

# Geräte-Handbuch

## LINAX PQ1000

## LINAX PQ3000

## LINAX PQ5000

Betriebsanleitung LINAX PQx000 (2024-02)



**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](mailto:info@cbmag.com)  
<https://www.camillebauer.com>

 **CAMILLE BAUER**  
GMC-INSTRUMENTS GROUP

## 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](mailto:customer-support@camillebauer.com)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>5</b>
1.1 Bestimmung des Dokuments .....	5
1.2 Lieferumfang .....	5
1.3 Weitere Unterlagen .....	5
<b>2. Sicherheitshinweise</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Geräte-Übersicht</b> .....	<b>6</b>
3.1 Kurzbeschreibung .....	6
3.2 Geräteübersicht .....	7
3.3 Verfügbare Messdaten .....	8
<b>4. Mechanischer Einbau</b> .....	<b>8</b>
4.1 Schalttafel-Ausschnitt PQ1000 / PQ3000 .....	9
4.2 Schalttafel-Einbau PQ1000 / PQ3000 .....	9
4.3 Hutschienenmontage PQ1000 / PQ5000 .....	10
<b>5. Elektrische Anschlüsse</b> .....	<b>12</b>
5.1 Allgemeine Warnhinweise .....	12
5.2 Klemmenbelegung der I/O-Erweiterungen .....	14
5.2.1 LINAX PQ3000 .....	14
5.2.2 LINAX PQ5000 .....	14
5.3 Mögliche Leiterquerschnitte und Drehmomente .....	14
5.4 Messeingänge des Basisgerätes .....	16
5.5 Rogowski-Stromeingänge .....	23
5.6 Hilfsenergie .....	23
5.7 Relais .....	24
5.8 Digitale Eingänge .....	24
5.9 Digitale Ausgänge .....	26
5.10 Analoge Ausgänge .....	27
5.11 Fehlerstromerkennung .....	28
5.12 Temperatureingänge .....	30
5.13 Modbus-Schnittstelle RS485 .....	30
5.14 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) .....	31
5.15 GPS-Zeitsynchronisation .....	32
5.16 IRIG-B Zeitsynchronisation .....	34
<b>6. Inbetriebnahme</b> .....	<b>35</b>
6.1 Parametrierung der Gerätefunktionen .....	36
6.2 Betriebs-LED .....	36
6.3 Überprüfen der Installation .....	37
6.4 Ethernet-Installation .....	39
6.4.1 Einstellungen .....	39
6.4.2 Anschluss der Standard-Schnittstelle .....	42
6.4.3 Anschluss der IEC61850-Schnittstelle .....	42
6.4.4 Anschluss der PROFINET-Schnittstelle .....	42
6.4.5 MAC-Adressen .....	43
6.4.6 Zurücksetzen der Kommunikations-Einstellungen .....	44
6.5 Kommunikationstests .....	44
6.6 IEC 61850-Schnittstelle .....	45
6.7 PROFINET IO-Schnittstelle .....	45
6.7.1 Gerätebeschreibungsdatei (GSD) .....	45
6.7.2 Parametrierung des Gerätes .....	46
6.7.3 Gültigkeit der Messwerte .....	48
6.7.4 PROFINET-Status .....	48
6.8 Simulation von analogen / digitalen Ausgängen .....	49
6.9 Sicherheitssystem .....	49
6.9.1 RBAC-Management .....	49
6.9.2 An- und abmelden eines Benutzers via Webseite .....	53
6.9.3 An- und abmelden eines Benutzers via lokale Anzeige .....	54
6.9.4 Client Whitelist .....	55
6.9.5 Sichere Kommunikation mit HTTPS .....	55
6.9.6 Audit log (SYSLOG) .....	56
<b>7. Bedienen des Gerätes</b> .....	<b>58</b>
7.1 Bedienelemente .....	58

7.2	Auswahl der anzuzeigenden Information .....	58
7.3	Messwertanzeigen und verwendete Symbole .....	59
7.4	Rücksetzen von Messdaten.....	61
7.5	Konfiguration.....	61
7.5.1	Konfiguration am Gerät.....	61
7.5.2	Konfiguration via Webbrowser .....	63
7.6	PQ-Überwachung .....	65
7.6.1	PQ-Ereignisse .....	65
7.6.2	PQ-Statistik .....	67
7.6.3	Bereitstellung von PQ-Daten .....	68
7.7	Alarmierung.....	69
7.7.1	Grenzwerte auf Basismessgrößen .....	69
7.7.2	Überwachung von Fehlerströmen.....	70
7.7.3	Überwachung von Temperaturen .....	71
7.7.4	Überwachungsfunktionen .....	72
7.7.5	Sammelalarm .....	73
7.8	Datenaufzeichnung.....	74
7.8.1	Periodische Daten.....	74
7.8.2	Selbstdefinierte Ereignisse .....	78
7.8.3	PQ-Ereignisse .....	78
7.8.4	PQ-Statistik .....	82
7.8.5	Mikro SD-Card (nur PQ3000) .....	86
7.9	Messwert-Informationen in Dateiform.....	87
7.9.1	Vordefinierte Aufgaben .....	87
7.9.2	Periodische Datei-Informationen erzeugen .....	89
7.9.3	Zugriff auf Dateien-Informationen via Webseite .....	90
7.9.4	PQIS-Dateien herunterladen.....	91
7.9.5	Periodisches Versenden an einen SFTP-Server .....	92
7.9.6	Auswertung der PQDIF-Dateien .....	93
7.10	Timeouts .....	93
<b>8.</b>	<b>Instandhaltung, Wartung und Entsorgung.....</b>	<b>94</b>
8.1	Kalibration und Neuabgleich.....	94
8.2	Reinigung.....	94
8.3	Batterien.....	94
8.4	Entsorgung.....	94
<b>9.</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>95</b>
<b>10.</b>	<b>Massbilder.....</b>	<b>102</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>105</b>	<b>105</b>
<b>A</b>	<b>Beschreibung der Messgrößen.....</b>	<b>105</b>
A1	Grund-Messgrößen .....	105
A2	Oberschwingungs-Analyse .....	109
A3	Netz-Unsymmetrie .....	110
A4	Mittelwerte und Trend .....	111
A5	Zähler .....	112
<b>B</b>	<b>Anzeige-Matrizen.....</b>	<b>113</b>
B0	Verwendete Kurzbezeichnungen der Messgrößen .....	113
B1	Anzeige-Matrizen Einphasennetz .....	119
B2	Anzeige-Matrizen Split-phase (Zweiphasen-Netz) .....	120
B3	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz gleichbelastet .....	121
B4	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet .....	122
B5	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet, Aron.....	123
B6	Anzeige-Matrizen Vierleiternetz ungleichbelastet.....	124
B7	Gemeinsame Anzeige-Matrizen .....	125
<b>C</b>	<b>Logikfunktionen .....</b>	<b>126</b>
<b>D</b>	<b>FCC statement .....</b>	<b>127</b>
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>128</b>

# 1. Einleitung

## 1.1 Bestimmung des Dokuments

Dieses Dokument beschreibt die universellen Netzqualitäts-Analysegeräte LINAX PQ1000, PQ3000 und PQ5000. Es richtet sich an:

- Installateure und Inbetriebsetzer
- Service- und Wartungspersonal
- Planer



### Gerät mit der Option PME-Zentrale

Die Funktionalität, die Installation und die Inbetriebnahme des PME-Systems sind im *System-Handbuch Option PME-Zentrale* beschrieben. Dieses Handbuch kann über die Produktseite des Basisgerätes auf <https://camillebauer.com> oder über das Menü *Service | Geräte-Information | Betriebsanleitungen* auf der Website des Basisgerätes heruntergeladen werden.

### Gültigkeitsbereich

Dieses Handbuch ist für alle Hardware-Varianten der Geräte 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
- Sicherheitshinweise (mehrsprachig)
- Montage-Set: 2 Befestigungsbügel (nur PQ1000 für Schalttafeleinbau und PQ3000)
- Akku (optional, nur bei PQ3000 und PQ5000 mit USV)

## 1.3 Weitere Unterlagen

Folgende weitere Dokumente zum Gerät sind elektronisch via

<https://www.camillebauer.com/pq1000-de> oder

<https://www.camillebauer.com/pq3000-de> oder

<https://www.camillebauer.com/pq5000-de> verfügbar:

- Sicherheitshinweise
- Datenblatt
- Modbus-Schnittstelle LINAX PQx000: Registerbeschreibung Modbus RTU/TCP-Kommunikation
- Modbus-Schnittstelle Option PME-Zentrale
- IEC61850-Schnittstelle SINEAX AMx000/DM5000, LINAX PQx000, CENTRAX CUx000
- Camille Bauer Zertifikat für verschlüsselte HTTPS-Kommunikation

## 2. Sicherheitshinweise



Geräte dürfen nur fachgerecht entsorgt werden!

Installation und Inbetriebnahme dürfen 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.

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

Ein Öffnen des Gehäuses bzw. Eingriff in das Gerät 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

Die Geräte der LINAX PQ-Reihe sind Kompaktgeräte für die Messung und Überwachung in Starkstrom-Netzen. Sie stellen eine breite Funktionalität zur Verfügung, welche sich mit optionalen Komponenten noch weiter ausbauen lässt. Das auf dem Gerät angebrachte Typenschild gibt Auskunft über die jeweils vorliegende Variante. Die Anbindung des Prozess-Umfelds kann mit Hilfe von Kommunikations-Schnittstellen, über digitale I/Os, Analogausgänge oder Relais vorgenommen werden. Die Parametrierung der Geräte-Funktionen kann direkt am Gerät oder über einen Webbrowser vorgenommen werden.

Die Produkte der Reihe LINAX PQ1000, PQ3000 und PQ5000 sind metrologisch unabhängig zertifizierte Geräte der Klasse A oder S 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 direkt über die Webseite des Gerätes erzeugen und stellt ein umfassendes Cyber-Security Konzept bereit.

### 3.2 Geräteübersicht



	PQ1000	PQ3000	PQ5000
Spannungseingänge	4	5	5
Eingangskanäle Strom	3	4	4
Funktionsklasse nach IEC 61000-4-30	Klasse S	Klasse A	Klasse A
Gerätetyp nach IEC 62586-1	PQI-S F11	PQI-A F11	PQI-A F11
<b>PQ-KONFORMITÄTSÜBERWACHUNG</b>			
Netzfrequenz	▪	▪	▪
Spannungs- / Stromänderungen	▪	▪	▪
Unsymmetrie Spannung / Strom	▪	▪	▪
THDS der Netzspannungen	▪	▪	▪
Harmonische Spannung / Strom	▪	▪	▪
Flicker Pst / Plt	–	▪	▪
Signalübertragungs-Spannungen	–	▪	▪
Interharmonische Spannung / Strom	–	▪	▪
<b>PQ-EREIGNISAUFZEICHNUNG</b>			
Spannungseinbruch	▪	▪	▪
Spannungsunterbruch	▪	▪	▪
Spannungsüberhöhung	▪	▪	▪
Schnelle Spannungsänderung (RVC)	–	▪	▪
Homopolare Spannung (Unsymmetrie)	▪	▪	▪
Stromüberhöhung	▪	▪	▪
Frequenz-Anomalie	▪	▪	▪
Rundsteuersequenzen	–	▪	▪
<b>MESS-UNSICHERHEIT</b>			
Spannung, Strom	±0,2%	±0,1%	±0,1%
Wirk-, Blind-, Scheinleistung	±0,5%	±0,2%	±0,2%
Wirkenergie (IEC 62053-22)	Klasse 0.2S (1/5A)	Klasse 0.2S	Klasse 0.2S
<b>KOMMUNIKATION</b>			
Ethernet: Modbus/TCP, Webserver, NTP	(Standard)	(Standard)	(Standard)
IEC 61850	(Option)	(Option)	(Option)
PROFINET IO	(Option)	(Option)	(Option)
RS485: Modbus/RTU	(Option)	(Option)	(Option)
Standard I/Os	1 Dig. OUT ; 1 Dig. IN/OUT	1 Dig. IN ; 2 Dig. OUT	1 Dig. IN ; 2 Dig. OUT
Erweiterungsmodule (optional)	max. 1 Modul	max. 3 Module	max. 2 Module
<b>HILFSENERGIE</b>			
	100-230V AC/DC 24-48V DC	110-230V AC/130-230V DC 110-200V AC/DC 24-48V DC	100-230V AC/DC 24-48V DC
Leistungsaufnahme	≤18 VA, ≤8 W	≤30 VA, ≤13 W	≤27 VA, ≤12 W
<b>AUFBAU</b>			
Farbdisplay	(Option) TFT 3,5" (320x240px)	(Standard) TFT 5,0" (800x480px)	(Option) TFT 3,5" (320x240px)
Abmessungen	96 x 96 x 85 mm	144 x 144 x 65,2 mm	160 x 110 x 70 mm

### 3.3 Verfügbare Messdaten

Nebst den PQ-Messwerten gemäss der Übersicht in Kapitel 3.2 stellt das Gerät folgende Messdaten zur Verfügung.

MESSWERT-GRUPPE	ANWENDUNG
<b>MOMENTANWERTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• U, I, IMS, P, Q, S, PF, LF, QF ...</li> <li>• Winkel zwischen den Spannungsvektoren</li> <li>• Min/Max der Momentanwerte mit Zeitstempel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Transparente Überwachung des aktuellen Netzzustands</li> <li>» Fehlererkennung, Anschlusskontrolle, Drehrichtungskontrolle</li> <li>» Ermitteln der Varianz der Netzgrössen mit Zeitreferenz</li> </ul>
<b>ERWEITERTE BLINDLEISTUNGSANALYSE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blindleistung Gesamt, Grundschiwingung, Oberschwingungen</li> <li>• <math>\cos\phi</math>, <math>\tan\phi</math> der Grundschiwingung mit Min-Werten aller Quadranten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Blindleistungs-Kompensation</li> <li>» Überprüfen eines vorgegebenen Leistungsfaktors</li> </ul>
<b>OBERSCHWINGUNGS-ANALYSE (NACH IEC 61000-4-7)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamt-Oberschwingungsgehalt THD U/I und TDD I</li> <li>• Individuelle Oberschwingungen U/I</li> <li>• Interharmonische U/I (nur P3000, PQ5000)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Bewertung der thermischen Belastung von Betriebsmitteln</li> <li>» Analyse von Netzzrückwirkungen und der Verbraucherstruktur</li> <li>» Analyse nicht-harmonischer Störfrequenzen</li> </ul>
<b>UNSYMMETRIE-ANALYSE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrische Komponenten (Mit-, Gegen-, Nullsystem)</li> <li>• Unsymmetrie (aus symmetrischen Komponenten bestimmt)</li> <li>• Abweichung vom U/I-Mittelwert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Schutz von Betriebsmitteln vor Überlast</li> <li>» Fehler-/Erdschlusserkennung</li> </ul>
<b>ENERGIEBILANZ-ANALYSE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zähler für Bezug/Abgabe von Wirk-/Blindenergie, Hoch-/Niedertarif, Zähler mit wählbarer Basisgrösse</li> <li>• Leistungsmittelwerte Wirk-/Blindleistung, Bezug und Abgabe, frei definierbare Mittelwerte (z.B. für Phasenleistungen, Spannung, Strom uvm.)</li> <li>• Mittelwert-Trends</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Erstellen (interner) Energie-Abrechnungen</li> <li>» Ermittlung des Energieverbrauchs über die Zeit (Lastgang) für das Energiemanagement oder Energieeffizienz-Überprüfungen</li> <li>» Energieverbrauchs-Trendanalyse für das Lastmanagement</li> </ul>
<b>BETRIEBSSTUNDEN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Betriebsstundenzähler mit programmierbarer Laufbedingung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Service- und Wartungsintervalle von Betriebsmitteln überwachen</li> </ul>

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

- Momentanwerte:** Aktuelle TRMS-Werte sowie zugehörige Min/Max-Werte
- Energie:** Mittelwerte mit Historie und Trend sowie Energiezähler. Es sind auch Mittelwertverläufe (Lastprofile) und periodische Zählerablesungen verfügbar.
- Oberwellen:** Gesamtoberschwingungsgehalt THD/TDD, individuelle Oberwellen und deren Maximalwerte, Phasenwinkel der Oberschwingungen
- Vektordiagramm:** Übersicht aller Strom- / Spannungsvektoren und Überprüfung der Drehrichtung
- Kurvenform** der Strom- und Spannungseingänge
- Ereignisse:** Zeitlich geordnete Listen für PQ-Ereignisse und selbstdefinierte Ereignisse / Alarme. Zustandsliste überwachter Alarme
- 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.

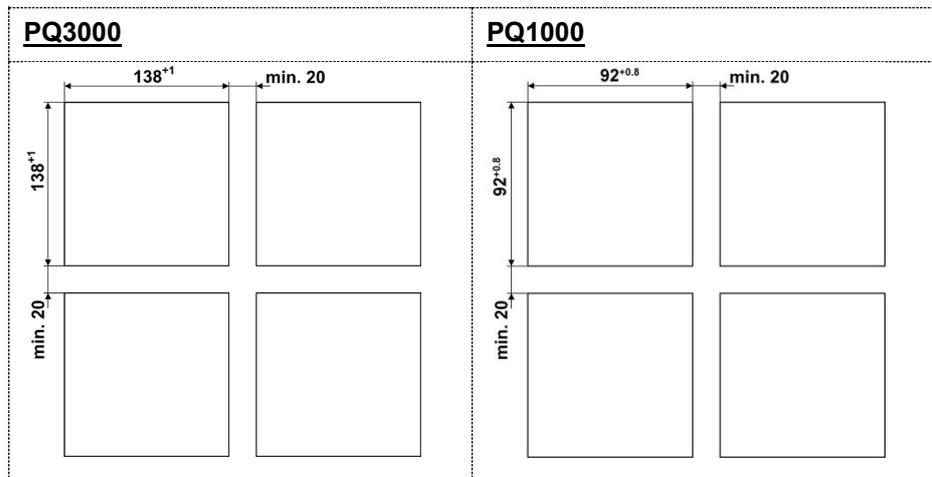
Mit der Installation wird das Gerät Teil einer Starkstromeinrichtung, welche nach länderspezifischen Vorschriften so erstellt, betrieben und unterhalten werden muss, dass die Installation sicher ist und Brände und Explosionen so weit als möglich verhindert werden.



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.



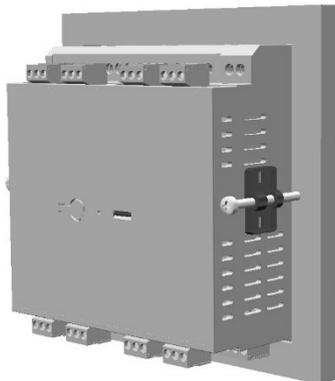
#### 4.1 Schalttafel-Ausschnitt PQ1000 / PQ3000



Massbilder: [Siehe Kapitel 10](#)

#### 4.2 Schalttafel-Einbau PQ1000 / PQ3000

Das Gerät ist für Schalttafeln bis 8mm (PQ3000) bzw. 10mm (PQ1000) Dicke geeignet. Unten gezeigt für einen PQ3000.



- Das Gerät von vorne durch die Öffnung in der Schalttafel einführen. Einbaulage wie gezeigt.
- Befestigungsbügel von der Seite her in die dafür vorgesehenen Öffnungen einführen und ca. 2 mm zurückziehen
- Befestigungsschrauben anziehen bis Gerät straff mit der Frontplatte verbunden ist

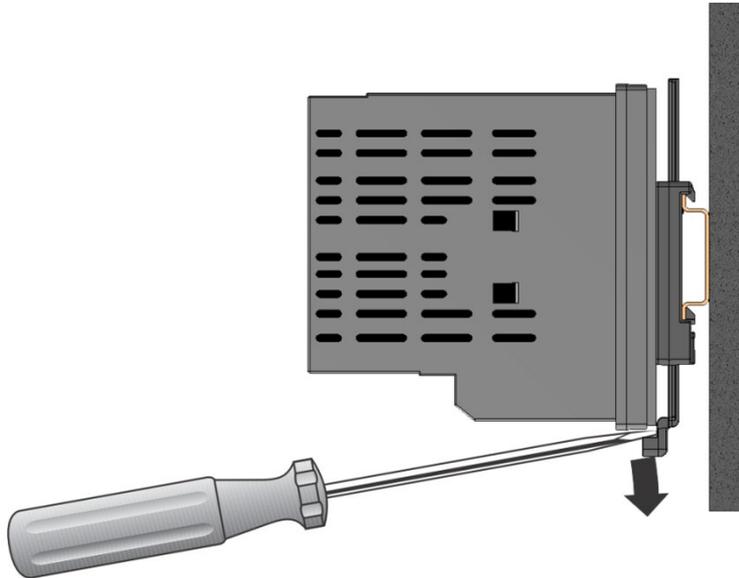
#### Demontage des Gerätes

Die Demontage des Gerätes darf nur im stromlosen Zustand aller angeschlossenen Leitungen vorgenommen werden. Entfernen Sie zuerst alle Steckklemmen und die Leitungen der Strom- und Spannungseingänge. Achten Sie darauf, dass mögliche Stromwandler kurzgeschlossen werden müssen,

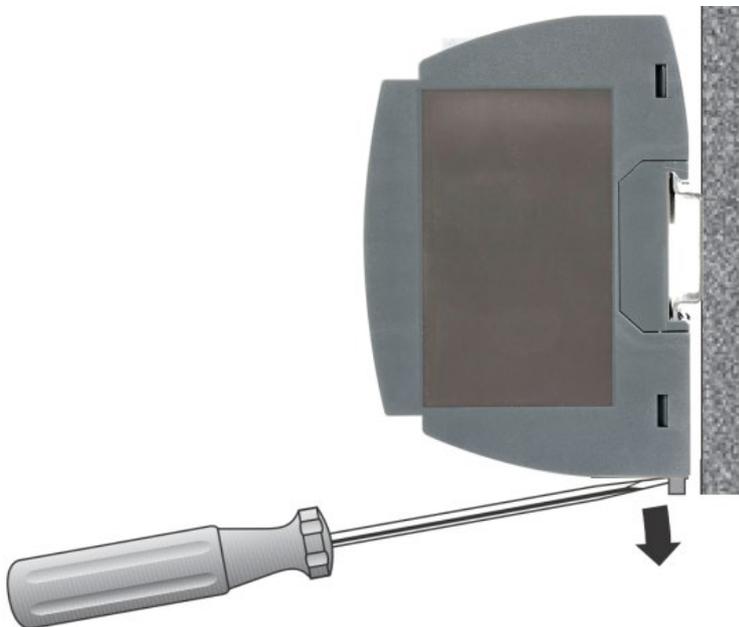
bevor die Stromanschlüsse am Gerät geöffnet werden. Demontieren Sie dann das Gerät in der umgekehrten Reihenfolge des Einbaus.

### 4.3 Hutschienenmontage PQ1000 / PQ5000

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



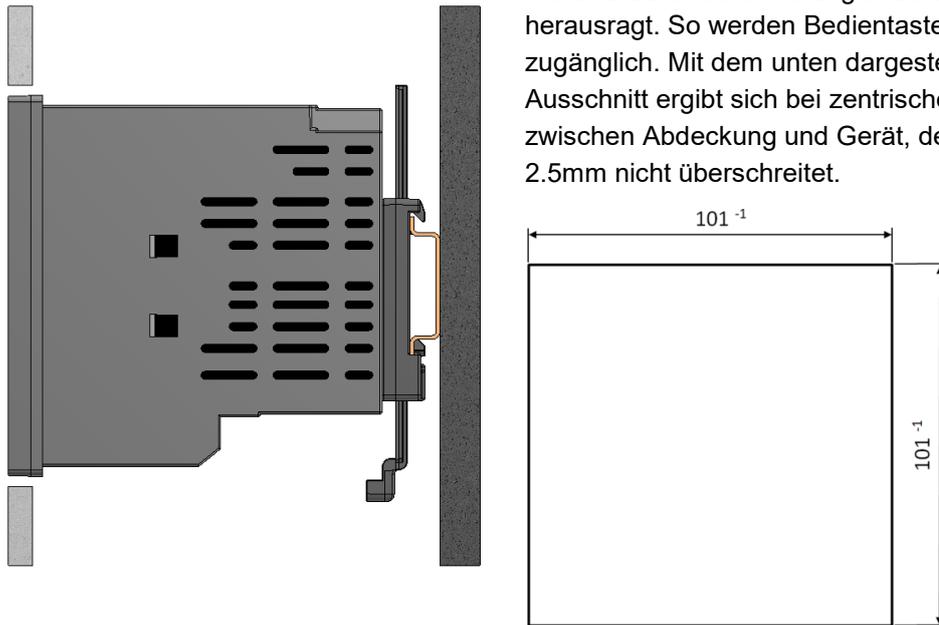
Massbild PQ1000: [Siehe Kapitel 10](#)



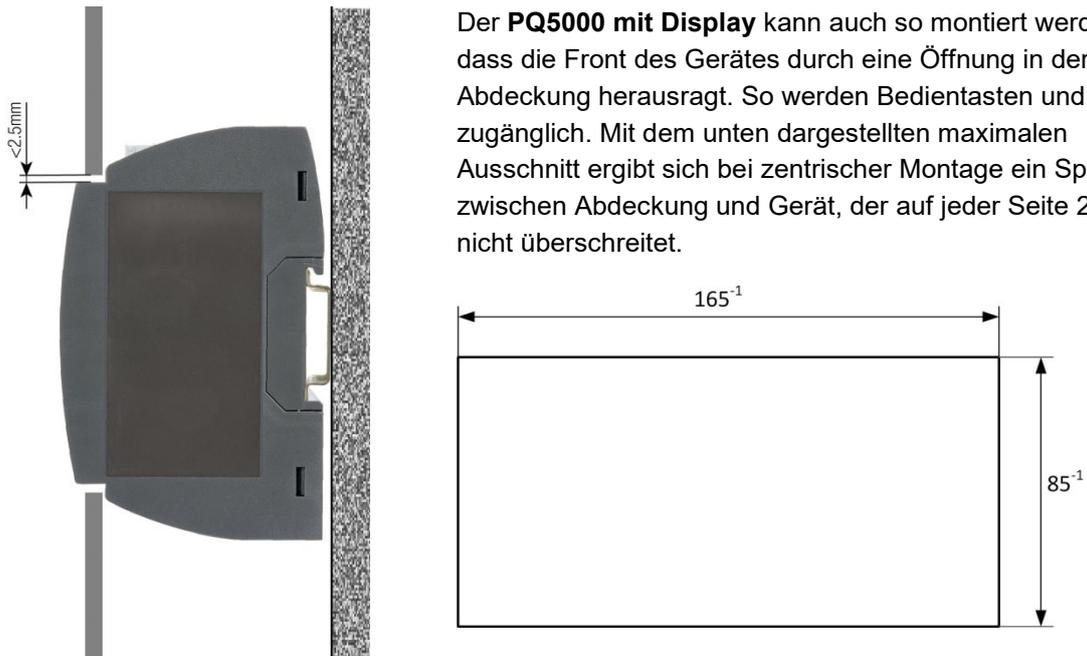
Massbild PQ5000: [Siehe Kapitel 10](#)

### Der PQ1000 mit Display für Hutschienenmontage

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.



Der PQ5000 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.



## 5. Elektrische Anschlüsse



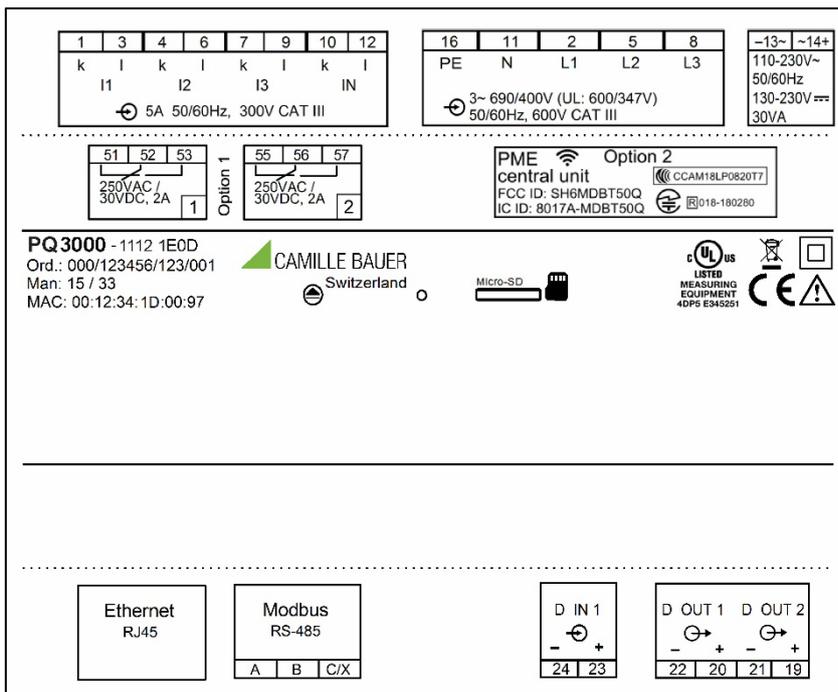
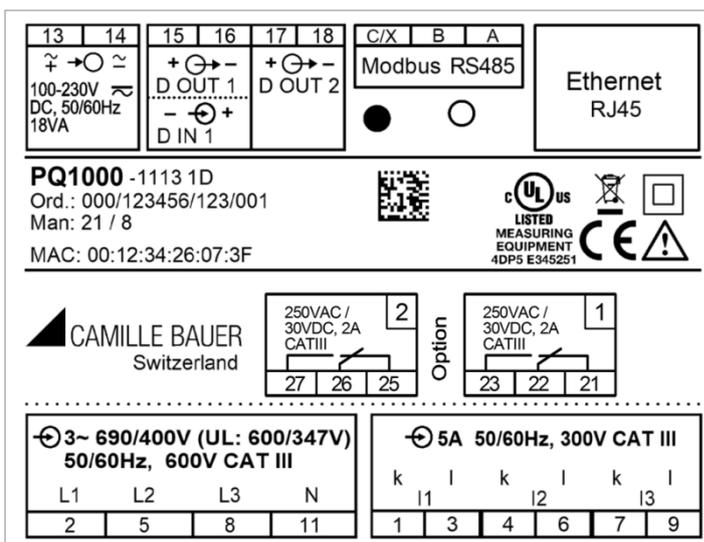
**Unbedingt sicherstellen, dass die Leitungen beim Anschliessen spannungsfrei sind!**

### 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 "!



**PQ5000-1111 1130**  
 MAC: 00:12:34:1F:00:64  
 Ord.: 000/123456/123  
 Man: 16 / 5



**UL** LISTED  
 MEASURING EQUIPMENT  
 4DP5 E345251

**CE** 

X1	Option 1	X2
250VAC / 30VDC, 2A		
1 1 2 3	2	1 2 3

X3	Option 2	X4
±0...20mA		
+4 +3 -	+2 +1 -	
1 2 3	1 2 3	

 Li-Po Battery 4.5Wh

 100-230V  $\approx$  (50/60Hz)

13 $\approx$	14 $\approx$	27VA
--------------	--------------	------

**CAMILLE BAUER**  
 Switzerland

 5A 50/60Hz, 300V CAT III			
I1 k→l	I2 k→l	I3 k→l	IN k→l
1 3	4 6	7 9	10 12

 3~ 690/400V (UL: 600/347V) 50/60Hz, 600V CATIII				
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 PQ5000 mit**

- TFT-Display
- Ethernet-Schnittstelle
- Modbus/RTU-Schnittstelle
- 2 Relaisausgängen
- 4 Analogausgängen
- USV

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.
	Produkte mit dieser Kennzeichnung stimmen sowohl mit den kanadischen (CSA) als auch mit den amerikanischen Vorschriften (UL) überein.
	Achtung! Allgemeine Gefahrenstelle. Betriebsanleitung beachten.
	Allgemeines Symbol: Hilfsenergie
	Allgemeines Symbol: Eingang
	Allgemeines Symbol: Ausgang
CAT III	Messkategorie CAT III

## 5.2 Klemmenbelegung der I/O-Erweiterungen

### 5.2.1 LINAX PQ3000

Funktion	Option 1	Option 2	Option 3
2 Relaisausgänge	1.1: 51,52,53 1.2: 55,56,57	2.1: 61,62,63 2.2: 65,66,67	
2 Analogausgänge	1.1: 56(+), 57(-) 1.2: 55(+), 57(-)	2.1: 66(+), 67(-) 2.2: 65(+), 67(-)	3.1: 46(+), 47(-) 3.2: 45(+), 47(-)
4 Analogausgänge	1.1: 56(+), 57(-) 1.2: 55(+), 57(-) 1.3: 52(+), 53(-) 1.4: 51(+), 53(-)	2.1: 66(+), 67(-) 2.2: 65(+), 67(-) 2.3: 62(+), 63(-) 2.4: 61(+), 63(-)	3.1: 46(+), 47(-) 3.2: 45(+), 47(-) 3.3: 42(+), 43(-) 3.4: 41(+), 43(-)
4 Digitaleingänge (aktiv)	1.1: 51(-), 53(+) 1.2: 52(-), 53(+) 1.3: 55(-), 57(+) 1.4: 56(-), 57(+)	2.1: 61(-), 63(+) 2.2: 62(-), 63(+) 2.3: 65(-), 67(+) 2.4: 66(-), 67(+)	3.1: 41(-), 43(+) 3.2: 42(-), 43(+) 3.3: 45(-), 47(+) 3.4: 46(-), 47(+)
4 Digitaleingänge (passiv)	1.1: 51(+), 53(-) 1.2: 52(+), 53(-) 1.3: 55(+), 57(-) 1.4: 56(+), 57(-)	2.1: 61(+), 63(-) 2.2: 62(+), 63(-) 2.3: 65(+), 67(-) 2.4: 66(+), 67(-)	3.1: 41(+), 43(-) 3.2: 42(+), 43(-) 3.3: 45(+), 47(-) 3.4: 46(+), 47(-)
2 Temperatureingänge	1.1: 52,53 1.2: 56,57	2.1: 62,63 2.2: 66,67	3.1: 42,43 3.2: 46,47
IRIG-B (TTL)	55(-),56(Ω),57(+)	65(-),66(Ω),67(+)	

### 5.2.2 LINAX PQ5000

Funktion	Option 1	Option 2
2 Relaisausgänge	1.1: X1.1 / X1.2 / X1.3 1.2: X2.1 / X2.2 / X2.3	2.1: X3.1 / X3.2 / X3.3 2.2: X4.1 / X4.2 / X4.3
2 Analogausgänge	1.1: X2.2(+) / X2.3(-) 1.2: X2.1(+) / X2.3(-)	2.1: X4.2(+) / X4.3(-) 2.2: X4.1(+) / X4.3(-)
4 Analogausgänge	1.1: X2.2(+) / X2.3(-) 1.2: X2.1(+) / X2.3(-) 1.3: X1.2(+) / X1.3(-) 1.4: X1.1(+) / X1.3(-)	2.1: X4.2(+) / X4.3(-) 2.2: X4.1(+) / X4.3(-) 2.3: X3.2(+) / X3.3(-) 2.4: X3.1(+) / X3.3(-)
4 Digitaleingänge (aktiv)	1.1: X1.1(-) / X1.3(+) 1.2: X1.2(-) / X1.3(+) 1.3: X2.1(-) / X2.3(+) 1.4: X2.2(-) / X2.3(+)	2.1: X3.1(-) / X3.3(+) 2.2: X3.2(-) / X3.3(+) 2.3: X4.1(-) / X4.3(+) 2.4: X4.2(-) / X4.3(+)
4 Digitaleingänge (passiv)	1.1: X1.1(+) / X1.3(-) 1.2: X1.2(+) / X1.3(-) 1.3: X2.1(+) / X2.3(-) 1.4: X2.2(+) / X2.3(-)	2.1: X3.1(+) / X3.3(-) 2.2: X3.2(+) / X3.3(-) 2.3: X4.1(+) / X4.3(-) 2.4: X4.2(+) / X4.3(-)
2 Temperatureingänge	1.1: X1.2 / X1.3 1.2: X2.2 / X2.3	2.1: X3.2 / X3.3 2.2: X4.2 / X4.3
IRIG-B (TTL)	X2.1(-), X2.2(Ω), X2.3(+)	X4.1(-), X4.2(Ω), X4.3(+)

## 5.3 Mögliche Leiterquerschnitte und Drehmomente

Eingänge L1(2), L2(5), L3(8), N(11), PE(16), I1(1-3), I2(4-6), I3(7-9), IN(10-12), Hilfsenergie (13-14)	
Eindrätig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 x 0,5...6.0mm<sup>2</sup> oder 2 x 0,5...2.5mm<sup>2</sup></li> <li>• 1 x 20 AWG...9 AWG oder 2 x 20 AWG...14 AWG</li> </ul>
Feindrätig mit Adern-Endhülse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 x 0,5...4.0mm<sup>2</sup> oder 2 x 0,5...2.5mm<sup>2</sup></li> <li>• 1 x 20 AWG...11 AWG oder 2 x 20 AWG...14 AWG</li> </ul>
Drehmoment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.5...0.6Nm</li> <li>• 4.42...5.31 lbf in</li> </ul>
I/O's, Relais, RS485-Anschluss (A, B, C/X)	
Eindrätig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 x 0.5 ... 2.5mm<sup>2</sup> oder 2 x 0.5 ... 1.0mm<sup>2</sup></li> <li>• 1 x 20 AWG...14 AWG oder 2 x 20 AWG...17 AWG</li> </ul>
Feindrätig mit Adern-Endhülse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 x 0.5 ... 2.5mm<sup>2</sup> oder 2 x 0.5 ... 1.5mm<sup>2</sup></li> <li>• 1 x 20 AWG...14 AWG oder 2 x 20 AWG...16 AWG</li> </ul>
Drehmoment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.5...0.6Nm</li> <li>• 4.42...5.31 lbf in</li> </ul>



Um Zugang zu den Schraubanschlüssen der Eingangsklemmen zu erhalten, müssen eventuell darüber liegende Steckklemmen vorgängig entfernt werden.

## 5.4 Messeingänge des Basisgerätes



Alle **Spannungs-Messeingänge** müssen durch Stromunterbrecher oder Sicherungen von 5 A oder weniger abgesichert werden. Dies gilt nicht für den Neutralleiter. 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.

Bei Verwendung von **Spannungswandlern** dürfen deren Sekundär-Anschlüsse niemals kurzgeschlossen werden.



Die **Strom-Messeingänge** dürfen nicht abgesichert werden!

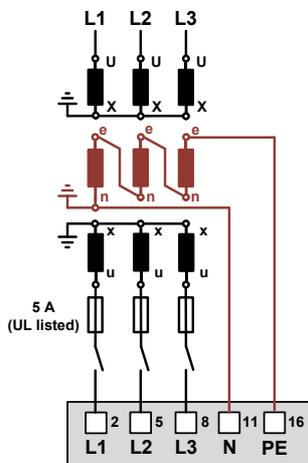
Bei Verwendung von **Stromwandlern** müssen die Sekundäranschlüsse bei der Montage und vor dem Entfernen des Gerätes kurzgeschlossen werden. Sekundär-Stromkreise dürfen nie unter Last geöffnet werden.

### Rogowski-Stromeingänge

Bei Geräteausführungen mit Strommessung via Rogowski-Spulen sind die Stromeingänge geräteseitig als Spannungseingänge ausgeführt. Ein Beispiel für den Anschluss der Rogowski-Spulen ist in [Kapitel 5.5](#) gezeigt.

### Weitere Hinweise

- Die Beschaltung der Eingänge ist abhängig von der programmierten Anschlussart (Netzform).
- Nur PQ3000, PQ5000: In den Anschlussschemas auf den nächsten Seiten sind konventionelle Spannungswandler verwendet. Falls Spannungswandler mit **Extrawicklungen** für die Bestimmung der homopolaren Spannung eingesetzt werden, sollte der Anschluss wie unten dargestellt erfolgen.



Damit die homopolare Spannung gemessen wird, muss in den Einstellungen der Messung der Punkt „Messe homopolare Spannung“ auf „Ja“ gesetzt werden. Diese Einstellung steht nur bei 3-Leiter Anschlussarten zur Verfügung.

# Einphasen-Wechselstrom

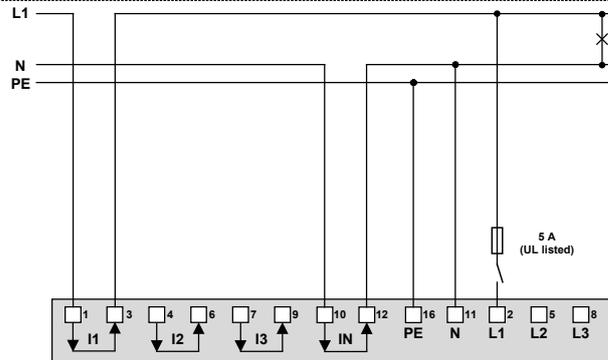
PQ3000 / PQ5000

PQ1000

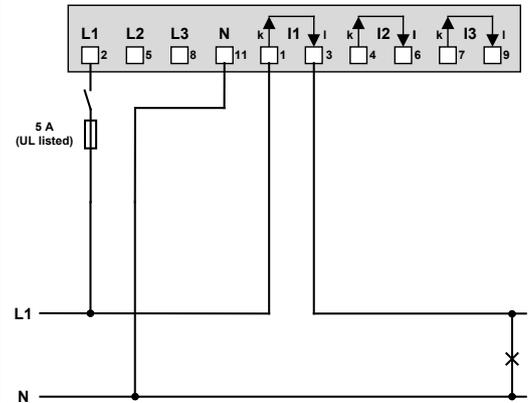
## Direktanschluss



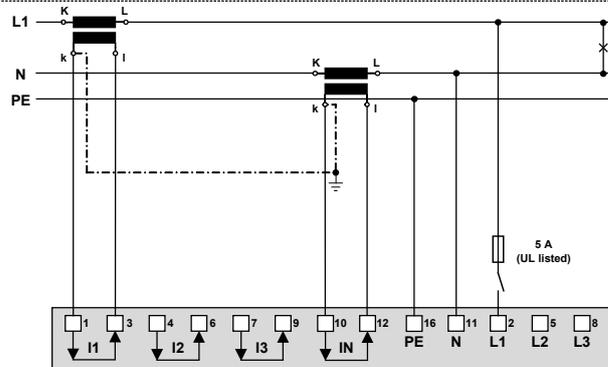
Max. zulässige Nennspannung 300V gegen Erde!



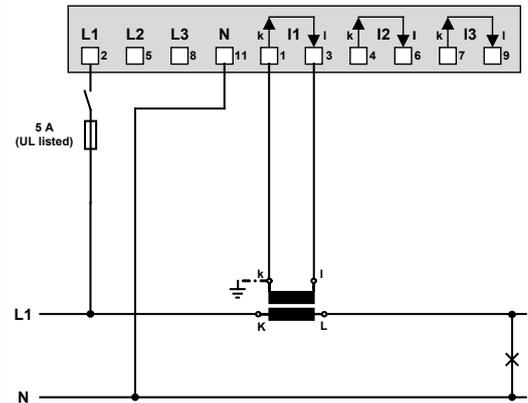
Falls der Strom  $I_N$  oder die Spannung  $U_{NE}$  nicht gemessen werden sollen, kann der Anschluss von IN bzw. PE entfallen.



