik

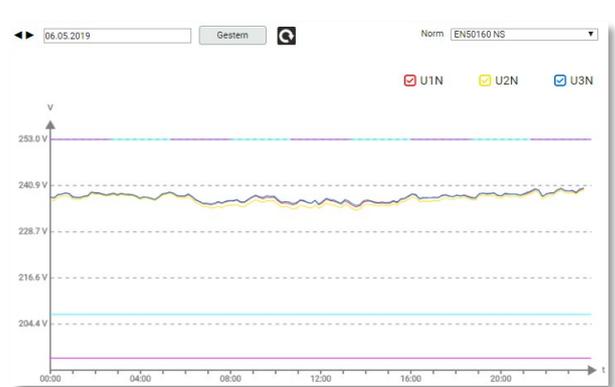
Für die aufgezeichneten PQ-Größen können Details auf Tagesbasis angezeigt werden. Auf dem lokalen Display ist diese Anzeigemöglichkeit auf den vergangenen Tag eingeschränkt.

...	Frequenz	Tagesstatistik U	Harmonische U	Interharmonische U
	Verteilung	Spannung	Harmonische U1x	Interharm. U1x
	Tagesstatistik	Flicker Pst	Harmonische U2x	Interharm. U2x
		Flicker Plt	Harmonische U3x	Interharm. U3x
		U-Unsymm.		
		THD U		

Lokale Anzeigemöglichkeiten



Statistische Verteilung der 10-s Frequenzwerte



Verlauf der 10-min Spannungswerte

Erstellen eines Konformitätsberichtes via Web-Seite des Gerätes – PQ-Easy Report

Via  kann ein Konformitätsbericht im PDF-Format erstellt werden.



PQ-Bericht erstellen

Bitte wählen Sie einen Zeitbereich, eine Norm, sowie den Umfang des Berichts

Start: 06.03.2023 00:00:00
 Ende: 13.03.2023 00:00:00
 Norm: EN50160
 Inhalt: NS

Deckblatt
 Übersicht
 Detail
 Ereignisse

Kommentar: Einspeisung Fabrik G2

Starten Abbrechen

1. Auswertezeitraum wählen: Mindestens 1 Woche
2. Norm auswählen deren Konformität bewertet werden soll
3. Umfang des Berichtes wählen (3 Stufen)
4. Kommentar eingeben, der auf der ersten Seite des Berichts angezeigt wird
5. Berichtserstellung starten...

CAMILLE BAUER 20%

> PQ-Statistik

PQ-Bericht erstellen

Bitte warten...

Deckblatt
 Übersicht
 Detailansicht
 Ereignisse

Abbrechen

Während der Berichtserstellung wird am oberen Bildschirmrand eine Fortschrittsanzeige angezeigt. Die Dauer für die Erstellung hängt vom gewählten Berichtsumfang, dem Auswertezeitraum und der Anzahl der erfassten PQ-Ereignisse ab.

PQ-Bericht erstellen

Bericht erfolgreich erstellt.

Herunterladen Abbrechen

Der erstellte Bericht kann heruntergeladen werden. Je nach verwendetem Browser und dessen Einstellungen, kann entweder gewählt werden wo die Datei gespeichert werden soll oder der Bericht wird ins Standard-Downloadverzeichnis gespeichert.

Beispiel eines Konformitätsberichtes

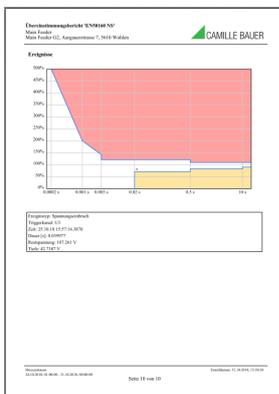
a) Übersicht



b) Details



c) Ereignisse



7.8 Messwert-Informationen in Dateiform

Messwert-Informationen können auch mit Hilfe des Datenexport-Schedulers in Dateiform bereitgestellt werden. Solche Dateien können:

- Periodisch oder ereignisgesteuert an einen SFTP-Server gesendet werden
- Lokal im Gerät gespeichert und über das Web-Interface heruntergeladen werden

Die Verwaltung und Einrichtung von Aufgaben für die Bereitstellung von Dateien erfolgt über das Menü *Datenexport | Automatisierter Datenexport* im Einstellmenü.

7.8.1 Vordefinierte Aufgaben

Der Datenexport-Scheduler enthält zwei vordefinierte Aufgaben für die Bereitstellung von PQDIF-Dateien mit Netzqualitätsinformationen:

aktiv	Name	Erstellung	Datei	Aktion
<input checked="" type="checkbox"/>	Periodic PQDIF	Täglich (letzte 7 Tage)	[PQDIF] Alles in einer Datei	• lokal speichern
<input checked="" type="checkbox"/>	PQ Events	Sofort	[PQDIF] Ereignisse	• an SFTP-Server senden

Diese Aufgaben können aktiviert, deaktiviert und geändert, aber nicht gelöscht werden. Als Aktionen können die lokale Speicherung und das Senden an einen SFTP-Server definiert werden.

Periodic PQDIF

Diese Aufgabe wird periodisch jeweils kurz nach Mitternacht ausgeführt und speichert die Datei(en) in einer hierarchischen Zeitstruktur (Jahr, Monat, Tag). Durch Auswahl des Eintrags kann die Aufgabe angepasst werden. Es kann gewählt werden, ob die Information in einer Datei oder in bis zu drei Dateien (Statistics, Histograms, Events) enthalten sein soll. Der Zeitraum kann entweder einen Tag oder sieben Tage umfassen, die Erzeugung kann täglich oder wöchentlich erfolgen. Werkseinstellung ist die tägliche Erzeugung von bis zu 3 Dateien, jeweils für den vergangenen Tag.

Aufgabe bearbeiten

Name: Periodic PQDIF

Datei: PQDIF, Alles in einer Datei

Erstellung: Täglich (letzte 7 Tage)

Aktion: lokal speichern

Buttons: +, Ok, Abbrechen

PQ Events

Wenn diese Aufgabe aktiviert ist, wird eine PQDIF-Datei mit den Ereignisdaten erzeugt, sobald ein PQ-Ereignis beendet ist. Typischerweise wird diese dann an einen SFTP-Server gesendet.

7.8.2 Periodische Datei-Informationen erzeugen

(Diese Funktion kann bei kundenspezifischen Geräteausführungen fehlen)

Zusätzlich zu den vordefinierten Aufgaben können Tasks definiert werden, welche CSV-Dateien mit Mittelwert-Daten in regelmässigen Abständen erzeugen. Diese Dateien können dann lokal gespeichert und/oder an einen SFTP-Server gesendet werden.

Via "Aufgabe erstellen" können neue Aufgaben erstellt werden. Ein Beispiel ist unten dargestellt:

Die Aufgabe "24h_Leistungsmittelwerte" soll täglich CSV-Dateien erzeugen, mit den Standard-Leistungsmittelwerten der vergangenen 24 Stunden.