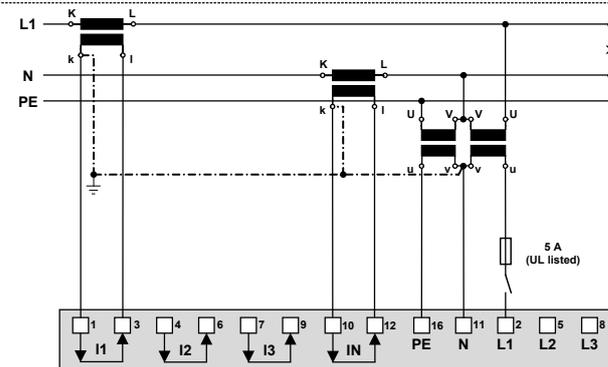
## Mit Stromwandlern



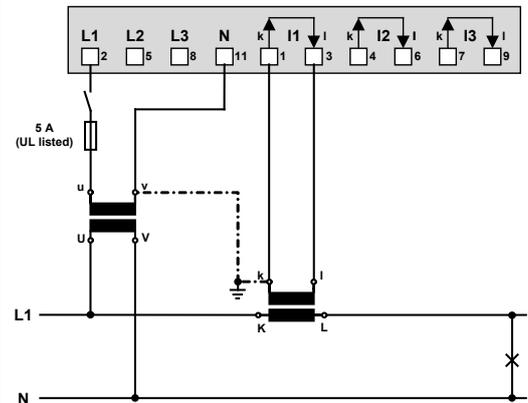
Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden soll, kann der entsprechende Wandler weggelassen werden. Falls die Spannung  $U_{NE}$  nicht gemessen werden soll, kann der Anschluss von PE entfallen.



## Mit Strom- und Spannungswandlern



Falls der Strom  $I_N$  oder die Spannung  $U_{NE}$  nicht gemessen werden sollen, können die entsprechenden Wandler weggelassen werden.



# Dreileiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Strommessung L1

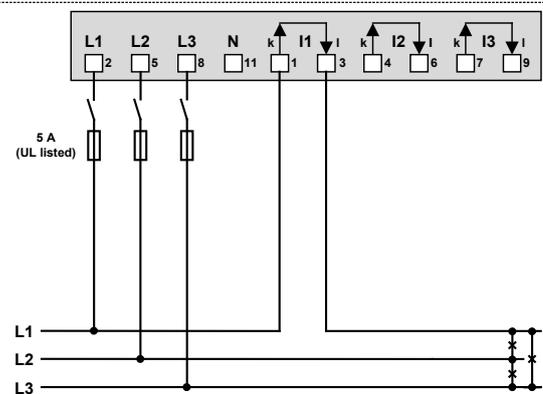
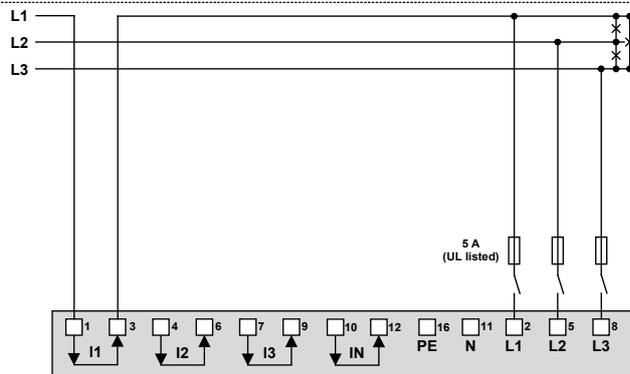
PQ3000 / PQ5000

PQ1000

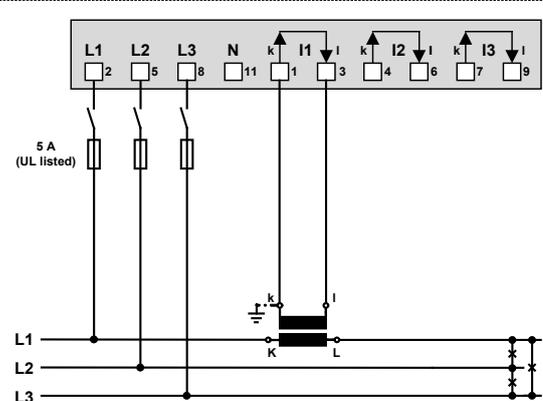
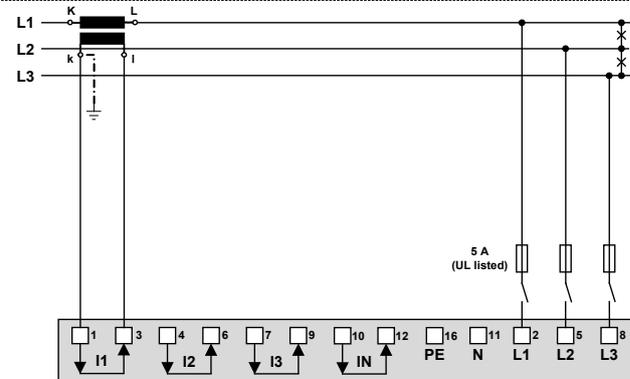
## Direktanschluss



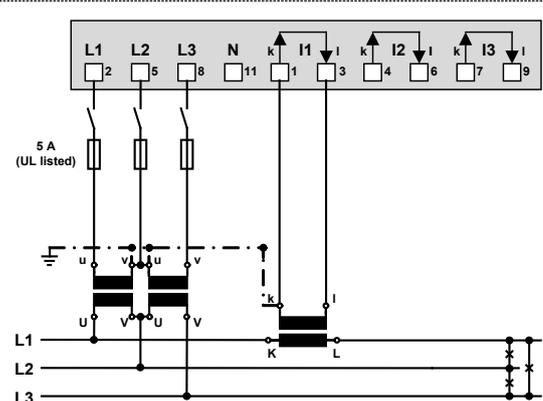
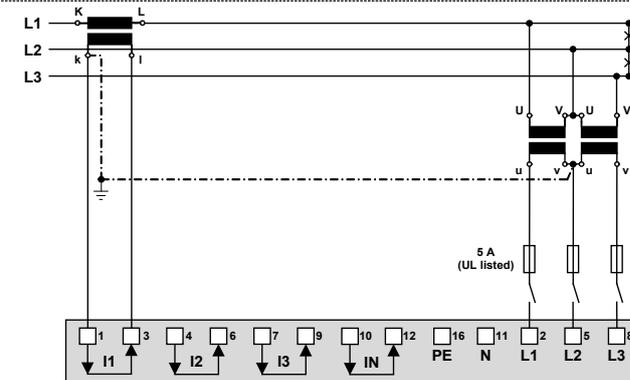
Max. zulässige Nennspannung 300V gegen Erde (520V Ph-Ph)



## Mit Stromwandlern



## Mit Strom- und Spannungswandlern



Bei Strommessung über L2 oder L3, Anschluss nach folgender Tabelle vornehmen:

Klemmen	1	3	2	5	8
Strommessung über L2	I2(k)	I2(l)	L2	L3	L1
Strommessung über L3	I3(k)	I3(l)	L3	L1	L2



Durch Rotation der Spannungs-Anschlüsse werden die Messwerte U12, U23 und U31 vertauscht zugewiesen

# Dreileiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet

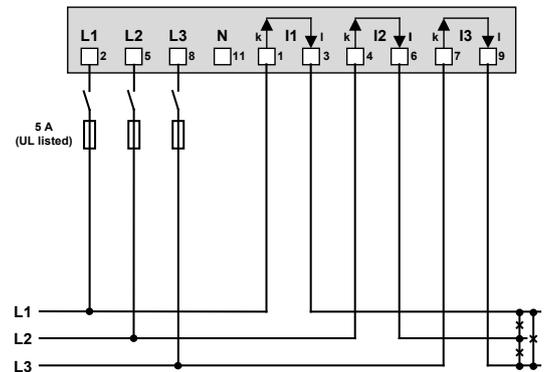
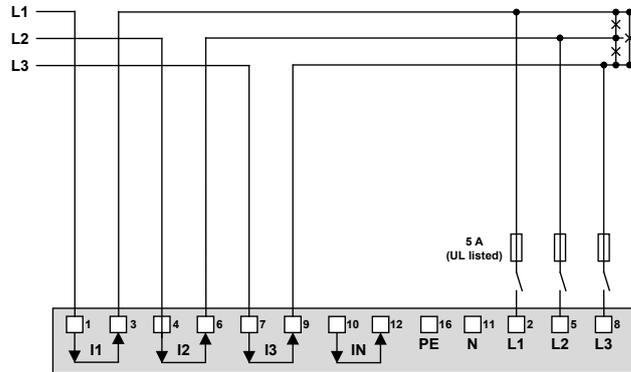
PQ3000 / PQ5000

PQ1000

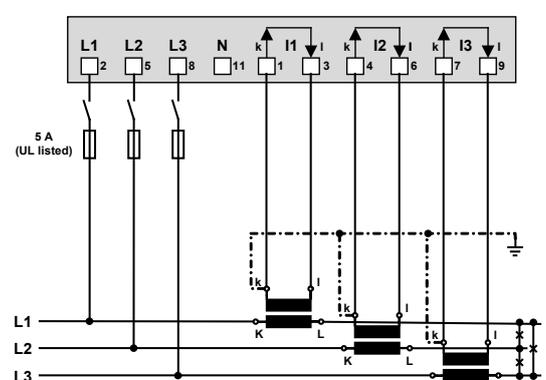
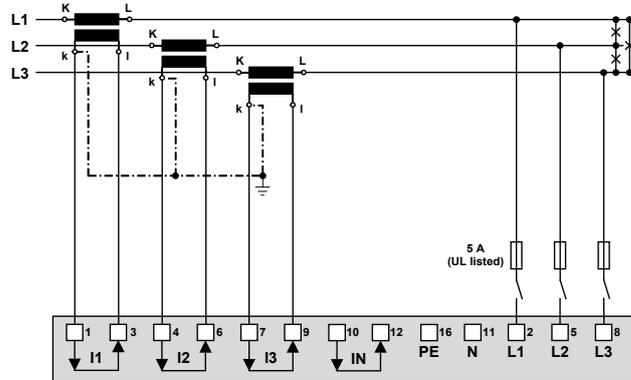
## Direktanschluss



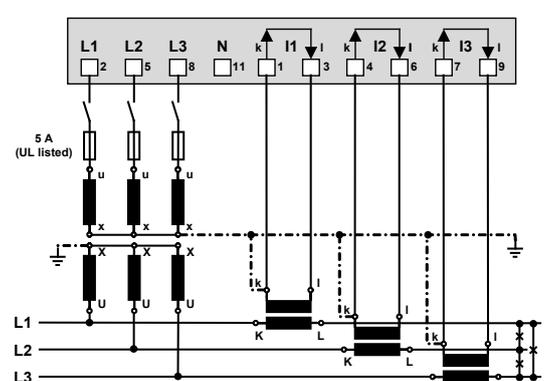
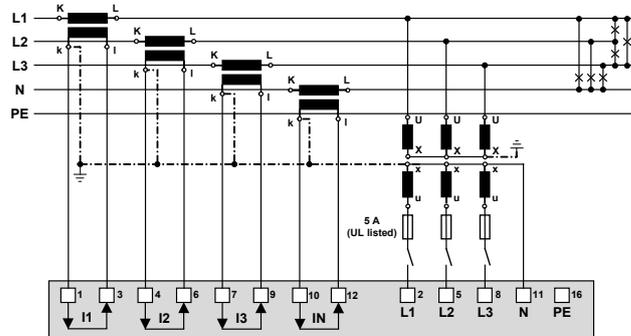
Max. zulässige Nennspannung 300V gegen Erde (520V Ph-Ph)!



## Mit Stromwandlern



## Mit Strom- und Spannungswandlern



# Dreileiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet, Aron-Schaltung

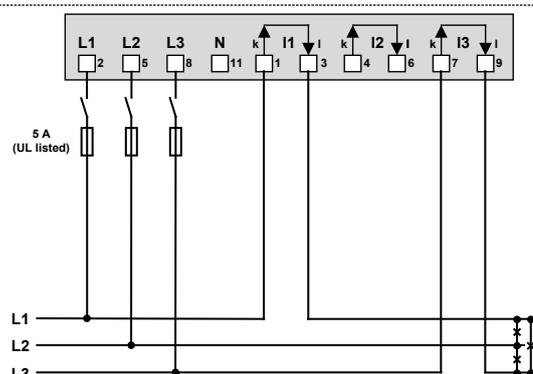
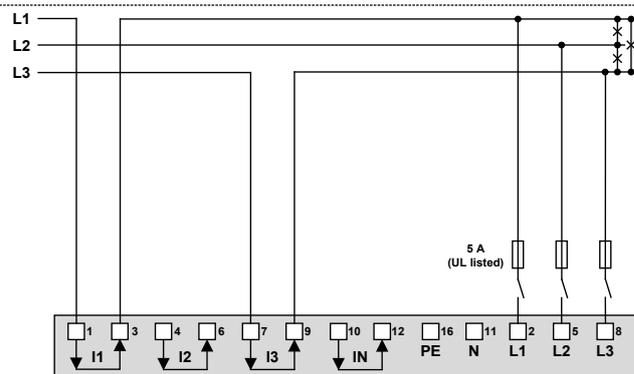
PQ3000 / PQ5000

PQ1000

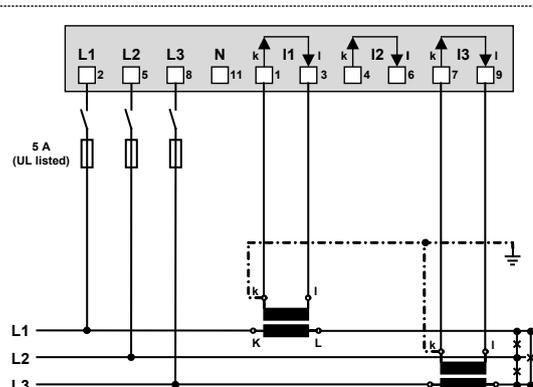
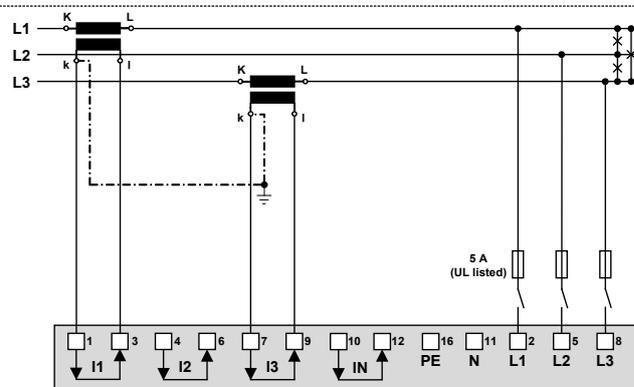
## Direktanschluss



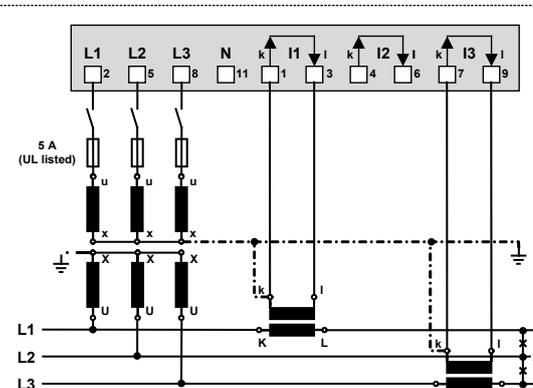
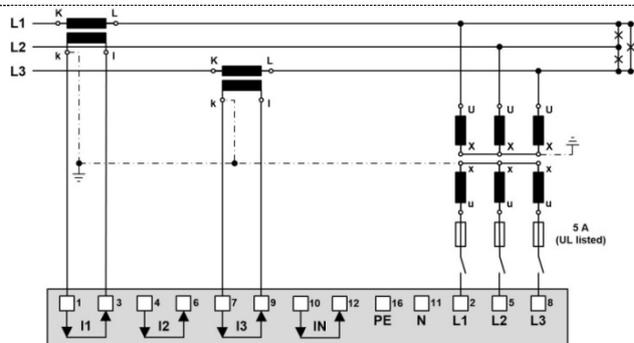
Max. zulässige Nennspannung 300V gegen Erde (520V Ph-Ph)!



## Mit Stromwandlern



## Mit Strom- und Spannungswandlern



# Vierleiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet

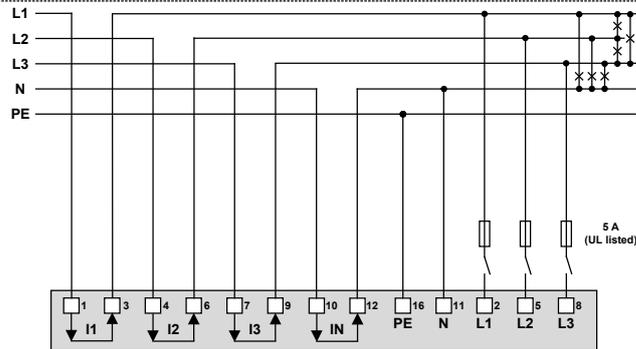
PQ3000 / PQ5000

PQ1000

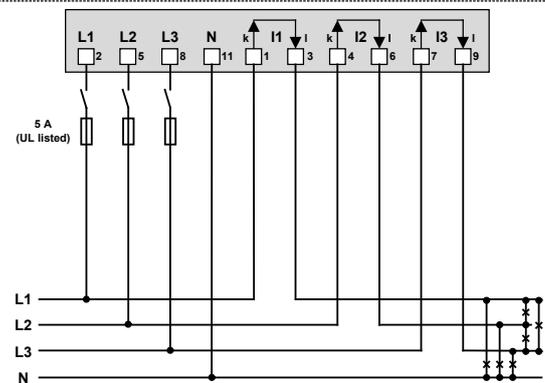
## Direktanschluss



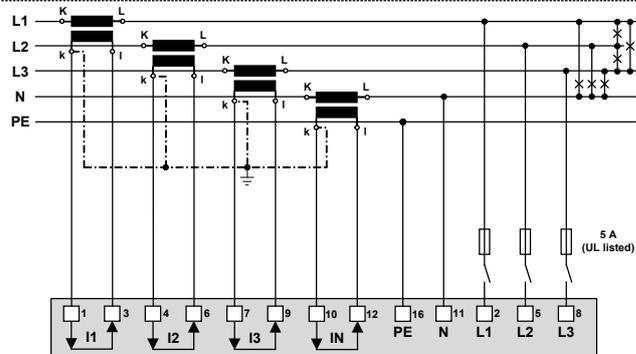
Max. zulässige Nennspannung 300V gegen Erde (520V Ph-Ph)!



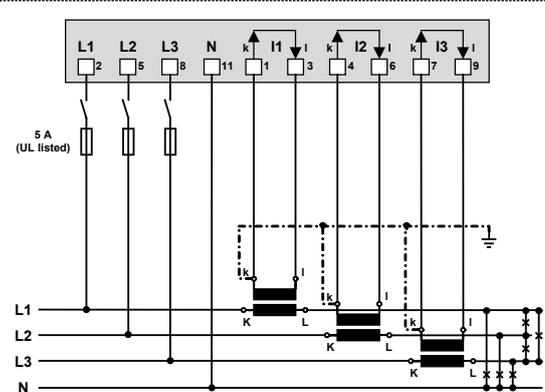
Falls der Strom  $I_N$  oder die Spannung  $U_{NE}$  nicht gemessen werden sollen, kann der Anschluss von IN bzw. PE entfallen.



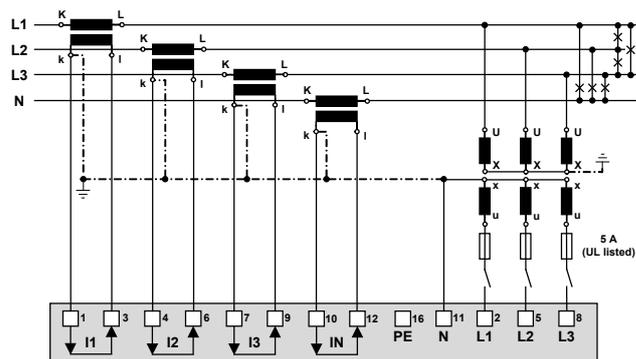
## Mit Stromwandlern



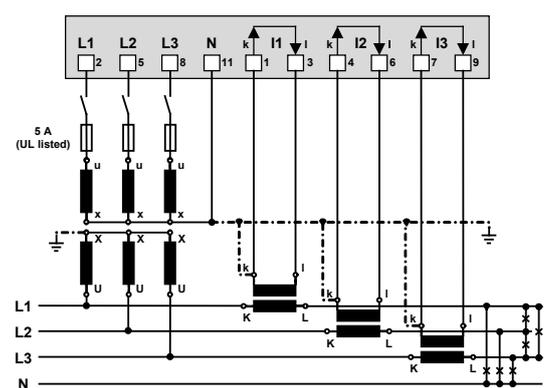
Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden soll, kann der entsprechende Wandler weggelassen werden. Falls die Spannung  $U_{NE}$  nicht gemessen werden soll, kann der Anschluss von PE entfallen.



## Mit Strom- und Spannungswandlern



Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden soll, kann der entsprechende Wandler weggelassen werden.



## Split-phase ("Zweiphasennetz"), ungleichbelastet

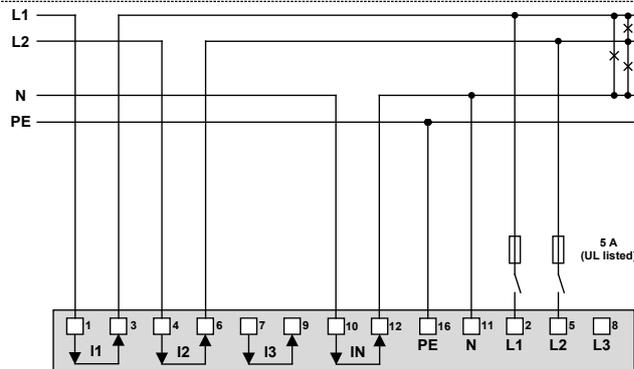
PQ3000 / PQ5000

PQ1000

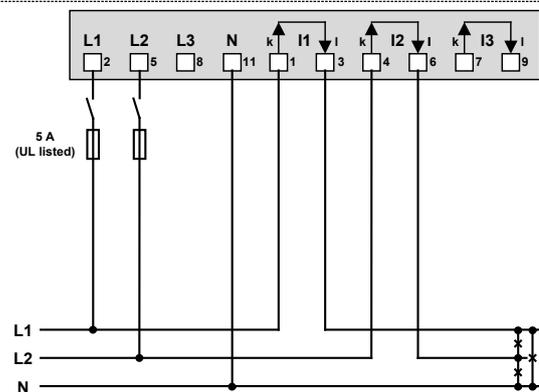
### Direktanschluss



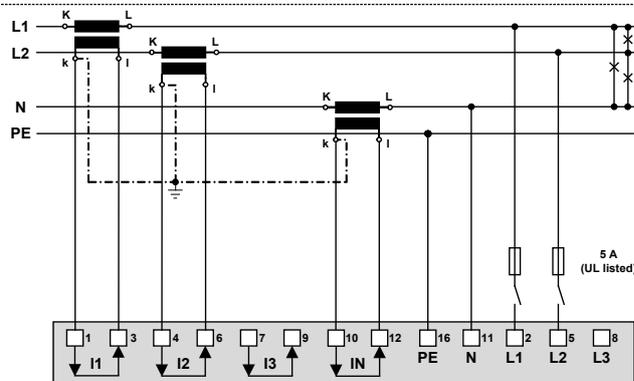
Max. zulässige Nennspannung 300V gegen Erde (600V Ph-Ph)!



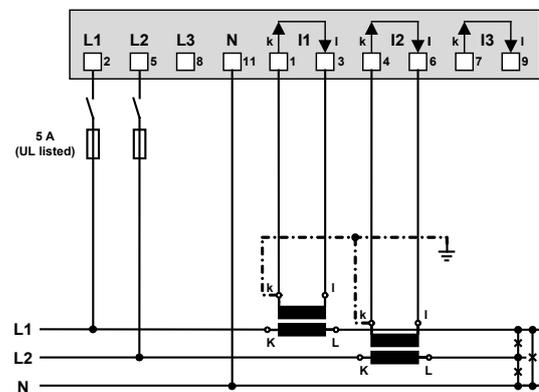
Falls der Strom  $I_N$  oder die Spannung  $U_{NE}$  nicht gemessen werden sollen, kann der Anschluss von IN bzw. PE entfallen.



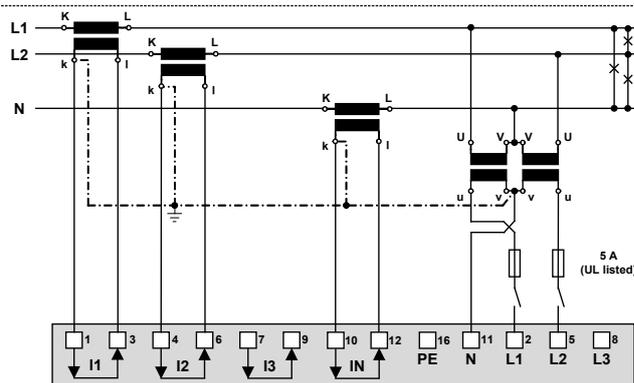
### Mit Stromwandlern



Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden soll, kann der entsprechende Wandler weggelassen werden. Falls die Spannung  $U_{NE}$  nicht gemessen werden soll, kann der Anschluss von PE entfallen.

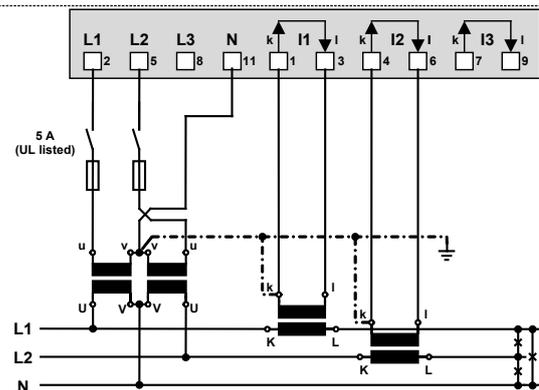


### Mit Strom- und Spannungswandlern



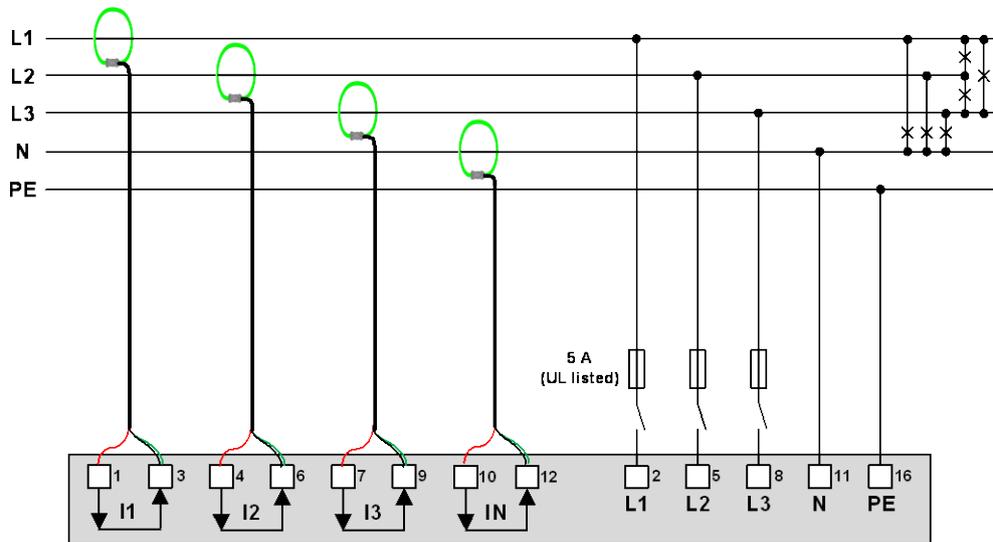
Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden sollen, kann der entsprechende Wandler weggelassen werden.

Bei Netzen ohne primärseitigen Neutralleiter kann auch ein Spannungswandler mit sekundärem Mittelabgriff verwendet werden.

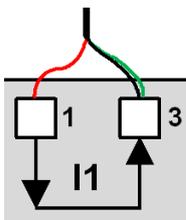
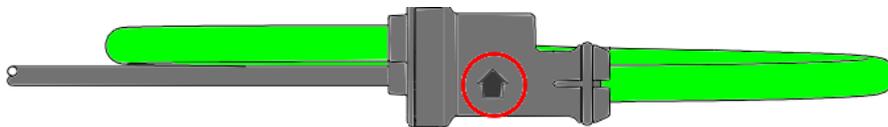


## 5.5 Rogowski-Stromeingänge

Der Anschluss der Rogowski-Spulen erfolgt abhängig von der programmierten Anschlussart, wie im Kapitel 5.4 gezeigt. Anstelle von Stromwandlern wird aber jeweils eine Rogowski-Spule um den stromführenden Leiter gelegt. Dies ist nachfolgend für die Messung in einem 4-Leiter Niederspannungsnetz gezeigt.



Beim Anschluss der Spulen sind die in der Betriebsanleitung der Rogowski-Spule angegebenen Sicherheitshinweise zu beachten. Die auf der Spule angegebene Stromrichtung muss mit der tatsächlichen Stromrichtung übereinstimmen und für alle Phasen gleich sein.



Um eingekoppelte Störungen zu unterdrücken wird die Abschirmung (grün) des Anschlusskabels immer an den I-Anschluss der Stromeingänge angeschlossen (Klemmen-Nr. 3, 6, 9 und 12).

## 5.6 Hilfsenergie



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.

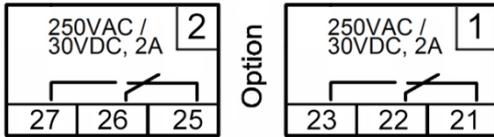
## 5.7 Relais



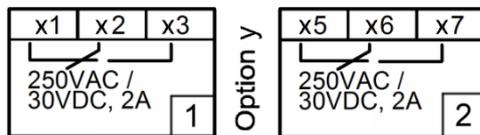
Die Relaiskontakte fallen bei ausgeschaltetem Gerät ab. Es können aber gefährliche Spannungen anliegen!

Relais sind nur bei Gerätevarianten mit entsprechender I/O-Erweiterung vorhanden.

### PQ1000

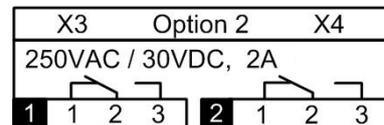
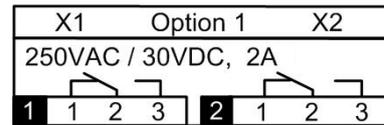


### PQ3000



Option y	x
1	5
2	6

### PQ5000



## 5.8 Digitale Eingänge

Das Gerät verfügt standardmässig über einen passiven digitalen Eingang. Je nach Geräte-Ausführung können auch zusätzlich 4-kanalige passive oder aktive Digital-Eingangsmodule vorhanden sein.

### Verwendung des Standard Digital-Eingangs

- ▶ Zustandseingang
- ▶ Umschaltung Zählertarif

### Verwendung der Eingänge der optionalen Eingangsmodule

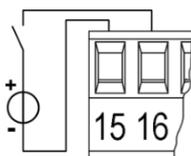
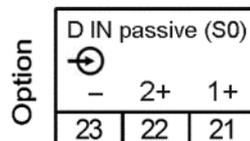
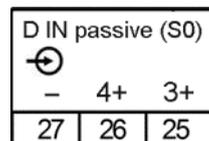
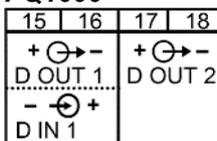
- ▶ Zählengang für Pulse von Zählern beliebiger Energieformen (Pulsbreite 70...250ms)
- ▶ Verbraucher-Laufrückmeldung für Betriebsstundenzähler
- ▶ Trigger- oder Freischaltsignal für Überwachungsfunktionen

**Passive Eingänge** (externe Speisung mit 12 / 24V DC erforderlich)



Die Speisespannung darf 30V DC nicht überschreiten.

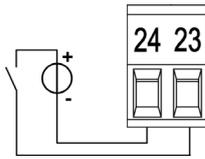
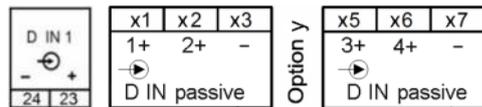
### PQ1000



### Technische Daten

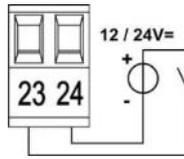
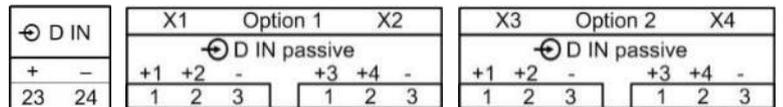
Eingangsstrom	< 7,0 mA
Logisch Null	- 3 bis + 5 V
Logisch Eins	8 bis 30 V

### PQ3000



Option y	x
1	5
2	6
3	4

### PQ5000



#### Technische Daten

Eingangsstrom	< 7,0 mA
Logisch Null	- 3 bis + 5 V
Logisch Eins	8 bis 30 V

### Aktive Eingänge (keine externe Speisung erforderlich)

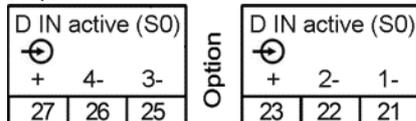
Technische Daten (gemäß EN62053-31, Klasse B)

Leerlaufspannung ≤ 15 V

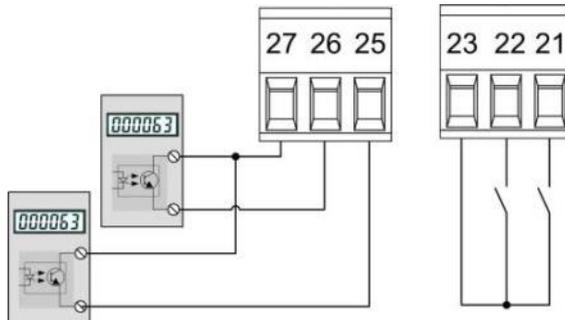
Kurschlussstrom < 15 mA

Strom bei  $R_{ON}=800\Omega$  ≥ 2 mA

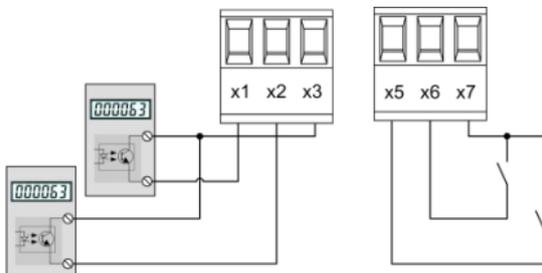
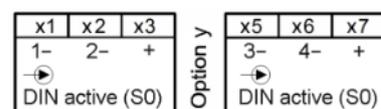
### PQ1000



### Beispiel mit Zählerimpuls- und Statuseingängen

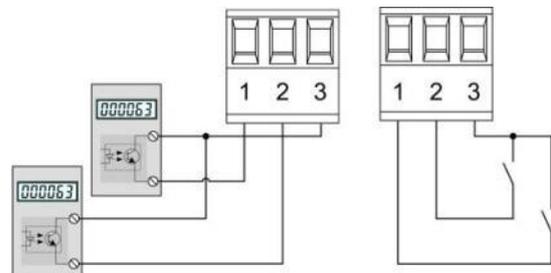
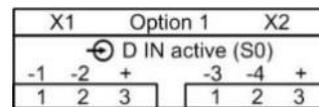


### PQ3000



Option y	x
1	5
2	6
3	4

### PQ5000



### Beispiel mit Zählerimpuls- und Statuseingängen

## 5.9 Digitale Ausgänge

Das Gerät hat zwei digitale Ausgänge, für die eine externe Speisung mit 12 / 24V DC erforderlich ist.

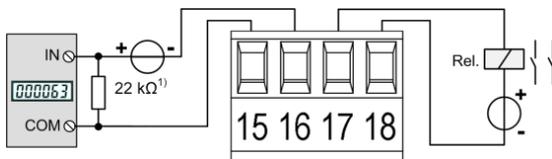
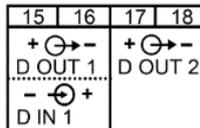


Die Speisespannung darf 30V DC nicht überschreiten.

### Verwendung der Digital-Ausgänge

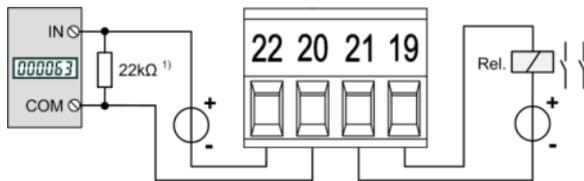
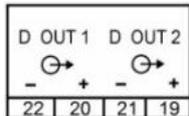
- ▶ Alarmausgang
- ▶ Zustandsmeldung
- ▶ Pulsausgabe an externe Zählwerke (nach EN62053-31)
- ▶ Ferngesteuerter Ausgang

#### PQ1000



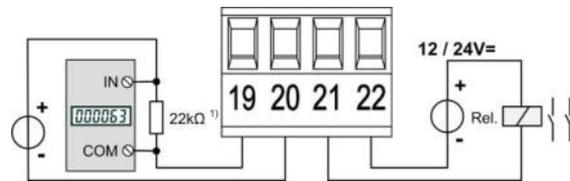
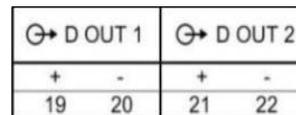
<sup>1)</sup> Empfohlen falls Eingangsimpedanz des Zählwerks > 100 kΩ

#### PQ3000



<sup>2)</sup> Empfohlen falls Eingangsimpedanz des Zählwerks > 100 kΩ

#### PQ5000

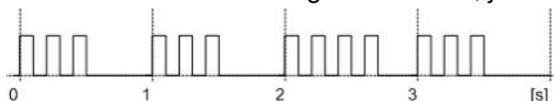


### Ansteuerung eines Zählwerkes

Die Breite der Energiepulse kann im Bereich von 30...250ms eingestellt werden, muss aber an das externe Zählwerk angepasst sein.

**Elektromechanische Zähler** benötigen typischerweise eine Pulsbreite von 50...100ms.

**Elektronische Zähler** können zum Teil Pulse im kHz-Bereich erfassen. Es gibt die Typen NPN (aktive negative Flanke) und PNP (aktive positive Flanke). Für dieses Gerät ist ein PNP-Typ erforderlich. Die Pulsbreite beträgt mindestens 30ms (gemäss EN62053-31). Die Pulspause entspricht mindestens der Pulsbreite. Die Störanfälligkeit ist höher, je schmäler der ausgegebene Puls ist.



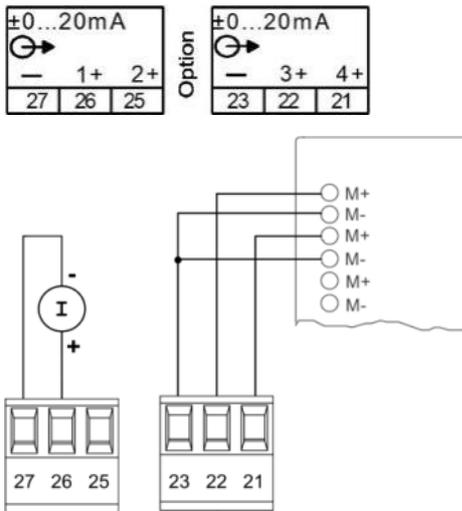
### Ansteuerung eines Relais

Nennstrom	50 mA (60 mA max.)
Schaltfrequenz (S0)	≤ 20 Hz
Leckstrom	0,01 mA
Spannungsabfall	< 3 V

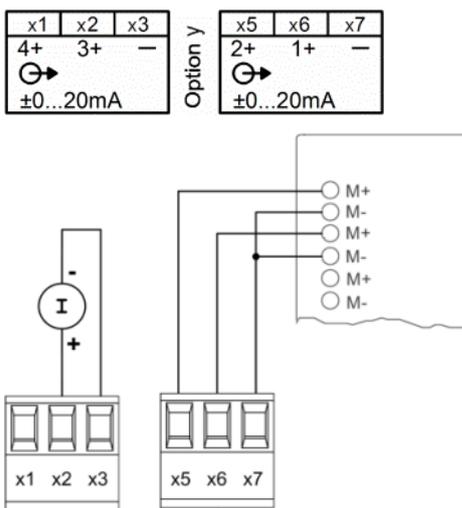
## 5.10 Analoge Ausgänge

Analoge Ausgänge sind nur bei Geräten mit einer entsprechenden I/O-Erweiterung verfügbar, siehe Typenschild. Analoge Ausgänge können auch ferngesteuert werden.

### PQ1000

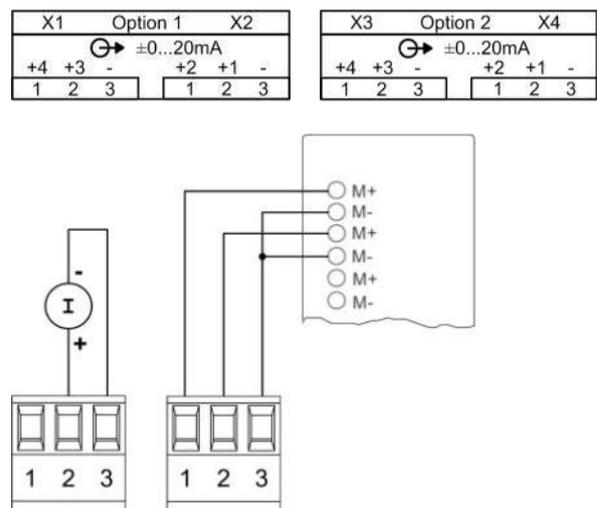


### PQ3000



Option y	x
1	5
2	6
3	4

### PQ5000



### Anbindung an Analogeingangsbaugruppe einer SPS oder eines Leitsystems

Das Gerät kann als isolierter Messwertgeber angesehen werden. Die einzelnen Ausgänge sind galvanisch nicht gegeneinander getrennt. Zur Verringerung der Störbeeinflussung sollten geschirmte und paarweise verdrehte Leitungen verwendet werden. Der Schirm sollte beidseitig geerdet werden. Bei Potenzial-Unterschieden zwischen den Leitungsenden, sollte der Schirm allerdings nur einseitig geerdet werden, um Ausgleichsströme zu vermeiden.

Beachten Sie auch entsprechende Hinweise in der Betriebsanleitung des anzuschliessenden Systems.

## 5.11 Fehlerstromerkennung

Jedes Fehlerstrom-Modul stellt **zwei Kanäle** für die Überwachung von Differenz- und Fehlerströmen in geerdeten Wechselstrom-Netzen zur Verfügung. Die Messung muss in jedem Fall über geeignete Stromwandler erfolgen, eine Direktmessung ist nicht möglich. Das Modul ist nicht für die Überwachung von Arbeitsströmen in normalerweise stromführenden Leitern (L1, L2, L3, N) geeignet.