Die Dateien werden sowohl lokal gespeichert, als auch in den Unterordner „PowerMeans“ eines SFTP-Servers gesendet. Die [Einstellungen](#) des zu verwendenden SFTP-Servers können über Kommunikation | SFTP im Einstellmenü definiert werden.

Das gewählte Sendefenster bewirkt eine zufällige Übertragung der Datei zum SFTP-Server innerhalb einer Stunde ab Erzeugung. Das Sendefenster kann bis zu 6 Stunden betragen, aber auch deaktiviert sein, um eine unmittelbare Übertragung zu erzwingen.

Die Aufgabenliste zeigt dann drei aktive Tasks. Die vordefinierten Aufgaben sind grau markiert, da sie nur deaktiviert aber nicht entfernt werden können. Die neue Aufgabe "24h_Leistungsmittelwerte" dagegen kann jederzeit vollständig geändert, deaktiviert oder wieder gelöscht werden.

aktiv	Name	Erstellung	Datei	Aktion
<input checked="" type="checkbox"/>	Periodic PQDIF	Täglich (letzte 7 Tage)	[PQDIF] Alles in einer Datei	• lokal speichern
<input checked="" type="checkbox"/>	PQ Events	Sofort	[PQDIF] Ereignisse	• an SFTP-Server senden
<input checked="" type="checkbox"/>	24h_Leistungsmittelwerte	Täglich (letzte 24 Stunden)	[CSV] Mittelwerte	• lokal speichern • an SFTP-Server senden

Über die Einstellungen am lokalen Display können Aufgaben nur aktiviert / deaktiviert werden.

CSV-Einstellungen

CSV-Dateien sind für die Übertragung von Mittelwertstatistiken vorgesehen. Über die unten angezeigten Parameter können die Formatierung und der Inhalt der erzeugten Dateien an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden.

Trennzeichen	Strichpunkt
Dezimaltrennzeichen	Punkt
Zeitformat	Lokalzeit +AB
Einschliesslich Min/Max-Werte	Ja
Skaliert nach...	Nominalwerte
Nachkommastellen	3

- Das **Trennzeichen** separiert die einzelnen Einträge auf einer Textzeile, für die spätere Darstellung in Tabellenform.
- Das **Dezimaltrennzeichen** definiert wie Zahlen bzw. Messwerte in die Datei geschrieben werden. Das Dezimaltrennzeichen muss dem länderspezifischen Zahlenformat des Betriebssystems entsprechen, damit die CSV-Datei ohne Importvorgang direkt in Excel geöffnet werden kann. Übliche Trennzeichen sind Punkt (123.45) oder Komma (123,45).
- **Zeitformat** legt das zu schreibende Zeitformat fest. Beim Zeitformat "Lokalzeit+AB" werden bei der Umschaltung von Sommer- auf Winterzeit die doppelt vorkommenden Einträge zwischen 2 und 3 Uhr mit den Buchstaben A und B ergänzt.
- **Einschliesslich Min/Max-Werte** legt fest ob Mittelwerte mit / ohne Minimum und Maximumwerte in die CSV-Datei geschrieben werden.
- **Skaliert nach** legt fest, ob der Zahlenwert sich an der Grundeinheit (z.B. 1087.65W) oder an den entsprechend den Nominalwerten festgelegten Einheiten (z.B. 1.0876kW), welche auch im Web-Interface verwendet werden, orientiert.
- **Nachkommastellen** legt die Anzahl der Stellen nach dem Dezimaltrennzeichen fest, mit der die Zahlen in die Datei geschrieben werden.

7.8.3 Zugriff auf Dateien-Informationen via Webseite

Über das Service-Menü **Lokaler Datenspeicher | Daten herunterladen** kann auf die im Gerät gespeicherten Dateien zugegriffen werden. Abhängig von den im Datenexport-Scheduler definierten Aufgaben kann die verfügbare Dateistruktur unterschiedlich sein:

- **csv**: Datenablage für alle CSV-Dateien welche lokal gespeichert werden
- **pqdif**: Datenablage für alle PQDIF-Dateien welche lokal gespeichert werden

Die existierende Dateistruktur wird dann in einem neuen Tab angezeigt.



Dateien im **pqdif**-Verzeichnis sind in einer hierarchischen Zeitstruktur (Jahr, Monat, Tag) abgelegt. Durch Auswahl des gewünschten Datums und Doppelklick auf die Datei, kann ein PQDIF einfach heruntergeladen werden.



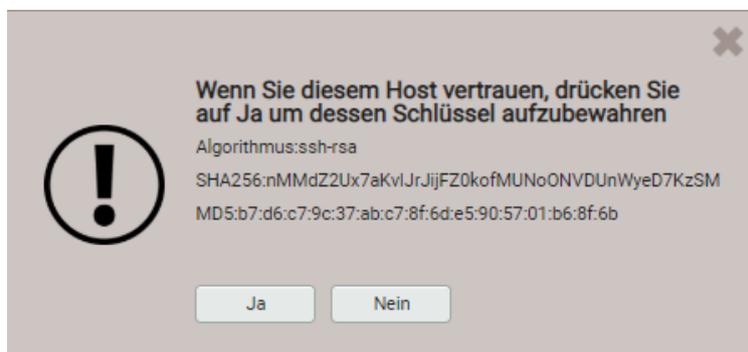
7.8.4 Periodisches Versenden an einen SFTP-Server

Falls im Datenexport-Scheduler als Aktion das Senden an einen SFTP-Server ausgewählt wurde, werden die entsprechenden Dateien periodisch an den in den Einstellungen der Kommunikation eingestellten SFTP-Server versendet.

The screenshot shows the SFTP server configuration settings:

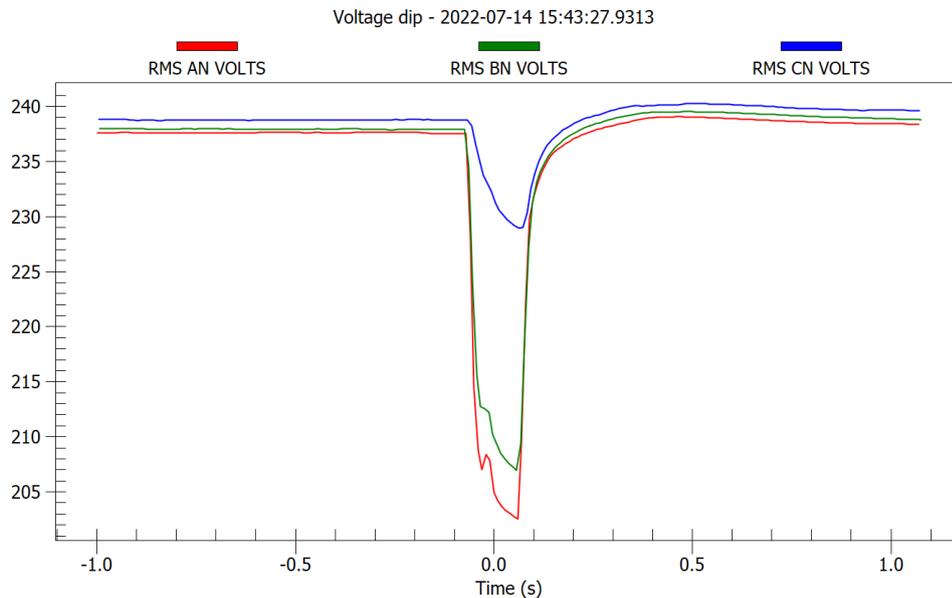
- Host: tenserv.camillebauer.intra
- Port: 22
- Benutzername: sftpuser
- Passwort:
- Basisverzeichnis: data
- Nur mit vertrauenswürdigen Server verbinden: Nein

Zur Erhöhung der Sicherheit kann eingestellt werden, dass sich das Gerät nur mit einem vertrauenswürdigen Server verbindet. Dieser muss bei der Aktivierung dieser Einstellung verfügbar sein und sendet seinen öffentlichen Schlüssel an das Gerät. Wenn dieser Schlüssel akzeptiert wird, wird der Host in die Liste der vertrauenswürdigen Server aufgenommen.



7.8.5 Auswertung der PQDIF-Dateien

Für die Auswertung der Daten der PQDIF-Dateien kann ein kostenfreies Tool mit beschränktem Funktionsumfang, wie der PQDiffactor von Electrotek Concepts (<http://www.pqview.com/pqdiffactor/>; Registrierung erforderlich) oder jede andere Software (z.B. Dranview-7) welche das PQDIF-Format unterstützt, verwendet werden.



Darstellung eines Spannungseinbruchs mit dem PQDiffactor

7.9 Timeouts

Geräte mit Display sind für die Anzeige von Messdaten konzipiert. Deshalb wird jeder andere Vorgang nach einer bestimmten Zeit ohne Anwender-Interaktion beendet und das zuletzt aktive Messwertbild wieder angezeigt.

Menü-Timeout

Wird 2 min. lang die aktuelle Menüauswahl nicht mehr geändert, tritt ein Menü-Timeout auf. Dabei spielt es keine Rolle, ob das aktuell angezeigte Menü das Hauptmenü oder ein Untermenü ist: Das Menü wird geschlossen und das zuletzt aktive Messwertbild wieder angezeigt.

Konfigurations-Timeout

Nach 5 min. ohne Interaktion in einer Parameter-Auswahl oder während der Eingabe eines Wertes im Einstellungs-Menü, wird der aktive Konfigurationsschritt abgebrochen, wobei der zugehörige Parameter unverändert bleibt. Der nächste Schritt hängt dann davon ab, was vorgängig gemacht wurde:

- Falls der Anwender vor dem abgebrochenen Schritt keine Konfigurationsparameter geändert hat, wird das Hauptmenü angezeigt und das Gerät beginnt ein mögliches Menü-Timeout zu überwachen.
- Falls der Anwender vor dem abgebrochenen Schritt Konfigurationsparameter geändert hat, wird die Abfrage „Konfiguration speichern?“ angezeigt. Falls der Anwender diese Abfrage nicht innerhalb zwei Minuten beantwortet, wird die geänderte Konfiguration gespeichert und aktiviert. Danach wird das zuletzt aktive Messwertbild wieder angezeigt.

8. Instandhaltung, Wartung und Entsorgung

8.1 Kalibration und Neuabgleich

Jedes Gerät wird vor der Auslieferung abgeglichen und geprüft. Der Auslieferungszustand wird erfasst und in elektronischer Form abgelegt.

Die Messunsicherheit von Messgeräten kann sich während des Betriebs ändern, falls z.B. die spezifizierten Umgebungsbedingungen nicht eingehalten werden. Auf Wunsch kann bei uns im Werk eine Kalibrierung, verbunden mit einem eventuellen Neuabgleich, zur Sicherstellung der Genauigkeit durchgeführt werden.

8.2 Reinigung

Die Anzeige und die Bedientasten sollten in regelmässigen Abständen gereinigt werden. Verwenden Sie dazu ein trockenes oder leicht angefeuchtetes Tuch.



Schäden durch Reinigungsmittel

Reinigungsmittel können nicht nur die Klarheit der Anzeige beeinträchtigen, sondern auch Schäden am Gerät verursachen. Verwenden Sie deshalb keine Reinigungsmittel.

8.3 Batterie

Das Gerät enthält eine Batterie zur Pufferung der internen Uhr. Diese kann vom Anwender nicht getauscht werden. Der Ersatz kann nur im Werk erfolgen.

8.4 Entsorgung

Das Gerät muss in Übereinstimmung mit den lokalen Gesetzen und Vorschriften entsorgt werden. Dies gilt insbesondere für die eingebaute Batterie.

9. Technische Daten

Messeingänge

Spannung Basisgerät PQ5000CL-0/-1

Nennspannung:	57,7...400 V _{LN} (UL: 347 V _{LN}), 100...693 V _{LL} (UL: 600 V _{LL});
Messbereich max.:	520 V _{LN} , 900 V _{LL} (Sinus)
Messkategorie:	600V CAT III
Messunsicherheit:	± 0,1%
Eigenverbrauch:	≤ U ² / 1,54 MΩ pro Phase
Impedanz:	1,54 MΩ pro Phase
Überlastbarkeit:	dauernd: 520 V _{LN} , 900 V _{LL} 10 x 1 s, Intervall 10s: 800 V _{LN} , 1386 V _{LL}

Spannung Basisgerät PQ5000CL-2/-3

Nennspannung:	100...230 V _{LN} , 173...400 V _{LL}
Messbereich max.:	265 V _{LN} , 460 V _{LL} (Sinus)
Messkategorie:	300V CAT III
Messunsicherheit:	± 0,1%
Eigenverbrauch:	≤ U ² / 1,54 MΩ pro Phase
Impedanz:	1,54 MΩ pro Phase
Überlastbarkeit:	dauernd: 265 V _{LN} , 460 V _{LL}

Strommessung Current Modul 3P / 3PN

Bemessungsstrom Bereich 1:	400 A (typ.), 1000 A (max.)
Bemessungsstrom Bereich 2:	8 kA (typ.), 20 kA (max.)
Messkategorie:	600V CAT IV
Messunsicherheit:	± 0,5% (bei zentriertem Leiter und ohne Fremdfeld)
Winkelfehler:	± 1,0°
Design:	3 oder 4 Rogowski-Spulen