### Messbereiche

Jeder Kanal stellt zwei Messbereiche zur Verfügung:

#### a) Messbereich 1A

- Anwendung: Direktmessung eines Fehler- oder Erdleiterstromes
- Messwandler: Stromwandler 1/1 bis 1000/1A; 0.2 bis 1.5VA; Überstrom-Begrenzungsfaktor FS5

#### b) Messbereich 2mA

- Anwendung: Differenzstrommessung (RCM)
- Messwandler: Differenzstromwandler 500/1 bis 1000/1A  
Bemessungsbürde 100 Ω / 0.025 VA bis 200 Ω / 0.06 VA



Es dürfen nur Wandler verwendet werden, welche gemäss unserem Stromwandlerkatalog für diese Anwendung vorgesehen sind, oder Wandler welche obige Spezifikation erfüllen. Eine Verwendung von Wandlern mit abweichenden Spezifikationen kann zur Beschädigung der Messeingänge führen.

### Anschluss

#### PQ1000

⊖ I >	2
(50/60 Hz)	
COM 2mA 1A	
27	25

⊖ I >	1
(50/60 Hz)	
COM 2mA 1A	
23	21

Option

#### PQ3000

x1	x2	x3
1A	2mA	COM
⊖ I >		
(50/60 Hz)		1

x5	x6	x7
1A	2mA	COM
⊖ I >		
(50/60 Hz)		2

Option y

Option y	x
1	5
2	6
3	4

#### PQ5000

X1	Option 1	X2
⊖ I >	(50/60 Hz)	
1A 2mA C		1A 2mA C
1 1 2 3		2 1 2 3

X3	Option 2	X4
⊖ I >	(50/60 Hz)	
1A 2mA C		1A 2mA C
1 1 2 3		2 1 2 3



Die Stromwandler inklusive Leiterisolation müssen in Summe eine verstärkte oder doppelte Isolierung zwischen dem primärseitig angeschlossenen Netzstromkreis und den Messeingängen am Gerät garantieren.



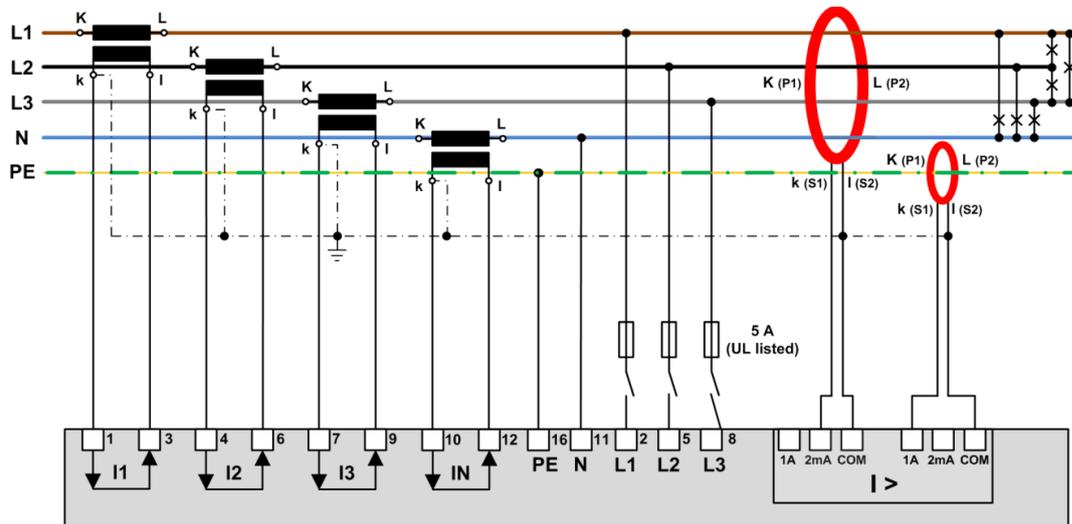
Pro Messkanal darf nur ein Messbereich angeschlossen werden!



Die COM-Anschlüsse der beiden Messkanäle sind intern verbunden.



Für die 2mA-Eingänge ist eine Anschluss-Überwachung (Bruch) implementiert. Für die jeweiligen Messkanäle wird ein Alarmzustand signalisiert, wenn entweder der Stromwandler abgeklemmt oder die Verbindung zum Wandler unterbrochen wird.



Beispiel: Fehlerstromüberwachung in einem TNS-Netz

**Hinweis:** Die Anschlüsse IN und PE des Gerätes stehen beim PQ1000 nicht zur Verfügung

### Hinweise

- (1) Falls die Stromwandler für die Fehlerstrom-Erkennung sekundär geerdet werden, so muss dazu der gemeinsame COM-Anschluss verwendet werden.
  - (2) Beachten Sie, dass alle Leiter in gleicher Richtung durch den Differenzstromwandler geführt werden müssen.
  - (3) Ein eventueller Fehlerstrom fließt durch den Schutzleiter. Er kann nur dann erfasst werden, wenn der Schutzleiter *nicht* durch den Differenzstromwandler geführt wird. Falls dies z.B. bei einem mehradrigen Kabel mit allen Leitern nicht vermieden werden kann, muss der Schutzleiter durch den Wandler zurückgeführt werden.
- 
- (4) Das Kabel bzw. die einzelnen Leiter sind möglichst zentriert durch den Wandler zu führen, um Fehler bei der Messung zu minimieren.
  - (5) Weder die Stromwandler noch die Messleitungen sollten in der Nähe starker Magnetfelder montiert bzw. verlegt werden. Messleitungen sollten auch nicht parallel zu leistungsführenden Leitungen verlegt werden.
  - (6) *Nur bei Messbereich 1A:* Die Bemessungsleistung des Wandlers muss so gewählt werden, dass diese erreicht wird, wenn sekundär der Bemessungsstrom (1A) fließt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Wandler nicht nur durch die Bürde des Messeingangs, sondern auch durch den Widerstand der Zuleitung und den Eigenverbrauch des Wandlers (Kupferverluste) belastet wird.
    - Eine zu tiefe Bemessungsleistung führt zu Sättigungsverlusten im Wandler und folglich dazu, dass der Bemessungsstrom sekundär nicht mehr erreicht wird, da der Wandler in die Begrenzung geht.
    - Eine zu hohe Bemessungsleistung oder ein zu hoher Überstrom-Begrenzungsfaktor (>FS5) kann im Überlastfall zu einer Beschädigung des Messeingangs führen.
  - (7) Verwenden Sie für den Anschluss der Wandler an das Fehlerstrom-Modul...
    - Leiterquerschnitte zwischen 1.0 und 2.5mm<sup>2</sup> (16-14 AWG)
    - Paarweis verdrehte Anschlüsse bei kurzen Leitungslängen
    - Geschirmte Leitungen (Schirm einseitig geerdet) in gestörter Umgebung oder bei grösseren Leitungslängen

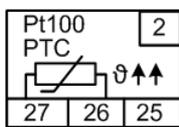
## 5.12 Temperatureingänge

Jedes Temperatur-Modul stellt **zwei Kanäle** für die Temperaturüberwachung zur Verfügung. Diese können auf zwei Arten genutzt werden:

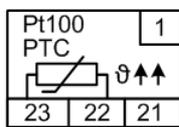
- a) **Temperaturmessung via Pt100-Fühler**
  - Messbereich: -50 bis 250°C
  - 2 konfigurierbare Alarmgrenzwerte
  - Konfigurierbare Alarmverzögerung für EIN/AUS
  - Kurzschluss- und Leitungs-/Fühlerbruchüberwachung
- b) **Temperaturüberwachung mit PTC-Fühlern**
  - Überwachung der PTC-Ansprechtemperatur
  - Kurzschluss-Überwachung
  - Serieller Anschluss von bis zu 6 Einzelfühlern oder bis zu 2 Drillingsfühlern möglich

### Anschluss

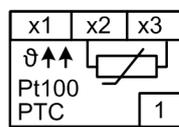
#### PQ1000



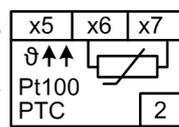
Option



#### PQ3000

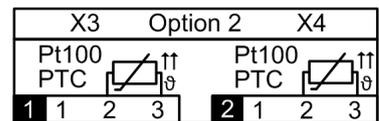
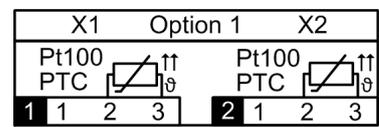


Option y



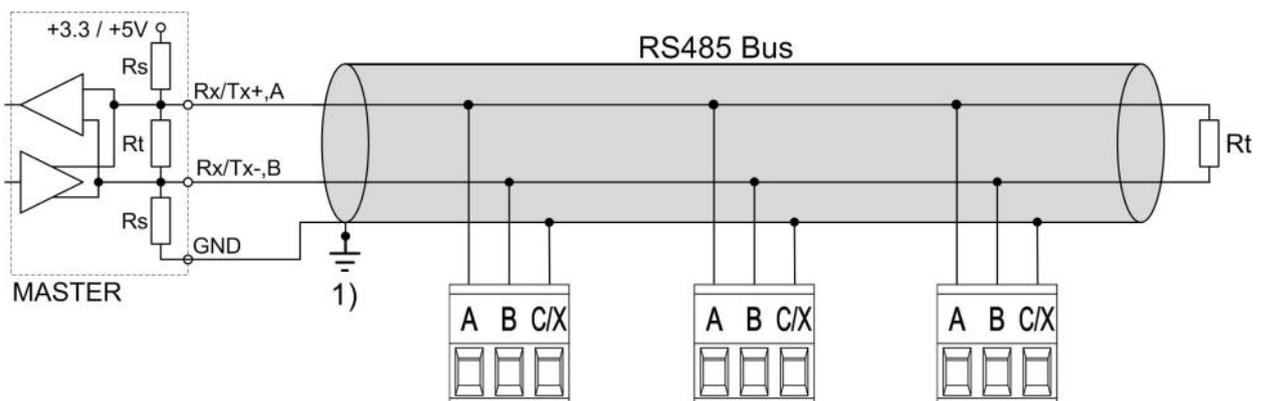
Option y	x
1	5
2	6
3	4

#### PQ5000



## 5.13 Modbus-Schnittstelle RS485

Über die Modbus-Schnittstelle können Messdaten für ein übergeordnetes System bereitgestellt werden. Eine Parametrierung der Geräte 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 Leitungsabschirmung 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	115.2k8d
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.

## 5.14 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

**Hinweis: Diese Option steht beim PQ1000 nicht zur Verfügung**

Das [Batteriepack](#) für die unterbrechungsfreie Stromversorgung wird separat mitgeliefert. Beachten Sie, dass verglichen mit dem Lager-Temperaturbereich des Grundgerätes der [Lager-Temperaturbereich](#) des Batteriepacks eingeschränkt ist.

Stellen Sie sicher, dass das Gerät mit unterbrechungsfreier Stromversorgung nur in Umgebungen gemäss [Spezifikation](#) eingesetzt wird. Ausserhalb dieses Betriebstemperaturbereiches ist nicht sichergestellt, dass das Batteriepack wieder geladen wird.

Durch die Alterung nimmt die Kapazität der Batterie ab. Zur Sicherstellung der Überbrückungszeit sollte diese deshalb alle 3 bis 5 Jahre ersetzt werden.



Gefahr für Feuer oder Brand. Der herausgenommene Akku darf nicht zerlegt, zerkleinert, erhitzt oder verbrannt werden.

Ersetzen Sie den Akku nur durch einen [Akku des gleichen Typs](#). Die Verwendung einer anderen Batterie kann ein Brand- oder Explosionsrisiko darstellen.

## 5.15 GPS-Zeitsynchronisation

Das optionale GPS-Anschlussmodul dient dem Anschluss eines GPS-Empfängers, zur hochgenauen 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 als Zubehör 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

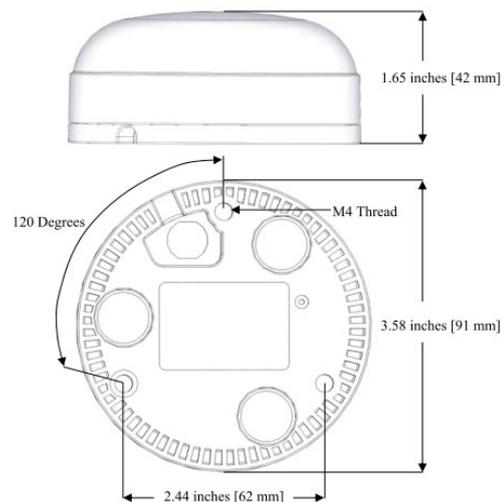
Der GPS-Empfänger benötigt für den korrekten Betrieb Daten von mindestens 3 Satelliten gleichzeitig. Bei der Wahl des Aufstellungsortes sollte deshalb auf möglichst freie Sicht auf den Himmel geachtet werden. Dies kann z.B. auf dem Dach eines Gebäudes sein, ohne dass der Empfang durch andere Gebäude 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-Anschlussmodul eingesteckt. Das Verbindungskabel hat eine Länge von 5m. Eine Verlängerung mit Hilfe einer RJ45-Kupplung und eines Ethernet-Kabels ist möglich. Das Anschlusskabel sollte nicht parallel zu stromführenden Leitern verlegt werden. Ein Verdrehen oder scharfkantiges Knicken des Kabels sollten ebenfalls vermieden werden.

## Inbetriebnahme

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

The screenshot shows the device's configuration interface. The breadcrumb path is: > Service > Geräte-Information > Gerätestatus. On the left, there is a sidebar menu with options: Min/Max-Werte rücksetzen, Zähler setzen/rücksetzen, Betriebsstunden, Geräte-Information (selected), Auslieferungszustand, Firmware-Update, Kommunikationstests, and Geräte-Neustart. The main content area displays the following information:

```
Geräteversion
Lizenzinfos
Gerätestatus

IPv4 mask: 255.255.255.0 [uncp]
IPv4 Gtw: 192.168.56.5 [dhcp]
IPv6 Gtw: -

Name servers -----
DNS 1: 192.168.56.44 [dhcp]
DNS 2: 192.168.56.144 [dhcp]

Time sources -----
Source 1: pool.ntp.org [NTP1]
Source 2: GPS / IRIG-B
Source 3: Local clock

Time synchronisation -----
GPS/IRIG-B at stratum 1
Time offset: -0.001735 ms
Root dispersion: 1.150 ms

GPS/IRIG-B status -----
Synchronised to GPS Timeserver
Number of satellites 5
GPS quality: Estimated fix

Modbus -----
RTU: Running
TCP: Stopped
```

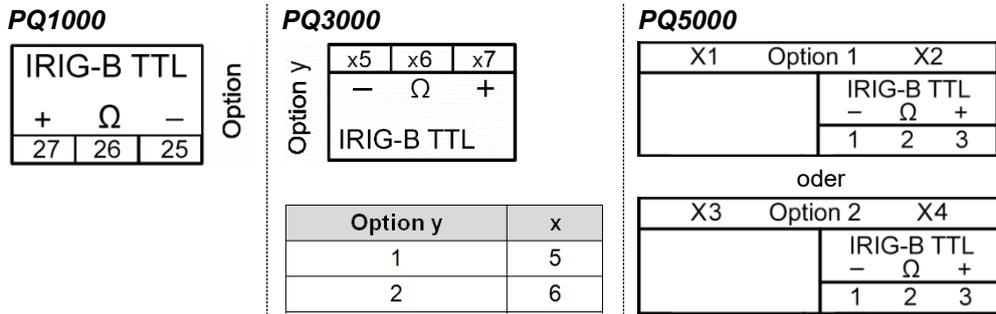
- Die Zeitsynchronisation kann neu gestartet werden, indem die Zeitsynchronisation im Menü aus- und wieder eingeschaltet wird.
- Die Zeitsynchronisation via GPS / IRIG-B und NTP-Server kann parallel betrieben werden. Falls beide Synchronisationsquellen verfügbar sind, verwendet das System die genauere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

## 5.16 IRIG-B Zeitsynchronisation

Das optionale IRIG-B Anschlussmodul kann TTL-Signale eines IRIG-B Zeitservers zur hochgenauen Zeitsynchronisation des Messgerätes verwenden. Die unterstützten Protokolle sind B004, B005, B006 und B007.



Bei einer niederohmigen IRIG-B Quelle kann beim letzten Empfänger durch eine Brücke zwischen den Anschlüssen «-» und «Ω» ein Abschlusswiderstand von 50 Ω zugeschaltet werden.

### Inbetriebnahme

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

> Service > Geräte-Information > Gerätestatus

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

```

LINK:      yes
Speed:    100Mb/s
IPv4 Addr: 192.168.1.101      [stat]
IPv4 BC:  192.168.1.255     [stat]
IPv4 Mask: 255.255.255.0    [stat]
IPv4 Gtw:  192.168.1.1      [stat]
IPv6 Gtw:  -

Name servers -----

Time sources -----
Source 1: pool.ntp.org      [NTP1]
Source 2: GPS / IRIG-B
Source 3: Local clock

Time synchronisation -----
GPS/IRIG-B at stratum 1
Time offset: -0.002543 ms
Root dispersion: 1.210 ms

GPS/IRIG-B status -----
Synchronised to IRIG-B Timeserver

Modbus -----
RTU:      Running
TCP:      Running
    
```

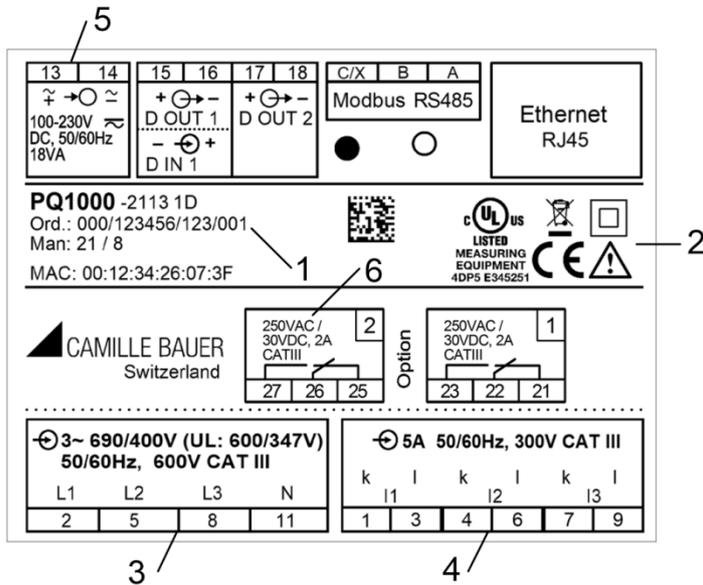
- Die Zeitsynchronisation kann neu gestartet werden, indem die Zeitsynchronisation im Menü aus- und wieder eingeschaltet wird.
- Die Zeitsynchronisation via GPS / IRIG-B und NTP-Server kann parallel betrieben werden. Falls beide Synchronisationsquellen verfügbar sind, verwendet das System die genauere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

## 6. Inbetriebnahme



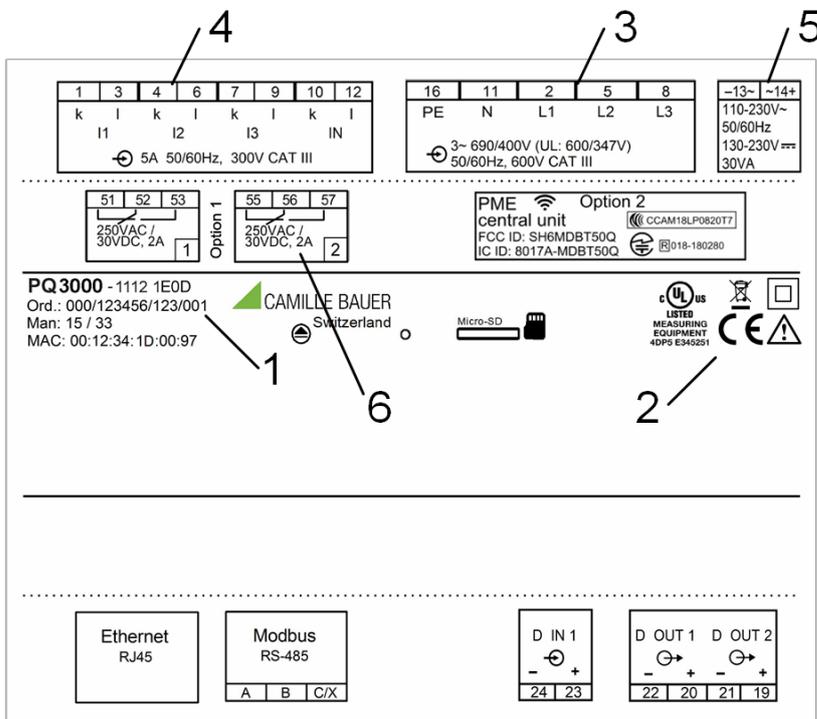
Vor der Inbetriebnahme überprüfen, ob die Anschlussdaten des Gerätes mit den Daten der Anlage übereinstimmen (siehe Typenschild).

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



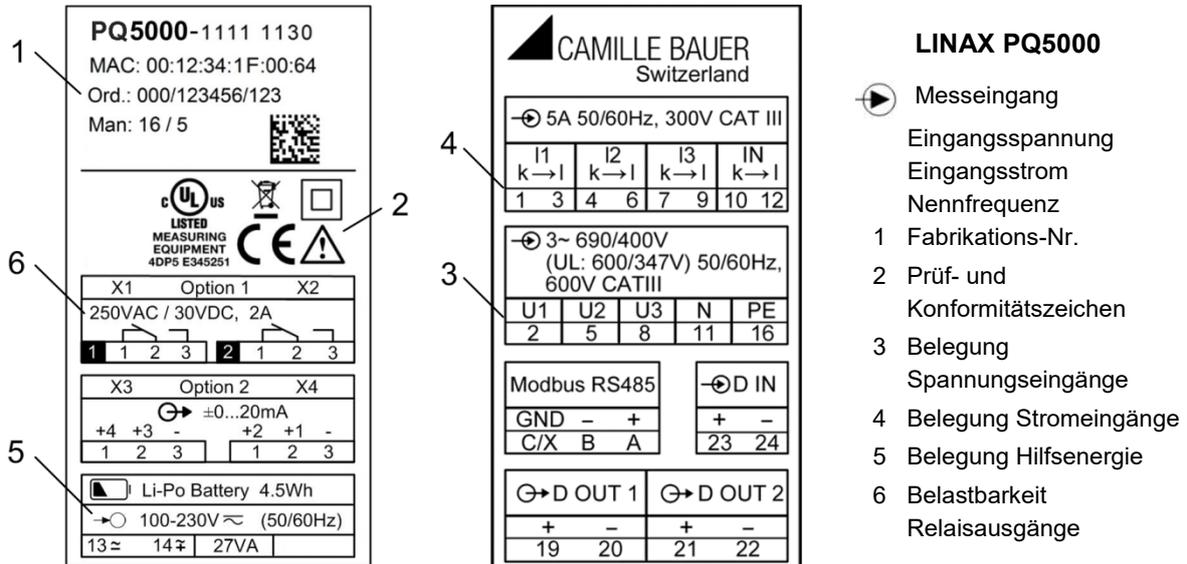
### LINAX PQ1000

- Messeingang
- Eingangsspannung
- Eingangsstrom
- Nennfrequenz
- 1 Fabrikations-Nr.
- 2 Prüf- und Konformitätszeichen
- 3 Belegung Spannungseingänge
- 4 Belegung Stromeingänge
- 5 Belegung Hilfsenergie
- 6 Belastbarkeit Relaisausgänge



### LINAX PQ3000

- Messeingang
- Eingangsspannung
- Eingangsstrom
- Nennfrequenz
- 1 Fabrikations-Nr.
- 2 Prüf- und Konformitätszeichen
- 3 Belegung Spannungseingänge
- 4 Belegung Stromeingänge
- 5 Belegung Hilfsenergie
- 6 Belastbarkeit Relaisausgänge



## 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.

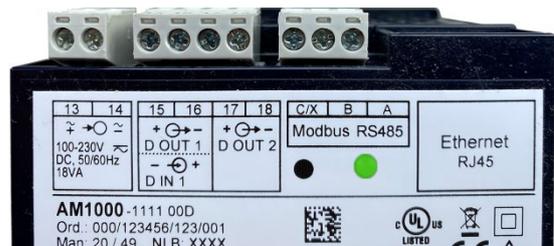
Falls aus Sicherheitsgründen die Sicherheitseigenschaften „Benutzer- und Rechteverwaltung“ (RBAC) und „Web-Security“ (HTTPS) aktiviert sind, muss ein [Root-Zertifikat installiert](#) werden, bevor die Geräte-Webseite via https angezeigt werden kann. Dieses Zertifikat wird über unsere Homepage bereitgestellt. 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



PQ5000



PQ1000

Die Betriebs-LED (nur PQ5000 und PQ1000 ohne Display) zeigt den aktuellen Status des Gerätes

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

## 6.3 Überprüfen der Installation

Der korrekte Anschluss der Strom- und Spannungseingänge kann 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. Die Drehfeldanzeige ist im Menü Vektordiagramm zu finden.

Voraussetzung für die Prüfung: Wert der anliegenden Spannungen mindestens 5% der Nennspannung, Betrag der anliegenden Ströme mindestens 0.2% des Nennstromes.



**PQ3000**

Menü Vektordiagramm

### Mögliche Ergebnisse



Korrekte Drehrichtung



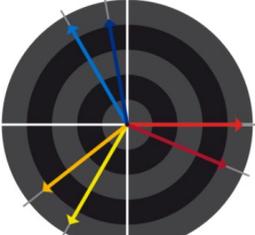
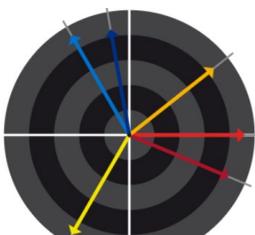
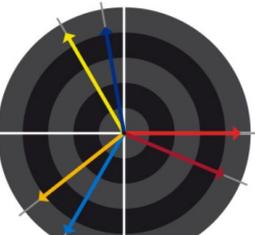
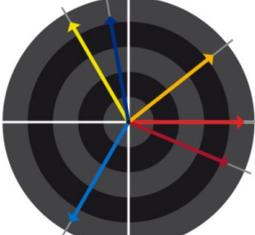
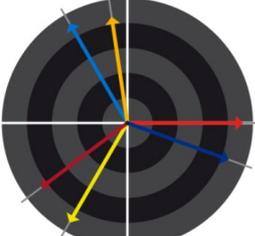
Falsche Drehrichtung



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.

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

 <p>50V/div 20A/div</p>	<table border="1" style="font-size: small; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.60</td> <td>230.64</td> <td>230.54</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>-119.97</td> <td>120.03</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.97</td> <td>86.03</td> <td>85.86</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-22.9</td> <td>-21.7</td> <td>-20.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>0.921</td> <td>0.929</td> <td>0.940</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.60	230.64	230.54	V	0.00	-119.97	120.03	*	85.97	86.03	85.86	A	-22.9	-21.7	-20.0	*	0.921	0.929	0.940	PF	<p><b>Korrektur Anschluss (Erwartungshaltung)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reihenfolge der Spannungen im Uhrzeigersinn <b>L1 → L2 → L3</b> (<math>0^\circ \rightarrow -120^\circ \rightarrow 120^\circ</math>)</li> <li>• Reihenfolge der Ströme im Uhrzeigersinn <b>L1 → L2 → L3</b></li> <li>• Ähnlicher Winkel zwischen Spannung und Stromvektoren in allen Phasen (ca. <math>-20^\circ</math>)</li> </ul>
L1	L2	L3																								
230.60	230.64	230.54	V																							
0.00	-119.97	120.03	*																							
85.97	86.03	85.86	A																							
-22.9	-21.7	-20.0	*																							
0.921	0.929	0.940	PF																							
 <p>50V/div 20A/div</p>	<table border="1" style="font-size: small; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.58</td> <td>230.63</td> <td>230.53</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>-119.97</td> <td>120.03</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.96</td> <td>86.04</td> <td>85.87</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-22.9</td> <td>158.4</td> <td>-20.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>0.921</td> <td>-0.930</td> <td>0.940</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.58	230.63	230.53	V	0.00	-119.97	120.03	*	85.96	86.04	85.87	A	-22.9	158.4	-20.0	*	0.921	-0.930	0.940	PF	<p><b>Was ist hier falsch?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reihenfolge der Spannungen: <b>L1 → L2 → L3</b></li> <li>• Reihenfolge der Ströme: <b>L1 → L3 → L2</b>; Strom L2 ist ausserhalb der Sequenz</li> <li>• Winkel U-I: Der Winkel zwischen <math>U_{L2}</math> und <math>I_{L2}</math> ist ca. <math>180^\circ</math> falsch</li> </ul> <p><b>Erforderliche Korrektur</b> Umpolen der Anschlüsse des Strom <math>I_2</math></p>
L1	L2	L3																								
230.58	230.63	230.53	V																							
0.00	-119.97	120.03	*																							
85.96	86.04	85.87	A																							
-22.9	158.4	-20.0	*																							
0.921	-0.930	0.940	PF																							
 <p>50V/div 20A/div</p>	<table border="1" style="font-size: small; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.59</td> <td>230.49</td> <td>230.70</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>120.04</td> <td>-119.99</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.97</td> <td>86.02</td> <td>85.86</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-22.9</td> <td>98.3</td> <td>-140.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>0.921</td> <td>-0.145</td> <td>-0.766</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.59	230.49	230.70	V	0.00	120.04	-119.99	*	85.97	86.02	85.86	A	-22.9	98.3	-140.0	*	0.921	-0.145	-0.766	PF	<p><b>Was ist hier falsch?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reihenfolge der Spannungen: <b>L1 → L3 → L2</b>; L3 und L2 scheinen vertauscht zu sein</li> <li>• Reihenfolge der Ströme: <b>L1 → L2 → L3</b></li> <li>• Winkel U-I: Die Winkel zwischen <math>U_{L2} / I_{L2}</math> und <math>U_{L3} / I_{L3}</math> entsprechen nicht der Erwartung</li> </ul> <p><b>Erforderliche Korrektur</b> Drehen der Spannungsanschlüsse L2 und L3</p>
L1	L2	L3																								
230.59	230.49	230.70	V																							
0.00	120.04	-119.99	*																							
85.97	86.02	85.86	A																							
-22.9	98.3	-140.0	*																							
0.921	-0.145	-0.766	PF																							
 <p>50V/div 20A/div</p>	<table border="1" style="font-size: small; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.58</td> <td>230.49</td> <td>230.68</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>120.04</td> <td>-119.99</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.97</td> <td>86.04</td> <td>85.86</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-22.9</td> <td>-81.6</td> <td>-140.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>0.921</td> <td>0.145</td> <td>-0.766</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.58	230.49	230.68	V	0.00	120.04	-119.99	*	85.97	86.04	85.86	A	-22.9	-81.6	-140.0	*	0.921	0.145	-0.766	PF	<p><b>Was ist hier falsch?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reihenfolge der Spannungen: <b>L1 → L3 → L2</b>; L3 und L2 scheinen vertauscht zu sein</li> <li>• Reihenfolge der Ströme: <b>L1 → L3 → L2</b>; Strom L2 ist ausserhalb der Sequenz</li> <li>• Winkel U-I: Die Winkel zwischen <math>U_{L2} / I_{L2}</math> und <math>U_{L3} / I_{L3}</math> entsprechen nicht der Erwartung</li> </ul> <p><b>Erforderliche Korrektur</b> Drehen der Spannungsanschlüsse L2 und L3 und Umpolen des Strom <math>I_2</math>.</p>
L1	L2	L3																								
230.58	230.49	230.68	V																							
0.00	120.04	-119.99	*																							
85.97	86.04	85.86	A																							
-22.9	-81.6	-140.0	*																							
0.921	0.145	-0.766	PF																							
 <p>50V/div 20A/div</p>	<table border="1" style="font-size: small; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.45</td> <td>230.48</td> <td>230.58</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>-120.02</td> <td>119.98</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.96</td> <td>86.00</td> <td>85.86</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-143.0</td> <td>-141.6</td> <td>-140.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>-0.798</td> <td>-0.784</td> <td>-0.766</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.45	230.48	230.58	V	0.00	-120.02	119.98	*	85.96	86.00	85.86	A	-143.0	-141.6	-140.0	*	-0.798	-0.784	-0.766	PF	<p><b>Was ist hier falsch?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reihenfolge der Spannungen: <b>L1 → L2 → L3</b></li> <li>• Reihenfolge der Ströme: <b>L3 → L1 → L2</b></li> <li>• Winkel U-I: Die U-I Winkel entsprechen nicht der Erwartung, sind aber ähnlich.</li> </ul> <p><b>Erforderliche Korrektur</b> Zyklisches Vertauschen der Spannungsanschlüsse: L1→L3, L2→L1, L3→L2. Alternativ kann die Reihenfolge der Ströme angepasst werden, ist aber aufwendiger.</p>
L1	L2	L3																								
230.45	230.48	230.58	V																							
0.00	-120.02	119.98	*																							
85.96	86.00	85.86	A																							
-143.0	-141.6	-140.0	*																							
-0.798	-0.784	-0.766	PF																							

## 6.4 Ethernet-Installation

### 6.4.1 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

Abhängig von der Geräteausführung, kann das Gerät mit mehreren Ethernet-Schnittstellen ausgerüstet sein, deren IPv4-Netzwerkeinstellungen unabhängig programmiert werden können.

Schnittstelle	Anwendung	Default IPv4	Einstellungen via Menü...
Standard	Konfiguration / Modbus TCP	192.168.1.101	Einstellungen   Kommunikation   Ethernet
IEC 61850	IEC61850-Kommunikation	192.168.1.111	Einstellungen   IEC61850   Ethernet
PROFINET	PROFINET-Kommunikation	0.0.0.0	(ausschliesslich via Steuerung)

#### IPv6-Kommunikation

Abhängig von der Geräteausführung, kann das Gerät mit mehreren Ethernet-Schnittstellen ausgerüstet sein, deren IPv6-Netzwerkeinstellungen unabhängig programmiert werden können.

Schnittstelle	Anwendung	Default IPv6	Einstellungen via Menü...
Standard	Konfiguration / Modbus TCP	fd2d:bb44:97f1:3976::1	Einstellungen   Kommunikation   Ethernet
IEC 61850	IEC61850-Kommunikation	fd2d:bb44:97f1:3976::B	Einstellungen   IEC61850   Ethernet
PROFINET	PROFINET-Kommunikation	0::0	(ausschliesslich via Steuerung)

#### Netzwerk-Einstellungen (Kommunikation | Ethernet)

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

• <b>IPv4/6: Modus</b>	Legt die Methode fest, wie die IP-Adresse des Gerätes vergeben wird. Die Festlegung kann statisch, per DHCP oder SLAAC (nur IPv6) erfolgen.
• <b>IPv4/6: IP-Adresse</b>	Diese muss <b>eindeutig</b> sein, darf also nur einmal im Netzwerk vergeben sein.
• <b>IPv4: Subnetz-Maske</b>	Definiert wie viele Geräte innerhalb des Netzwerkes direkt adressierbar sind. Diese Einstellung ist für alle Geräte gleich. <a href="#">Beispiele</a>
• <b>IPv4/6: Gateway-Adresse</b>	Wird für die Auflösung von Adressen bei der Kommunikation zwischen verschiedenen Netzwerken benötigt. Sollte eine gültige Adresse im direkt adressierbaren Netzwerk enthalten.
• <b>IPv4/6: DNS-Server x</b>	Wird benötigt um einen Domänen-Namen in eine Adresse aufzulösen, falls z.B. für den NTP-Server ein Name (pool.ntp.org) verwendet wird. <a href="#">Weitere Infos</a> .
• <b>IPv6: Präfix-Länge</b>	Ist vergleichbar mit der Subnetz-Maske IPv4-Netzwerken; ist die Anzahl der linksbündigen Bits die für die direkte Kommunikation identisch sein müssen.
• <b>Hostname</b>	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.
• <b>NTP-Server x</b>	NTP-Server werden als Basis für die <a href="#">Zeitsynchronisation</a> verwendet

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 Konfigurations-Schnittstelle

IP-Adresse	192.168.62.103
Subnetz-Maske	255.255.248.0
Gateway-Adresse	192.168.56.5
DNS-Server 1	192.168.56.55
DNS-Server 2	192.168.56.155
Hostname	PQ5000-IEC61850-RR
Zeitsynchronisation	NTP Server
NTP-Server 1	pool.ntp.org
NTP-Server 2	

Netzwerkeinstellungen IEC61850-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	<b>11000000 10101000 00000001 01100101</b>
Subnetz-Maske	255.255.255.224	<b>11111111 11111111 11111111 11100000</b>
	variabler Bereich	<b>xxxxxx</b>
1. Adresse	192.168. 1. 96	<b>11000000 10101000 00000001 01100000</b>
Letzte Adresse	192.168. 1.127	<b>11000000 10101000 00000001 01111111</b>

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

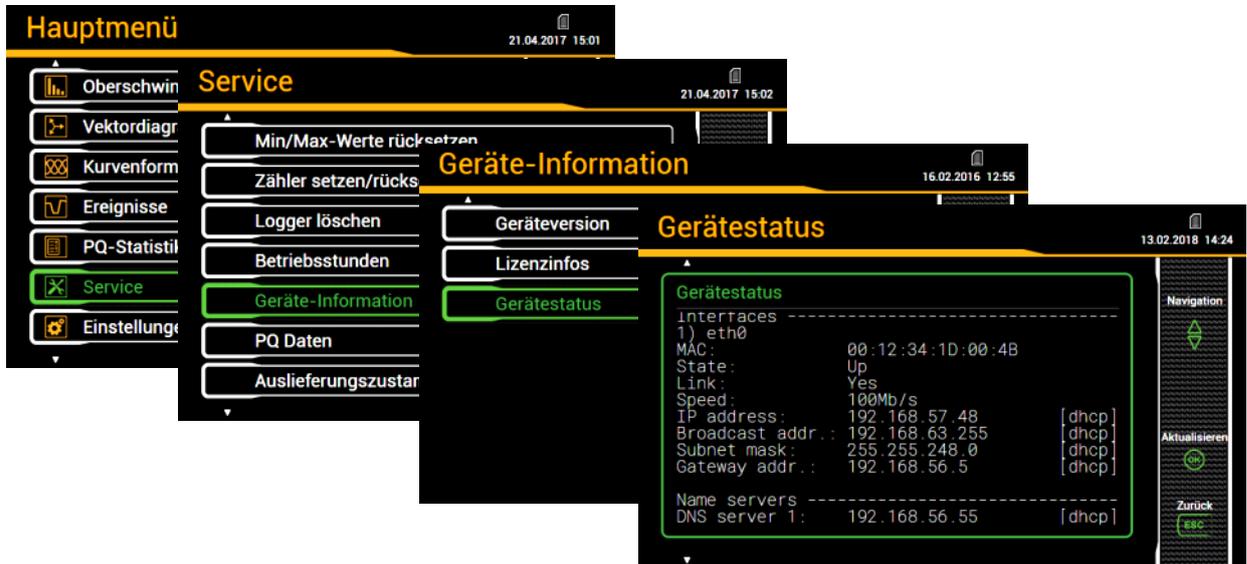
Beispiel 2	dezimal	binär
IP-Adresse	192.168. 57. 64	<b>11000000 10101000 00111001 01000000</b>
Subnetz-Maske	255.255.252. 0	<b>11111111 11111111 11111100 00000000</b>
	variabler Bereich	<b>xx xxxxxxxxxx</b>
1. Adresse	192.168. 56. 0	<b>11000000 10101000 00111000 00000000</b>
Letzte Adresse	192.168. 59.255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

► 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](#) oder einen [IRIG-B Zeitserver](#) mit TTL-Signalen 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.

### 6.4.2 Anschluss der Standard-Schnittstelle

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

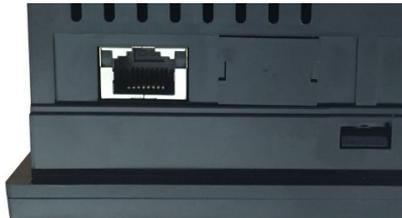
- Schnittstelle: RJ45 Buchse, Ethernet 100BaseTX
- Mode: 10/100 MBit/s, Voll-/Halbduplex, Autonegotiation
- Protokolle: http, https, Modbus/TCP, NTP

#### Funktionalität der LED's

PQ1000



PQ3000



PQ5000



- LED rechts: Eingeschaltet sobald eine Netzwerkverbindung besteht (link)
- LED links: Blinkt während Kommunikation mit dem Gerät (activity)

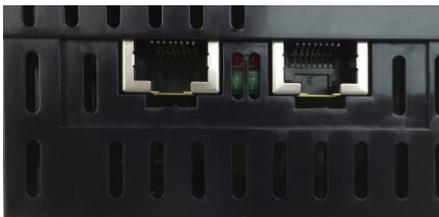
### 6.4.3 Anschluss der IEC61850-Schnittstelle

Die RJ45-Buchsen X1 und X2 dienen dem direkten Anschluss von Ethernet-Kabeln. Die beiden Ports sind gleichwertig und intern über einen Switch verbunden.

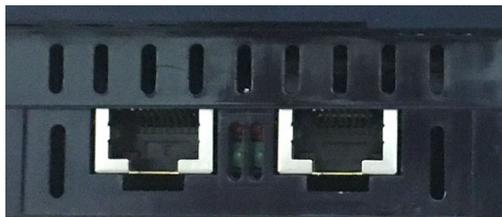
- Schnittstelle: RJ45 Buchse, Ethernet 100BaseTX
- Mode: 10/100 MBit/s, Voll-/Halbduplex, Autonegotiation
- Protokolle: IEC61850, NTP

#### Funktionalität der LED's

PQ1000



PQ3000



PQ5000



LED grün: Eingeschaltet wenn Netzwerkverbindung besteht (link), blinkt bei aktiver Kommunikation

### 6.4.4 Anschluss der PROFINET-Schnittstelle

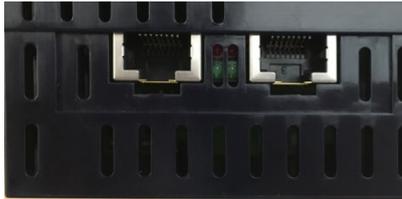
Die RJ45-Buchsen X1 und X2 dienen dem direkten Anschluss von Ethernet-Kabeln. Die beiden Ports sind gleichwertig und intern über einen Switch verbunden.

Hinweis: Die Schnittstelle darf ausschliesslich mit einem lokalen Profinet-Netzwerk verbunden werden, welches als SELV-Kreis nach IEC 60950-1 ausgeführt ist.