Messunsicherheit

Referenzbedingungen: Nach IEC/EN 60688, Umgebung 23°C±1K, sinusförmiger Eingang, Rogowski-Strommessung mit zentriertem Leiter und ohne Fremdfeld

Grösse

Spannung:	± 0,1 %
Strom	± 0,5 %
Leistung:	± 2,0 % (typisch)
Leistungsfaktor:	± 1,0°
Frequenz:	± 0,01 Hz
Wirkenergie	Klasse 3 (typisch)
Blindenergie	Klasse 3 (typisch)

Anschlussart: 4-Leiter, ungleichbelastet

Nennfrequenz: 42...50...58Hz

Abtastrate: 18 kHz (U), 54 kHz (I)

Datenspeicher intern: 16 GB

Power Quality

Art des Gerätes:	(IEC 62586-1) PQI-x F11 Power Quality Instrument – Klasse A ; Fixe Installation; Innenraumanwendung mit unkontrollierten Temperatur-Variationen (1)
Messintervall:	10 Perioden bei 50Hz, ca. 200ms
Markierungskonzept:	Mehrphasiger Ansatz gemäss IEC 61000-4-30
Zertifizierung:	Gemäss IEC 62586-2 (Norm für die Prüfung der Einhaltung der IEC 61000-4-30)
Zertifizierungsstelle:	Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS, eine unabhängige und akkreditierte Prüfstelle

Konformitätsbewertung nach IEC 62586-2: 2017

Kap.	PQ-Parameter	Compliance 120 V- 60 Hz	Compliance 230 V – 50 Hz
6.1	Netzfrequenz	Ja	Ja
6.2	Höhe der Versorgungsspannung	Ja	Ja
6.3	Flicker	Ja (Klasse F1)	Ja (Klasse F1)
6.4	Unterbrüche, Einbrüche, Überhöhungen der Versorgungsspannung	Ja	Ja
6.5	Unsymmetrie der Versorgungsspannung	Ja	Ja
6.6	Oberschwingungen der Spannungen	Ja	Ja
6.7	Interharmonische der Spannungen	Ja	Ja
6.8	Spannungen für Signalübertragung	Ja	Ja
6.9	Messung von Unter- und Überabweichung	Ja	Ja
6.10	Flagging	Ja	Ja
6.11	Unsicherheit der Zeitinformation	Ja	Ja
6.12	Variationen aufgrund externer Einflussgrössen	Ja	Ja
6.13	Schnelle Spannungsänderungen (RVC)	Ja	Ja

Nullpunktunterdrückung, Bereichseinschränkungen

Die Messung einer Grösse ist jeweils an eine Grundbedingung geknüpft, welche erfüllt sein muss, damit ein Wert bestimmt und via Schnittstelle ausgegeben bzw. auf dem Display angezeigt werden kann. Ist diese Bedingung nicht mehr erfüllt, wird ein Ersatzwert als Messwert verwendet.

Grösse	Bedingung	Ersatzwert
Spannung	$U_x < 1\% U_{X_{nenn}}$	0.00
Strom	$I_x < 0,1\% I_{X_{nenn}}$	0.00
PF	$S_x < 1\% S_{X_{nenn}}$	1.00
QF, LF, $\tan\phi$	$S_x < 1\% S_{X_{nenn}}$	0.00
Frequenz	Spannungseingang zu klein	Nennfrequenz
Unsymmetrie U	$U_x < 5\% U_{X_{nenn}}$	0.00
Phasenwinkel U	mind. eine Spannung $U_x < 5\% U_{X_{nenn}}$	120°
Harm.U, THD-U	Grundharmonische $< 5\% U_{X_{nenn}}$	0.00

Hilfsenergie via Klemmen 13–14 (PQ5000CL-0/-1), intern (PQ5000CL-2/-3)
 Nennspannung: 100...230V AC 50/60Hz / DC $\pm 15\%$ (PQ5000CL-0/-1)
 100...230V AC 50/60Hz $\pm 15\%$ (PQ5000CL-2/-3)
 Überspannungskategorie: OVC III
 Leistungsaufnahme: $\leq 27VA$, $\leq 12W$ (PQ5000CL-0/-1)
 $\leq 60VA$ (PQ5000CL-2/-3)

Verfügbare Funktionserweiterungen

Erweiterungen	Optionale Funktionen <ul style="list-style-type: none"> • IEC 61850-Schnittstelle • MQTT-Schnittstelle • Störschreiber
----------------------	---

Kommunikation

Ethernet via RJ45-Buchse
 Protokoll: Modbus/TCP, NTP, http, https, IPv4, IPv6, IEC61850 (optional)
 Physik: Ethernet 100BaseTX
 Mode: 10/100 Mbit/s, Voll-/Halbduplex, Autonegotiation

Modbus/RTU via Steckklemme (A, B, C/X), nur PQ5000CL-0/-1
 Protokoll: Modbus/RTU
 Physik: RS-485, max. 1200m (4000 ft)
 Baudrate: 9'600, 19'200, 38'400, 57'600, 115'200 Baud
 Anzahl Teilnehmer: ≤ 32

Interne Uhr (RTC)

Unsicherheit: ± 2 Minuten / Monat (15 bis 30°C)
 Synchronisation: keine, via Ethernet ([NTP-Protokoll](#)) oder [GPS](#)
 Gangreserve: > 10 Jahre

Umgebungsbedingungen, allgemeine Hinweise

Betriebstemperatur: -10 bis 15 bis 30 bis +55°C
 Lagertemperatur: -25 bis +70°C;
 Temperatureinfluss: 0,5 x Messunsicherheit pro 10 K
 Langzeitdrift: 0,5 x Messunsicherheit pro Jahr
 Anwendungsgruppe: II (nach EN 60 688)
 Relative Luftfeuchte: < 95% ohne Betauung
 Betriebshöhe: $\leq 2'000$ m über NN
 Nur in Innenräumen zu verwenden!

Mechanische Eigenschaften

Gehäusematerial:	Polycarbonat (Makrolon)
Brennbarkeitsklasse:	V-0 nach UL94, selbstverlöschend, nicht tropfend, halogenfrei
Gewicht:	600 g (PQ5000CL-0/-1)
Abmessungen:	Massbilder

Vibrationsbeständigkeit (Test nach DIN EN 60 068-2-6)

Beschleunigung:	<ul style="list-style-type: none">• Gerät mit Display: $\pm 0,25$ g (Betrieb); 1,20 g (Lagerung)• Gerät ohne Display: ± 2 g
Frequenzbereich:	10...150...10 Hz, durchsweepen mit Durchlaufgeschwindigkeit: 1 Oktave/Minute
Anzahl Zyklen:	Je 10, in den 3 senkrecht aufeinander stehenden Ebenen

Sicherheit

Die Stromeingänge sind untereinander galvanisch getrennt.