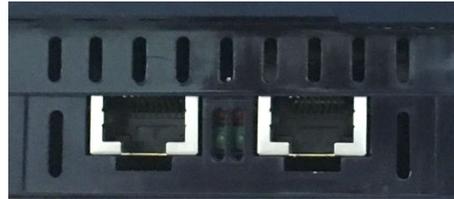
- Schnittstelle: RJ45 Buchse, Ethernet 100BaseTX
- Mode: 10/100 MBit/s, Voll-/Halbduplex, Autonegotiation
- Protokolle: PROFINET, LLDP, SNMP

## Funktionalität der LED's

**PQ1000**



**PQ3000**



**PQ5000**



LED	Status	Bedeutung
X1 grün X2 grün	AUS	Keine Netzwerkverbindung
	EIN	Bestehende Netzwerkverbindung
	Blinken	Aktive Kommunikation
Rot links <b>BF</b> (Bus failure)	AUS	Kein Fehler
	EIN	Keine Konfiguration, langsamer oder kein Link
	Blinken (2 Hz)	Kein Datenaustausch
Rot rechts <b>SF</b> (System failure)	AUS	Kein Fehler
	EIN	Watchdog timeout, Diagnose aktiv; Systemfehler
	Blinken (1 Hz, 3s)	DCP-Signaldienst via Bus initiiert

### 6.4.5 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.

#### Standard Ethernet-Schnittstelle

PQ1000

<b>PQ1000</b> -1111 0D
Ord.: 000/123456/123/001
Man: 21 / 8
MAC: 00:12:34:26:07:3F

PQ3000

<b>PQ 3000</b> - 1112 131D	CA
Ord.: 000/123456/123/001	
Man: 15 / 33	
MAC: 00:12:34:1D:00:97	

PQ5000

<b>PQ5000</b> -1111 1130
MAC: 00:12:34:1F:00:64
Ord.: 000/123456/123
Man: 16 / 5

#### IEC61850 Ethernet-Schnittstelle

PQ1000

MAC: 00:12:34:21:00:7C		
X2	IEC 61850	X1

PQ3000

X1	IEC 61850	X2
MAC: 00:12:34:21:00:7C		

PQ5000

X1	IEC 61850	X2
MAC: 00:12:34:21:00:7C		

#### PROFINET Ethernet-Schnittstelle

PQ1000

MAC: 00:12:34:22:00:0C		
X2	PROFINET	X1

PQ3000

X1	PROFINET	X2
MAC: 00:12:34:22:00:0C		

PQ5000

X1	PROFINET	X2
MAC: 00:12:34:22:00:0C		

Für ein PROFINET-Gerät sind typischerweise [3 MAC-Adressen](#) erforderlich:

- Chassis-MAC: gemäss Angabe auf dem Typenschild
- Port-Anschluss X1: Chassis MAC + 2
- Port-Anschluss X2: Chassis MAC + 1

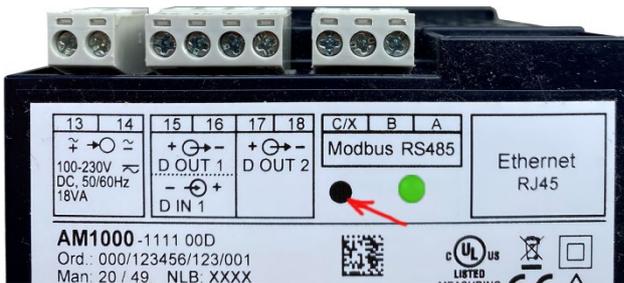
### 6.4.6 Zurücksetzen der Kommunikations-Einstellungen

Falls die Kommunikationseinstellungen der Standard-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:



#### PQ5000

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



#### PQ1000

Die versenkte Reset-Taste (links neben der Betriebs-LED) für mindestens 3s drücken. Dazu muss die Folie durchstochen werden. Während dem Reset blinkt die Betriebs-LED rot.

## 6.5 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	<pre> 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                     </pre>		
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

NTP-Server Test

## 6.6 IEC 61850-Schnittstelle

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

>> IEC61850-Schnittstelle SINEAX AMx000/DM5000, LINAX PQx000, CENTRAX CUx000

Dieses Dokument ist via

- <https://www.camillebauer.com/pq1000-de> oder
- <https://www.camillebauer.com/pq3000-de> oder
- <https://www.camillebauer.com/pq5000-de>

verfügbar.

## 6.7 PROFINET IO-Schnittstelle

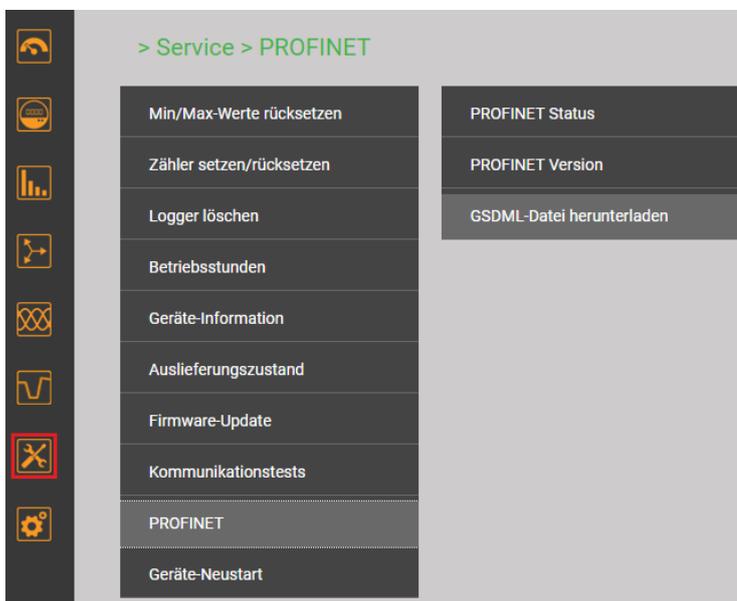
Die PROFINET-Schnittstelle stellt ein zyklisches Prozessabbild zur Verfügung, welches vom Anwender frei zusammengestellt werden kann.

### 6.7.1 Gerätebeschreibungsdatei (GSD)

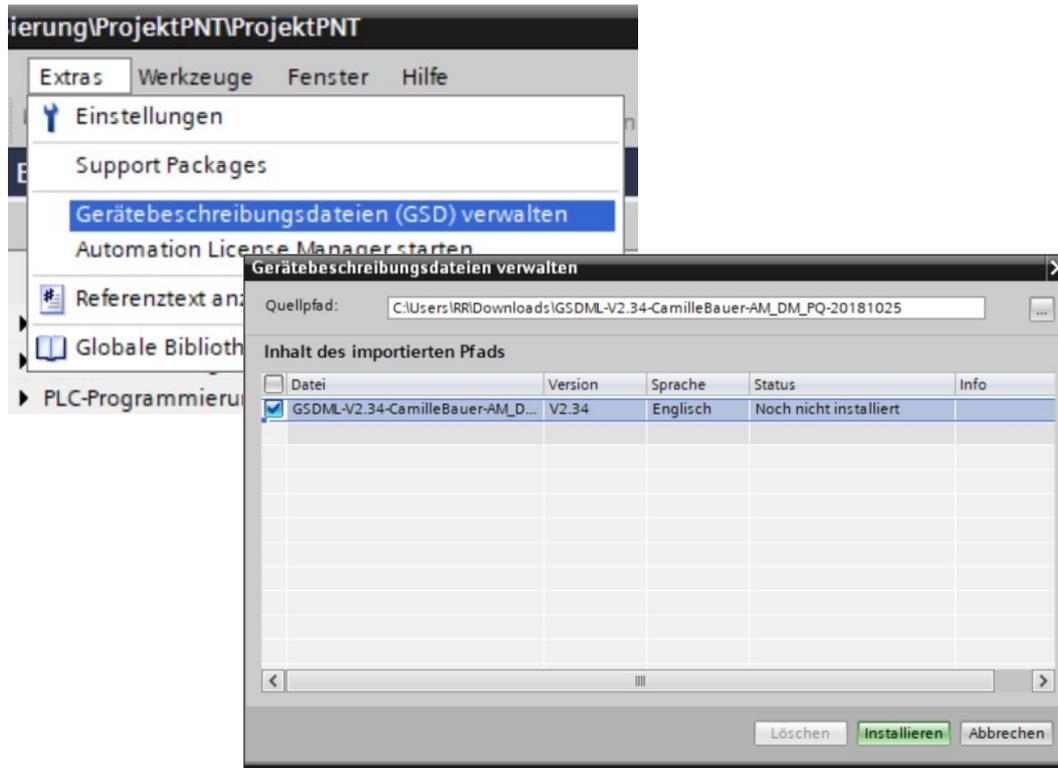
Die GSD-Datei beschreibt die über die PROFINET-Schnittstelle des Gerätes verfügbare Funktionalität. Während der Projektierung mit Hilfe einem Konfigurationstool (z.B. TIA oder Simatic Step 7 von Siemens) dient die GSD-Datei dazu, Geräte mit geringstem Aufwand in ein PROFINET-System zu integrieren.

Die Beschreibungssprache für die GSD-Datei ist bei PROFINET GSDML (Generic Station Description Markup Language), also ein sprachunabhängiges XML-Format. Quellen für den Download der GSDML-Datei des Gerätes sind:

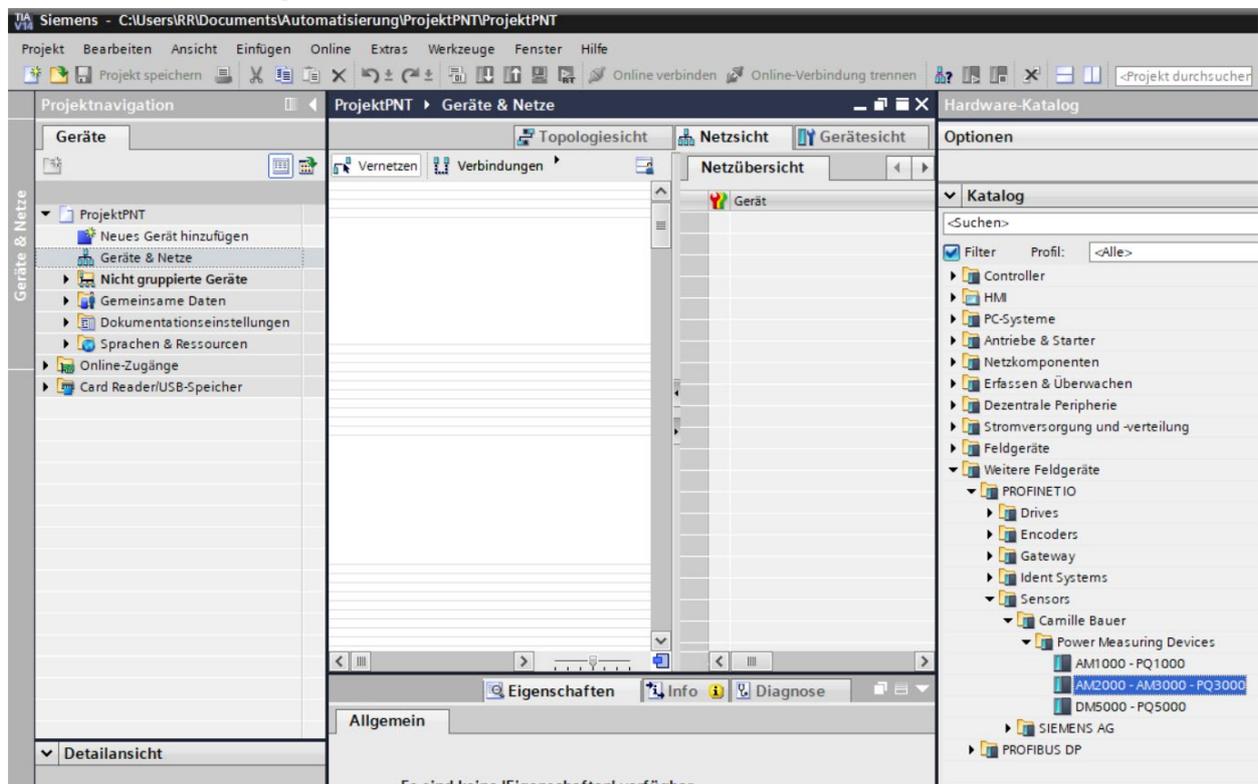
- <https://www.camillebauer.com/pq1000-de> oder <https://www.camillebauer.com/pq3000-de> oder <https://www.camillebauer.com/pq5000-de>
- USB-Stick mit Software und Dokumentation, Mat-Nr. 156'027 (optional)
- Die Webseite des Gerätes selbst:



Bevor ein Gerät in einem Projekt verwendet werden kann, muss die zugehörige GSD-Datei im Projektierungstool (z.B. TIA Portal) importiert werden.



## 6.7.2 Parametrierung des Gerätes

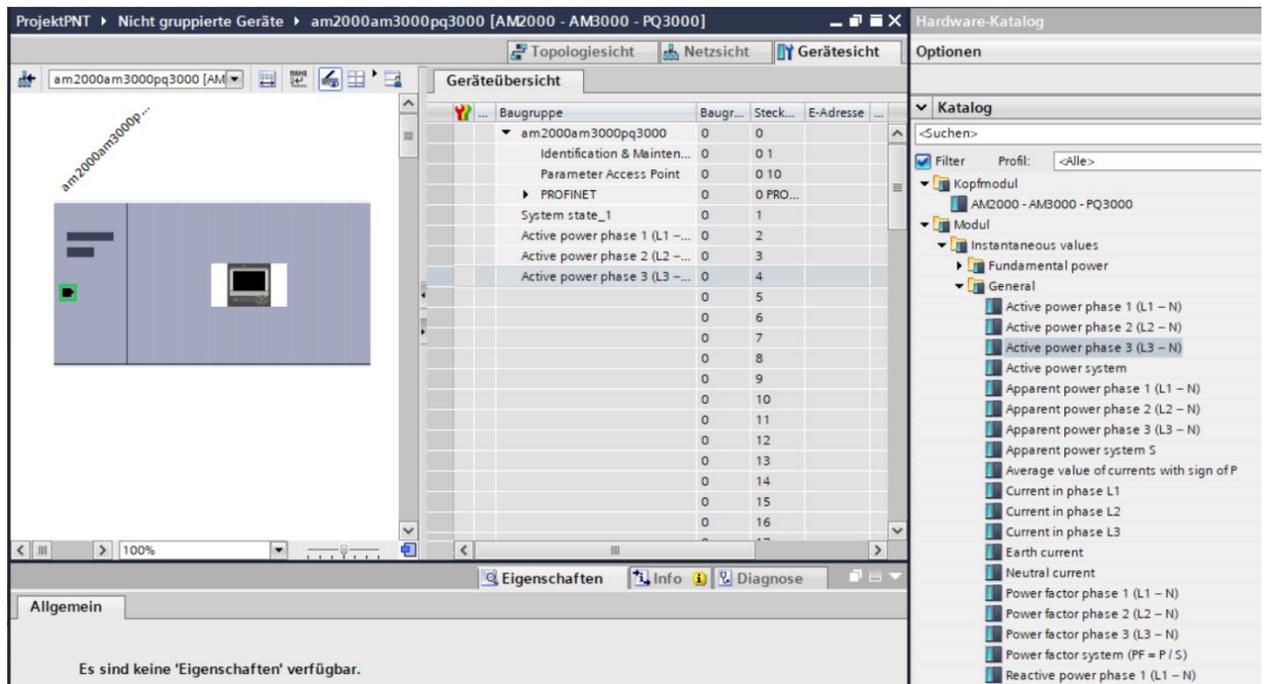


Sobald die GSD-Datei importiert wurde, steht das Gerät im Hardware-Katalog zur Verfügung und kann per drag&drop eingebunden werden. Es stehen drei Modelle zur Verfügung, welche die verschiedenen Bauformen der gesamten Gerätereihe repräsentieren. Obenstehende Auswahl ist z.B. für die Geräte AM2000, AM300 und PQ3000 geeignet, welche dieselbe Bauform (Panel 144x144mm) aufweisen und dieselben Messwerte unterstützen.

Die weiteren Schritte bei der Parametrierung des Gerätes sind dann:

- Vergabe eines eindeutigen Gerätenamens via DCP-Protokoll
- Vergabe einer IP-Adresse zum Gerät, normalerweise ein automatischer Vorgang
- Zusammenstellung des zyklischen Prozessabbildes (siehe unten), maximal 62 Messwerte
- Einbindung in die Topologie des Gesamtsystems

Da diese Schritte geräteunabhängig sind und nur vom verwendeten Tool abhängen, sind sie hier nicht im Detail beschrieben.



Zusammenstellung des zyklischen Prozessabbildes

Auf Steckplatz 1 liegt immer das Modul ‚System state‘, mit folgender Information:

Bit	Bedeutung
0	0: Mess-System ist gestoppt oder nicht erreichbar 1: Mess-System läuft
1	0 ↔ 1: Bei aktivem Messsystem, wird der Zustand des Bits bei einer Wertänderung in mindestens einem Modul gewechselt
2...31	nicht verwendet, aktuell immer 0

### Hinweise

- Eine Parametrierung der Grundfunktion des Gerätes (z.B. Messfunktionalität) via PROFINET ist nicht erforderlich
- Eine lokale Änderung der Parameter (z.B. IP-Adresse, PROFINET-Gerätename) ist nicht möglich

### 6.7.3 Gültigkeit der Messwerte

Folgende Messwerte können im Prozessabbild verwendet werden:

- Momentanwerte Spannungen, Ströme, Wirk-/Blind-/Scheinleistung, Frequenz, Leistungsfaktor
- THD Spannungen und Ströme, TDD Ströme
- Ungerade Harmonische der Spannungen und Ströme bis zur 25.
- Symmetrische Komponenten und Unsymmetriefaktoren Spannung/Strom
- Grundswingungsleistungen, Verzerrungsblindleistung,  $\cos\varphi$ ,  $\tan\varphi$
- Energiezähler Hoch- und Niedertarif, vordefinierte und anwenderspezifische Basisgrößen
- Mittelwerte vordefinierter Leistungsgrößen und anwenderspezifische Basisgrößen

Die bereitgestellten Messwerte sind die Summe der möglichen Werte bei alle möglichen Anschlussarten vom Einphasennetz bis zu 4-Leiter ungleichbelastet. Welche Messwerte bei welcher Anschlussart wirklich gültig sind, ist aus der Modbus-Schnittstellenbeschreibung ersichtlich, welche über die folgenden Quellen bezogen werden kann:

- <https://www.camillebauer.com/pg1000-de> oder <https://www.camillebauer.com/pg3000-de> oder <https://www.camillebauer.com/pg5000-de>
- USB-Stick mit Software und Dokumentation, Mat-Nr. 156'027 (optional)

Werden nicht gültige Messwerte in einem Prozessabbild verwendet, so ist deren Wert immer Null.

### 6.7.4 PROFINET-Status

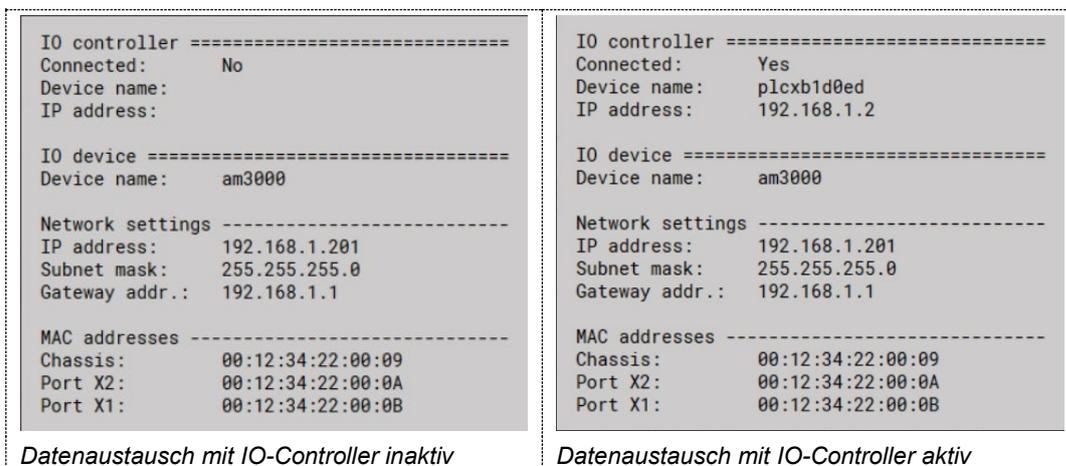
- Bei Geräten mit Display wird in der Statusleiste der aktuelle PROFINET-Zustand angezeigt:



- Der PROFINET-Zustand ist in jedem Fall über die Statusleiste der Geräte-Webseite ersichtlich:



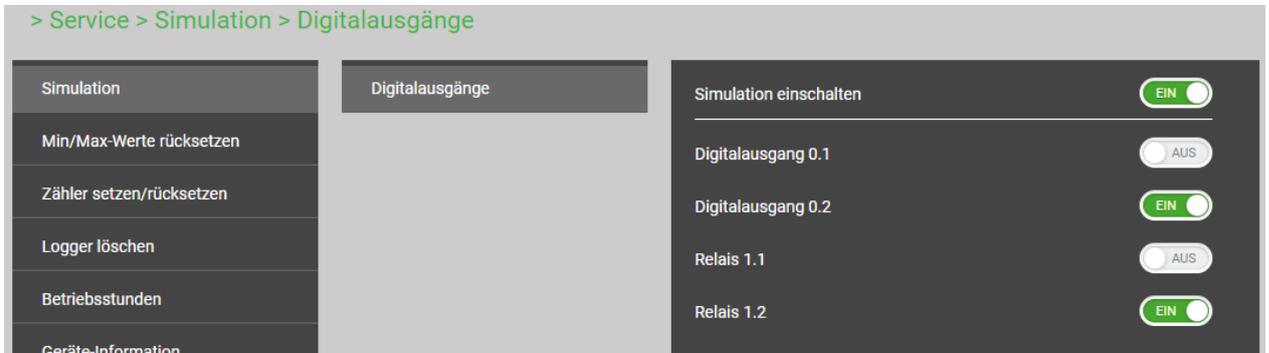
- PROFINET bezogene Informationen sind über das Menü *Service | PROFINET | PROFINET-Status* verfügbar:



## 6.8 Simulation von analogen / digitalen Ausgängen

Um zu überprüfen, ob nachgeschaltete Kreise mit vom Messgerät bereitgestellten Ausgangswerten korrekt arbeiten, können über das Service-Menü **Simulation** alle analogen oder digitalen Ausgänge simuliert werden. Dazu können entweder analoge Ausgangswerte vorgegeben oder die diskreten Zustände der Digitalausgänge / Relais gesetzt werden.

Die Simulation kann sowohl über die Webseite als auch über das lokale Display erfolgen.



Simulation digitaler Ausgänge via Geräte-Webpage

## 6.9 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 können 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.

### 6.9.1 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:

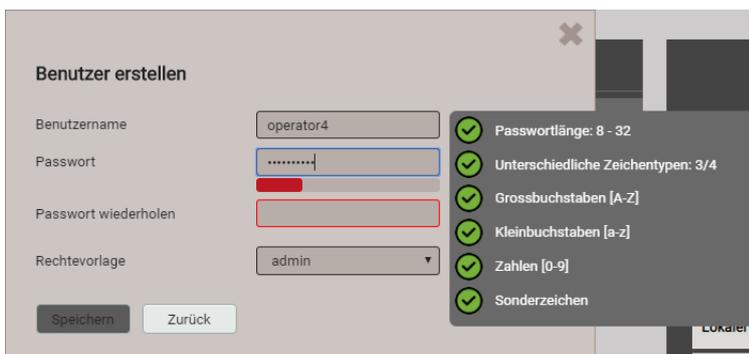
- Seine eigenen Zugangsdaten (Benutzername und / oder Passwort) ändern
- Die Zugangsdaten jedes anderen Users ändern
- Frei die Berechtigungen der Standard-User *localgui* und *anonymous* festlegen. Beide User sind Standard-User ohne Zugangsdaten.
- Neue User bis zu einem Maximum von 5 anlegen
- User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

```
AccessToken=eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJhdWQiOiIxYjg4IiwiaWF0IjoxNTc5MTU4OTc4LjZkdWl0Ij0iJm9ueWlvdXMiLCJ0eG4iOiIxOTIuMTY4LjU4LjExNCJ9.LiLjuJcs2bZAmYHlvdMXTAlr87gxUX-3kZ4cfz6jMc;
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:

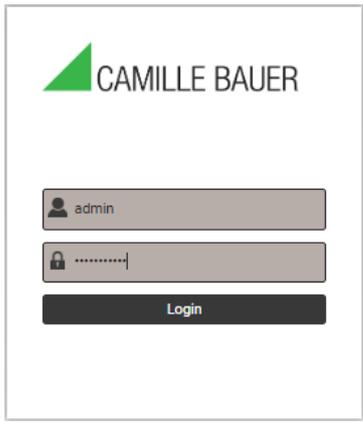
Benutzer- und Rechteverwaltung		aktiv						
		Benutzer/API-Schlüssel hinzufügen						
		admin	localgui	anonymous	operator1	operator2	operator3	[API]Access-Token
Lokaler Account (kein Weblogin)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>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

-  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.

## 6.9.2 An- und abmelden eines Benutzers via Webseite

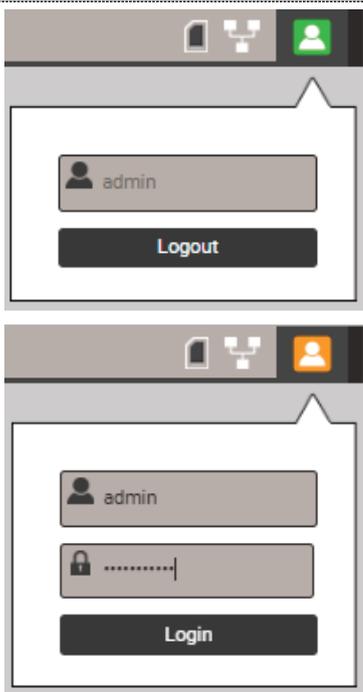
### a) Falls "anonymous" keine Berechtigungen hat

Via Webseite	Bemerkungen
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Benutzername und Passwort eingeben</li> <li>2) &lt;ENTER&gt; oder "Login" auswählen</li> </ol> <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden Benutzers, eine Webseite angezeigt.</p>

### b) Falls "anonymous" Berechtigungen hat

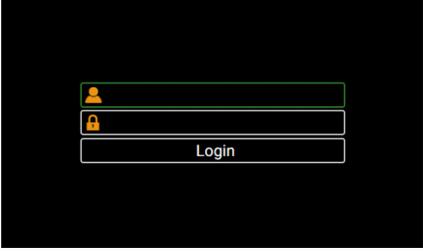
Via Webseite	Bemerkungen
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Symbol  wählen</li> <li>2) Benutzername und Passwort eingeben. Beim ersten Login die Werkseinstellungen admin / CBM_1234 verwenden.</li> <li>3) &lt;ENTER&gt; oder "Login" auswählen</li> </ol> <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden Benutzers, eine Webseite angezeigt.</p>

### c) Falls ein anderer Anwender angemeldet ist

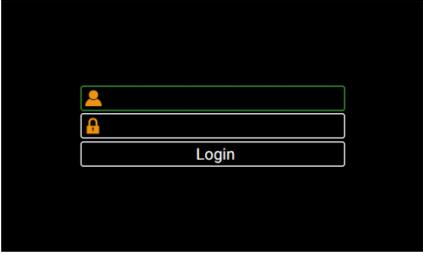
Via Webseite	Bemerkungen
	<p>Abmelden des aktuellen Benutzers via "Logout"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Symbol  wählen</li> <li>2) Benutzername und Passwort eingeben</li> <li>3) &lt;ENTER&gt; oder "Login" auswählen</li> </ol> <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden Benutzers, eine Webseite angezeigt</p>

### 6.9.3 An- und abmelden eines Benutzers via lokale Anzeige

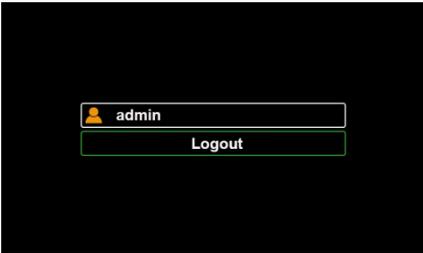
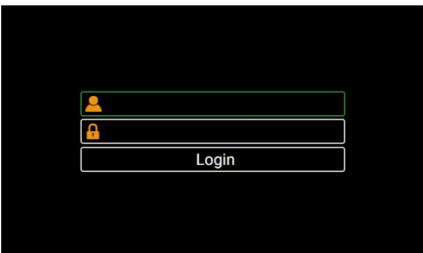
#### a) Falls "localgui" keine Berechtigungen hat

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

#### b) Falls "localgui" Berechtigungen hat

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

## 6.9.4 Client Whitelist

Whitelist	Ein
Client 1	192.168.58.3
Client 2	192.168.58.7
Client 3	192.168.59.3
Client 4	192.168.62.5
Client 5	
Client 6	
Client 7	
Client 8	
Client 9	
Client 10	

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*.



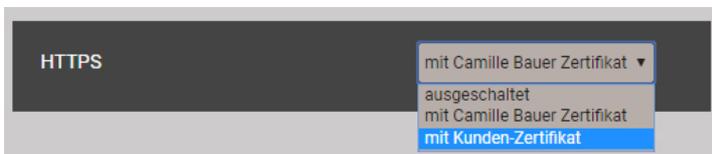
Falls ein DHCP-Server im Netz verwendet wird, können Clients bei jedem Aufstarten eine andere IP-Adresse erhalten, womit der Zugriff auf das Gerät verlorengeht.

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

## 6.9.5 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.

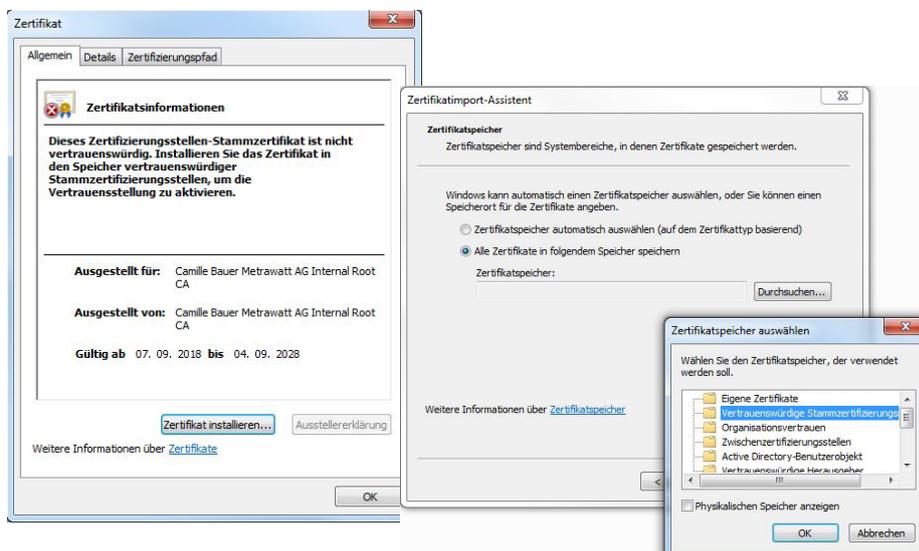
Bevor eine HTTPS-Kommunikation verwendet werden kann muss ein Root-Zertifikat installiert werden. Der Anwender kann entweder ein Camille Bauer Zertifikat oder ein eigenes Zertifikat verwenden. Dies kann beim Aktivieren der HTTPS-Kommunikation via *Einstellungen* des *Sicherheitssystems* im Punkt *Web-Sicherheit*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



### Camille Bauer Zertifikat

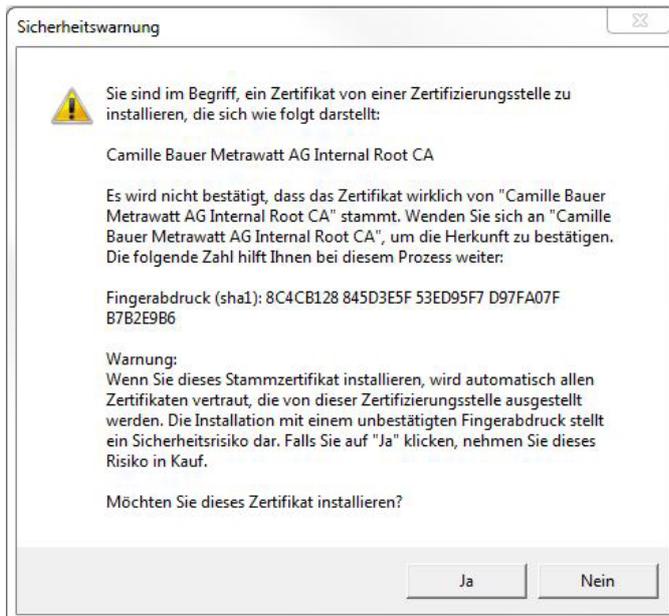
Quellen: <https://www.camillebauer.com/pq1000-de> oder <https://www.camillebauer.com/pq3000-de> oder <https://www.camillebauer.com/pq5000-de>. Zertifikat vor dem Starten des Browsers installieren.

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**.



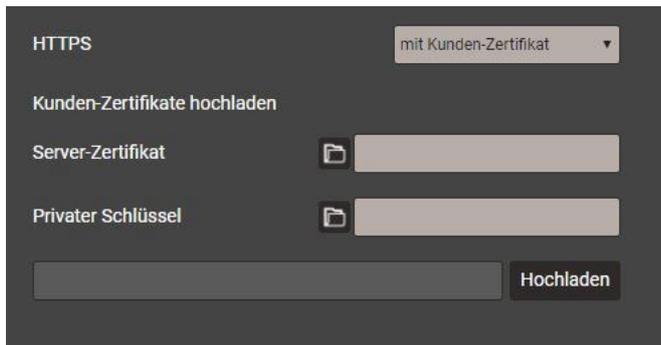
Das importierte Zertifikat ist für alle Geräte der PQ-, AM-, DM- und CU-Reihe gültig.

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.

### 6.9.6 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.

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

Jeder Eintrag kann, falls aktiviert, auch mittels **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

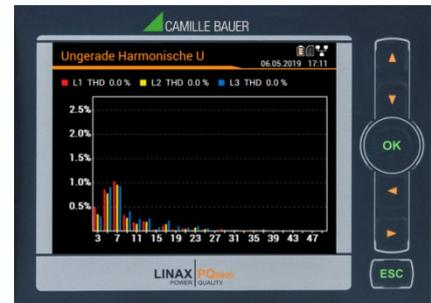
### 7.1 Bedienelemente



PQ1000



PQ3000



PQ5000

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. Nur beim PQ3000 wird die dann gültige Funktion in einem Hilfebalken angezeigt.

### 7.2 Auswahl der anzuzeigenden Information



PQ1000



PQ3000



PQ5000

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

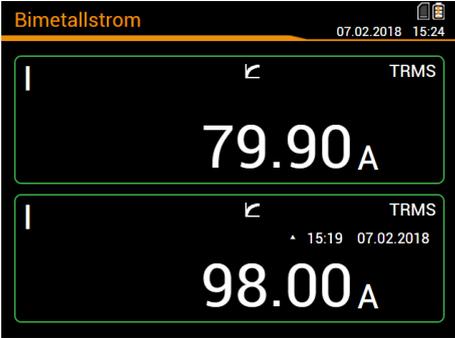
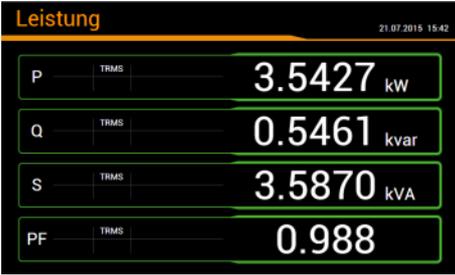
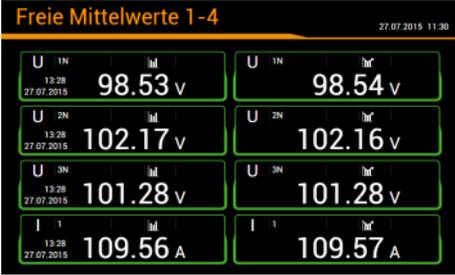
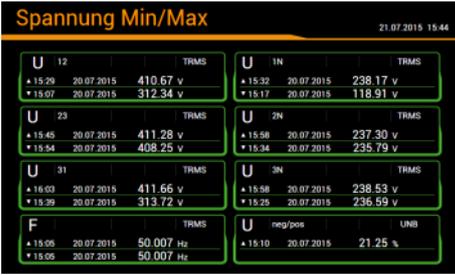
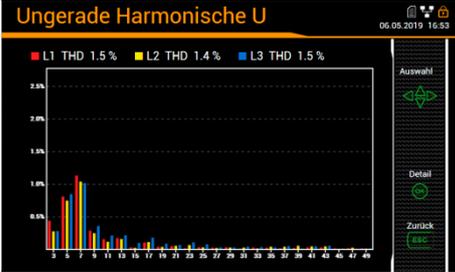
Der mit ▲, ▼ gewählte Menüpunkt kann mit **OK** selektiert werden. Vorgang in eventuellen Untermenüs wiederholen bis die gewünschte Information angezeigt wird.

#### 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

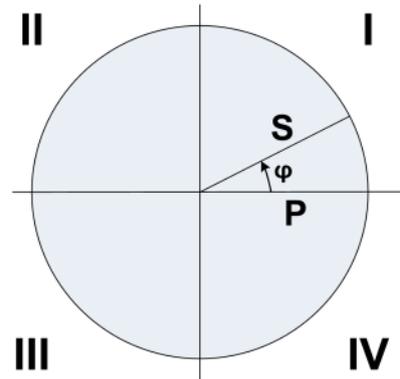
Das Gerät benutzt zur Darstellung der Messwertinformation sowohl numerische als auch numerisch-grafische Messwertanzeigen.

Beispiele	Messwert-Information
 <p>Bimetallstrom 07.02.2018 15:24</p> <p>TRMS 79.90 A</p> <p>TRMS 98.00 A</p>	2 Messgrößen
 <p>Leistung 21.07.2015 15:42</p> <p>P TRMS 3.5427 kW</p> <p>Q TRMS 0.5461 kvar</p> <p>S TRMS 3.5870 kVA</p> <p>PF TRMS 0.988</p>	4 Messgrößen
 <p>Freie Mittelwerte 1-4 27.07.2015 11:30</p> <p>U<sub>1N</sub> 98.53 V</p> <p>U<sub>1N</sub> 98.54 V</p> <p>U<sub>2N</sub> 102.17 V</p> <p>U<sub>2N</sub> 102.16 V</p> <p>U<sub>3N</sub> 101.28 V</p> <p>U<sub>3N</sub> 101.28 V</p> <p>I<sub>1</sub> 109.56 A</p> <p>I<sub>1</sub> 109.57 A</p>	2x4 Messgrößen (nur PQ3000)
 <p>Spannung Min/Max 21.07.2015 15:44</p> <p>U<sub>12</sub> 410.67 V</p> <p>U<sub>1N</sub> 238.17 V</p> <p>U<sub>23</sub> 411.28 V</p> <p>U<sub>2N</sub> 237.30 V</p> <p>U<sub>31</sub> 411.65 V</p> <p>U<sub>3N</sub> 238.53 V</p> <p>F 50.007 Hz</p> <p>U<sub>neg/pos</sub> 21.25 %</p>	2x4 Messgrößen mit Min/Max (nur PQ3000)
 <p>Ungerade Harmonische U 06.05.2019 16:53</p> <p>L1 THD 1.5 %</p> <p>L2 THD 1.4 %</p> <p>L3 THD 1.5 %</p>	Grafische Messwertdarstellung <a href="#">Weitere Beispiele</a>

## 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

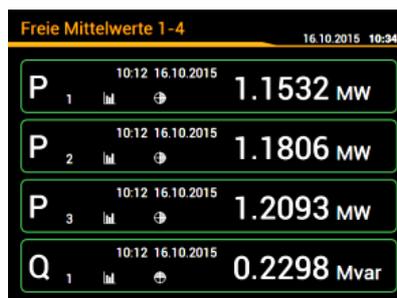
Damit ein Messwert eindeutig beschrieben ist, reichen Kurzbezeichnung (z.B.  $U_{1N}$ ) und Einheit (z.B. V) oft nicht aus. Einige Messwerte benötigen zusätzliche Informationen, welche mit einem der nachfolgenden Symbole oder einer Kombination mehrerer Symbole dargestellt wird:

	Mittelwert	$\Sigma HT$	Zähler (Hochtarif)
	Mittelwert Trend	$\Sigma LT$	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
<b>I,II,III,IV</b>	Quadranten	∅	Mittelwert (von RMS-Werten)

## Beispiele



PQ3000: Zähler mit Tarif- und Quadranten- Information



PQ1000/5000: Freie Mittelwerte, letzte Werte



PQ1000/5000: Freie Mittelwerte, Trend

## 7.4 Rücksetzen von Messdaten

- **Minimal- und Maximalwerte** können während des Betriebs zurückgesetzt werden können. Das Rücksetzen erfolgt gruppenweise über das Service-Menü:

Gruppe	Werte die zurückgesetzt werden
1	Min-/Max-Werte von Spannungen, Strömen und Frequenz
2	Max-Werte von Leistungsgrößen (P,Q,Q(H1),D,S); min. Leistungsfaktoren
3	Max-Werte von gemittelten Leistungsgrößen, Bimetall-Schleppzeigern und freien Mittelwerten
4	Maximalwerte der Oberschwingungsanalyse: THD U/I, TDD I, individuelle Harmonische U/I
5	Alle Unsymmetrie-Maximalwerte Spannung und Strom

- **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

### 7.5.1 Konfiguration am Gerät

Mit Ausnahme des Sicherheitssystems und der Einstellungen des optionalen PME-Systems kann das Gerät vollständig über das Menü Einstellungen konfiguriert werden.

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 trotzdem gespeichert werden.

- **Land und Uhr:** Anzeigesprache, Datumsformat, Zeitzone, Zeitsynchronisationsquelle, Zeit / Datum
- **Anzeige:** Auffrischrate und Helligkeit des Displays, Bildschirmschoner
- **Kommunikation:** Einstellungen der [Ethernet-Schnittstelle](#) und der Modbus-Kommunikation. 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 / I-Wandler:** Das Verhältnis Primär- zu Sekundärwert wird nur für die Umrechnung der gemessenen Sekundär- auf Primärwerte verwendet, so dass z.B. 100 / 5 gleichwertig mit 20 / 1 ist. Die Werte haben keinen Einfluss auf das Anzeigeformat der Messwerte.
- **Nennspannung:** Wird als 100%-Wert für die Überwachung von Netzqualitätseignissen verwendet und entspricht der vereinbarten Spannung  $U_{din}$  gemäss IEC 61000-4-30
- **Nennstrom:** Bezugswert für die Skalierung des Oberschwingungsanteils [TDD](#) der Ströme
- **Maximale Primärwerte U/I:** Diese Werte werden nur für die Festlegung des Anzeigeformats der Messwerte verwendet. So kann z.B. die Auflösung der Anzeigewerte optimiert werden, da keine Abhängigkeit zu installierten Wandlern besteht.
- **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 Spannungs- oder Stromeingang
- **Netzqualität:** Definition der Parameter zur Überwachung von PQ-Ereignissen. Es können auch anwenderspezifische Grenzen für die Bewertung der PQ-Statistik gesetzt werden.
- **Mittelwerte | Standardgrößen:** Intervallzeit und Synchronisationsquelle für die vordefinierten Leistungsmittelwerte
- **Mittelwerte | Frei definierte Größen:** Auswahl von bis zu 12 Größen für die Bildung von Mittelwerten und Auswahl einer gemeinsamen Intervallzeit und Synchronisationsquelle

- **Bimetallstrom:** Auswahl der Einstellzeit für die Bestimmung des [Bimetallstroms](#)
- **Zähler | Standard-Zähler:** Tarifumschaltung EIN/AUS, [Zählerskalierung](#)
- **Zähler | Frei definierte Zähler:** Basisgrößen (Px,Qx,Q(H1)x,Sx,lx), Tarifumschaltung EIN/AUS, [Zählerskalierung](#)
- **Zähler | Zählerlogger:** Auswahl des Ableseintervalls
- **Grenzwerte:** Auswahl der zu überwachenden Grösse für bis zu 12 [Grenzwerte](#), Grenzen EIN/AUS, Ereignistext <sup>1)</sup>
- **Digitaleingänge:** Entprellzeit (minimale Pulsbreite), Pulsrate und Polarität der [Digitaleingänge](#)
- **Fehlerstrom:** Konfiguration der Fehlerstromüberwachungskanäle, insbesondere Alarm- und Vorwarnschwellen, Wandlerübersetzungen sowie Ansprech- und Abfallverzögerungen
- **Temperatur:** Konfiguration der Temperatur-Überwachungskanäle, insbesondere Ereignistext, Alarmschwellen, Ansprech- und Abfallverzögerungen, Leitungswiderstand
- **Überwachungsfunktionen:** Bis zu 8 [Überwachungsfunktionen](#) mit bis zu drei Eingängen, Ansprech- und Abfallverzögerung und Ereignistext <sup>1)</sup>
- **Sammelalarm:** Auswahl der Überwachungsfunktionen, welche für den [Sammelalarm](#) verwendet werden und Auswahl einer möglichen Quelle für das Rücksetzen
- **Betriebsstunden:** Auswahl der Laufbedingung für bis zu 3 Betriebsstundenzähler
- **Digitalausgänge | Digitalausgang:** Status-, Puls- oder ferngesteuerter [Digitalausgang](#) mit Quelle, Pulsdauer, Polarität, Anzahl Pulse / Einheit
- **Digitalausgänge | Relais:** Status- oder ferngesteuerter Relaisausgang mit Quellenangabe
- **Analogausgänge:** Ausgangsart, Quelle, Übertragungsverhalten, Obere/untere Begrenzung
- **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.
- **Demo-Modus:** Aktivierung eines Vorführmodus; Messdaten werden simuliert. Demo-Modus beendet sich automatisch beim Neustart des Gerätes.
- **Gerätebeschreibung:** Eingabe verschiedener Texte <sup>1)</sup>, 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.

<sup>1)</sup> In anwenderdefinierten Ereignis- und Beschreibungstexten sind alle Unicode-Zeichen (UTF8) zulässig, mit Ausnahme der folgenden:

- ASCII-Steuerzeichen (0x00 - 0x1F)
- Das Anführungszeichen " (0x22)
- Das Zeichen & (0x26)
- Das Hochkomma ' (0x27)
- Der Stern \* (0x2A)
- Der Slash / (0x2F)
- Der Doppelpunkt : (0x3A)
- Das «kleiner als» Zeichen < (0x3C)
- Das «grösser als» Zeichen > (0x3E)
- Das Fragezeichen ? (0x3F)
- Der Backslash \ (0x5C)
- Der senkrechte Strich | (0x7C)

Am Gerät selbst können aber nur 'normale Zeichen' aus dem ASCII-Zeichensatz eingegeben werden. Die Eingabe sprachspezifischer Zeichen und Texte ist nur über die Webseite des Gerätes möglich.

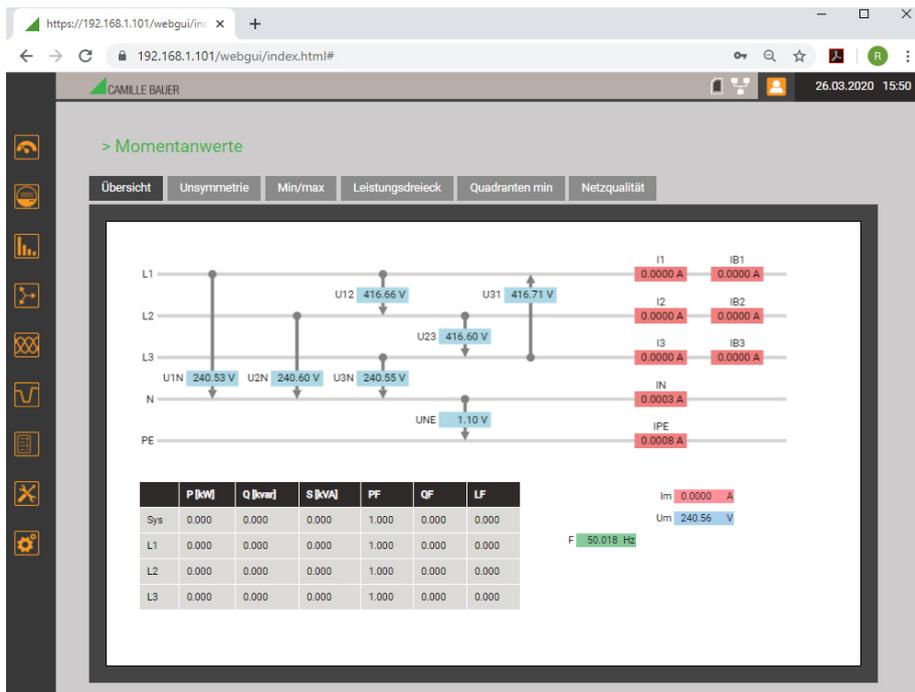
## 7.5.2 Konfiguration via Webbrowser

	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. Abhängig von der Geräteausführung, kann das Gerät mehrere Netzwerkschnittstellen mit unterschiedlichen [Default-IP-Adressen](#) haben. Falls die [sichere Kommunikation via HTTPS](#) aktiviert und das Root-Zertifikat installiert ist, wird die Webseite mit `https` anstelle von `http` aufgerufen.



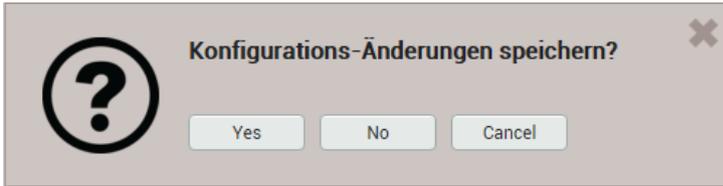
Geräte-Webseite bei Verwendung von Google Chrome

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



Via WEB-GUI können unter Verwendung des Menüs Einstellungen dieselben Einstellungen vorgenommen werden, wie über das [lokale GUI](#). Zusätzlich können das [Sicherheitssystem](#) und der [Datenexport-Scheduler](#) eingestellt und anwenderdefinierte Ereignis- oder Beschreibungstexte im UTF8-Format eingegeben werden.

Unter Umständen müssen vorgenommene Änderungen im Gerät gespeichert werden, bevor alle Parameter angepasst wurden. Es erscheint dann die Meldung:

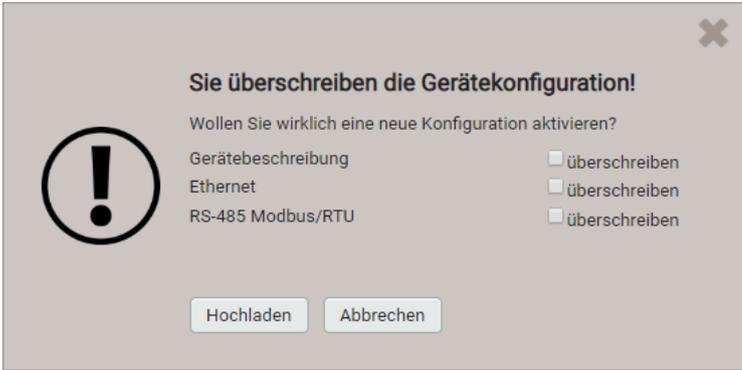


Falls diese Abfrage nicht bestätigt wird, können nicht gespeicherte Änderungen der aktuellen Konfiguration verloren gehen.

### 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.**

	<p><b>Laden einer Konfigurationsdatei von einem Datenträger</b></p> <p>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.</p> 
	<p><b>Speichern der aktuellen Einstellungen des WEB-GUIs ins Gerät</b></p>
	<p><b>Speichern der Geräte-Konfiguration auf einen Datenträger</b></p> <p>Achtung: Im WEB-GUI vorgenommene Änderungen der Einstellungen, welche noch nicht im Gerät gespeichert wurden, werden nicht auf den Datenträger geschrieben.</p>

## 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 Stromüberhöhungen und Frequenzabweichungen überwachen.

Überwachte Ereignisse	Ansprechschwelle	Hysterese	Bezugswert
Spannungseinbruch	90%	2%	Nennspannung
Spannungsunterbruch	10%	2%	
Spannungsüberhöhung	110%	2%	
Schnelle Spannungsänderung (RVC) <sup>2)</sup>	6%	50% <sup>1)</sup>	
Homopolare Spannung	50%	2%	
Stromüberhöhung	120%	2%	Nennstrom
Frequenz-Anomalie	untere: 99% obere: 101%	0.5%	Nennfrequenz

<sup>1)</sup> Bezogen auf die entsprechende Ansprechschwelle

<sup>2)</sup> Nicht verfügbar beim PQ1000

 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 sowohl die jede Halbperiode aktualisierten RMS-Werte als auch die Abtastwerte für alle Spannungs- und Stromkanäle auf. 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 (ausser PQ1000) überwacht Spannungsspannungen, welche zu Steuerzwecken über das Netz übertragen werden, und zeichnet diese als Ereignisse auf. Typischerweise sind dies Rundsteuersignale. 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 nach den folgenden 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
- IEEE 519
- GB/T
- 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 <sub>st</sub> <sup>1)</sup>	10 min.	
Flicker P <sub>lt</sub> <sup>1)</sup>	2 h	
Signalübertragungs-Spannungen <sup>1)</sup>	3 s	
Unsymmetrie der Netzspannung	10 min.	
THDS der Netzspannungen	10 min.	
Spannungs-Harmonische	10 min.	
Spannungs-Interharmonische <sup>1)</sup>	10 min.	
Stromänderungen	10 min.	
Strom-Unsymmetrie	10 min.	
Strom-Harmonische	10 min.	
Strom-Interharmonische <sup>1)</sup>	10 min.	

<sup>1)</sup> Beim PQ1000 nicht verfügbar

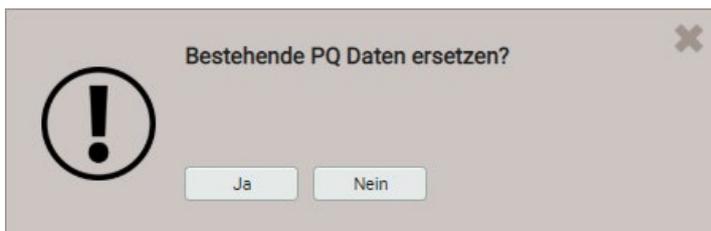
### 7.6.3 Bereitstellung von PQ-Daten

PQ-relevante Daten wie Netzqualitätsereignisse oder Netzqualitätsstatistiken können vom Gerät im Standard-Format PQDIF 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.