Schutzklasse:	II (schutzisoliert, Spannungseingänge mit Schutzimpedanz)
Verschmutzungsgrad:	2
Berührungsschutz	gemäss EN 60529
• PQ5000CL-0/-1:	Front IP40; Gehäuse IP30; Klemmen IP20;
• PQ5000CL-2/-3:	IP66 (Gehäuse), IP43 (Anschlüsse)
• Current Modul 3P/3PN:	IP43
• Rogowski-Spulen:	IP67
Bemessungsspannung (gegen Erde):	Hilfsenergie 100...230V AC / DC I/O's: 24 V DC
Prüfspannungen PQ5000CL-0/-1	Prüfdauer 60s, nach IEC/EN 61010-1 (2011)
	<ul style="list-style-type: none">• Hilfsenergie gegen Eingänge U ¹⁾: 3600V AC• Hilfsenergie gegen Eingänge I: 3000V AC• Hilfsenergie gegen Bus, I/O's: 3000V AC• Eingänge U gegen Eingänge I: 1800V AC• Eingänge U gegen Bus, I/O's ¹⁾: 3600V AC• Eingänge I gegen Bus, I/O's: 3000V AC• Eingänge I gegen Eingänge I: 1500V AC
Prüfspannungen PQ5000CL-2/-3	Prüfdauer 60s, nach IEC/EN 61010-1 (2011)
	<ul style="list-style-type: none">• Hilfsenergie /Eingänge U gegen Bus ¹⁾: 3000V AC

¹⁾ Nur bei Typenprüfung mit entfernten Schutzimpedanzen zulässig



Um den Schutz gegen elektrischen Schlag zu gewährleisten, verwendet das Gerät für die Spannungseingänge das Prinzip der Schutzimpedanz. Alle Kreise des Gerätes werden bei der Endprüfung getestet.

Bevor Hochspannungs- oder Isolationsprüfungen unter Einbezug der Spannungseingänge durchgeführt werden, müssen alle Ausgangsanschlüsse des Gerätes, insbesondere Modbus- und Ethernet-Schnittstelle vom Gerät getrennt werden. Eine eventuelle Hochspannungs-Prüfung zwischen Ein- und Ausgangskreisen muss auf 500V DC begrenzt bleiben, da sonst elektronische Bauteile beschädigt werden können.

Angewendete Vorschriften, Normen und Richtlinien

IEC/EN 61010-1	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte
IEC/EN 61000-4-30 Ed.3	Verfahren zur Messung der Spannungsqualität
IEC/EN 61000-4-7	Verfahren zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen
IEC/EN 61000-4-15	Flickermeter – Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation
IEEE 1159.3	Recommended Practice for the Transfer of Power Quality Data
IEC 62586-1 Ed. 2	Messung der Spannungsqualität in Energieversorgungssystemen – Messgeräte für die Spannungsqualität
IEC 62586-2 Ed. 2	Messung der Spannungsqualität in Energieversorgungssystemen – Funktionsprüfungen und Anforderungen an die Messunsicherheit
EN50160	Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen
IEC/EN 60688	Messumformer für die Umwandlung von Wechselgrößen in analoge oder digitale Signale
DIN 40110	Wechselstromgrößen
IEC/EN 60068-2-1/ -2/-30/-6/-27:	Umweltprüfungen -1 Kälte, -2 Trockene Wärme, -30 Feuchte Wärme, -6 Schwingungen, -27 Schocken
IEC/EN 61000-6-4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Störaussendung für Industriebereiche
IEC/EN 61000-6-5	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Störfestigkeit im Bereich von Kraftwerken und Schaltstationen
IEC/EN 62053-22	Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 0,1 S 0,2 S und 0,5 S
IEC/EN 62053-24	Elektronische Grundschwingungs-Blindverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 0,5 S, 1 S, 1, 2 und 3
IEC/EN 60529	Schutzarten durch Gehäuse
UL94	Prüfung für die Entflammbarkeit von Kunststoffen für Bauteile in Einrichtungen und Geräten
2011/65/EU (RoHS)	EU-Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe

Warning

This is a class A product. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

This device complies with part 15 of the FCC:

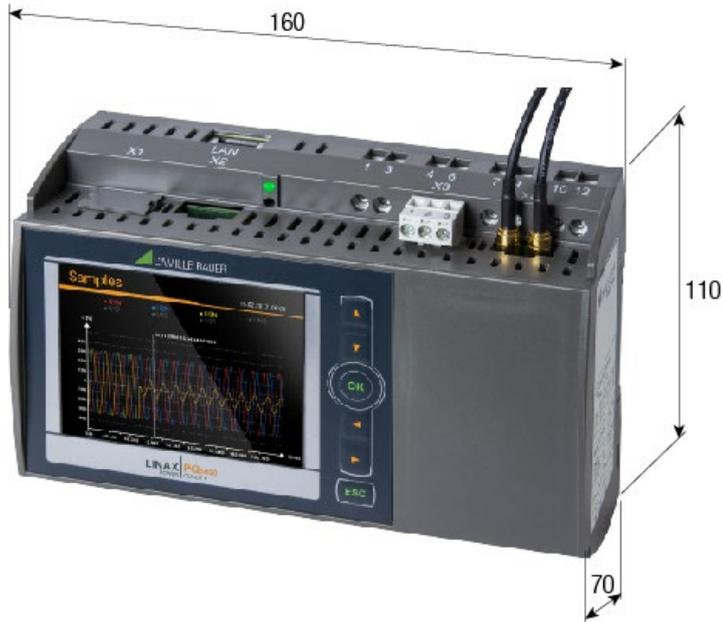
Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

This Class A digital apparatus complies with Canadian ICES-003.

10. Massbilder

Alle Masse in [mm]

LINAX PQ5000CL-0 / -1



LINAX PQ5000CL-2 / -3



Anhang

A Beschreibung der Messgrößen

A1 Grund-Messgrößen

Die Grundmessgrößen des elektrischen Netzes werden alle 200ms, durch Mittelwertbildung über 10 Perioden bei Nennfrequenz 50Hz bestimmt. Die nachfolgenden Werte sind für jedes installierte Current Module und das Basisgerät (mit der Option «Strommessung im Basisgerät») verfügbar.