```
> 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 Alarmierung

Das Gerät unterstützt ein von den Netzqualitätsereignissen unabhängiges Alarmierungskonzept. Je nach Anforderungen des Anwenders können einfache oder anspruchsvollere Überwachungsaufgaben realisiert werden. Die wichtigsten Elemente sind Grenzwerte auf Basismessgrößen, die Überwachung von Fehlerströmen, Überwachungsfunktionen und der Sammelalarm.

### 7.7.1 Grenzwerte auf Basismessgrößen

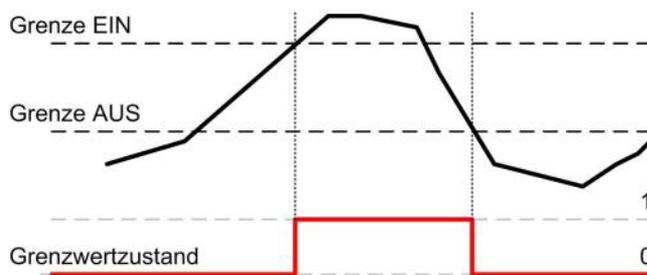


Mit Grenzwerten kann entweder die Überschreitung eines Wertes (oberer Grenzwert) oder die Unterschreitung eines Wertes (unterer Grenzwert) überwacht werden.

Grenzwerte werden mit Hilfe von zwei Parametern definiert: Grenze für EIN / AUS. Die Hysterese entspricht der Differenz zwischen Ein- und Ausschaltgrenze.

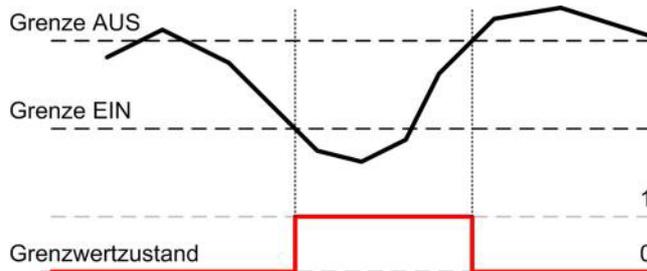
Die beiden Zustandsübergänge AUS→EIN und EIN→AUS können als Ereignis oder Alarm in die entsprechenden Listen eingetragen werden.

**Oberer Grenzwert:** Grenze für EIN  $\geq$  Grenze für AUS



- ▶ Der Grenzwert wird aktiv (1), sobald die Einschaltgrenze überschritten wird. Er bleibt so lange aktiv, bis der zugehörige Messwert wieder unter die Ausschaltgrenze absinkt.
- ▶ Der Grenzwert ist inaktiv (0), falls entweder die Einschaltgrenze noch nicht erreicht ist oder falls nach dem Ansprechen des Grenzwertes der zugehörige Messwert wieder unter die Ausschaltgrenze fällt.

**Unterer Grenzwert:** Grenze für EIN  $<$  Grenze für AUS



- ▶ Der Grenzwert wird aktiv (1), sobald die Einschaltgrenze unterschritten wird. Er bleibt so lange aktiv, bis der zugehörige Messwert wieder die Ausschaltgrenze überschreitet.
- ▶ Der Grenzwert ist inaktiv (0), falls der Wert höher ist als die Einschaltgrenze oder falls nach dem Ansprechen des Grenzwertes der zugehörige Messwert wieder über die Ausschaltgrenze steigt.



Falls die Grenze für EIN gleich wie die Grenze für AUS gesetzt ist, wird der Grenzwert als oberer Grenzwert ohne Hysterese behandelt.

Grenzwertzustände können:

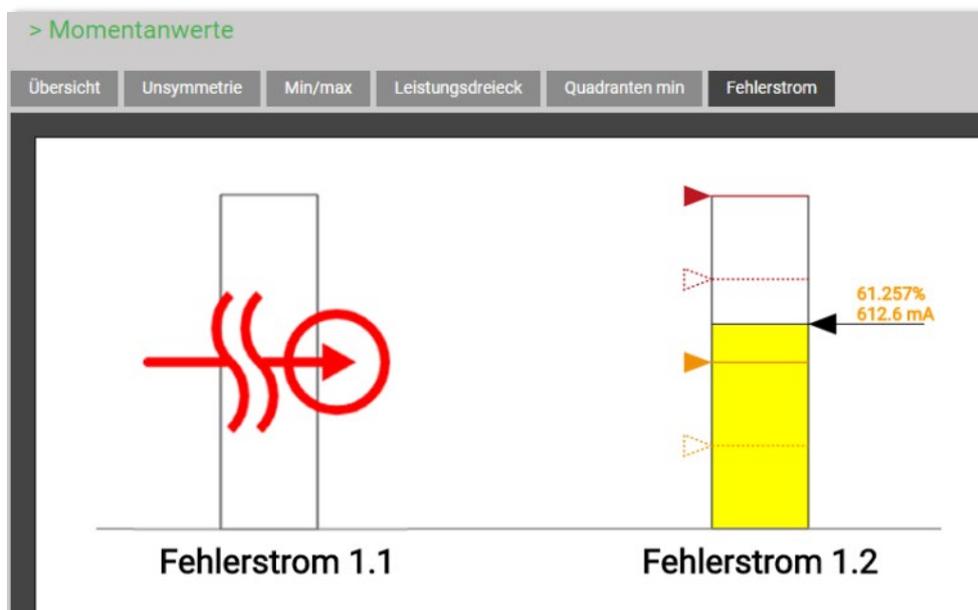
- ... direkt als Quelle für einen digitalen Ausgang verwendet werden
- ... als Logikeingang für eine [Überwachungsfunktion](#) verwendet werden
- ... bei Änderung als Ereignis oder Alarm in die entsprechenden Listen eingetragen werden

## 7.7.2 Überwachung von Fehlerströmen

Jedes (optionale) Fehlerstrom-Modul stellt **zwei Kanäle** für die Überwachung von Differenz- und Fehlerströmen zur Verfügung. Für jeden der Kanäle kann eine Alarm- und eine Vorwarngrenze festgelegt werden, welche wie folgt genutzt werden können:

- ... Aktivierung des [Sammelalarms](#) beim Überschreiten der Alarmgrenze oder bei Bruch (nur bei Eingang 2mA)
- ... als Logikeingang für eine [Überwachungsfunktion](#)
- ... als Quelle für einen digitalen Ausgang
- ... Eintrag in die Alarmliste bei Änderung des Zustands der Alarm-Grenzwertüberwachung oder bei Bruch (nur bei Eingang 2mA)
- ... Eintrag in die Ereignisliste bei Änderung des Zustands der Vorwarn-Grenzwertüberwachung
- ... der aktuelle Wert der jeweiligen Fehlerströme kann auch über analoge Ausgänge ausgegeben werden

Der aktuelle Wert der überwachten Fehlerströme ist über das Momentanwert-Menü ersichtlich:



### Bedeutung der verwendeten Symbole

	Stromwert normal
	Vorwarngrenze überschritten
	Alarmgrenze überschritten
	Alarm: Programmierte Grenze für EIN
	Alarm: Programmierte Grenze für AUS
	Vorwarnung: Programmierte Grenze für EIN
	Vorwarnung: Programmierte Grenze für AUS
	Bruch der Messleitung detektiert

### 7.7.3 Überwachung von Temperaturen

Jedes (optionale) Temperatur-Modul stellt **zwei Kanäle** für die Temperatur-Überwachung zur Verfügung.

#### Verwendung für Pt100-Messung

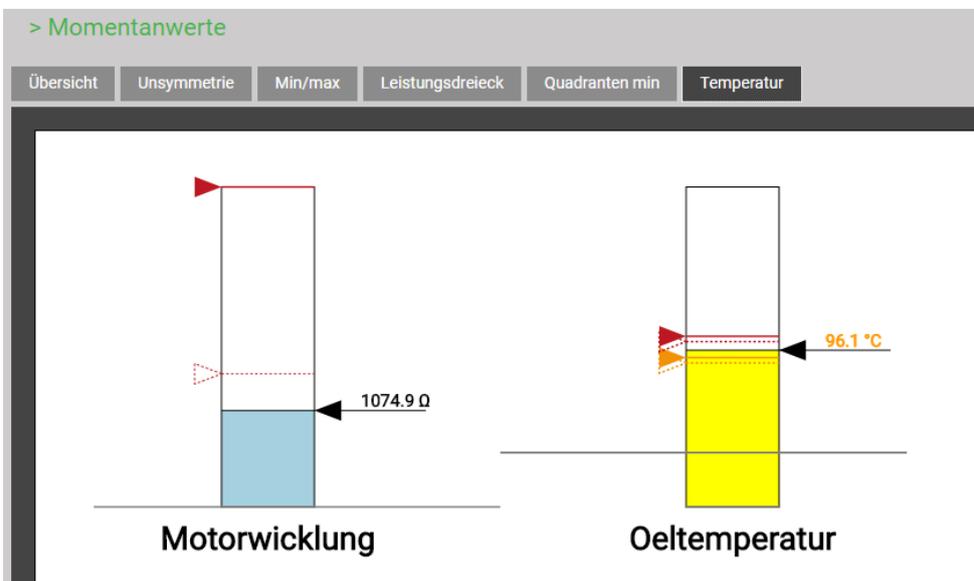
- Bis zu 2 überwachte Grenzwerte
- Kurzschluss- und Leitungs-/Fühlerbruchüberwachung

#### Verwendung für PTC-Überwachung

- Überwachung der PTC-Ansprechtemperatur
- Kurzschluss-Überwachung

#### Verwendung der ermittelten Zustände

- ... Aktivierung des [Sammelalarms](#) beim Verletzen einer Alarmgrenze (Pt100) oder der Überschreitung der Ansprechtemperatur (PTC), sowie bei Kurzschluss, Leitungs- oder Fühlerbruch (Pt100)
- ... als Logikeingang für eine [Überwachungsfunktion](#)
- ... als Quelle für einen digitalen Ausgang
- ... Eintrag in die Alarmliste bei jeder Änderung eines Zustands
- ... der aktuelle Temperaturwert bei Pt100-Messung kann über analoge Ausgänge ausgegeben werden



Zustand der Temperaturüberwachung im Momentanwert-Menü, PTC links, Pt100 rechts

#### Bedeutung der verwendeten Symbole

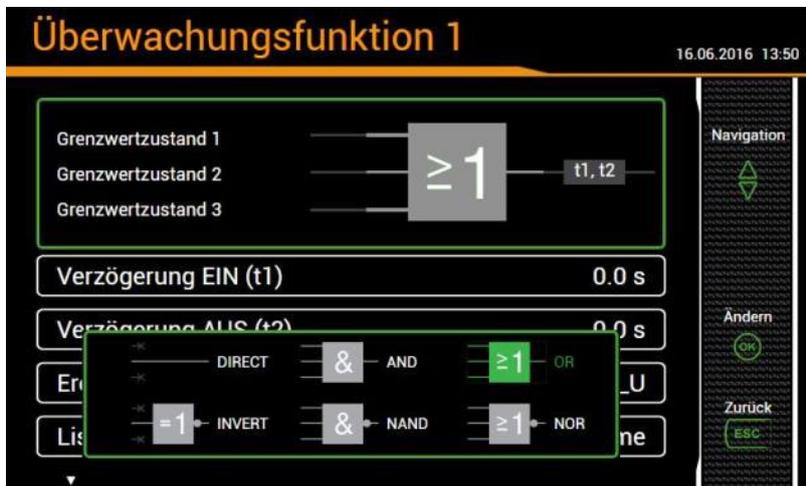
	Messwert im Normalbereich
	Alarmgrenze 1 verletzt
	Alarmgrenze 2 verletzt
	Alarm 2: Programmierte Grenze für EIN
	Alarm 2: Programmierte Grenze für AUS
	Alarm 1: Programmierte Grenze für EIN
	Alarm 1: Programmierte Grenze für AUS
	Fühler- oder Leitungsbruch detektiert
	Kurzschluss detektiert

### 7.7.4 Überwachungsfunktionen

Mit Hilfe von Überwachungsfunktionen kann der Anwender eine erweiterte Zustandsüberwachung definieren, um z.B. einen Überstrom-Alarm auszulösen, falls einer der Phasenströme einen Grenzwert überschreitet.

Die Zustände der Überwachungsfunktionen

- ... werden in der Alarmliste angezeigt (via Hauptmenü "Ereignis")
- ... bilden den Sammelalarm-Zustand



#### Logikeingänge

Bis zu drei Zustände von Grenzwerten, der Fehlerstrom- oder Temperaturüberwachung, von Digitaleingängen oder anderen Überwachungsfunktionen. Nicht benutzte Eingänge werden automatisch so initialisiert, dass sie den Ausgang nicht beeinflussen.

#### Logikfunktion

Als Verknüpfungs-Funktionen können AND, NAND, OR, NOR, DIRECT und INVERT gewählt werden. Diese logischen Funktionen sind im [Anhang C](#) beschrieben.

#### Verzögerung EIN

So lange muss die Bedingung stabil bleiben, bis sie weitergeleitet wird

#### Verzögerung AUS

Wartezeit bis eine Bedingung, welche nicht mehr besteht, wieder freigegeben wird.

#### Beschreibung

Dieser Text wird für die Visualisierung in der Alarmliste verwendet

#### Listeneintrag

- *Alarm / Ereignis*: Jede Zustandsänderung wird in die entsprechende Liste eingetragen
- *Keine*: Keine Aufzeichnung von Zustandsänderung

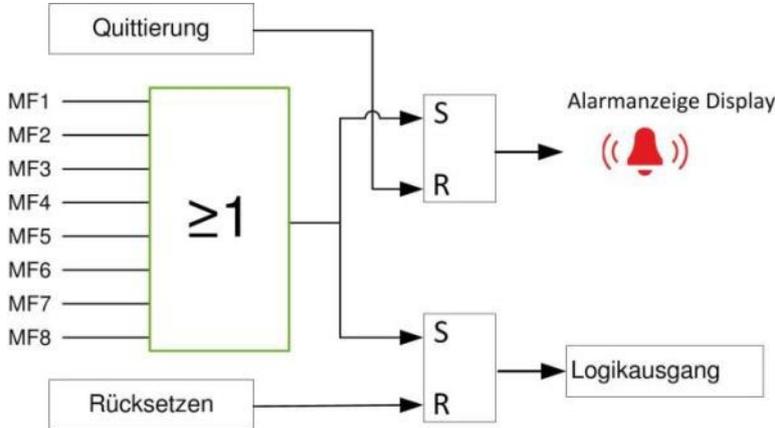
#### Mögliche Folgeoperationen

- Ansteuerung eines Logikausgangs. Die Zuordnung der Überwachungsfunktion zu einem Digitalausgang / Relais erfolgt über die Einstellungen des entsprechenden Ausgangs
- Visualisierung des aktuellen Zustandes in der Alarmliste
- Kombination der Zustände aller Überwachungsfunktionen zu einem [Sammelalarm](#)
- Zustandsänderungen als Ereignis oder Alarm in die entsprechenden Listen eintragen

### 7.7.5 Sammelalarm

Der Sammelalarm kombiniert die Zustände aller [Überwachungsfunktionen](#) MFx zu einem übergeordneten Alarm-Zustand des Gesamtgerätes. Für jede Überwachungsfunktion kann gewählt werden, ob sie für den Sammelalarm berücksichtigt werden soll. Falls sich mindestens eine der berücksichtigten Funktionen im Alarmzustand befindet, so ist auch der Sammelalarm im Alarmzustand.

Bei vorhandener (optionaler) Fehlerstrom-Überwachung aktiviert das Erkennen eines Alarmzustandes oder eines Bruchs der Messleitung (nur bei Eingang 2mA) direkt den Sammelalarm.



#### **Alarmanzeige Display** ((🔔))

Das in der Statusleiste angeordnete Symbol signalisiert, ob Alarmer aktiv sind oder nicht.

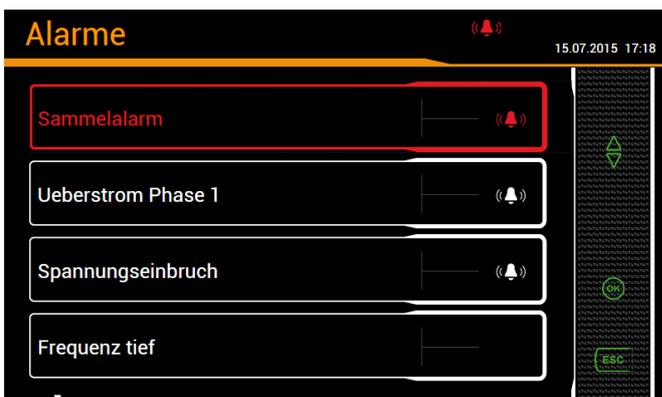
**Quittierung:** Durch die Quittierung des Sammelalarms bestätigt der Anwender, dass er das Auftreten eines Alarms zur Kenntnis genommen hat. Die Quittierung erfolgt automatisch, sobald der Anwender die Alarmliste auf dem Display oder via Webbrowser zur Anzeige bringt oder wenn der Alarmzustand nicht mehr besteht. Mit der Quittierung wird nur das Blinken der Alarmanzeige beendet, das Symbol selbst bleibt so lange statisch angezeigt, bis sich keine der Überwachungsfunktionen mehr im Alarm-Zustand befindet.

#### **Logikausgang**

Mit dem Sammelalarm kann ein Ausgang angesteuert werden. Die Zuordnung eines Digitalausgangs / Relais zum Sammelalarm erfolgt über die Einstellungen des entsprechenden Ausgangs.

**Rücksetzen:** Der Zustand des Sammelalarms – und somit des verwendeten Ausgangs – kann zurückgesetzt werden, auch wenn noch einer der Alarmer aktiv ist. So kann zum Beispiel ein durch den Sammelalarm aktiviertes Horn deaktiviert werden. Das Rücksetzen kann via Display, via Webbrowser, über einen digitalen Eingang oder via Modbus-Schnittstelle erfolgen. Der Logikausgang wird wieder aktiv, sobald eine andere Überwachungsfunktion in den Alarmzustand geht oder derselbe Alarm erneut aktiv wird.

#### **Alarmstatus-Anzeige**



Ein dem Sammelalarm zugewiesener Digital- oder Relaisausgang kann mit Hilfe der Taste <OK> zurückgesetzt werden. So wird die aktive Alarmierung beendet. Der Alarmzustand des Sammelalarms bleibt aber erhalten, bis der Alarmzustand nicht mehr besteht.

## 7.8 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	
<a href="#">Periodische Daten</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitliche Verläufe von Mittelwerten, vordefinierte (5) und anwenderdefinierte (12) Grössen</li> <li>• Periodische Zählerablesungen, vordefinierte (4) und anwenderdefinierte (12) Grössen</li> </ul>	 Energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittelwertlogger</li> <li>• Zählerlogger</li> </ul>
<a href="#">Ereignisse</a>	In Form eines Logbuches mit Zeitinformation: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ereignisliste: Ansprechen / Abfallen von Überwachungsfunktionen oder Grenzwerten, welche als Ereignis klassifiziert sind oder Verletzungen der Vorwarnschwelle der (optionalen) Fehlerstromkanäle</li> <li>• Alarmliste: Ansprechen / Abfallen von Überwachungsfunktionen oder Grenzwerten, welche als Alarm klassifiziert sind oder Verletzung der Grenzwerte der (optionalen) Fehlerstromkanäle</li> <li>• Temperatur-Alarmliste: Verletzung der Grenzwerte der (optionalen) Temperaturkanäle</li> </ul>	 Ereignisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarm- und Ereignisliste</li> </ul>
<a href="#">PQ-Ereignisse</a>	Das Auftreten von PQ-Ereignissen wird in die Liste der PQ-Ereignisse eingetragen. Durch Auswahl der Einträge von Spannungsereignissen kann: <ul style="list-style-type: none"> <li>• der RMS-Verlauf aller U/I</li> <li>• die Kurvenform aller U/I</li> </ul> während der Störung angezeigt werden	 Ereignisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PQ-Ereignisse und Signalspannungen</li> </ul>
<a href="#">Sicherheits-Ereignisse</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheits-Log (SYSLOG)</li> </ul>	 Service	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Log des Sicherheitssystems</li> </ul>
<a href="#">PQ-Statistik</a>	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.	 Statistik	

### 7.8.1 Periodische Daten

#### Konfiguration der periodischen Datenaufzeichnung

Der Anwender kann über das Einstellmenü individuell konfigurieren:

- Das Mittelungs-Intervall der Standard-Mittelwerte P(I+IV), P(II+III), Q(I+II), Q (III+IV), S
- Das Mittelungs-Intervall von bis zu 12 anwenderdefinierten Mittelwerten
- Das Ableseintervall der Standard-Zähler P(I+IV), P(II+III), Q(I+II), Q (III+IV)
- Das Ableseintervall von bis zu 12 anwenderdefinierten Zählern

Die periodische Aufzeichnung aller konfigurierten Mittelwerte und Zähler wird automatisch gestartet. Die Speicherung der Mittelwerte erfolgt im Takt der entsprechenden Mittelungsintervalle.

## Anzeige des zeitlichen Verlaufs von Mittelwerten

Mittelwert-Verläufe sind im Menü **Energie** abgelegt und in zwei Gruppen unterteilt:

- Voreingestellte Leistungsmittelwerte
- Benutzerdefinierte Mittelwerte



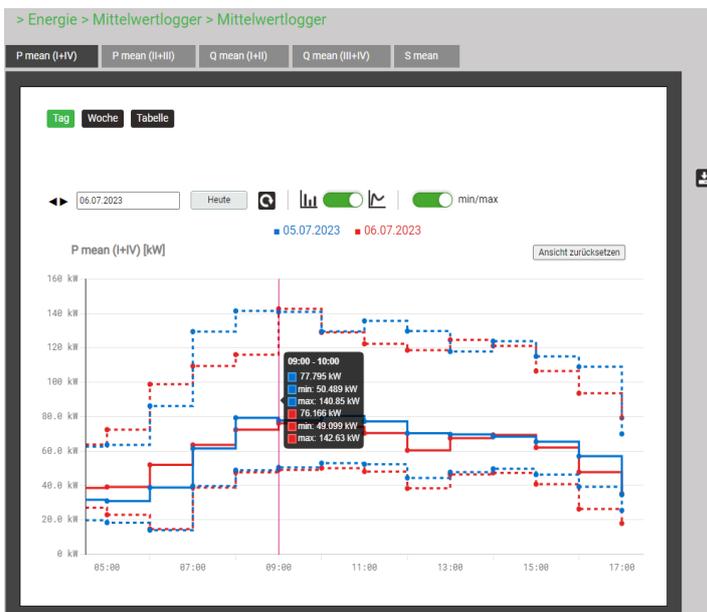
Auswahl der Mittelwert-Logger Gruppe



Die anzuzeigende Mittelwertgröße kann über die Auswahl des entsprechenden Registers vorgenommen werden. Es werden drei unterschiedliche Darstellungen unterstützt:

- Tagesprofile: Es werden Stundenmittelwerte dargestellt, unabhängig von der tatsächlichen Mittelungszeit
- Wochenprofile
- Tabelle: Auflistung aller erfassten Mittelwerte im Takt der effektiven Mittelungszeit

Die grafische Darstellung erlaubt den direkten Vergleich mit den Werten des Vortages bzw. der Vorwoche.



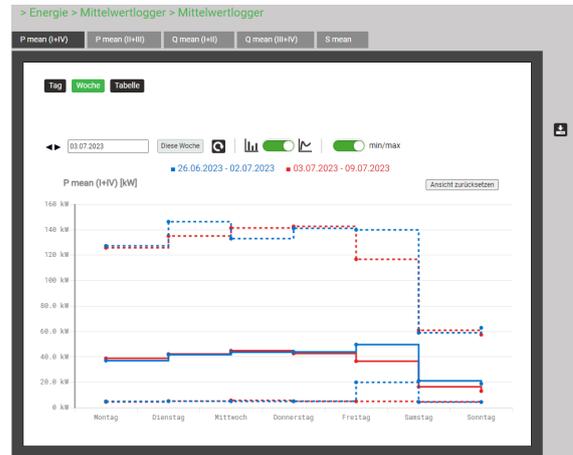
Alternativ kann eine Liniendarstellung gewählt werden, in der dann auch die Anzeige von Min/Max-Werten aktiviert werden kann, um die Schwankungs-Bandbreite der Messwerte sehen zu können.

In dieser Darstellungsart kann in Zeitbereiche hineingezoomt werden. Die einzelnen Messwerte werden dann in Form von Punkten sichtbar. Mit Hilfe einer «Fly-over» Anzeige können dann Detaildaten angezeigt werden:

- Zeitintervall
- Mittelwert im Intervall
- Min. RMS-Wert innerhalb des Intervalls
- Max. RMS-Wert innerhalb des Intervalls



Wochendarstellung als Balkendiagramm



Wochendarstellung als Liniendiagramm mit Min/Max-Werten

#	Zeit	Mittel	min(Interval)	max(Interval)
1	11.07.2023,09:05:00,000	68.33 kW	45.85 kW	104.70 kW
2	11.07.2023,09:00:00,000	67.83 kW	50.05 kW	97.48 kW
3	11.07.2023,08:55:00,000	65.68 kW	47.40 kW	95.26 kW
4	11.07.2023,08:50:00,000	65.60 kW	47.53 kW	97.98 kW
5	11.07.2023,08:45:00,000	64.10 kW	46.00 kW	95.22 kW
6	11.07.2023,08:40:00,000	64.09 kW	45.49 kW	95.74 kW
7	11.07.2023,08:35:00,000	66.62 kW	48.69 kW	96.09 kW
8	11.07.2023,08:30:00,000	68.39 kW	48.15 kW	104.94 kW
9	11.07.2023,08:25:00,000	71.72 kW	46.85 kW	107.78 kW
10	11.07.2023,08:20:00,000	68.82 kW	46.60 kW	103.79 kW
11	11.07.2023,08:15:00,000	69.95 kW	50.44 kW	105.26 kW
12	11.07.2023,08:10:00,000	68.19 kW	46.98 kW	104.16 kW
13	11.07.2023,08:05:00,000	72.28 kW	51.05 kW	101.28 kW
14	11.07.2023,08:00:00,000	74.70 kW	49.68 kW	104.11 kW

Tabellarische Darstellung der Mittelwerte

### Anzeige des zeitlichen Verlaufs von Zählerwerten

Zähler-Verläufe sind im Menü **Energie** abgelegt und in zwei Gruppen unterteilt:

- Standard-Zähler
- Benutzerdefinierte Zähler

Aus der Differenz der aufgezeichneten Zählerablesungen lässt sich der Energieverbrauch für den zugehörigen Zeitabschnitt ermitteln.



Auswahl der Zähler-Logger Gruppe

> Energie > Zählerlogger > Standard Zählerlogger

P (I+IV) P (II+III) Q (I+II) Q (III+IV)

Ergebnisse pro Seite 25

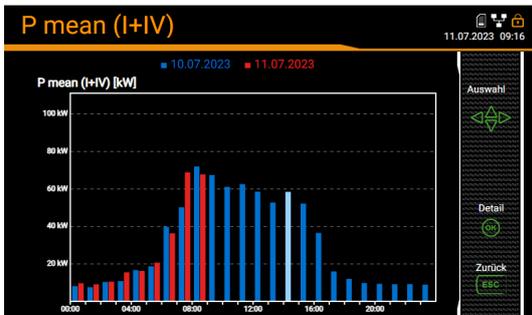
#	Zeit	P ΣLT (I+IV)	P ΣHT (I+IV)
1	11.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	861228877 Wh
2	10.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	860475776 Wh
3	09.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	860160500 Wh
4	08.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	859764499 Wh
5	07.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	858885213 Wh
6	06.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	857835510 Wh
7	05.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	856783554 Wh
8	04.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	855769827 Wh
9	03.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	854836735 Wh
10	02.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	854382952 Wh
11	01.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh	853873719 Wh
12	30.06.2023, 00:00:00,000	0 Wh	853401511 Wh

Tabellarische Darstellung der Zählerstands-Ablesungen

### Datenanzeige auf dem lokalen Display

Die Auswahl funktioniert prinzipiell gleich wie beim WEB-GUI. Es bestehen die folgenden Unterschiede:

- Die einzelnen Messgrößen bei den Mittelwert-Verläufen sind in einer Anzeige-Matrix angeordnet, welche via Navigation ausgewählt werden können
- Die Anzahl der anzeigbaren Zählerablesungen ist auf 25 beschränkt
- Der Zeitbereich bei den Mittelwerten ist auf den aktuellen Tag bzw. die aktuelle Woche beschränkt. Es besteht keine Möglichkeit zur Navigation



Mittelwertverlauf des aktuellen Tages

Zählerablesungen

### Manueller Datenexport als CSV-Datei



Via  kann der Zeitbereich für die zu exportierenden Daten ausgewählt werden. Es wird eine CSV (Comma Separated Value) Datei erzeugt. Bei der Erstellung werden die [CSV-Einstellungen](#) des Datenexporters verwendet. CSV-Dateien können zum Beispiel als Textdatei in Excel importiert werden.

In derselben Datei sind jeweils die Daten für alle Größen der entsprechenden Gruppen enthalten.

## 7.8.2 Selbstdefinierte Ereignisse

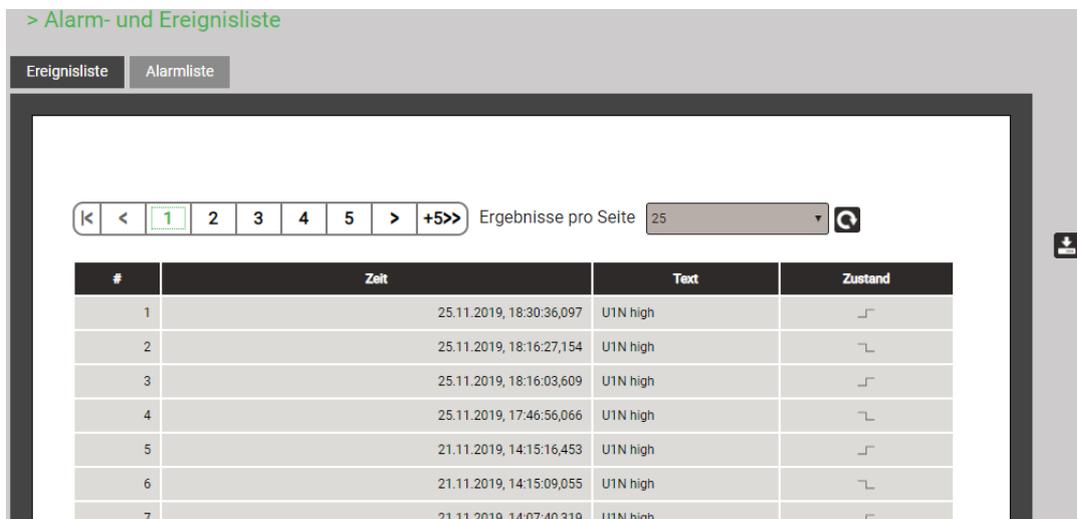
### Konfiguration der Ereignisse

Für alle [Überwachungsfunktionen](#) und [Grenzwerte](#) deren Ansprechen / Abfallen registriert werden soll, muss der Parameter „Listeneintrag“ auf Ereignisse oder Alarme gesetzt werden.

Ereignisse der (optionalen) Fehlerstrom- und Temperaturkanäle werden automatisch in die entsprechenden Listen eingetragen. Die zu überwachenden Triggerschwellen können in den Einstellmenüs Temperatur und Fehlerstrom festlegen werden.

### Anzeige von Ereigniseinträgen

Ereignislisten sind in Form eines Logbuches aufgebaut. Das Auftreten und Abfallen überwachter Ereignisse wird mit der zugehörigen Zeit in die entsprechenden Listen eingetragen.