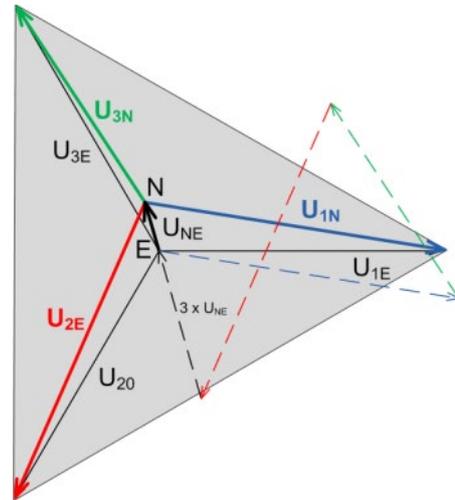
Messgröße
Spannung U_{1N}
Spannung U_{2N}
Spannung U_{3N}
Spannung U_{12}
Spannung U_{23}
Spannung U_{31}
Spannung U_{NE}
Strom I_1
Strom I_2
Strom I_3
Strom im Neutralleiter I_N
Strom im Erdleiter I_{PE} (berechnet)
Wirkleistung P
Wirkleistung P_1
Wirkleistung P_2
Wirkleistung P_3
Gesamt-Blindleistung Q
Gesamt-Blindleistung Q_1
Gesamt-Blindleistung Q_2
Gesamt-Blindleistung Q_3
Scheinleistung S
Scheinleistung S_1
Scheinleistung S_2
Scheinleistung S_3
Frequenz F
Powerfaktor PF
Powerfaktor PF_1
Powerfaktor PF_2
Powerfaktor PF_3
$U_{mean}=(U_{1N}+U_{2N}+U_{3N})/3$
$I_{mean}=(I_1+I_2+I_3)/3$
Phasenwinkel zwischen U_1 und U_2
Phasenwinkel zwischen U_2 und U_3
Phasenwinkel zwischen U_3 und U_1
Winkel zwischen U_1 und I_1
Winkel zwischen U_2 und I_2
Winkel zwischen U_3 und I_3

Nullpunkt-Verlagerungsspannung U_{NE}

Ausgehend vom erzeugenden System mit dem (normalerweise geerdeten) Sternpunkt E, verschiebt sich bei unsymmetrischer Belastung der Sternpunkt (N) auf Verbraucherseite. Die zwischen E und N anliegende Verlagerungsspannung lässt sich durch vektorielle Addition der Spannungszeiger der drei Phasen ermitteln:

$$U_{NE} = - (U_{1N} + U_{2N} + U_{3N}) / 3$$

Eine Verlagerungsspannung kann auch durch Oberwellen der Ordnung 3, 9, 15, 21 usw. entstehen, da sich die zugehörigen Ströme im Neutralleiter addieren.



A2 Oberschwingungs-Analyse

Die Analyse der Oberschwingungen erfolgt gemäss IEC 61000-4-7 über 10 Perioden bei 50Hz. Es werden die Spannungen des Basisgerätes und die Ströme des wählbaren Referenzkanals ausgewertet.

Messgrösse
THD Spannung U1N
THD Spannung U2N
THD Spannung U3N
TDD Strom I1
TDD Strom I2
TDD Strom I3
Oberwellenanteile 2.-50. U1N
Oberwellenanteile 2.-50. U2N
Oberwellenanteile 2.-50. U3N
Oberwellenanteile 2.-50. I1
Oberwellenanteile 2.-50. I2
Oberwellenanteile 2.-50. I3

Oberschwingungen

Oberschwingungen sind Vielfache der Grund- bzw. Netzfrequenz. Sie entstehen durch nichtlineare Verbraucher im Netz, wie z.B. drehzahlgeregelte Antriebe, Gleichrichter, Thyristorsteuerungen oder Leuchtstofflampen. Dadurch entstehen unerwünschte Nebenwirkungen, wie etwa die zusätzliche thermische Belastung von Betriebsmitteln oder Leitungen, welche zu vorzeitiger Alterung oder sogar zum Ausfall führen können. Auch die Zuverlässigkeit sensibler Verbraucher kann beeinträchtigt werden und unerklärliche Störungen verursachen.

TDD (Total Demand Distortion)

Der gesamte Oberschwingungsanteil der Ströme wird zusätzlich als Total Demand Distortion, kurz TDD, bestimmt. Dieser ist auf den Nennstrom bzw. die Nennleistung skaliert. Nur so kann dessen Einfluss auf die angeschlossenen Betriebsmittel richtig abgeschätzt werden.



Die Genauigkeit der Oberschwingungs-Analyse ist stark abhängig von den eventuell eingesetzten Strom- und Spannungswandlern. Im Oberschwingungsbereich verändern diese sowohl die Amplitude als auch die Phasenlage der zu messenden Signale. Es gilt: Je höher die Frequenz der Oberschwingung, desto stärker die Dämpfung bzw. die Phasenschiebung.

A3 Netz-Unsymmetrie

Messgrösse
UR1: Mitsystem [V]
UR2: Gegensystem [V]
U0: Nullsystem [V]
U: Unsymmetrie UR2/UR1
U: Unsymmetrie U0/UR1

Unsymmetrie in Drehstromnetzen kann sowohl durch einphasige Belastung entstehen, als auch durch Störfälle, wie z.B. das Durchbrennen einer Sicherung, einen Erdschluss, einen Phasenausfall oder Isolationsfehler. Auch Oberwellenanteile 3., 9., 15., 21. usw. Ordnung, welche sich im Neutralleiter addieren, können zu Unsymmetrie führen. Auf Nennwert dimensionierte Betriebsmittel wie Drehstromgeneratoren, Transformatoren oder Motoren auf Verbraucherseite, können durch Unsymmetrie übermässig beansprucht werden. Dies kann zu verkürzter Lebensdauer oder thermisch bedingten Schädigungen oder Ausfällen führen. Eine Überwachung der Unsymmetrie hilft somit Kosten im Unterhalt zu sparen und verlängert die störungsfreie Betriebsdauer der eingesetzten Betriebsmittel.

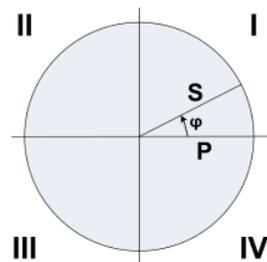
Symmetrische Komponenten (nach Fortescue)

Die Bestimmung der Unsymmetrie mit Hilfe der symmetrischen Komponenten liefert Ergebnisse, welche für die Störanalyse und zu Schutzzwecken in Dreiphasennetzen verwendet werden können. Dabei wird das real existierende Netz in symmetrische Teilnetze aufgeteilt, das Mitsystem, das Gegensystem und bei Netzen mit Neutralleiter auch ein Nullsystem. Der Ansatz ist am besten bei rotierenden Maschinen zu verstehen. Das Mitsystem repräsentiert ein positives Drehfeld, das Gegensystem ein negatives (bremsendes) Drehfeld mit umgekehrter Drehrichtung. Das Gegensystem verhindert also, dass die Maschine das volle Drehmoment entwickeln kann. Bei Generatoren ist z.B. die maximale zulässige Schiefast (Stromunsymmetrie) typischerweise auf einen Wert von 8...12% begrenzt.

A4 Zähler

Die nachfolgenden Energiezählerwerte werden für jeden mit einem Current-Modul überwachten Abgang bereitgestellt.

Messgrösse
Wirkenergie I+IV
Wirkenergie II+III
Blindenergie I+II
Blindenergie III+IV



B Anzeige-Matrix

B0 Kurzbezeichnung der Messgrößen

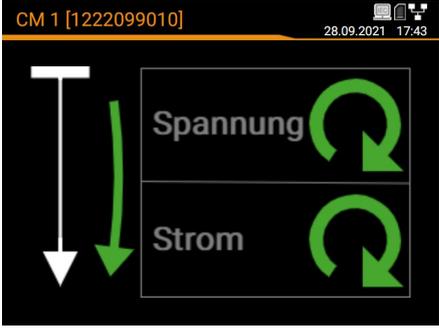
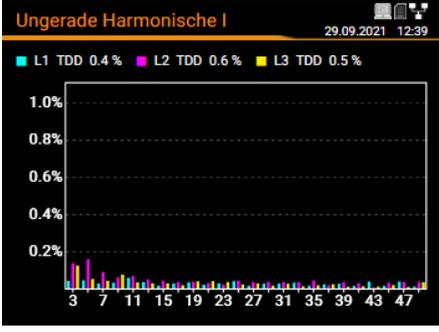
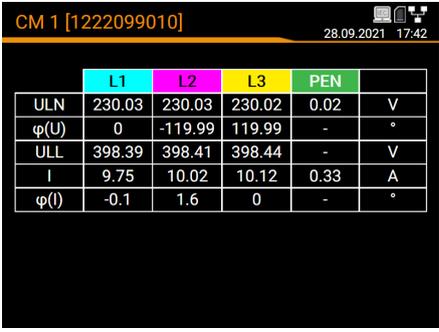
Momentanwerte

Name	Messgrößen-Identifikation	Einh.	Beschreibung
U	U TRMS	V	Spannung im Netz
U1N	U 1N TRMS	V	Spannung zwischen den Leitern L1 und N
U2N	U 2N TRMS	V	Spannung zwischen den Leitern L2 und N
U3N	U 3N TRMS	V	Spannung zwischen den Leitern L3 und N
U12	U 12 TRMS	V	Spannung zwischen den Leitern L1 und L2
U23	U 23 TRMS	V	Spannung zwischen den Leitern L2 und L3
U31	U 31 TRMS	V	Spannung zwischen den Leitern L3 und L1
UNE	U NE TRMS	V	Spannung zwischen N und PE
I	I TRMS	A	Strom im gleichbelasteten 1-, 3- oder 4-Leiter Netz
I1	I 1 TRMS	A	Strom im Leiter L1
I2	I 2 TRMS	A	Strom im Leiter L2
I3	I 3 TRMS	A	Strom im Leiter L3
IN	I N TRMS	A	Neutralleiterstrom
IPE	I PE TRMS	A	Erdstrom
P	P TRMS	W	Wirkleistung des Netzes ($P = P1 + P2 + P3$)
P1	P 1 TRMS	W	Wirkleistung im Strang 1 (L1 – N)
P2	P 2 TRMS	W	Wirkleistung im Strang 2 (L2 – N)
P3	P 3 TRMS	W	Wirkleistung im Strang 3 (L3 – N)
Q	Q TRMS	var	Blindleistung des Netzes ($Q = Q1 + Q2 + Q3$)
Q1	Q 1 TRMS	var	Blindleistung im Strang 1 (L1 – N)
Q2	Q 2 TRMS	var	Blindleistung im Strang 2 (L2 – N)
Q3	Q 3 TRMS	var	Blindleistung im Strang 3 (L3 – N)
S	S TRMS	VA	Scheinleistung des Netzes S
S1	S 1 TRMS	VA	Scheinleistung im Strang 1 (L1 – N)
S2	S 2 TRMS	VA	Scheinleistung im Strang 2 (L2 – N)
S3	S 3 TRMS	VA	Scheinleistung im Strang 3 (L3 – N)
F	F TRMS	Hz	Frequenz des Netzes
PF	PF TRMS		Wirkfaktor P / S
PF1	PF 1 TRMS		Wirkfaktor P1 / S1
PF2	PF 2 TRMS		Wirkfaktor P2 / S2
PF3	PF 3 TRMS		Wirkfaktor P3 / S3

Zähler

Name	Messgrößen-Identifikation	Einh.	Beschreibung
ΣP_{I+IV_HT}	P  ΣHT	Wh	Wirkenergie I+IV
ΣP_{II+III_HT}	P  ΣHT	Wh	Wirkenergie II+III
ΣQ_{I+II_HT}	Q  ΣHT	varh	Blindenergie I+II
ΣQ_{III+IV_HT}	Q  ΣHT	varh	Blindenergie III+IV

Grafische Messwertanzeigen

Name	Darstellung	Beschreibung																																				
PHASOR		Grafik: Alle Strom- und Spannungsvektoren																																				
PHASE_SEQ		Drehrichtungsanzeige für die Spannungen und die Ströme eines Current Module, hier CM1																																				
HO_IX		Ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Demand Distortion aller Ströme																																				
HO_UX	(wie HO_IX)	Ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen																																				
HE_IX	(wie HO_IX)	Gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Demand Distortion aller Ströme																																				
HE_UX	(wie HO_IX)	Gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen																																				
INST_UI	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>PEN</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U_{LN}</td> <td>230.03</td> <td>230.03</td> <td>230.02</td> <td>0.02</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>φ(U)</td> <td>0</td> <td>-119.99</td> <td>119.99</td> <td>-</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>U_{LL}</td> <td>398.39</td> <td>398.41</td> <td>398.44</td> <td>-</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>9.75</td> <td>10.02</td> <td>10.12</td> <td>0.33</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>φ(I)</td> <td>-0.1</td> <td>1.6</td> <td>0</td> <td>-</td> <td>°</td> </tr> </tbody> </table>		L1	L2	L3	PEN		U _{LN}	230.03	230.03	230.02	0.02	V	φ(U)	0	-119.99	119.99	-	°	U _{LL}	398.39	398.41	398.44	-	V	I	9.75	10.02	10.12	0.33	A	φ(I)	-0.1	1.6	0	-	°	Momentanwerte der Spannungen und Ströme mit Phasenwinkel-Information
	L1	L2	L3	PEN																																		
U _{LN}	230.03	230.03	230.02	0.02	V																																	
φ(U)	0	-119.99	119.99	-	°																																	
U _{LL}	398.39	398.41	398.44	-	V																																	
I	9.75	10.02	10.12	0.33	A																																	
φ(I)	-0.1	1.6	0	-	°																																	