Beispiel einer Ereignisliste

### Ereignisanzeige auf dem lokalen Display

Die Auswahl funktioniert prinzipiell gleich wie beim WEB-GUI. Es besteht folgender Unterschied:

- Die Anzahl der anzeigbaren Ereignisse ist auf 25 beschränkt

## 7.8.3 PQ-Ereignisse

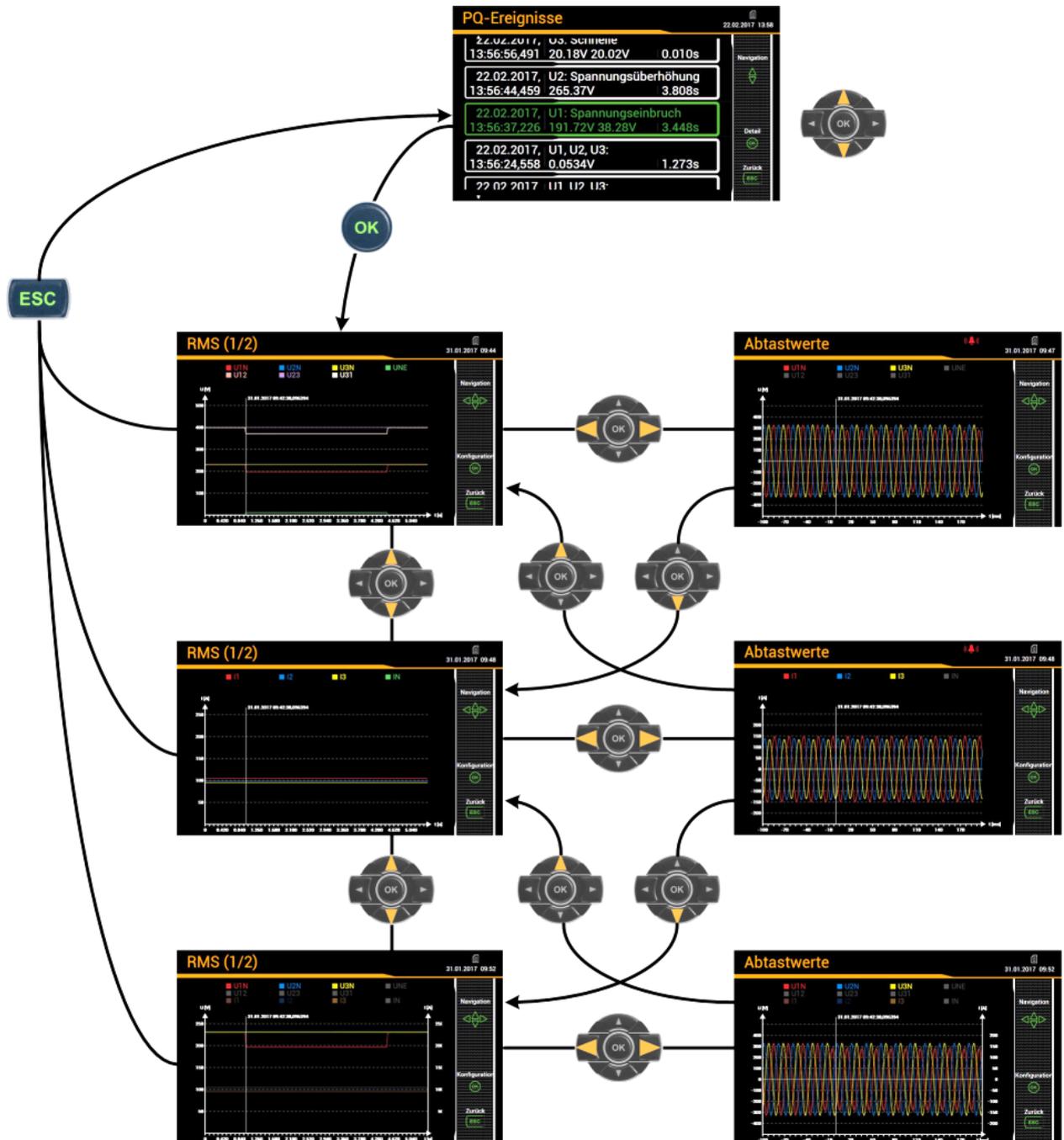
### Konfiguration der aufzuzeichnenden Ereignisse

[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. Folgende Darstellungen werden unterstützt:

- Halbperioden RMS-Verlauf aller Spannung, aller Ströme, aller Spannungen und Ströme
- Kurvenform aller Spannung, aller Ströme, aller Spannungen und Ströme

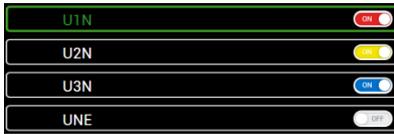


Anzeigematrix auf dem lokalen Display am Beispiel des PQ3000

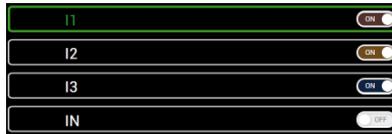
## Einschränkung der angezeigten Werte auf dem lokalen Display

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.

12.01.2021 → 11.02.2021    Aktualste Ereignisse

Ergebnisse pro Seite 100

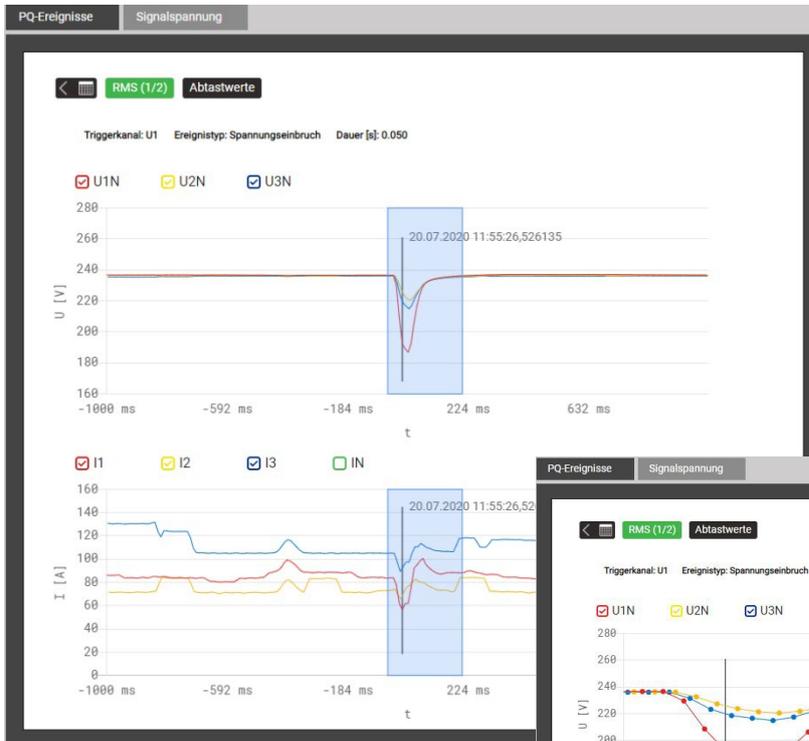
Filter

Spannungsüberhöhung   Spannungseinbruch   Spannungsunterbruch   Schnelle Spannungsänderung   Stromüberhöhung

Schnappschuss   Frequenzabweichung   Unsymmetrie

Zeit	Dauer [s]	Ereignistyp	Triggerkanal	Detail
03.02.2021 20:18:15,330	0.070	Schnelle Spannungsänderung	U2, U3	$\Delta U_{max}$ : 22.7212 V $\Delta U_{ss}$ : 0.224274 V
28.01.2021 07:33:30,223	0.203	Schnelle Spannungsänderung	U2, U3	$\Delta U_{max}$ : 18.6258 V $\Delta U_{ss}$ : 0.302536 V
27.01.2021 16:52:23,211	0.010	Spannungseinbruch	U1	Restspannung: 206.943 V Tiefe: 23.0569 V
23.01.2021 04:10:05,716	0.060	Schnelle Spannungsänderung	U1, U3	$\Delta U_{max}$ : 15.5417 V $\Delta U_{ss}$ : 0.0931854 V
17.01.2021 06:58:27,899	0.740	Schnelle Spannungsänderung	U3	$\Delta U_{max}$ : 11.6334 V $\Delta U_{ss}$ : 0.163696 V
15.01.2021 10:55:01,841	1.010	Schnelle Spannungsänderung	U1, U2	$\Delta U_{max}$ : 23.1888 V $\Delta U_{ss}$ : 0.687881 V
15.01.2021	0.070	Schnelle	U3	$\Delta U_{max}$ : 14.0877 V

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.



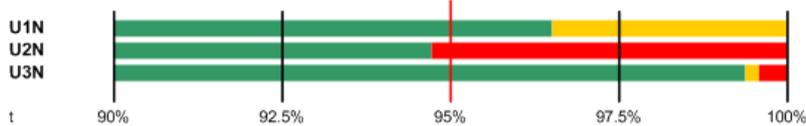
Vergössertes PQ-Ereignis

### 7.8.4 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%

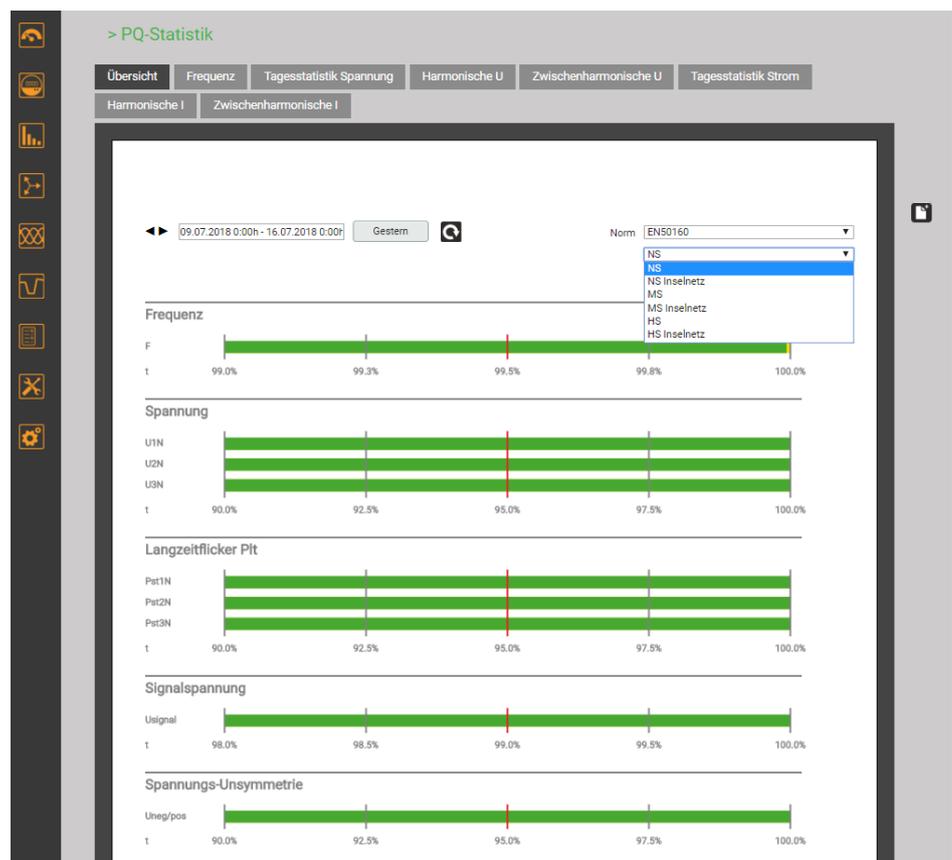
### Anzeige der PQ-Statistik Übersicht (WEB-GUI)

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.



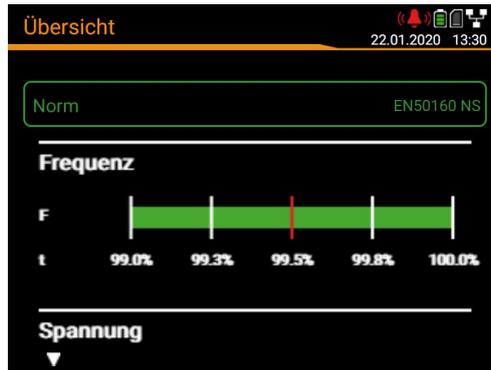
## Anzeige der PQ-Statistik Übersicht (lokal)

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

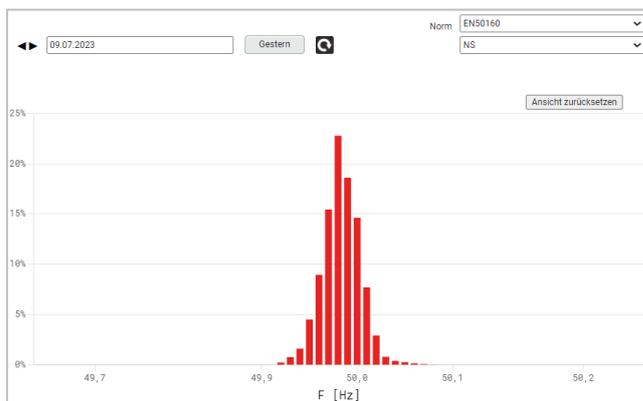
Für die aufgezeichneten PQ-Größen können Details auf Tagesbasis angezeigt werden. Auf dem lokalen Display ist diese Anzeigemöglichkeit auf den vergangenen Tag eingeschränkt.

...	Frequenz	Tagesstatistik U	Harmonische U	Tagesstatistik I	Harmonische I
	Verteilung	Spannung	Harmonische U1x	Strom	Harmonische I1
	Tagesstatistik	U-Unsymm.	Harmonische U2x	I-Unsymm.	Harmonische I2
		THD U	Harmonische U3x	TDD I	Harmonische I3

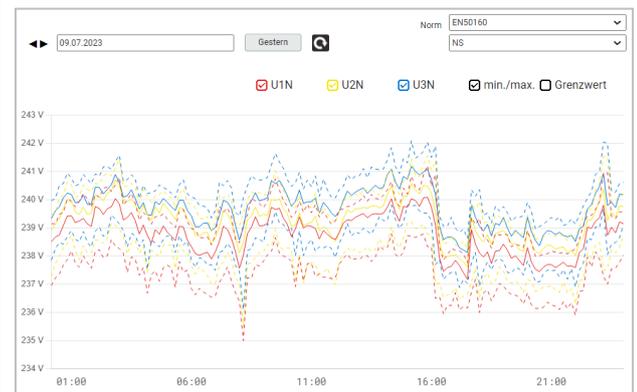
Lokale Anzeigemöglichkeiten PQ1000

...	Frequenz	Tagesstatistik U	Harmonische U	Interharmonische U	Tagesstatistik I	Harmonische I	Interharm. I
	Verteilung	Spannung	Harmonische U1x	Interharm. U1x	Strom	Harmonische I1	Interharm. I1
	Tagesstatistik	Flicker Pst	Harmonische U2x	Interharm. U2x	I-Unsymm.	Harmonische I2	Interharm. I2
		Flicker Plt	Harmonische U3x	Interharm. U3x	TDD I	Harmonische I3	Interharm. I3
		U-Unsymm.					
		THD U					

Lokale Anzeigemöglichkeiten PQ3000/PQ5000



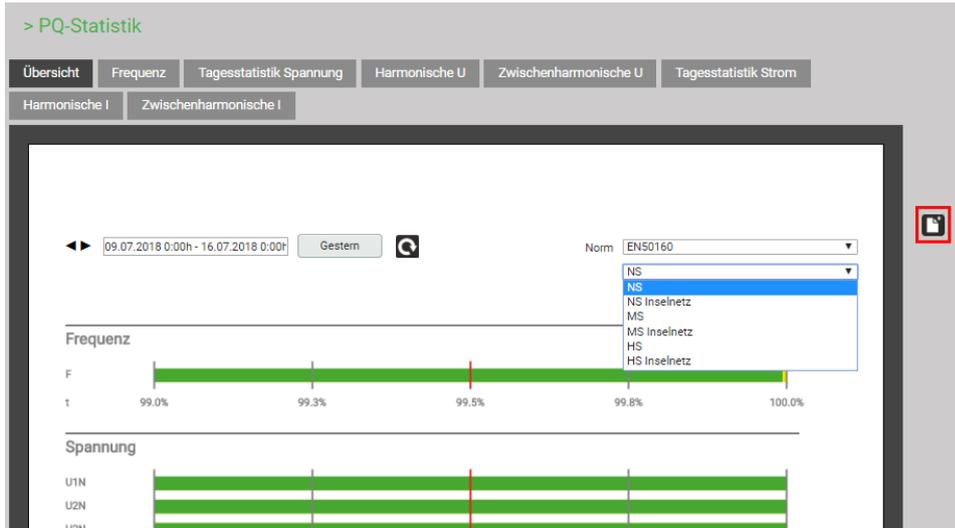
Statistische Verteilung der 10-s Frequenzwerte



Verlauf der 10-min Spannungswerte mit Min/Max

## 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: 03.07.2023 00:00:00  
 Ende: 10.07.2023 00:00:00  
 Norm: EN50160  
 Inhalt: NS

Deckblatt  
 Übersicht  
 Detail  
 Ereignisse

Kommentar

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 48%

**PQ-Statistik**

**PQ-Bericht erstellen**

Bitte warten...

Initialisiere  
 Sammle Daten  
 PQ-Bericht erstellen

Abbrechen

Während der Berichtserstellung wird am oberen Bildschirmrand eine Fortschrittsanzeige angezeigt. Die Dauer für die Erstellung hängt vom gewählten Berichtsumfang, dem Auswertzeitraum 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

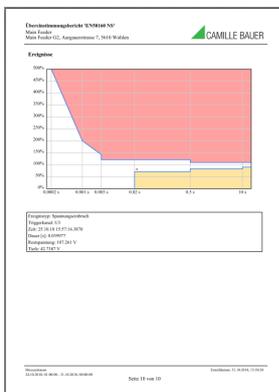
## a) Übersicht



## b) Details



## c) Ereignisse



### 7.8.5 Mikro SD-Card (nur PQ3000)

Die Geräte werden mit einer Mikro SD-Card ausgeliefert, welche lange Aufzeichnungszeiten ermöglicht.



#### Aktivität

Die neben der SD-Card angeordnete rote LED signalisiert, dass der Logger aktiv ist. Während des Schreibens auf die SD-Card wird die LED kurz dunkel.

#### Austausch der Karte

Zum Wechseln der SD-Card wird die Taste gedrückt. Sobald die LED grün wird, ist die Karte abgemeldet und kann entfernt werden. Zum Entfernen wird die Karte leicht ins Gerät hineingedrückt, so dass sich der Verriegelungsmechanismus löst und die Karte aus dem Gerät hinausgeschoben wird.

Wird die SD-Card während 20s nicht aus dem Gerät entfernt, wird der Austausch-Vorgang abgebrochen und die Karte wieder aktiv ins System eingebunden.

Daten können nicht im Gerät zwischengespeichert werden. Es werden keine Aufzeichnungen gemacht, wenn keine SD-Card im Gerät ist.



**Auf die auf der SD-Card gespeicherten Daten kann nur zugegriffen werden, solange sich die Karte im Gerät befindet. Die gespeicherten Daten können nur über die Webpage des Gerätes oder in reduziertem Umfang via Display gelesen und ausgewertet werden. Der Inhalt der SD-Karte kann in einem Windows PC nicht gelesen werden.**

**Bevor die SD-Card aus dem Gerät entfernt wird, müssen deshalb alle Daten über die Ethernet-Schnittstelle ausgelesen werden.**

## 7.9 Messwert-Informationen in Dateiform

Mit dem Datenexport-Scheduler können Aufgaben verwaltet werden, um Messwert-Informationen in Dateiform bereitzustellen. Dateien können periodisch oder ereignisgesteuert erzeugt und lokal im Gerät gespeichert werden und / oder an einen SFTP-Server gesendet werden.

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

### 7.9.1 Vordefinierte Aufgaben

Der Datenexport-Scheduler enthält drei vordefinierte Aufgaben für die Bereitstellung von Messwerten im PQDIF- oder CSV-Dateiformat. Zur besseren Lesbarkeit sind hier alle Aufgaben aktiviert, in der Werkseinstellung ist die Aufgabe «Periodic PQIS» inaktiv.

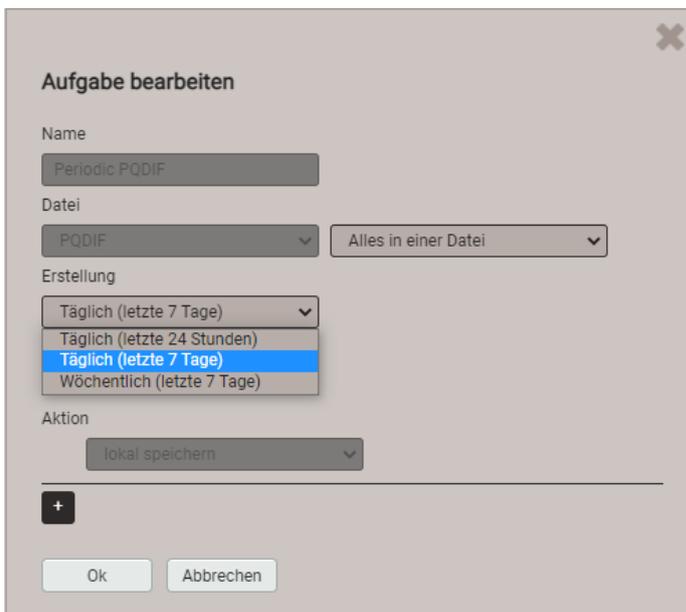


aktiv	Name	Erstellung	Dateiformat	Aktion
<input checked="" type="checkbox"/>	Periodic PQDIF	Täglich (letzte 24 Stunden)	[PQDIF] Alle Messwerte in drei separaten Dateien	• lokal speichern
<input checked="" type="checkbox"/>	PQ Events	Sofort	[PQDIF] Ereignisse	• an SFTP-Server senden
<input checked="" type="checkbox"/>	Periodic PQIS	Täglich (letzte 24 Stunden)	[PQIS] Alle Messwerte in separaten Dateien	• lokal speichern

Diese Aufgaben können vom Anwender aktiviert, deaktiviert und geändert, aber nicht gelöscht werden. Lokale Speicherung und für PQDIF-Dateien auch das Senden an einen SFTP-Server können als mögliche Aktionen definiert werden. Falls eine Aufgabe angepasst werden soll, kann einfach die entsprechende Linie ausgewählt werden.

#### Periodic PQDIF

Diese Aufgabe wird periodisch jeweils kurz nach Mitternacht ausgeführt und speichert die Datei(en) in einer hierarchischen Zeitstruktur (Jahr, Monat, Tag). Die Aufgabe kann durch Auswahl des Eintrags angepasst werden. Es kann gewählt werden, ob die PQ-Informationen in einer Datei oder in bis zu drei Dateien (Statistics, Histograms, Events) enthalten sein soll. Der Zeitraum kann 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:

Datei:

Erstellung:

Aktion:

## PQ Events

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

The screenshot shows a dialog box titled 'Aufgabe bearbeiten' (Edit Task) with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains the following fields and options:

- Name:** A text input field containing 'PQ Events'.
- Dateiformat:** A dropdown menu set to 'PQDIF' and a secondary dropdown menu set to 'Ereignisse'.
- Erstellung:** A dropdown menu set to 'Sofort'.
- aktiv:** A checkbox that is checked with a green checkmark.
- Aktion:** Two dropdown menus. The first is set to 'temporär lokal speichern' and the second is set to 'an SFTP-Server senden'.
- Unterverzeichnis:** A text input field containing 'PQDIF\_Events'.
- Sendefenster:** A dropdown menu set to 'kein'.

At the bottom of the dialog are two buttons: 'Ok' and 'Abbrechen'.

## Periodic PQIS

Wenn diese Aufgabe aktiviert ist, erzeugt das Gerät periodisch, jeweils am Ende eines Tages, CSV-Dateien mit allen Informationen über die Netzqualität, eventuell während des Tages aufgetretene Ereignisse sowie die ermittelten Lastgänge. Diese Dateien können für einen wählbaren Zeitbereich in einer ZIP-Datei komprimiert [heruntergeladen](#) werden. Sie sind so aufgebaut und formatiert, dass sie direkt in die Software PQIS® eingelesen und dort ausgewertet werden können. Folgende Dateien werden erzeugt:

- 10-Minuten Mittelwerte für die PQ-Bewertung
- 2-Stunden Flickerwerte für die PQ-Bewertung
- Mittelwerte (programmierbares Intervall) der Leistungsgrößen
- PQ-Ereignisliste
- Daten für jedes PQ-Ereignis:
  - Halbperiodenwerte der Spannungen und Ströme
  - Kurvenform (Abtastwerte) der Spannungen und Ströme
- Signalspannungs-Ereignisliste
- Halbperiodenwerte der Spannungen für jedes Signalspannungsereignis

## 7.9.2 Periodische Datei-Informationen erzeugen

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 vier 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	Dateiformat	Aktion
<input checked="" type="checkbox"/>	Periodic PQDIF	Täglich (letzte 24 Stunden)	[PQDIF] Alle Messwerte in drei separaten Dateien	• lokal speichern
<input checked="" type="checkbox"/>	PQ Events	Sofort	[PQDIF] Ereignisse	• an SFTP-Server senden
<input checked="" type="checkbox"/>	Periodic PQIS	Täglich (letzte 24 Stunden)	[PQIS] Alle Messwerte in separaten Dateien	• lokal speichern
<input checked="" type="checkbox"/>	24_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

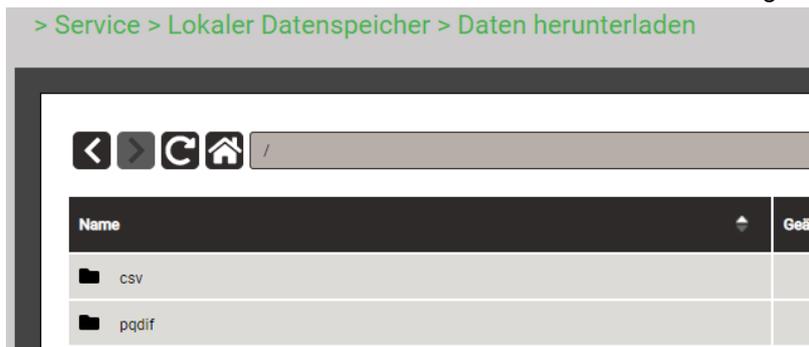
- Das **Trennzeichen** separiert die einzelnen Einträge auf einer Textzeile, für die spätere Darstellung in Tabellenform.
- Das **Dezimaltrennzeichen** definiert wie Zahlen bzw. Messwerte in die Datei geschrieben werden. Das Dezimaltrennzeichen muss dem länderspezifischen Zahlenformat des Betriebssystems 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.

### 7.9.3 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.

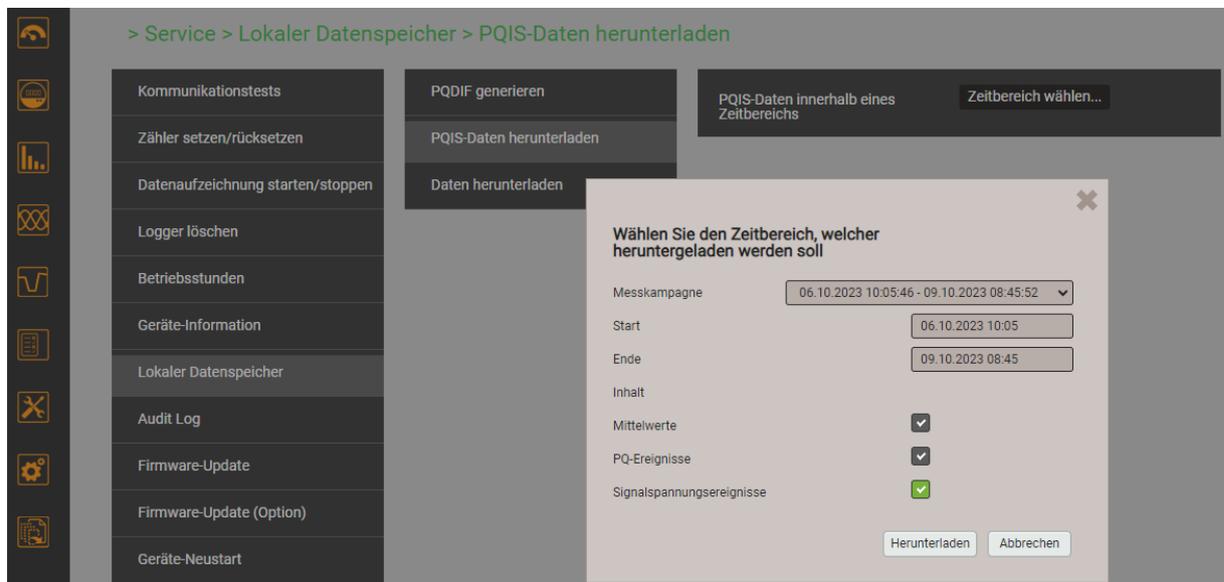


Dateien sind in einer hierarchischen Zeitstruktur (Jahr, Monat, Tag) abgelegt. Durch Auswahl des gewünschten Datums und Doppelklick auf die Datei, kann diese einfach heruntergeladen werden.



#### 7.9.4 PQIS-Dateien herunterladen

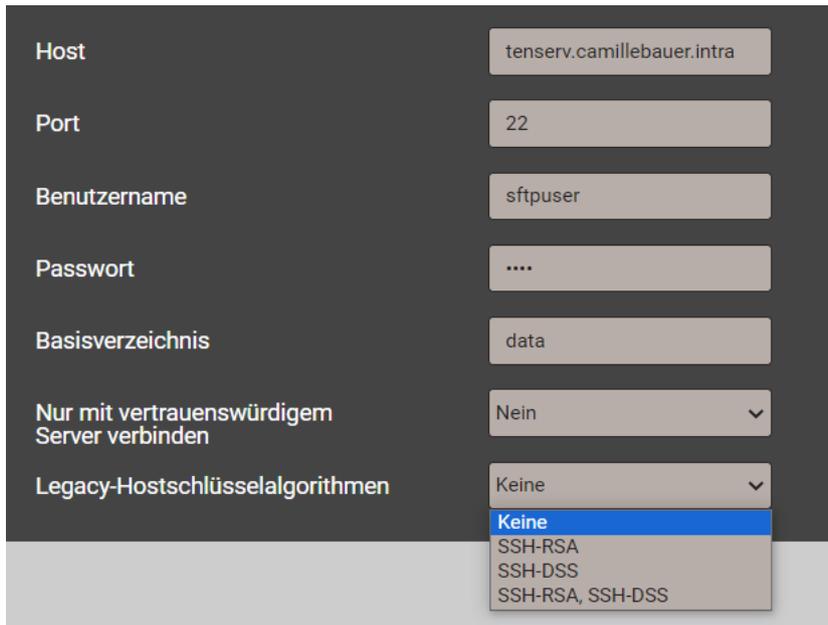
Über das Service-Menü können die im Gerät gespeicherten Dateien für die Datenübernahme in die Software PQIS heruntergeladen werden.



Durch Auswahl einer Messkampagne können alle Datei-Informationen für den vollständigen Messzeitraum als komprimierte ZIP-Datei auf den lokalen Rechner heruntergeladen werden. Anfangs- und Endzeit werden automatisch übernommen, können aber geändert werden. Falls gewünscht, können Datenfiles von Spannungsereignissen weggelassen werden, da sie kein Netzqualitätsproblem repräsentieren.

### 7.9.5 Periodisches Versenden an einen SFTP-Server

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

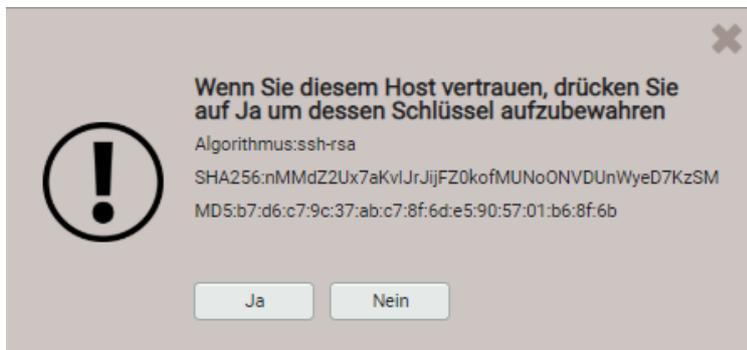


The image shows a configuration window for an SFTP server. The fields are as follows:

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

The 'Legacy-Hostschlüsselalgorithmen' dropdown menu is open, showing the following options: Keine (highlighted), SSH-RSA, SSH-DSS, and SSH-RSA, SSH-DSS.

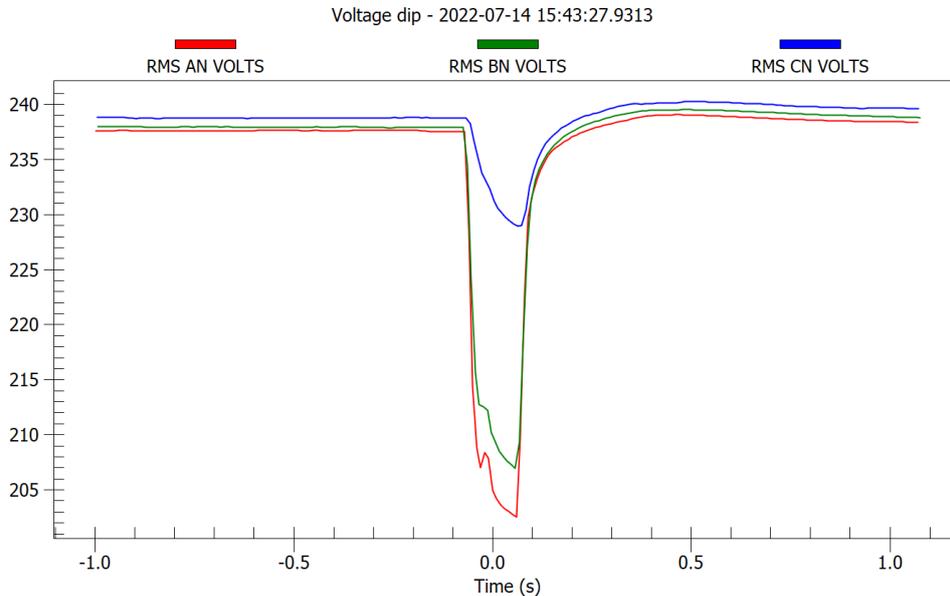
Zur Erhöhung der Sicherheit kann eingestellt werden, dass sich das Gerät nur mit einem vertrauenswürdigen Server verbindet. Dieser muss bei der Aktivierung dieser Einstellung verfügbar sein und sendet seinen öffentlichen Schlüssel an das Gerät. Wenn dieser Schlüssel akzeptiert wird, wird der Host in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



In der aktuell verwendeten OpenSSH-Version werden **Legacy-Algorithmen** standardmässig nicht unterstützt, da sie als zu schwach angesehen werden. Sie können aber freigegeben werden, falls der SFTP-Server nur diese unterstützt. In den [Kommunikationstests](#) im Service-Menü können verschiedene Einstellungen getestet werden, um diejenige zu finden, welche vom SFTP-Server unterstützt wird.

### 7.9.6 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*

### 7.10 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 Batterien

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

Falls die USV-Option im Gerät implementiert ist, muss das zugehörige Batteriepack regelmässig ausgetauscht werden. Für mehr Informationen siehe [Kapitel 5.14](#).

Die Funkmodule der PME-Option können Batterien enthalten.

### 8.4 Entsorgung

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

## 9. Technische Daten

### Eingänge

<b>Nennstrom:</b>	1...5 A; max. 7,5 A (sinusförmig)
Messkategorie:	300V CAT III
Eigenverbrauch:	$\leq I^2 \times 0,01 \Omega$ pro Phase
Überlastbarkeit:	10 A dauernd 100 A, 5 x 1 s, Intervall 300 s

**Strommessung via Rogowski-Spulen**  
 Messbereich: 0...3000 A (max. 3800 A)  
*Weitere Daten: Siehe Betriebsanleitung der Rogowski-Spule ACF 3000*

<b>Nennspannung:</b>	57,7...400 V <sub>LN</sub> (UL: 347 V <sub>LN</sub> ), 100...693 V <sub>LL</sub> (UL: 600 V <sub>LL</sub> );
Messbereich max.:	PQ1000/3000: 480 V <sub>LN</sub> , 832 V <sub>LL</sub> (Sinus); PQ5000: 520 V <sub>LN</sub> , 900 V <sub>LL</sub> (Sinus)
Messkategorie:	600V CAT III
Eigenverbrauch:	$\leq U^2 / 1,54 M\Omega$ pro Phase
Impedanz:	1,54 M $\Omega$ pro Phase
Überlastbarkeit:	dauernd: 480 V <sub>LN</sub> , 832 V <sub>LL</sub> (PQ1000/3000); 520 V <sub>LN</sub> , 900 V <sub>LL</sub> (PQ5000) 10 x 1 s, Intervall 10s: 800 V <sub>LN</sub> , 1386 V <sub>LL</sub>

<b>Anschlussarten:</b>	Einphasennetz Split Phase (2-Phasen Netz) 3-Leiter, gleichbelastet 3-Leiter, ungleichbelastet 3-Leiter, ungleichbelastet, Aron-Schaltung 4-Leiter, ungleichbelastet
------------------------	--

**Nennfrequenz:** 42...50...58Hz oder 50,5...60...69,5Hz, programmierbar

**Abtastrate:** 18 kHz

**Datenspeicher intern:** 16 GB

### Messunsicherheit



#### Ausführung mit Rogowski-Stromeingängen

Der Zusatzfehler der Rogowski-Spulen ACF 3000 ist in den nachfolgenden Werten nicht berücksichtigt: Siehe Betriebsanleitung der Rogowski-Spule ACF 3000.

*Referenzbedingungen: Nach IEC/EN 60688, Umgebung 15...30°C, sinusförmiger Eingang (Formfaktor 1,1107), keine feste Frequenz für Abtastung, Messzeit 200ms (10 / 12 Perioden bei 50 / 60Hz)*

Grösse	PQ1000	PQ3000 / PQ5000
Spannung, Strom:	$\pm 0,2\%$ <sup>1) 2)</sup>	$\pm 0,1\%$ <sup>1) 2)</sup>
Neutralleiterstrom:	$\pm 0,5\%$ <sup>1)</sup>	$\pm 0,2\%$ <sup>1)</sup> (falls berechnet)
Leistung:	$\pm 0,5\%$ <sup>1) 2)</sup>	$\pm 0,2\%$ <sup>1) 2)</sup>
Leistungsfaktor:	$\pm 0,2^\circ$	$\pm 0,2^\circ$
Frequenz:	$\pm 0,01$ Hz	$\pm 0,01$ Hz
Unsymmetrie U,I:	$\pm 0,5\%$	$\pm 0,5\%$
Harmonische:	$\pm 0,5\%$	$\pm 0,5\%$
THD U,I:	$\pm 0,5\%$	$\pm 0,5\%$
Wirkenergie:	Klasse 0,5S, EN 62053-22	Klasse 0,2S, EN 62053-22
Blindenergie:	Klasse 0,5S, EN 62053-24	Klasse 0,5S, EN 62053-24

#### Messung mit fixierter Netzfrequenz:

Generell:	$\pm$ Grundfehler x (F <sub>konfig</sub> -F <sub>ist</sub> ) [Hz] x 10
Unsymmetrie U:	$\pm 2\%$ bis $\pm 0,5$ Hz
Harmonische:	$\pm 2\%$ bis $\pm 0,5$ Hz
THD, TDD:	$\pm 3,0\%$ bis $\pm 0,5$ Hz

<sup>1)</sup> Bezogen auf den Nennwert der Grundgrösse

<sup>2)</sup> Zusatzfehler bei Eingangsbeschaltung ohne Neutralleiter (3-Leiter Anschluss)

- Spannung, Leistung: 0,1% des Messwertes; Leistungsfaktor: 0,1°
- Energie: Spannungseinfluss x 2, Winkelfehler x 2

## Power Quality

Art des Gerätes:	(IEC 62586-1) <b>PQI-x F11 Power Quality Instrument</b> – Klasse <b>x</b> ; <b>Fixe Installation</b> ; Innenraumanwendung mit unkontrollierten Temperatur-Variationen ( <b>1</b> ) <b>x=S</b> (PQ1000), <b>x=A</b> (PQ3000, PQ5000)
Messintervall:	200 ms (50Hz: 10 Perioden; 60Hz: 12 Perioden)
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 <sup>1)</sup>	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 <sup>1)</sup>	Ja	Ja
6.8	Spannungen für Signalübertragung <sup>1)</sup>	Ja	Ja
6.9	Messung von Unter- und Überabweichung <sup>1)</sup>	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) <sup>1)</sup>	Ja	Ja
6.14	Stromstärke	Ja	Ja
6.15	Oberschwingungen der Ströme	Ja	Ja
6.16	Interharmonische der Ströme <sup>1)</sup>	Ja	Ja
6.17	Unsymmetrie der Ströme	Ja	Ja

<sup>1)</sup> Nicht verfügbar beim PQ1000

### 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	$U_x < 1\% U_{Xnenn}$	0.00
Strom	$I_x < 0,1\% I_{Xnenn}$	0.00
PF	$S_x < 1\% S_{Xnenn}$	1.00
QF, LF, $\tan\phi$	$S_x < 1\% S_{Xnenn}$	0.00
Frequenz	Spannungs- und/oder Stromeingang zu klein <sup>1)</sup>	Nennfrequenz
Unsymmetrie U	$U_x < 5\% U_{Xnenn}$	0.00
Unsymmetrie I	Mittelwert der Phasenströme $< 5\% I_{Xnenn}$	0.00
Phasenwinkel U	mind. eine Spannung $U_x < 5\% U_{Xnenn}$	120°
Harm.U, THD-U	Grundharmonische $< 5\% U_{Xnenn}$	0.00

<sup>1)</sup> spezifische Ansprechschwellen von Konfiguration des Gerätes abhängig

## Hilfsenergie via Klemmen 13 – 14

PQ3000 (siehe Typenschild)	OVC <sup>1)</sup>	Leistungsaufnahme <sup>2)</sup>	
V1: 110...230V AC 50/60Hz / 130...230V DC $\pm 15\%$	III (UL: II)	$\leq 30 \text{ VA}, \leq 13 \text{ W}$	
V2: 24...48V DC $\pm 15\%$	-	$\leq 13 \text{ W}$	
V3: 110...200V AC 50/60Hz / 110...200V DC $\pm 15\%$	III (UL: II)	$\leq 30 \text{ VA}, \leq 13 \text{ W}$	
PQ1000 / PQ5000 (siehe Typenschild)	OVC <sup>1)</sup>	Leistungsaufnahme <sup>2)</sup>	
V1: 100...230V AC 50/60Hz / DC $\pm 15\%$	III	PQ1000 $\leq 18 \text{ VA}, \leq 8 \text{ W}$	PQ5000 $\leq 27 \text{ VA}, \leq 12 \text{ W}$
V2: 24...48V DC $\pm 15\%$	-	$\leq 8 \text{ W}$	$\leq 12 \text{ W}$

<sup>1)</sup> Überspannungskategorie (OVC); <sup>2)</sup> Hängt von der verwendeten Geräteausführung ab

## Verfügbare Ein- und Ausgänge sowie Funktionserweiterungen

<b>Grundgerät</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 Digitaleingang</li><li>• 2 Digitalausgänge</li></ul>
<b>Erweiterungen</b>	Optionale Module <ul style="list-style-type: none"><li>• 2 Relaisausgänge mit Wechselkontakten</li><li>• 2 bipolare Analogausgänge</li><li>• 4 bipolare Analogausgänge</li><li>• 4 passive Digitaleingänge</li><li>• 4 aktive Digitaleingänge</li><li>• GPS-Anschlussmodul</li><li>• IRIG-B Anschlussmodul (TTL)</li><li>• 2 Fehlerstromkanäle (Differenz- oder Erdstrom)</li><li>• IEC 61850-Schnittstelle</li><li>• PROFINET-Schnittstelle</li><li>• 2 Temperatureingänge</li><li>• PME-Zentrale (zum Anschluss der PME-Funkmodule)</li></ul>

- PQ1000: Es kann 1 Erweiterung vorhanden sein.
- PQ3000: Es können bis zu 3 Erweiterungen vorhanden sein. Es kann nur ein Modul mit analogen Ausgängen bestückt sein.
- PQ5000: Es können bis zu 2 Erweiterungen vorhanden sein.