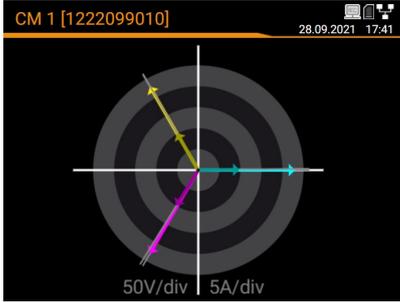
INST_PQS	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>PEN</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>2.24</td> <td>2.29</td> <td>2.33</td> <td>-</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>-0.05</td> <td>0.10</td> <td>-0.15</td> <td>-</td> <td>kvar</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>2.24</td> <td>2.29</td> <td>2.33</td> <td>-</td> <td>kVA</td> </tr> </tbody> </table>		L1	L2	L3	PEN		P	2.24	2.29	2.33	-	kW	Q	-0.05	0.10	-0.15	-	kvar	S	2.24	2.29	2.33	-	kVA	Momentanwerte der Leistungen pro Phase
	L1	L2	L3	PEN																						
P	2.24	2.29	2.33	-	kW																					
Q	-0.05	0.10	-0.15	-	kvar																					
S	2.24	2.29	2.33	-	kVA																					
INST_SYS	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SYS</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>9.97</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>6.87</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>0.17</td> <td>kvar</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>6.88</td> <td>kVA</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>49.999</td> <td>Hz</td> </tr> </tbody> </table>		SYS		I	9.97	A	P	6.87	kW	Q	0.17	kvar	S	6.88	kVA	F	49.999	Hz	Momentanwerte der Systemgrößen						
	SYS																									
I	9.97	A																								
P	6.87	kW																								
Q	0.17	kvar																								
S	6.88	kVA																								
F	49.999	Hz																								

B1 Vorortanzeige

Momentanwerte

CM1

▶ CM2 ▶ CM3 ▶ CM10



PHASOR

	L1	L2	L3	PEN	
ULN	230.03	230.03	230.02	0.02	V
$\varphi(U)$	0	-119.99	119.99	-	°
ULL	398.39	398.41	398.44	-	V
I	9.75	10.02	10.12	0.33	A
$\varphi(I)$	-0.1	1.6	0	-	°

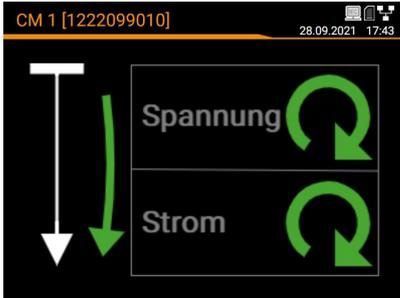
INST_UI

	L1	L2	L3	PEN	
P	2.24	2.29	2.33	-	kW
Q	-0.05	0.10	-0.15	-	kvar
S	2.24	2.29	2.33	-	kVA

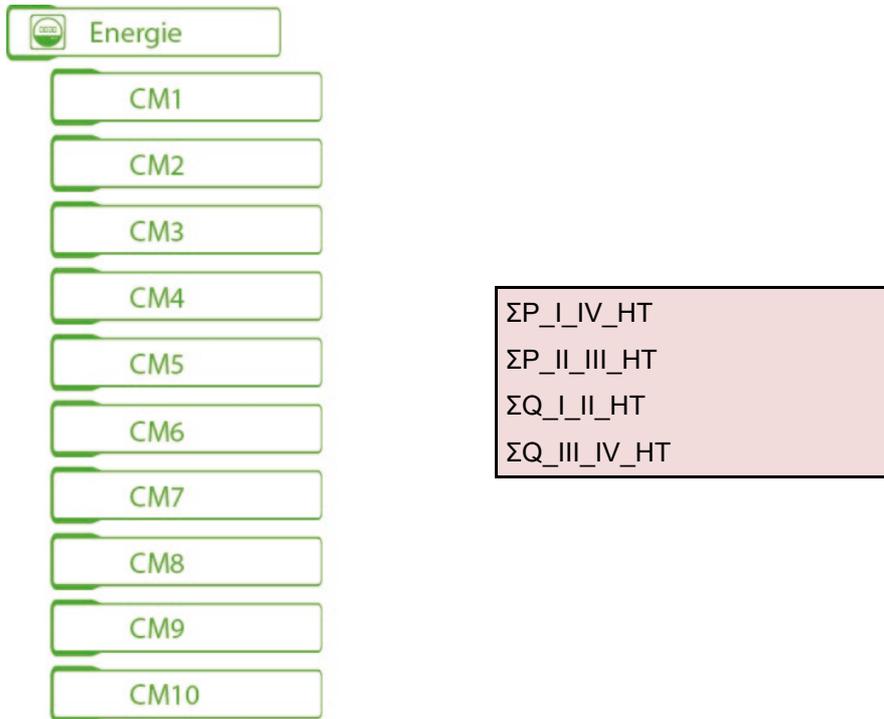
INST_PQS

	SYS	
I	9.97	A
P	6.87	kW
Q	0.17	kvar
S	6.88	kVA
F	49.999	Hz

INST_SYS



PHASE_SEQ



C FCC statement

The following statement applies to the products covered in this manual, unless otherwise specified herein. The statement for other products will appear in the accompanying documentation.

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to Part 15 of the FCC Rules and meets all requirements of the Canadian Interference-Causing Equipment Standard ICES-003 for digital apparatus. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/T.V. technician for help.

Camille Bauer AG is not responsible for any radio television interference caused by unauthorized modifications of this equipment or the substitution or attachment of connecting cables and equipment other than those specified by Camille Bauer AG. The correction of interference caused by such unauthorized modification, substitution or attachment will be the responsibility of the user.

Stichwortverzeichnis

A

Anzeige-Matrix 69

B

Bedienelemente 37

E

Elektrische Anschlüsse
 Current Link 14
 Hilfsenergie..... 18
 Leiterquerschnitte 12
 Modbus-Schnittstelle 19
 Spannung 13
 Ethernet installation 24

F

FCC statement 73
 Firewall 27

G

Geräte-Übersicht 6
 GPS..... 16

H

HTTPS 34

I

I, II, III, IV 39
 IEC61850 28
 Inbetriebnahme 20
 Instandhaltung und Wartung 59

K

Konfiguration
 Menü 40
 Konformitätsbericht..... 52

L

Lieferumfang 5

M

Massbild 65
 Mechanischer Einbau 9
 Menübedienung 37

Messgrößen 66
 Grundgrößen 66
 Netz-Unsymmetrie 68
 Nullpunkt-Verlagerungsspannung 67
 Oberschwingungs-Analyse 67
 Zähler 68
 Messwertanzeigen 38
 Messwerte
 Rücksetzen 40

N

Netz-Unsymmetrie 68
 NTP 26
 Nullpunktunterdrückung 61

P

PQ-Ereignisaufzeichnungen 47
 PQ-Statistik..... 50
 PQ-Überwachung 43

R

Römische Zahlen..... 39
 Rücksetzen von Messwerten 40

S

Sicherheitshinweise 6
 Sicherheitssystem..... 28, 32
 Symbole 39
 Symmetrische Komponenten..... 68
 SYSLOG..... 35

T

Technische Daten..... 60

U

Überprüfen der Installation..... 22

W

Whitelist..... 34

Z

Zeitsynchronisation
 GPS..... 17
 NTP 26