## I/O-Interface

### Analoge Ausgänge

	via Steckklemmen
Linearisierung:	Linear, mit Knick
Bereich:	$\pm 20 \text{ mA}$ (24 mA max.), bipolar
Unsicherheit:	$\pm 0,2\%$ von 20 mA
Bürde:	$\leq 500 \Omega$ (max. 10 V / 20 mA)
Bürdenabhängigkeit:	$\leq 0,2\%$
Restwelligkeit:	$\leq 0,4\%$
Einstellzeit:	220...420 ms

### Relais

	via Steckklemmen
Kontakte:	Wechselkontakt
Belastbarkeit:	250 V AC, 2 A, 500 VA 30 V DC, 2 A, 60 W

### Passive digitale Eingänge

	via Steckklemmen
Nennspannung:	12 / 24 V DC (30 V max.)
Eingangsstrom:	$< 7 \text{ mA}$
Logisch Null:	-3 bis +5 V
Logisch Eins:	8 bis 30 V
Minimale Pulsbreite:	70...250 ms

### Aktive digitale Eingänge

	via Steckklemmen
Leerlaufspannung:	$\leq 15 \text{ V}$
Kurzschlussstrom:	$< 15 \text{ mA}$
Strom bei $R_{ON}=800\Omega$ :	$\geq 2 \text{ mA}$
Minimale Pulsbreite:	70...250 ms

### Digitale Ausgänge

	via Steckklemmen
--	------------------

Nennspannung: 12 / 24 V DC (30 V max.)

Nennstrom: 50 mA (60 mA max.)

**Fehlerstromerkennung** via Steckklemmen

Anzahl Kanäle 2; jeder Kanal stellt zwei Messbereiche (2mA, 1A) zur Verfügung

Nullpunkt-Unterdrückung Messwerte < 0,2% des Messbereiches

### **Messbereich 1A**

Anwendung: Messung eines Fehler- oder Erdleiterstromes

Messwandler: Stromwandler 1/1 bis 1000/1A

Überstrom-Begrenzungsfaktor FS5

Bemessungsleistung 0,2 bis 1,5 VA

Messbereich:  $I_{\text{Nenn}} = 1.0\text{A}$  (max. 1,2 A; Crestfaktor 3)

Überlast: 2A dauernd; 20A, 5 x 1s, Intervall 300 s

Eigenverbrauch:  $\leq I^2 \times 0.1 \Omega$

Überwachung: Alarmgrenze 0,03 ... 1000 A (2 bis 100% des primären Messbereiches)

### **Messbereich 2mA**

Anwendung: Differenzstrommessung (RCM)

Messwandler: Differenzstromwandler 500/1 bis 1000/1A

Bemessungsbürde 100  $\Omega$  / 0.025 VA bis 200  $\Omega$  / 0.06 VA

Messbereich:  $I_{\text{Nenn}} = 2\text{mA}$  (max. 2,4mA; Crestfaktor 3)

Überlast: 40mA dauernd; 200mA, 5 x 1s, Intervall 300s

Eigenverbrauch:  $\leq I^2 \times 64 \Omega$

Überwachung: Alarmgrenze 0,03 ... 1 A

### **Weitere Einstellparameter**

Alarmgrenze für AUS:  $I_{\text{OFF}} = 90...75\%$  \*)

Vorwarnschwelle:  $I_{\text{WARN}} = 50%...(I_{\text{OFF}}-1%)$  \*)

Vorwarnung AUS:  $I_{\text{WARN}} - (10...25%)$  \*)

Ansprechverzögerung: 1...10 s, separat für Alarm und Vorwarnung

Abfallverzögerung: 1...300 s, separat für Alarm und Vorwarnung

\*) Alle Prozentwerte sind auf die Alarmgrenze (100%) bezogen

**Temperatureingänge** via Steckklemmen

Anzahl Kanäle: 2

Messstrom: <1,0mA

Anschlussart: 2-Leiter

Eingangsschutz: Spannungsbegrenzung mit Schutzdiode

### **Verwendung für Pt100-Messung**

Messbereich: -50 bis 250°C / -58 bis 482°F

Messunsicherheit:  $\pm 1,0\%$  vom Messwert  $\pm 1\text{K}$

Anschlussüberwachung: Kurzschluss (<20  $\Omega$ ), Leitungs-/Fühlerbruch (>1000  $\Omega$ )

Alarmgrenzwerte: 2

Ansprechverzögerung: 0...999 s, separat für jede Alarmgrenze

Abfallverzögerung: 0...999 s, separat für jede Alarmgrenze

### **Verwendung für PTC-Überwachung**

Alarm aktiv: >3,6 ... 4,0 k $\Omega$

Alarm-Rückfall: <1,5 ... 1,65 k $\Omega$

Anzahl Messfühler: 1...6 Einzelfühler (nach DIN 44081) in Reihe

1...2 Drillingsfühler (nach DIN 44082) in Reihe

Anschlussüberwachung: Kurzschluss (<15  $\Omega$  EIN, >18  $\Omega$  AUS)

Einsatzbereich: Umgebungstemperatur Fühler  $\geq -20^\circ\text{C}$

Ansprechverzögerung: 0...999 s

Abfallverzögerung: 0...999 s

### **Kommunikation**

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

**IEC61850** via RJ45-Buchsen, 2 gleichwertige Ports  
Protokoll: IEC61850, NTP  
Physik: Ethernet 100BaseTX  
Mode: 10/100 Mbit/s, Voll-/Halbduplex, Autonegotiation

**PROFINET** via RJ45-Buchsen, 2 gleichwertige Ports  
Konformitätsklasse: CC-B  
Netzlasterklasse: III  
Protokoll: PROFINET, LLDP, SNMP  
Physik: Ethernet 100BaseTX  
Mode: 10/100 Mbit/s, Voll-/Halbduplex, Autonegotiation

*Hinweis: Die Schnittstelle darf ausschliesslich mit einem lokalen Profinet-Netzwerk verbunden werden, welches als SELV-Kreis nach IEC 60950-1 ausgeführt ist.*

**Modbus/RTU** via Steckklemme (A, B, C/X)  
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](#)), [GPS](#) oder [IRIG-B](#) (TTL)  
Gangreserve: > 10 Jahre

### Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Typ: VARTA Easy Pack EZPackL, UL listed MH16707  
Nennspannung: 3,7V  
Kapazität: 1150 mAh min., 4.5 Wh  
Überbrückungszeit: 5 mal 3 Minuten  
Lebensdauer: 3 bis 5 Jahre, abhängig von Betriebs- und Umgebungsbedingungen

### Umgebungsbedingungen, allgemeine Hinweise

Betriebstemperatur: • Gerät ohne USV: -10 bis 15 bis 30 bis + 55°C  
• Gerät mit USV: 0 bis 15 bis 30 bis + 35°C  
(falls ausserhalb dieses Betriebstemperaturbereichs betrieben, ist nicht sichergestellt, dass das Batteriepack der USV nachgeladen wird)

Lagertemperatur: Basisgerät: -25 bis + 70°C;  
Batteriepack USV: -20...60°C (<1 Monat); -20°...45°C (< 3 Monate);  
-20...30°C (< 1 Jahr)

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: ≤ 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: 400g (PQ1000), 800 g (PQ3000), 600 g (PQ5000)  
Abmessungen: [Massbilder](#)

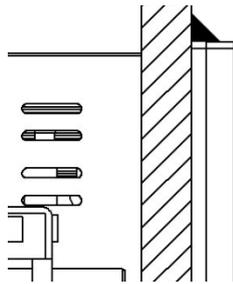
## Vibrationsbeständigkeit (Test nach DIN EN 60 068-2-6)

Beschleunigung:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gerät mit Display: <math>\pm 0,25</math> g (Betrieb); 1,20 g (Lagerung)</li><li>• Gerät ohne Display: <math>\pm 2</math> g</li></ul>
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:	Front: IP40, IP54 (PQ1000 /PQ3000 mit Dichtfuge); Gehäuse: IP30, Klemmen: IP20



### IP54 Hinweis

Dichtfuge muss am ganzen Gehäuseumfang angewendet werden. Nur für CE-Konformität geprüft.

Bemessungsspannung (gegen Erde):	PQ3000 <ul style="list-style-type: none"><li>• Hilfsenergie V1: 110...230V AC / 130...230V DC</li><li>• Hilfsenergie V2: 24...48V DC</li><li>• Hilfsenergie V3: 110...200V AC / 110...200V DC</li></ul> PQ1000 / PQ5000 <ul style="list-style-type: none"><li>• Hilfsenergie V1: 100...230V AC / DC</li><li>• Hilfsenergie V2: 24...48V DC</li></ul> Relais: 250 V AC (OVC III) I/O's: 24 V DC
-------------------------------------	---

Prüfspannungen:	Prüfdauer 60s, nach IEC/EN 61010-1 (2011) <ul style="list-style-type: none"><li>• Hilfsenergie gegen Eingänge U <sup>1)</sup>: 3600V AC</li><li>• Hilfsenergie gegen Eingänge I, Relais: 3000V AC</li><li>• Hilfsenergie V1, V3 gegen Bus, I/O's: 3000V AC</li><li>• Eingänge U gegen Eingänge I: 1800V AC</li><li>• Eingänge U gegen Bus, I/O's <sup>1)</sup>: 3600V AC</li><li>• Eingänge I gegen Bus, I/O's: 3000V AC</li><li>• Eingänge I gegen Eingänge I: 1500V AC</li></ul>
-----------------	--

<sup>1)</sup> 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 Analogausgänge, Digital- und Relais-Ausgänge sowie 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 61131-2	Speicherprogrammierbare Steuerungen, Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen (digitale Ein-/Ausgänge 12/24V DC)
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 62053-31	Impulseinrichtungen für Induktionszähler oder elektronische Zähler (S0-Ausgang)
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:

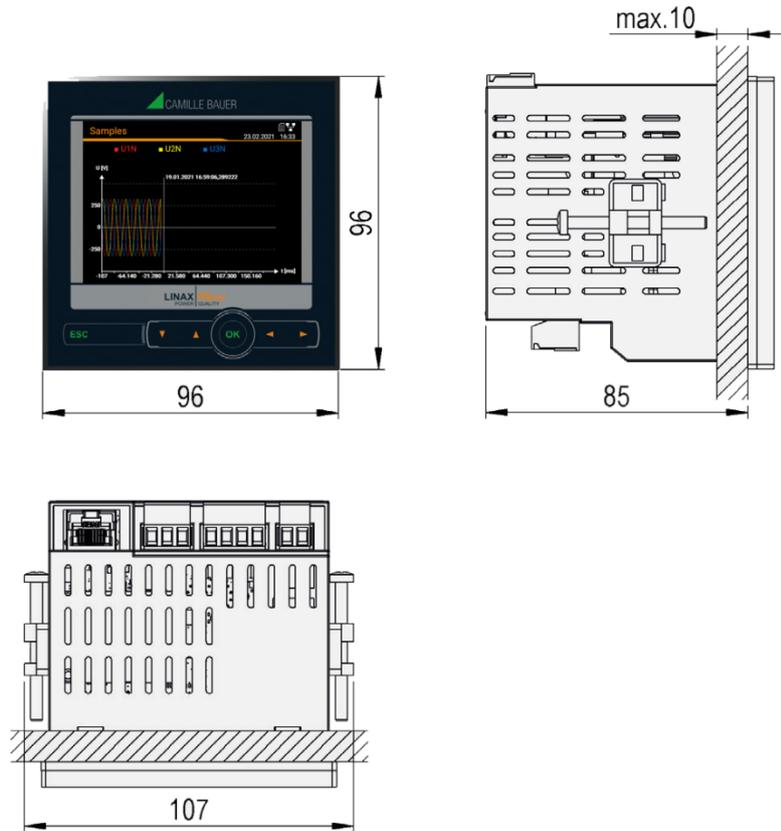
Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

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

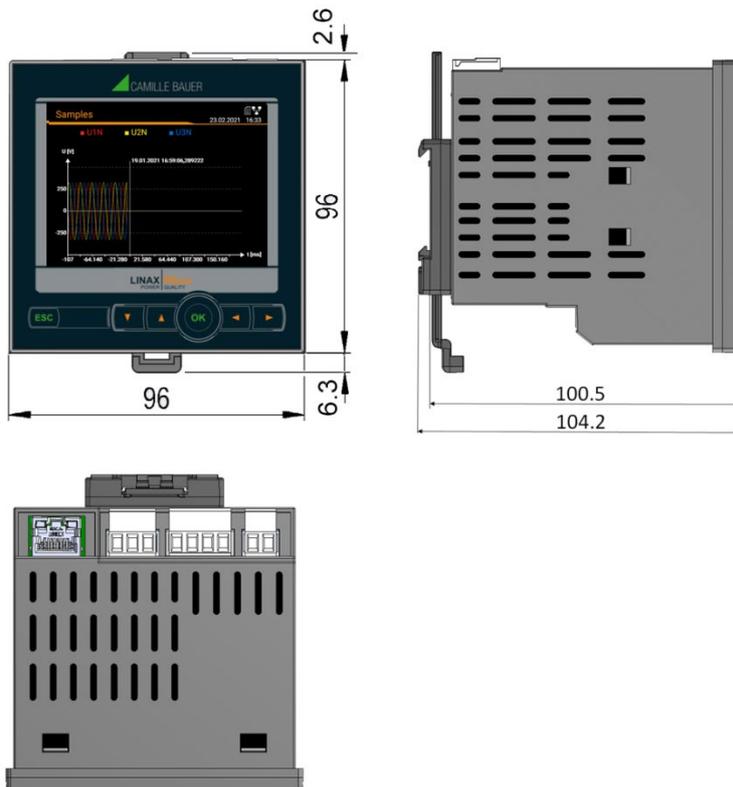
## 10. Massbilder

Alle Masse in [mm]

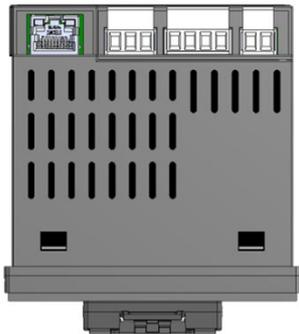
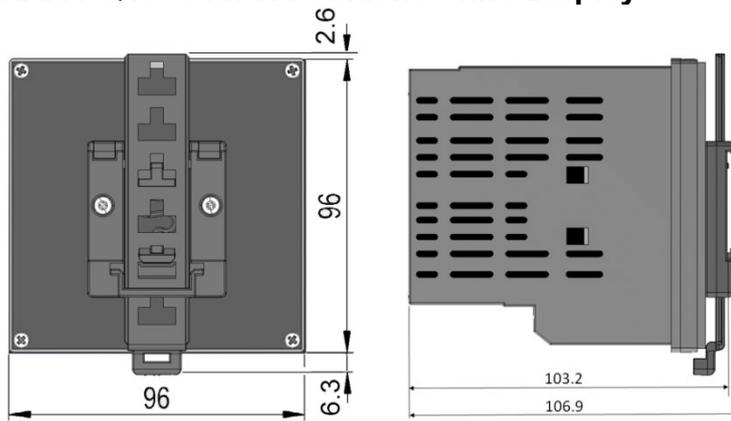
### LINAX PQ1000 mit Display



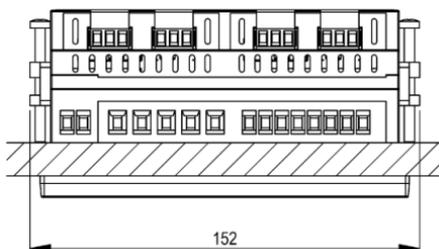
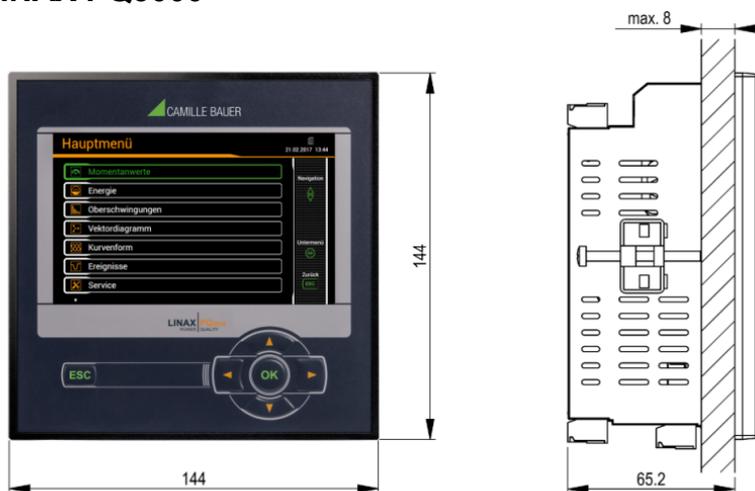
### LINAX PQ1000 für Hutschiene mit Display



## LINAX PQ1000 für Hutschiene ohne Display



## LINAX PQ3000



## LINAX PQ5000



# Anhang

## A Beschreibung der Messgrößen

### Verwendete Abkürzungen

- 1L Einphasennetz
- 2L Split phase, Netz mit 2 Phasen und Mittelabgriff
- 3Lb Dreileiternetz mit gleicher Belastung
- 3Lu Dreileiternetz mit ungleicher Belastung
- 3Lu.A Dreileiternetz mit ungleicher Belastung, Aron-Schaltung (nur 2 Ströme angeschlossen)
- 4Lu Vierleiternetz mit ungleicher Belastung

### A1 Grund-Messgrößen

Die Grundmessgrößen des elektrischen Netzes werden alle 200ms, durch Mittelwertbildung über 10 Perioden bei Nennfrequenz 50Hz bzw. 12 Perioden bei 60Hz bestimmt. Ob eine Messgröße verfügbar ist, ist von der gewählten Netzform abhängig.

Je nach Messgröße werden auch Minimal- und Maximalwerte erfasst, welche mit Zeitstempel unverlierbar gespeichert werden. Diese Werte können vom Anwender via Display zurückgesetzt werden, siehe [Rücksetzen von Messwerten](#).

Messgröße	aktuell	max	min	1L	2L	3Lb	3Lu	3Lu.A	4Lu
Spannung U	•	•	•	✓	✓				
Spannung U <sub>1N</sub>	•	•	•		✓				✓
Spannung U <sub>2N</sub>	•	•	•		✓				✓
Spannung U <sub>3N</sub>	•	•	•						✓
Spannung U <sub>12</sub>	•	•	•			✓	✓	✓	✓
Spannung U <sub>23</sub>	•	•	•			✓	✓	✓	✓
Spannung U <sub>31</sub>	•	•	•			✓	✓	✓	✓
Spannung U <sub>NE</sub> <sup>3)</sup>	•	•		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Strom I	•	•		✓		✓			
Strom I1	•	•			✓		✓	✓	✓
Strom I2	•	•			✓		✓	✓	✓
Strom I3	•	•					✓	✓	✓
Strom im Neutralleiter I <sub>N</sub>	•	•		✓	✓				✓
Strom im Erdleiter I <sub>PE</sub> (berechnet)	•	•							✓
Wirkleistung P	•	•		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Wirkleistung P1	•	•			✓				✓
Wirkleistung P2	•	•			✓				✓
Wirkleistung P3	•	•							✓
Grundwellenwirkleistung P(H1)	•	•		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Grundwellenwirkleistung P1(H1)	•	•			✓				✓
Grundwellenwirkleistung P2(H1)	•	•			✓				✓
Grundwellenwirkleistung P3(H1)	•	•							✓
Gesamt-Blindleistung Q	•	•		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gesamt-Blindleistung Q1	•	•			✓				✓
Gesamt-Blindleistung Q2	•	•			✓				✓
Gesamt-Blindleistung Q3	•	•							✓
Verzerrungsblindleistung D	•	•		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Verzerrungsblindleistung D1	•	•			✓				✓
Verzerrungsblindleistung D2	•	•			✓				✓
Verzerrungsblindleistung D3	•	•							✓
Grundwellenblindleistung Q(H1)	•	•		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Grundwellenblindleistung Q1(H1)	•	•			✓				✓
Grundwellenblindleistung Q2(H1)	•	•			✓				✓
Grundwellenblindleistung Q3(H1)	•	•							✓

<sup>1)</sup> Bei 3-Leiter-Systemen: Homopolare Spannung, nur falls deren Messung aktiviert wurde

Messgrösse	aktuell	max	min	1L	2L	3Lb	3Lu	3Lu.A	4Lu
Scheinleistung S	•	•		√	√	√	√	√	√
Scheinleistung S1	•	•			√				√
Scheinleistung S2	•	•			√				√
Scheinleistung S3	•	•							√
Grundwellenscheinleistung S(H1)	•	•		√	√	√	√	√	√
Grundwellenscheinleistung S1(H1)	•	•			√				√
Grundwellenscheinleistung S2(H1)	•	•			√				√
Grundwellenscheinleistung S3(H1)	•	•							√
Frequenz F	•	•	•	√	√	√	√	√	√
Powerfaktor PF	•			√	√	√	√	√	√
Powerfaktor PF1	•				√				√
Powerfaktor PF2	•				√				√
Powerfaktor PF3	•								√
PF Quadrant I			•	√	√	√	√	√	√
PF Quadrant II			•	√	√	√	√	√	√
PF Quadrant III			•	√	√	√	√	√	√
PF Quadrant IV			•	√	√	√	√	√	√
Blindfaktor QF	•			√	√	√	√	√	√
Blindfaktor QF1	•				√				√
Blindfaktor QF2	•				√				√
Blindfaktor QF3	•								√
Leistungsfaktor LF	•			√	√	√	√	√	√
Leistungsfaktor LF1	•				√				√
Leistungsfaktor LF2	•				√				√
Leistungsfaktor LF3	•								√
cosφ (H1)	•			√	√	√	√	√	√
cosφ (H1) L1	•				√				√
cosφ (H1) L2	•				√				√
cosφ (H1) L3	•								√
cosφ (H1) Quadrant I			•	√	√	√	√	√	√
cosφ (H1) Quadrant II			•	√	√	√	√	√	√
cosφ (H1) Quadrant III			•	√	√	√	√	√	√
cosφ (H1) Quadrant IV			•	√	√	√	√	√	√
tanφ (H1)	•			√	√	√	√	√	√
tanφ (H1) L1	•				√				√
tanφ (H1) L2	•				√				√
tanφ (H1) L3	•								√
$U_{mean}=(U1N+U2N)/2$	•				√				
$U_{mean}=(U1N+U2N+U3N)/3$	•								√
$U_{mean}=(U12+U23+U31)/3$	•					√	√	√	
$I_{mean}=(I1+I2)/2$	•				√				
$I_{mean}=(I1+I2+I3)/3$	•						√		√
IMS, Strommittelwert mit Vorzeichen von P	•			√	√	√	√	√	√
Phasenwinkel zwischen U1 und U2	•					√	√	√	√
Phasenwinkel zwischen U2 und U3	•					√	√	√	√
Phasenwinkel zwischen U3 und U1	•					√	√	√	√
Winkel zwischen U und I	•			√		√	√	√	
Winkel zwischen U1 und I1	•				√				√
Winkel zwischen U2 und I2	•				√				√
Winkel zwischen U3 und I3	•								√
Maximum ΔU <> Um <sup>1)</sup>	•	•			√	√	√	√	√
Maximum ΔI <> Im <sup>2)</sup>	•	•			√		√		√

<sup>1)</sup> maximale Abweichung vom Mittelwert aller Spannungen (siehe A3)

<sup>2)</sup> maximale Abweichung vom Mittelwert aller Ströme (siehe A3)

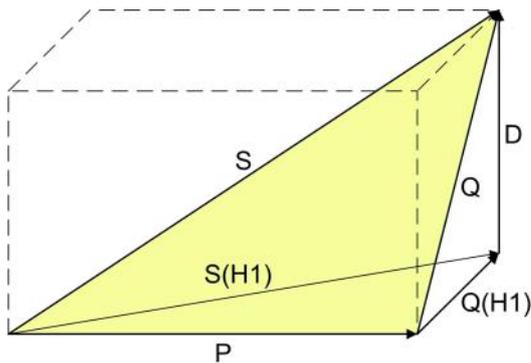
<sup>3)</sup> Bei 3-Leiter-Systemen: Homopolare Spannung, nur falls deren Messung aktiviert wurde

• Nur via Kommunikations-Schnittstelle verfügbar

## Blindleistung

Die Mehrzahl der Verbraucher entnimmt dem Netz einen ohmsch-induktiven Laststrom. Blindleistung entsteht dabei durch die induktive Belastung. In zunehmendem Masse werden aber auch nichtlineare Lasten angeschlossen. Dazu zählen drehzahlgeregelte Antriebe, Gleichrichter, Thyristorsteuerungen oder Leuchtstofflampen. Sie verursachen nichtsinusförmige Wechselströme, welche als Summe von Oberschwingungen darstellbar sind. Dadurch erhöht sich die zu übertragende Blindleistung, was zu höheren Übertragungsverlusten und Stromkosten führt. Dieser Blindleistungsanteil wird Verzerrungs-Blindleistung genannt.

Blindleistung ist im Allgemeinen unerwünscht, da sie keine nutzbare Wirkkomponente aufweist. Da ein Transport der Blindleistung über grössere Distanzen unwirtschaftlich ist, werden sinnvollerweise verbrauchernahe Kompensationsanlagen installiert. So können Übertragungskapazitäten besser genutzt und Verluste und Spannungsabfälle durch die Oberschwingungsströme vermieden werden.



- P: Wirkleistung
- S: Scheinleistung mit Berücksichtigung von Oberwellenanteilen
- S(H1): Grundscheinleistung
- Q: Gesamt-Blindleistung
- Q(H1): Grundscheinleistungs-Blindleistung
- D: Verzerrungsblindleistung

Die Blindleistung lässt sich in eine Grundwellen- und eine Verzerrungs-Komponente aufteilen. Nur die Grundwellen-Blindleistung lässt sich mit der klassischen kapazitiven Methode direkt kompensieren. Die Verzerrungs-Komponente muss mit Verdrosselung oder aktiven Filtern bekämpft werden.

Der **Leistungsfaktor PF** entspricht dem Verhältnis der Wirkleistung P zur Scheinleistung S, beinhaltet also auch eventuelle Oberschwingungsanteile. Er wird oft fälschlicherweise als  $\cos\varphi$  bezeichnet. Der PF entspricht aber nur dem  $\cos\varphi$ , falls im Netz keine Oberschwingungsanteile vorhanden sind. Der  $\cos\varphi$  repräsentiert somit das Verhältnis der Wirkleistung P zur Grundscheinleistung S(H1).

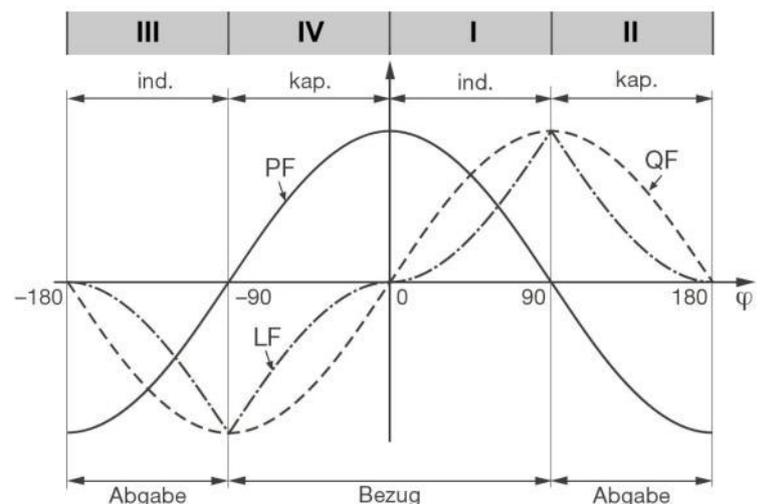
Der **tan $\varphi$**  wird oft als Zielgrösse bei der kapazitiven Blindleistungs-Kompensation angewendet. Er entspricht dem Verhältnis der Grundwellen-Blindleistung Q(H1) zur Wirkleistung P.

## Leistungsfaktoren

Der **Powerfaktor PF** gibt das Verhältnis der Wirkleistung zur Scheinleistung an. Falls keine Oberschwingungen im Netz vorhanden sind, entspricht dieser dem  $\cos\varphi$ . Der PF kann im Bereich  $-1 \dots 0 \dots +1$  liegen, wobei das Vorzeichen die Energierichtung angibt.

Der **Leistungsfaktor LF** ist eine aus dem PF abgeleitete Grösse, welche erlaubt über das Vorzeichen eine Aussage über die Belastungsart zu machen. Nur so kann z.B. ein Bereich  $0.5$  kapazitiv ...  $1$  ...  $0.5$  induktiv eindeutig abgebildet werden.

Der **Blindfaktor QF** gibt das Verhältnis der Blindleistung zur Scheinleistung an.



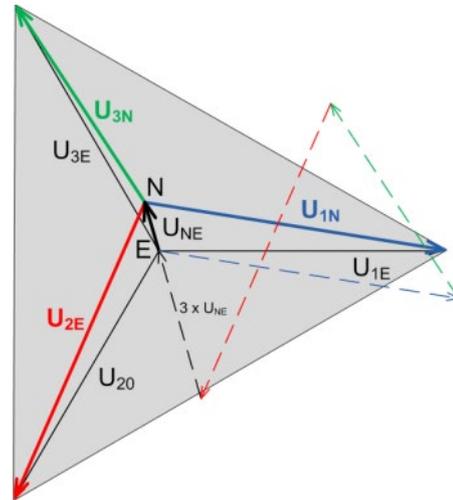
Beispiel aus Sicht eines Energieverbrauchers

## 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:

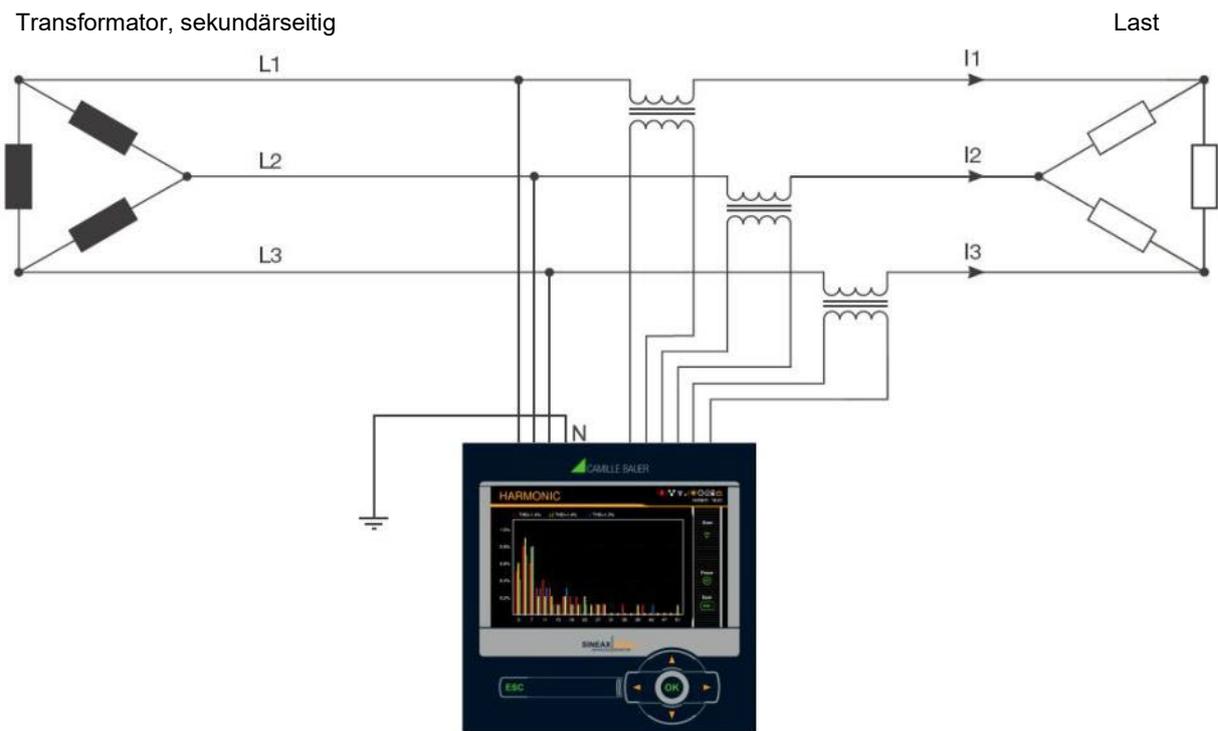
$$U_{NE} = - (U_{1N} + U_{2N} + U_{3N}) / 3$$

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



## Erdschlussüberwachung in IT-Netzen

Über die Bestimmung der Nullpunkt-Verlagerungsspannung kann auch der erste Erdschluss in einem nicht geerdeten IT-Netz ermittelt werden. Dazu wird das Gerät für die Messung in einem Vierleiternetz konfiguriert und der Neutralleiter-Anschluss mit Erde verbunden. Im Fehlerfall des einphasigen Erdschlusses ergibt sich eine Nullpunkt-Verlagerungsspannung von  $U_{LL} / \sqrt{3}$ . Die Meldung kann z.B. mit Hilfe eines Relaisausgangs erfolgen.



Da sich auch im Fehlerfall das aus den drei Phasen gebildete Spannungsdreieck nicht ändert, werden Spannungs-, Strom- und Leistungswerte des Dreiphasennetzes weiterhin richtig gemessen und angezeigt. Auch die Zähler arbeiten weiterhin bestimmungsgemäss.

Die Methode ist geeignet unsymmetrische Störfälle während des Betriebs der Anlage zu messen. Eine Verschlechterung der Isolationswiderstände kann so nicht erfasst werden und sollte bei der periodischen Kontrolle der Anlage mobil gemessen werden.

Eine andere Möglichkeit für die Analyse von Störfällen im Netz bietet die Ermittlung der [symmetrischen Komponenten](#) (siehe A3).

## A2 Oberschwingungs-Analyse

Die Analyse der Oberschwingungen erfolgt gemäss IEC 61000-4-7 über 10 Perioden bei 50Hz bzw. 12 Perioden bei 60Hz. Ob eine Messgrösse verfügbar ist, ist von der gewählten Anschlussart abhängig.

Messgrösse	aktuell	max	1L	2L	3Lb	3Lu	3Lu.A	4Lu
THD Spannung U1N/U	•	•	√	√				√
THD Spannung U2N	•	•		√				√
THD Spannung U3N	•	•						√
THD Spannung U12	•	•			√	√	√	
THD Spannung U23	•	•			√	√	√	
THD Spannung U31	•	•			√	√	√	
THD Strom I1/I	•	•	√	√	√	√	√	√
THD Strom I2	•	•		√		√	√	√
THD Strom I3	•	•				√	√	√
TDD Strom I1/I	•	•	√	√	√	√	√	√
TDD Strom I2	•	•		√		√	√	√
TDD Strom I3	•	•				√	√	√
Oberwellenanteile 2.-50. U1N/U	•	•	√	√				√
Oberwellenanteile 2.-50. U2N	•	•		√				√
Oberwellenanteile 2.-50. U3N	•	•						√
Oberwellenanteile 2.-50. U12	•	•			√	√	√	
Oberwellenanteile 2.-50. U23	•	•			√	√	√	
Oberwellenanteile 2.-50. U31	•	•			√	√	√	
Oberwellenanteile 2.-50. I1/I	•	•	√	√	√	√	√	√
Oberwellenanteile 2.-50. I2	•	•		√		√	√	√
Oberwellenanteile 2.-50. I3	•	•				√	√	√

Oberwellenanteile sind bis zur 89. (50Hz) oder 75. (60Hz) auf der Modbus-Schnittstelle verfügbar.

• Nur via Kommunikations-Schnittstelle verfügbar

### 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 sensitiver Verbraucher kann beeinträchtigt werden und unerklärliche Störungen verursachen. In industriellen Netzen lässt sich aus dem Oberwellen-Abbild meist sehr gut ermitteln, welche Arten von Verbrauchern angeschlossen sind. Siehe auch:

► [Blindleistungserhöhung durch Oberschwingungsströme](#)

### 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.

### Maximalwerte

Die erfassten Maximalwerte der Oberschwingungsanalyse entstehen durch Überwachung der Maximalwerte von THD und TDD. Die Maximalwerte der individuellen Oberwellenanteile werden nicht einzeln überwacht, sondern werden gespeichert, falls ein maximaler THD oder TDD erkannt wird. Das maximale Oberwellenabbild stimmt so immer mit dem zugehörigen THD bzw. TDD überein.



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	aktuell	max	1L	2L	3Lb	3Lu	3Lu.A	4Lu
UR1: Mitsystem [V]	•				√	√	√	√
UR2: Gegensystem [V]	•				√	√	√	√
U0: Nullsystem [V]	•							√
U: Unsymmetrie UR2/UR1	•	•			√	√	√	√
U: Unsymmetrie U0/UR1	•	•						√
IR1: Mitsystem [A]	•					√		√
IR2: Gegensystem [A]	•					√		√
I0: Nullsystem [A]	•							√
I: Unsymmetrie IR2/IR1	•	•				√		√
I: Unsymmetrie I0/IR1	•	•						√

• Nur via Kommunikations-Schnittstelle verfügbar

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.

Bei Unsymmetrie- oder Schiefast-Überwachungsrelais werden verschiedene Messprinzipien verwendet. Die eine Methode verwendet den Ansatz der symmetrischen Komponenten, die andere liefert die Maximalabweichung vom Mittelwert der drei Phasenwerte. Deren Resultate liefern nicht dasselbe Resultat und verfolgen auch nicht denselben Zweck. Deshalb sind im Gerät beide Prinzipien implementiert.

#### Symmetrische Komponenten (nach Fortescue)

Die Bestimmung der Unsymmetrie mit Hilfe der symmetrischen Komponenten ist die anspruchsvollere und rechenintensivere Methode. Sie 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.

#### Maximalabweichung vom Mittelwert

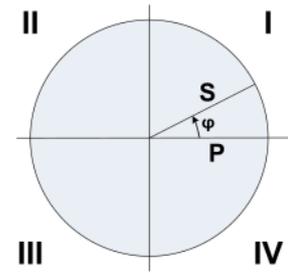
Die Berechnung der Maximalabweichung vom Mittelwert der Phasenströme bzw. -spannungen gibt Aufschluss darüber, ob ein Netz oder eine Unterverteilung unsymmetrisch belastet ist. Die Resultate sind unabhängig von Nennwerten und der momentanen Belastung. So kann eine symmetrischere Belastung angestrebt werden, z.B. durch Umhängen von Verbrauchern.

Auch eine Störfallerkennung ist möglich. Die in Kompensationsanlagen eingesetzten Kondensatoren sind Verschleissteile, die oft ausfallen und dann ersetzt werden müssen. Beim Einsatz dreiphasiger Leistungskondensatoren werden alle Phasen gleich kompensiert, was bei nahezu symmetrischer Netzbelastung zu betragsmässig vergleichbaren Strömen durch die Kondensatoren führt. Durch die Überwachung der Maximalabweichung der Phasenströme kann beurteilt werden, ob ein Kondensator ausgefallen ist.

Die Maximalabweichungen werden im Takt der Momentanwert-Erfassung bestimmt ([siehe A1](#)).

## A4 Mittelwerte und Trend

Messgröße		aktuell	Trend	max	min	Historie
Wirkleistung I+IV	10s...60min. <sup>1)</sup>	•	•	•	•	5
Wirkleistung II+III	10s...60min. <sup>1)</sup>	•	•	•	•	5
Blindleistung I+II	10s...60min. <sup>1)</sup>	•	•	•	•	5
Blindleistung III+IV	10s...60min. <sup>1)</sup>	•	•	•	•	5
Scheinleistung	10s...60min. <sup>1)</sup>	•	•	•	•	5
Mittelwertgröße 1	10s...60min. <sup>2)</sup>	•	•	•	•	1
....						
Mittelwertgröße 12	10s...60min. <sup>2)</sup>	•	•	•	•	1



<sup>1)</sup> Intervallzeit t1 <sup>2)</sup> Intervallzeit t2

Standardmässig bestimmt das Gerät automatisch die Mittelwerte der Netzleistungen. Zusätzlich können bis zu 12 weitere Mittelwertgrößen frei gewählt werden.

### Mittelwertbildung

Die Bestimmung der Mittelwerte erfolgt durch Integration der ermittelten Momentanwerte über ein programmierbares Intervall. Die Intervallzeit kann im Bereich von 10 Sekunden bis zu einer Stunde gewählt werden. Mögliche diskrete Zwischenwerte sind so gesetzt, dass deren Vielfaches eine Minute oder eine Stunde beträgt. Die Leistungsmittelwerte (Intervallzeit t1) und die freien Mittelwerte (Intervallzeit t2) können unterschiedliche Mittelungszeiten aufweisen.

### Synchronisation

Für die Synchronisation der Mittelungsintervalle kann die interne Uhr oder ein externes Signal über einen Digitaleingang verwendet werden. Bei einer externen Synchronisation ist zu beachten, dass die Intervalle nicht kürzer als eine Sekunde und nicht länger als eine Stunde sein dürfen. Die Synchronisation ist wichtig, um z.B. die Leistungsmittelwerte auf Verbraucher- und Erzeugerseite vergleichen zu können.

### Trend

Der vermutliche Endwert (Trend) der Mittelwerte wird durch gewichtete Addition von Messwerten des vergangenen und des aktuellen Intervalls bestimmt. Er dient dazu, frühzeitig ein mögliches Überschreiten eines vorgegebenen Maximalwertes zu erkennen und, z.B. durch Abschalten eines aktiven Verbrauchers, vermeiden zu können.

### Historie

Für Leistungsmittelwerte sind die letzten 5 Intervallwerte, sowohl über die Anzeige am Gerät als auch über die Schnittstelle, verfügbar. Für die programmierbaren Mittelwertgrößen ist jeweils der Wert des letzten Intervalls über die Schnittstelle abfragbar.

### Bimetallstrom

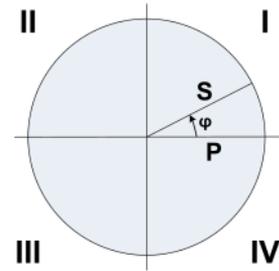
Mit Hilfe dieser Messgröße lässt sich der Langzeit-Effekt des Stromes messen, z.B. zur Überwachung der Erwärmung einer stromdurchflossenen Leitung. Dazu wird eine exponentielle Funktion verwendet, ähnlich der Ladekurve eines Kondensators. Die Einstellzeit der Funktion ist frei wählbar, typischerweise aber gleich wie das Intervall zur Bestimmung der Leistungsmittelwerte.

Messgröße		aktuell	max	1L	2L	3Lb	3Lu	3Lu.A	4Lu
Bimetallstrom IB,	1...60min. <sup>3)</sup>	•	•	√		√			
Bimetallstrom IB1,	1...60min. <sup>3)</sup>	•	•		√		√	√	√
Bimetallstrom IB2,	1...60min. <sup>3)</sup>	•	•		√		√	√	√
Bimetallstrom IB3,	1...60min. <sup>3)</sup>	•	•				√	√	√

<sup>3)</sup> Intervallzeit t3

## A5 Zähler

Messgrösse	1L	2L	3Lb	3Lu	3Lu.A	4Lu
Wirkenergie I+IV, Hochtarif	•	•	•	•	•	•
Wirkenergie II+III, Hochtarif	•	•	•	•	•	•
Blindenergie I+II, Hochtarif	•	•	•	•	•	•
Blindenergie III+IV, Hochtarif	•	•	•	•	•	•
Wirkenergie I+IV, Niedertarif	•	•	•	•	•	•
Wirkenergie II+III, Niedertarif	•	•	•	•	•	•
Blindenergie I+II, Niedertarif	•	•	•	•	•	•
Blindenergie III+IV, Niedertarif	•	•	•	•	•	•
Anwenderprogrammierter Zähler 1	Es können nur Basismessgrössen gewählt werden, welche in der aktuell gewählten Netzform unterstützt werden					
Anwenderprogrammierter Zähler 2						
Anwenderprogrammierter Zähler 3						
Anwenderprogrammierter Zähler 4						
Anwenderprogrammierter Zähler 5						
Anwenderprogrammierter Zähler 6						
Anwenderprogrammierter Zähler 7						
Anwenderprogrammierter Zähler 8						
Anwenderprogrammierter Zähler 9						
Anwenderprogrammierter Zähler 10						
Anwenderprogrammierter Zähler 11						
Anwenderprogrammierter Zähler 12						



### Standardzähler

Die Zähler für Wirk- und Blindenergie im Netz sind immer aktiv.

### Anwenderprogrammierte Zähler

Jedem dieser Zähler kann vom Anwender frei eine Basismessgrösse zugeordnet werden.

#### Programmierbare Zählerauflösung



Für alle Zähler kann die Auflösung (angezeigte Einheit) nahezu frei gewählt werden. Damit können Anwendungen mit kurzer Messzeit, z.B. Energieverbrauch pro Arbeitstag oder Charge, realisiert werden. Je feiner die Grundeinheit gewählt wird, desto schneller wird auch der Zählerüberlauf erreicht.

## B Anzeige-Matrizen

### B0 Verwendete Kurzbezeichnungen 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
QF	QF TRMS		Blindfaktor Q / S
QF1	QF 1 TRMS		Blindfaktor Q1 / S1
QF2	QF 2 TRMS		Blindfaktor Q2 / S2
QF3	QF 3 TRMS		Blindfaktor Q3 / S3
LF	LF TRMS		Leistungsfaktor des Netzes
LF1	LF 1 TRMS		Leistungsfaktor
LF2	LF 2 TRMS		Leistungsfaktor
LF3	LF 3 TRMS		Leistungsfaktor
UR1	U pos SEQ	V	Spannung Mitsystem
UR2	U neg SEQ	V	Spannung Gegensystem
U0	U zero SEQ	V	Spannung Nullsystem
IR1	I pos SEQ	A	Strom Mitsystem
IR2	I neg SEQ	A	Strom Gegensystem
I0	I zero SEQ	A	Strom Nullsystem
UR2R1	U neg/pos UNB	%	Unsymmetriefaktor Spannung: UR2/UR1
IR2R1	I neg/pos UNB	%	Unsymmetriefaktor Strom IR2/IR1
U0R1	U zero/pos UNB	%	Unsymmetriefaktor Spannung: U0/UR1
I0R1	I zero/pos UNB	%	Unsymmetriefaktor Strom I0/IR1

Name	Messgrößen-Identifikation	Einh.	Beschreibung
IMS	I $\emptyset$ 	A	Strommittelwert mit Vorzeichen von P
Pst1N	Pst 1N 10min		Kurzzeitflicker U1N, Mittelungszeit 10min.
Pst2N	Pst 2N 10min		Kurzzeitflicker U2N, Mittelungszeit 10min.
Pst3N	Pst 3N 10min		Kurzzeitflicker U3N, Mittelungszeit 10min.
Pst12	Pst 12 10min		Kurzzeitflicker U12, Mittelungszeit 10min.
Pst23	Pst 23 10min		Kurzzeitflicker U23, Mittelungszeit 10min.
Pst31	Pst 31 10min		Kurzzeitflicker U31, Mittelungszeit 10min.
UD	U $\leq$ 1N TRMS	V	Unterabweichung Netzspannung
UD1N	U $\leq$ 1N TRMS	V	Unterabweichung Spannung U1N
UD2N	U $\leq$ 2N TRMS	V	Unterabweichung Spannung U2N
UD3N	U $\leq$ 3N TRMS	V	Unterabweichung Spannung U3N
UD12	U $\leq$ 12 TRMS	V	Unterabweichung Spannung U12
UD23	U $\leq$ 23 TRMS	V	Unterabweichung Spannung U23
UD31	U $\leq$ 31 TRMS	V	Unterabweichung Spannung U31
OD	U $\geq$ 1N TRMS	V	Überabweichung Netzspannung
OD1N	U $\geq$ 1N TRMS	V	Überabweichung Spannung U1N
OD2N	U $\geq$ 2N TRMS	V	Überabweichung Spannung U2N
OD3N	U $\geq$ 3N TRMS	V	Überabweichung Spannung U3N
OD12	U $\geq$ 12 TRMS	V	Überabweichung Spannung U12
OD23	U $\geq$ 23 TRMS	V	Überabweichung Spannung U23
OD31	U $\geq$ 31 TRMS	V	Überabweichung Spannung U31

## Minimum- und Maximumwerte von Momentanwerten

Name	Messgrößen-Identifikation	Einh.	Beschreibung
U_MM	U TRMS ▲TS ▼TS	V	Minimalwert und Maximalwert von U
U1N_MM	U 1N TRMS ▲TS ▼TS	V	Minimalwert und Maximalwert von U1N
U2N_MM	U 2N TRMS ▲TS ▼TS	V	Minimalwert und Maximalwert von U2N
U3N_MM	U 3N TRMS ▲TS ▼TS	V	Minimalwert und Maximalwert von U3N
U12_MM	U 12 TRMS ▲TS ▼TS	V	Minimalwert und Maximalwert von U12
U23_MM	U 23 TRMS ▲TS ▼TS	V	Minimalwert und Maximalwert von U23
U31_MM	U 31 TRMS ▲TS ▼TS	V	Minimalwert und Maximalwert von U31
UNE_MAX	U NE TRMS ▲TS	V	Maximalwert von UNE
I_MAX	I TRMS ▲TS	A	Maximalwert von I
I1_MAX	I 1 TRMS ▲TS	A	Maximalwert von I1
I2_MAX	I 2 TRMS ▲TS	A	Maximalwert von I2
I3_MAX	I 3 TRMS ▲TS	A	Maximalwert von I3
IN_MAX	I N TRMS ▲TS	A	Maximalwert von IN
IPE_MAX	I PE TRMS ▲TS	A	Maximalwert von IPE
P_MAX	P TRMS ▲TS	W	Maximalwert von P
P1_MAX	P 1 TRMS ▲TS	W	Maximalwert von P1
P2_MAX	P 2 TRMS ▲TS	W	Maximalwert von P2
P3_MAX	P 3 TRMS ▲TS	W	Maximalwert von P3
Q_MAX	Q TRMS ▲TS	var	Maximalwert von Q
Q1_MAX	Q 1 TRMS ▲TS	var	Maximalwert von Q1
Q2_MAX	Q 2 TRMS ▲TS	var	Maximalwert von Q2
Q3_MAX	Q 3 TRMS ▲TS	var	Maximalwert von Q3
S_MAX	S TRMS ▲TS	VA	Maximalwert von S
S1_MAX	S 1 TRMS ▲TS	VA	Maximalwert von S1
S2_MAX	S 2 TRMS ▲TS	VA	Maximalwert von S2
S3_MAX	S 3 TRMS ▲TS	VA	Maximalwert von S3
F_MM	F TRMS ▲TS	Hz	Minimalwert und Maximalwert von F
UR21_MAX	U neg/pos UNB ▲TS	%	Maximalwert von UR2/UR1
IR21_MAX	I neg/pos UNB ▲TS	%	Maximalwert von IR2/IR1
THD_U_MAX	U THD ▲TS	%	Maximalwert THD Spannung U
THD_U1N_MAX	U 1N THD ▲TS	%	Maximalwert THD Spannung U1N
THD_U2N_MAX	U 2N THD ▲TS	%	Maximalwert THD Spannung U2N
THD_U3N_MAX	U 3N THD ▲TS	%	Maximalwert THD Spannung U3N
THD_U12_MAX	U 12 THD ▲TS	%	Maximalwert THD Spannung U12
THD_U23_MAX	U 23 THD ▲TS	%	Maximalwert THD Spannung U23
THD_U31_MAX	U 31 THD ▲TS	%	Maximalwert THD Spannung U31
TDD_I_MAX	I TDD ▲TS	%	Maximalwert TDD Strom
TDD_I1_MAX	I 1 TDD ▲TS	%	Maximalwert TDD Strom I1/I
TDD_I2_MAX	I 2 TDD ▲TS	%	Maximalwert TDD Strom I2
TDD_I3_MAX	I 3 TDD ▲TS	%	Maximalwert TDD Strom I3

TS: Zeitstempel des Auftretens, z.B. 17.09.2014 11:12:03

## Mittelwerte, Trend und Bimetallstrom

Name	Messgrößen-Identifikation	Einh.	Beschreibung
M1	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	Mittelwert 1
M2	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	Mittelwert 2
....	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	....
M11	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	Mittelwert 11
M12	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	Mittelwert 12
TR_M1	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	Trend Mittelwert 1
TR_M2	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	Trend Mittelwert 2
....	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	....
TR_M11	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	Trend Mittelwert 11
TR_M12	(m) (p) (q)  (t2)	(mu)	Trend Mittelwert 12
IB	IB  (t3)	A	Bimetallstrom im Netz
IB1	IB 1  (t3)	A	Bimetallstrom im Leiter L1
IB2	IB 2  (t3)	A	Bimetallstrom im Leiter L2
IB3	IB 3  (t3)	A	Bimetallstrom im Leiter L3

## Minimum- und Maximumwerte von Mittelwerten und Bimetallstrom

Name	Messgrößen-Identifikation	Einh.	Beschreibung
M1_MM	(m) (p) (q)  (t2) ▲ TS ▼ TS	..	Min/Max Mittelwert 1
M2_MM	(m) (p) (q)  (t2) ▲ TS ▼ TS	..	Min/Max Mittelwert 2
....	(m) (p) (q)  (t2) ▲ TS ▼ TS	..	....
M11_MM	(m) (p) (q)  (t2) ▲ TS ▼ TS	..	Min/Max Mittelwert 11
M12_MM	(m) (p) (q)  (t2) ▲ TS ▼ TS	..	Min/Max Mittelwert 12
IB_MAX	IB  (t3) ▲ TS	A	Maximum Bimetallstrom im Netz
IB1_MAX	IB 1  (t3) ▲ TS	A	Maximum Bimetallstrom im Leiter L1
IB2_MAX	IB 2  (t3) ▲ TS	A	Maximum Bimetallstrom im Leiter L2
IB3_MAX	IB 3  (t3) ▲ TS	A	Maximum Bimetallstrom im Leiter L3

## Zähler

Name	Messgrößen-Identifikation	Einh.	Beschreibung
$\Sigma P_{I+IV\_HT}$	P  $\Sigma HT$	Wh	Wirkenergie I+IV, Hochtarif
$\Sigma P_{II+III\_HT}$	P  $\Sigma HT$	Wh	Wirkenergie II+III, Hochtarif
$\Sigma Q_{I+II\_HT}$	Q  $\Sigma HT$	varh	Blindenergie I+II, Hochtarif
$\Sigma Q_{III+IV\_HT}$	Q  $\Sigma HT$	varh	Blindenergie III+IV, Hochtarif
$\Sigma P_{I+IV\_NT}$	P  $\Sigma LT$	Wh	Wirkenergie I+IV, Niedertarif
$\Sigma P_{II+III\_NT}$	P  $\Sigma LT$	Wh	Wirkenergie II+III, Niedertarif
$\Sigma Q_{I+II\_NT}$	Q  $\Sigma LT$	varh	Blindenergie I+II, Niedertarif
$\Sigma Q_{III+IV\_NT}$	Q  $\Sigma LT$	varh	Blindenergie III+IV, Niedertarif
$\Sigma METER1$	(m) (p) (qg) $\Sigma(T)$	(mu)	Freier Zähler 1, Tarif HT oder NT
$\Sigma METER2$	(m) (p) (qg) $\Sigma(T)$	(mu)	Freier Zähler 2, Tarif HT oder NT
....	(m) (p) (qg) $\Sigma(T)$	(mu)	....
$\Sigma METER11$	(m) (p) (qg) $\Sigma(T)$	(mu)	Freier Zähler 11, Tarif HT oder NT
$\Sigma METER12$	(m) (p) (qg) $\Sigma(T)$	(mu)	Freier Zähler 12, Tarif HT oder NT

(m): Messgrößen-Kurzbezeichnung, z.B. „P“

(p): Phasenbezug der gewählten Messgröße, z.B. „1“

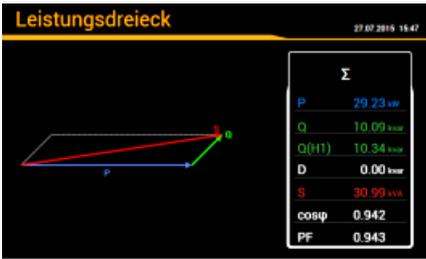
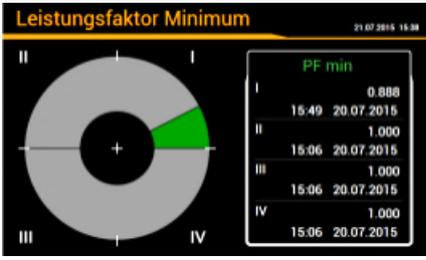
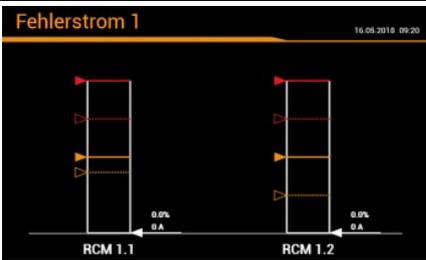
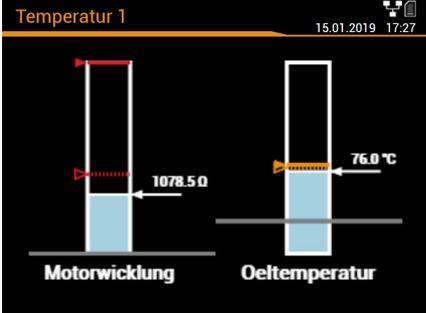
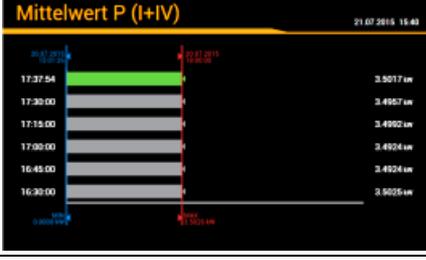
(q): Quadranteninformation, z.B. „I+IV“

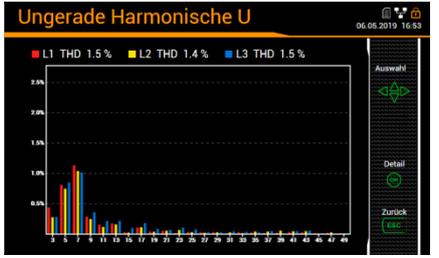
(qg): Grafische Quadranteninformation, z.B. 

(T): Zugehöriger Tarif, z.B. „HT“ oder „LT“ (NT)

(mu): Einheit der Basis-Messgröße

## Grafische Messwertanzeigen

Name	Darstellung	Beschreibung																		
Px_TRIANGLE	 <p><b>Leistungsdreieck</b> 27.07.2015 18:47</p> <table border="1"> <tr><td><math>\Sigma</math></td><td></td></tr> <tr><td>P</td><td>29.23 VA</td></tr> <tr><td>Q</td><td>10.09 kvar</td></tr> <tr><td>Q(H1)</td><td>10.34 kvar</td></tr> <tr><td>D</td><td>0.00 kvar</td></tr> <tr><td>S</td><td>30.99 VA</td></tr> <tr><td>cosφ</td><td>0.942</td></tr> <tr><td>PF</td><td>0.943</td></tr> </table>	$\Sigma$		P	29.23 VA	Q	10.09 kvar	Q(H1)	10.34 kvar	D	0.00 kvar	S	30.99 VA	cosφ	0.942	PF	0.943	<p>Grafik des Leistungsdreiecks bestehend aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wirk-, Blind- und Scheinleistung Px, Qx, Sx</li> <li>Verzerrungsblindleistung Dx</li> <li>Blindleistung der Grundschwingung Qx(H1)</li> <li>cos(φ) der Grundschwingung</li> <li>Wirkfaktor PFx</li> </ul>		
$\Sigma$																				
P	29.23 VA																			
Q	10.09 kvar																			
Q(H1)	10.34 kvar																			
D	0.00 kvar																			
S	30.99 VA																			
cosφ	0.942																			
PF	0.943																			
PF_MIN	 <p><b>Leistungsfaktor Minimum</b> 21.07.2015 15:38</p> <table border="1"> <tr><td>PF min</td><td></td></tr> <tr><td>I</td><td>0.888</td></tr> <tr><td>15:49</td><td>20.07.2015</td></tr> <tr><td>II</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>15:06</td><td>20.07.2015</td></tr> <tr><td>III</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>15:06</td><td>20.07.2015</td></tr> <tr><td>IV</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>15:06</td><td>20.07.2015</td></tr> </table>	PF min		I	0.888	15:49	20.07.2015	II	1.000	15:06	20.07.2015	III	1.000	15:06	20.07.2015	IV	1.000	15:06	20.07.2015	<p>Grafik: Minimaler Wirkfaktor (PF) in allen vier Quadranten</p>
PF min																				
I	0.888																			
15:49	20.07.2015																			
II	1.000																			
15:06	20.07.2015																			
III	1.000																			
15:06	20.07.2015																			
IV	1.000																			
15:06	20.07.2015																			
Cφ_MIN	(wie PF_MIN)	<p>Grafik: Minimaler cos(φ) in allen 4 Quadranten</p>																		
I> m.1 / m.2	 <p><b>Fehlerstrom 1</b> 16.05.2018 09:20</p> <p>RCM 1.1      RCM 1.2</p>	<p>Grafik: Aktuelle Messwerte und Zustände der <a href="#">Fehlerstrom-Überwachung</a></p> <p><i>Daten sind nur verfügbar, wenn mindestens ein optionales Fehlerstrom-Modul im Gerät eingebaut ist.</i></p>																		
Θ m.1 / m.2	 <p><b>Temperatur 1</b> 15.01.2019 17:27</p> <p>Motorwicklung      Oeltemperatur</p>	<p>Grafik: Aktuelle Messwerte und Zustände der <a href="#">Temperatur-Überwachung</a></p> <p><i>Daten sind nur verfügbar, wenn mindestens ein optionales Temperatur-Modul im Gerät eingebaut ist.</i></p>																		
MT_P_I_IV	 <p><b>Mittelwert P (I+IV)</b> 21.07.2015 15:40</p> <table border="1"> <tr><td>17:37:54</td><td>3.5017 VA</td></tr> <tr><td>17:30:00</td><td>3.4957 VA</td></tr> <tr><td>17:15:00</td><td>3.4992 VA</td></tr> <tr><td>17:00:00</td><td>3.4924 VA</td></tr> <tr><td>16:45:00</td><td>3.4924 VA</td></tr> <tr><td>16:30:00</td><td>3.5025 VA</td></tr> </table>	17:37:54	3.5017 VA	17:30:00	3.4957 VA	17:15:00	3.4992 VA	17:00:00	3.4924 VA	16:45:00	3.4924 VA	16:30:00	3.5025 VA	<p>Grafik Mittelwert P (I+IV) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>						
17:37:54	3.5017 VA																			
17:30:00	3.4957 VA																			
17:15:00	3.4992 VA																			
17:00:00	3.4924 VA																			
16:45:00	3.4924 VA																			
16:30:00	3.5025 VA																			
MT_P_II_III	(wie MT_P_I_IV)	<p>Grafik Mittelwert P (II+III) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>																		
MT_Q_I_II	(wie MT_P_I_IV)	<p>Grafik Mittelwert Q (I+II) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>																		
MT_Q_III_IV	(wie MT_P_I_IV)	<p>Grafik Mittelwert Q (III+IV) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>																		
MT_S	(wie MT_P_I_IV)	<p>Grafik Mittelwert S: Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>																		

HO_IX		Grafik: Ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Demand Distortion aller Ströme
HO_UX	(wie HO_IX)	Grafik: Ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen
HE_IX	(wie HO_IX)	Grafik: Gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Demand Distortion aller Ströme
HE_UX	(wie HO_IX)	Grafik: Gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen
HO_UX_MAX	(wie HO_IX)	Grafik: Maximalwerte ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen
HO_IX_MAX	(wie HO_IX)	Grafik: Maximalwerte ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Demand Distortion aller Ströme
HE_UX_MAX	(wie HO_IX)	Grafik: Maximalwerte gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen
HE_IX_MAX	(wie HO_IX)	Grafik: Maximalwerte gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Demand Distortion aller Ströme
PHASOR		Grafik: Alle Strom- und Spannungsvektoren mit aktueller Belastungsinformation

## B1 Anzeige-Matrizen Einphasennetz

 Momentanwerte

Gerät	Zugehörige Matrix			
<b>PQ1000</b>	U	U_MM		
	I	I_MAX		
	P	P_MAX		
	F	F_MM		
	P	P_MAX		
	Q	Q_MAX		
	S	S_MAX		
	PF			
P_TRIANGLE				
PF_MIN	Cφ_MIN			
> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2		
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2		
<b>PQ3000 PQ5000</b>	U	U_MM	Pst1N	UD
	UNE	UNE_MAX		OD
	F	F_MM		
	I	I_MAX		
	IN	IN_MAX		
	IMS			
	P	P_MAX		
	Q	Q_MAX		
	S	S_MAX		
	PF			
P_TRIANGLE				
PF_MIN	Cφ_MIN			
> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2		
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2		

## B2 Anzeige-Matrizen Split-phase (Zweiphasen-Netz)

 Momentanwerte

Gerät	Zugehörige Matrix				
PQ1000	U1N U2N U UNE	U1N_MM U2N_MM U_MM UNE_MAX			
	I1 I2 I1_MAX I2_MAX				
	P Q F PF	P1 P2 Q1 Q2	P_MAX Q_MAX S_MAX	P1_MAX P2_MAX Q1_MAX Q2_MAX	
	P_TRIANGLE	P1_TRIANGLE	P2_TRIANGLE		
	PF_MIN	Cφ_MIN			
	> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2		
	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2		
PQ3000	U1N U2N U UNE	U1N_MM U2N_MM U_MM UNE_MAX	Pst1N Pst2N	UD12 UD1N UD2N	OD12 OD1N OD2N
	I1 I2 IN IPE	I1_MAX I2_MAX IN_MAX IPE_MAX			
	P Q F PF	P1 P2 Q1 Q2	P_MAX / P1_MAX Q_MAX / P2_MAX S_MAX / Q1_MAX F_MM / Q2_MAX		
	P_TRIANGLE	P1_TRIANGLE	P2_TRIANGLE		
	PF_MIN	Cφ_MIN			
	> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2		
	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2		
PQ5000	U1N U2N U UNE	U1N_MM U2N_MM U_MM UNE_MAX	Pst1N Pst2N	UD12 UD1N UD2N	OD12 OD1N OD2N
	I1 I2 IN IPE	I1_MAX I2_MAX IN_MAX IPE_MAX			
	P Q F PF	P1 P2 Q1 Q2	P_MAX Q_MAX S_MAX	P1_MAX P2_MAX Q1_MAX Q2_MAX	
	P_TRIANGLE	P1_TRIANGLE	P2_TRIANGLE		
	PF_MIN	Cφ_MIN			
	> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2		
	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2		

### B3 Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz gleichbelastet

 Momentanwerte

Gerät	Zugehörige Matrix						
<b>PQ1000</b>	U12	U12_MM	UR1				
	U23	U23_MM	UR2				
	U31	U31_MM	UR2R1				
	F	F_MM	UR21_MAX				
	I						
	I_MAX						
	IMS						
	P	P_MAX					
	Q	Q_MAX					
	S	S_MAX					
PF							
P_TRIANGLE							
PF_MIN	Cφ_MIN						
> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2					
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2					
<b>PQ3000 PQ5000</b>	U12	UNE	U12_MM	UR1	Pst12	UD12	OD12
	U23	UNE_MAX	U23_MM	UR2	Pst23	UD23	OD23
	U31		U31_MM	UR2R1	Pst31	UD31	OD31
	F	<sup>1)</sup>	F_MM	UR21_MAX			
	I						
	I_MAX						
	IMS						
	P		P_MAX				
	Q		Q_MAX				
	S		S_MAX				
PF							
P_TRIANGLE							
PF_MIN	Cφ_MIN						
> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2					
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2					

<sup>1)</sup> Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert

## B4 Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet

 Momentanwerte

Gerät	Zugehörige Matrix						
<b>PQ1000</b>	U12	U12_MM	UR1				
	U23	U23_MM	UR2				
	U31	U31_MM	UR2R1				
	F	F_MM	UR21_MAX				
	I1	I1_MAX	IR1				
	I2	I2_MAX	IR2				
	I3	I3_MAX	IR2R1				
	IPE	IPE_MAX	IR21_MAX				
	P	P_MAX					
	Q	Q_MAX					
	S	S_MAX					
	PF						
P_TRIANGLE							
PF_MIN	Cφ_MIN						
> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2					
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2					
<b>PQ3000 PQ5000</b>	U12	UNE	U12_MM	UR1	Pst12	UD12	OD12
	U23	UNE_MAX	U23_MM	UR2	Pst23	UD23	OD23
	U31		U31_MM	UR2R1	Pst31	UD31	OD31
	F	<sup>1)</sup>	F_MM	UR21_MAX			
	I1		I1_MAX	IR1			
	I2		I2_MAX	IR2			
	I3		I3_MAX	IR2R1			
	IPE		IPE_MAX	IR21_MAX			
	P		P_MAX				
	Q		Q_MAX				
	S		S_MAX				
	PF						
P_TRIANGLE							
PF_MIN	Cφ_MIN						
> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2					
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2					

<sup>1)</sup> Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert

## B5 Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet, Aron



Momentanwerte

Gerät	Zugehörige Matrix						
PQ1000	U12	U12_MM	UR1				
	U23	U23_MM	UR2				
	U31	U31_MM	UR2R1				
	F	F_MM	UR21_MAX				
	I1	I1_MAX					
	I2	I2_MAX					
	I3	I3_MAX					
	IMS						
	P	P_MAX					
	Q	Q_MAX					
	S	S_MAX					
PF							
P_TRIANGLE							
PF_MIN	Cφ_MIN						
> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2					
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2					
PQ3000 PQ5000	U12	UNE	U12_MM	UR1	Pst12	UD12	OD12
	U23	UNE_MAX	U23_MM	UR2	Pst23	UD23	OD23
	U31		U31_MM	UR2R1	Pst31	UD31	OD31
	F	<sup>1)</sup> F_MM	UR21_MAX				
	I1	I1_MAX					
	I2	I2_MAX					
	I3	I3_MAX					
	IMS						
	P	P_MAX					
	Q	Q_MAX					
	S	S_MAX					
PF							
P_TRIANGLE							
PF_MIN	Cφ_MIN						
> 1.1 / 1.2	> 2.1 / 2.2	> 3.1 / 3.2					
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2					

<sup>1)</sup> Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert

## B6 Anzeige-Matrizen Vierleiternetz ungleichbelastet

 Instantaneous values

Gerät	Zugehörige Matrix									
<b>PQ1000</b>	U1N	U12	U1N_MM	U12_MM	UR1					
	U2N	U23	U2N_MM	U23_MM	UR2					
	U3N	U31	U3N_MM	U31_MM	U0					
	UNE	F	F_MM	UR21_MAX	UNB_UR2_UR1					
	I1	IN	I1_MAX	IR1						
	I2	IPE	I2_MAX	IR2						
	I3	IMS	I3_MAX	I0						
	F		IN_MAX	UNB_IR2_IR1						
	P	P1	Q1	S1	P1_MAX	Q1_MAX	S1_MAX			
	Q	P2	Q2	S2	P2_MAX	Q2_MAX	S2_MAX			
S	P3	Q3	S3	P3_MAX	Q3_MAX	S3_MAX				
PF	P	Q	S	P_MAX	Q_MAX	S_MAX				
P_TRIANGLE		P1_TRIANGLE		P2_TRIANGLE		P3_TRIANGLE				
PF_MIN		Cφ_MIN								
> 1.1 / 1.2		> 2.1 / 2.2		> 3.1 / 3.2						
∅ 1.1 / 1.2		∅ 2.1 / 2.2		∅ 3.1 / 3.2						
<b>PQ3000</b>	U1N	U12	U1N_MM / U12_MM	UR1	Pst1N	UD1N	UD12	OD1N	OD12	
	U2N	U23	U2N_MM / U23_MM	UR2	Pst2N	UD2N	UD23	OD2N	OD23	
	U3N	U31	U3N_MM / U31_MM	U0	Pst3N	UD3N	UD31	OD3N	OD31	
	UNE	F	F_MM / UR21_MAX	UNB_UR2_UR1						
	I1	IN	I1_MAX / IN_MAX	IR1						
	I2	IPE	I2_MAX / IPE_MAX	IR2						
	I3	IMS	I3_MAX / IR21_MAX	I0						
	F		UNB_IR2_IR1							
	P	P1	Q1	S1	P1_MAX	Q1_MAX	S1_MAX			
	Q	P2	Q2	S2	P2_MAX	Q2_MAX	S2_MAX			
S	P3	Q3	S3	P3_MAX	Q3_MAX	S3_MAX				
PF	P	Q	S	P_MAX	Q_MAX	S_MAX				
P_TRIANGLE		P1_TRIANGLE		P2_TRIANGLE		P3_TRIANGLE				
PF_MIN		Cφ_MIN								
> 1.1 / 1.2		> 2.1 / 2.2		> 3.1 / 3.2						
∅ 1.1 / 1.2		∅ 2.1 / 2.2		∅ 3.1 / 3.2						
<b>PQ5000</b>	U1N	U12	U1N_MM	U12_MM	UR1	Pst1N	UD1N	UD12	OD1N	OD12
	U2N	U23	U2N_MM	U23_MM	UR2	Pst2N	UD2N	UD23	OD2N	OD23
	U3N	U31	U3N_MM	U31_MM	U0	Pst3N	UD3N	UD31	OD3N	OD31
	UNE	F	F_MM	UR21_MAX	UNB_UR2_UR1					
	I1	IN	I1_MAX	IN_MAX	IR1					
	I2	IPE	I2_MAX	IPE_MAX	IR2					
	I3	IMS	I3_MAX	IR21_MAX	I0					
	F		UNB_IR2_IR1							
	P	P1	Q1	S1	P1_MAX	Q1_MAX	S1_MAX			
	Q	P2	Q2	S2	P2_MAX	Q2_MAX	S2_MAX			
S	P3	Q3	S3	P3_MAX	Q3_MAX	S3_MAX				
PF	P	Q	S	P_MAX	Q_MAX	S_MAX				
P_TRIANGLE		P1_TRIANGLE		P2_TRIANGLE		P3_TRIANGLE				
PF_MIN		Cφ_MIN								
> 1.1 / 1.2		> 2.1 / 2.2		> 3.1 / 3.2						
∅ 1.1 / 1.2		∅ 2.1 / 2.2		∅ 3.1 / 3.2						

## B7 Gemeinsame Anzeige-Matrizen

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																								
 Energie Zählerstände Standard-Zähler	<table border="1"> <tr> <td> <math>\Sigma P_{I\_IV\_HT}</math>  <math>\Sigma P_{I\_IV\_NT}</math>  <math>\Sigma P_{II\_III\_NT}</math>  <math>\Sigma P_{II\_III\_HT}</math>  <math>\Sigma Q_{I\_II\_HT}</math>  <math>\Sigma Q_{I\_II\_NT}</math>  <math>\Sigma Q_{III\_IV\_HT}</math>  <math>\Sigma Q_{I\_II\_NT}</math> </td> </tr> </table>	$\Sigma P_{I\_IV\_HT}$ $\Sigma P_{I\_IV\_NT}$ $\Sigma P_{II\_III\_NT}$ $\Sigma P_{II\_III\_HT}$ $\Sigma Q_{I\_II\_HT}$ $\Sigma Q_{I\_II\_NT}$ $\Sigma Q_{III\_IV\_HT}$ $\Sigma Q_{I\_II\_NT}$																							
$\Sigma P_{I\_IV\_HT}$ $\Sigma P_{I\_IV\_NT}$ $\Sigma P_{II\_III\_NT}$ $\Sigma P_{II\_III\_HT}$ $\Sigma Q_{I\_II\_HT}$ $\Sigma Q_{I\_II\_NT}$ $\Sigma Q_{III\_IV\_HT}$ $\Sigma Q_{I\_II\_NT}$																									
 Energie Zählerstände Freie Zähler	<table border="1"> <tr> <td> <math>\Sigma METER1</math>  <math>\Sigma METER2</math>  <math>\Sigma METER3</math>  <math>\Sigma METER4</math>  <math>\Sigma METER5</math>  <math>\Sigma METER6</math>  <math>\Sigma METER7</math>  <math>\Sigma METER8</math>  <math>\Sigma METER9</math>  <math>\Sigma METER10</math>  <math>\Sigma METER11</math>  <math>\Sigma METER12</math> </td> </tr> </table>	$\Sigma METER1$ $\Sigma METER2$ $\Sigma METER3$ $\Sigma METER4$ $\Sigma METER5$ $\Sigma METER6$ $\Sigma METER7$ $\Sigma METER8$ $\Sigma METER9$ $\Sigma METER10$ $\Sigma METER11$ $\Sigma METER12$																							
$\Sigma METER1$ $\Sigma METER2$ $\Sigma METER3$ $\Sigma METER4$ $\Sigma METER5$ $\Sigma METER6$ $\Sigma METER7$ $\Sigma METER8$ $\Sigma METER9$ $\Sigma METER10$ $\Sigma METER11$ $\Sigma METER12$																									
 Energie Mittelwerte Leistungs-Mittelwerte + Trend	<table border="1"> <tr> <td>MT_P_I_IV</td> <td>MT_P_II_III</td> <td>MT_Q_I_II</td> <td>MT_Q_III_IV</td> <td>MT_S</td> </tr> </table>	MT_P_I_IV	MT_P_II_III	MT_Q_I_II	MT_Q_III_IV	MT_S																			
MT_P_I_IV	MT_P_II_III	MT_Q_I_II	MT_Q_III_IV	MT_S																					
 Energie Mittelwerte Freie Mittelwerte + Trend	<table border="1"> <tr> <td>M1 / TR_M1</td> <td>M1_MM</td> </tr> <tr> <td>M2 / TR_M2</td> <td>M2_MM</td> </tr> <tr> <td>M3 / TR_M3</td> <td>M3_MM</td> </tr> <tr> <td>M4 / TR_M4</td> <td>M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5</td> <td>M5_MM</td> </tr> <tr> <td>M6 / TR_M6</td> <td>M6_MM</td> </tr> <tr> <td>M7 / TR_M7</td> <td>M7_MM</td> </tr> <tr> <td>M8 / TR_M8</td> <td>M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9</td> <td>M9_MM</td> </tr> <tr> <td>M10 / TR_M10</td> <td>M10_MM</td> </tr> <tr> <td>M11 / TR_M11</td> <td>M11_MM</td> </tr> <tr> <td>M12 / TR_M12</td> <td>M12_MM</td> </tr> </table> <p>Bei PQ1000 und PQ5000 auf zwei Bilder aufgeteilt</p>	M1 / TR_M1	M1_MM	M2 / TR_M2	M2_MM	M3 / TR_M3	M3_MM	M4 / TR_M4	M4_MM	M5 / TR_M5	M5_MM	M6 / TR_M6	M6_MM	M7 / TR_M7	M7_MM	M8 / TR_M8	M8_MM	M9 / TR_M9	M9_MM	M10 / TR_M10	M10_MM	M11 / TR_M11	M11_MM	M12 / TR_M12	M12_MM
M1 / TR_M1	M1_MM																								
M2 / TR_M2	M2_MM																								
M3 / TR_M3	M3_MM																								
M4 / TR_M4	M4_MM																								
M5 / TR_M5	M5_MM																								
M6 / TR_M6	M6_MM																								
M7 / TR_M7	M7_MM																								
M8 / TR_M8	M8_MM																								
M9 / TR_M9	M9_MM																								
M10 / TR_M10	M10_MM																								
M11 / TR_M11	M11_MM																								
M12 / TR_M12	M12_MM																								
 Energie Bimetallstrom	<table border="1"> <tr> <td>IB1</td> <td>IB1_MAX</td> </tr> <tr> <td>IB2</td> <td>IB2_MAX</td> </tr> <tr> <td>IB3</td> <td>IB3_MAX</td> </tr> </table>	IB1	IB1_MAX	IB2	IB2_MAX	IB3	IB3_MAX																		
IB1	IB1_MAX																								
IB2	IB2_MAX																								
IB3	IB3_MAX																								

## C Logikfunktionen

Die prinzipielle Funktion der Verknüpfungen ist der Einfachheit halber für Bausteine mit nur 2 Eingängen dargestellt.

Funktion	Symbol	Ältere Symbole		Wahrheits-tabelle	Klartext
		ANSI 91-1984	DIN 40700 (alt)		
<b>AND</b>				A B Y	Funktion ist wahr falls alle Eingangsbedingungen erfüllt sind
				0 0 0	
				0 1 0	
				1 0 0	
				1 1 1	
<b>NAND</b>				A B Y	Funktion ist wahr falls mindestens eine der Eingangsbedingungen <b>nicht</b> erfüllt ist
				0 0 1	
				0 1 1	
				1 0 1	
				1 1 0	
<b>OR</b>				A B Y	Funktion ist wahr falls mindestens eine der Eingangsbedingungen erfüllt ist
				0 0 0	
				0 1 1	
				1 0 1	
				1 1 1	
<b>NOR</b>				A B Y	Funktion ist wahr falls <b>keine</b> der Eingangsbedingungen erfüllt ist
				0 0 1	
				0 1 0	
				1 0 0	
				1 1 0	

DIRECT und INVERT erlauben einen Eingang direkt mit dem Ausgang einer Überwachungsfunktion zu verbinden, ohne dass eine logische Verknüpfung erforderlich ist. Für diese Funktionen wird nur ein Eingang verwendet.

<b>DIRECT</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	Y	0	0	1	1	Die Überwachungsfunktion wird auf einen Eingang reduziert. Der Zustand des Ausgangs entspricht dem Eingang.
A	Y								
0	0								
1	1								
<b>INVERT</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	Y	0	1	1	0	Die Überwachungsfunktion wird auf einen Eingang reduziert. Der Zustand des Ausgangs entspricht dem invertierten Eingang.
A	Y								
0	1								
1	0								

## D 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 Metrawatt 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 Metrawatt AG. The correction of interference caused by such unauthorized modification, substitution or attachment will be the responsibility of the user.

# Stichwortverzeichnis

## A

Alarmierung .....	69
Anzeige-Matrizen .....	113

## B

Bedienelemente .....	58
Blindleistung .....	107

## C

cosφ .....	106
------------	-----

## D

Demontage .....	10
-----------------	----

## E

Einbau .....	9
Elektrische Anschlüsse	
Analogausgang .....	27
Digitalausgang .....	26
Digitaleingang .....	24
Eingänge .....	16
Hilfsenergie .....	23
Leiterquerschnitte .....	15
Modbus-Schnittstelle .....	30
Relais .....	24
Rogowski-Stromeingänge .....	23
Ethernet	
LEDs .....	43
Ethernet installation .....	39

## F

FCC statement .....	127
Fehlerstrom .....	28
Firewall .....	42

## G

Geräte-Übersicht .....	6
GPS .....	32
Grundwellenblindleistung .....	105

## H

HTTPS .....	55
-------------	----

## I

I, II, III, IV .....	60
IEC61850 .....	45
Inbetriebnahme .....	35
Instandhaltung und Wartung .....	94
IRIG-B .....	34

## K

Konfiguration	
Menü .....	61
Konformitätsbericht .....	84

## L

Lieferumfang .....	5
Logikbausteine	
AND .....	126
DIRECT .....	126
INVERT .....	126
NAND .....	126
NOR .....	126
OR .....	126
Logikfunktionen .....	126

## M

Massbild .....	102
Mechanischer Einbau .....	9
Menübedienung .....	58
Messgrößen .....	105
Bimetalstrom .....	111
Erdschlussüberwachung .....	108
Grundgrößen .....	105
Leistungsfaktoren .....	107
Mittelwerte und Trend .....	111
Netz-Unsymmetrie .....	110
Nullpunkt-Verlagerungsspannung .....	108
Oberschwingungs-Analyse .....	109
Zähler .....	112
Messwertanzeigen .....	59
Messwerte	
Rücksetzen .....	61

## N

Netz-Unsymmetrie .....	110
NTP .....	41
Nullpunktunterdrückung .....	96

## P

PQ-Ereignisaufzeichnungen .....	78
PQ-Statistik .....	82
PQ-Überwachung .....	65
Profinet IO .....	45

## R

RCM .....	28
Römische Zahlen .....	60
Rücksetzen von Messwerten .....	61

## S

Sammelalarm .....	73
SD-Card .....	86
Austausch .....	86
LED .....	86
Sicherheitshinweise .....	6
Sicherheitssystem .....	49, 53
Simulation .....	49
Symbole .....	60
Symmetrische Komponenten .....	110
SYSLOG .....	56

## T

Technische Daten .....	95
Temperatureingänge .....	30

## U

Überprüfen der Installation .....	37
USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung) .....	31

## V

Verzerrungsblindleistung .....	105
--------------------------------	-----

## W

Whitelist .....	55
-----------------	----

## Z

Zeitsynchronisation	
GPS .....	32
IRIG-B .....	34
NTP .....	41