

# Geräte-Handbuch SINEAX DM5000

Betriebsanleitung SINEAX DM5000 (2024-12)



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

## 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.



Bei Nichteinhaltung der Cybersicherheitsrichtlinien **kann** die Gefahr bestehen, dass Daten an unbefugte Benutzer weitergegeben, manipuliert oder durch Cybersicherheitsbedrohungen in ihrer Verfügbarkeit eingeschränkt werden.

### 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. Sicherheits- und Cyber Security Hinweise</b>	<b>6</b>
2.1 Sicherheitshinweise	6
2.2 Cyber Security Hinweise	6
<b>3. Geräte-Übersicht</b>	<b>7</b>
3.1 Kurzbeschreibung	7
3.2 Geräteübersicht	8
3.3 Verfügbare Messdaten	9
<b>4. Mechanischer Einbau</b>	<b>10</b>
<b>5. Elektrische Anschlüsse</b>	<b>11</b>
5.1 Allgemeine Warnhinweise	11
5.2 Klemmenbelegung der I/O-Erweiterungen	12
5.3 Stromanschlüsse	12
5.4 Mögliche Leiterquerschnitte und Drehmomente	12
5.5 Eingänge	13
5.6 Rogowski-Stromeingänge	25
5.7 Hilfsenergie	25
5.8 Relais	26
5.9 Digitale Eingänge	26
5.10 Digitale Ausgänge	27
5.11 Analoge Ausgänge	28
5.12 Modbus-Schnittstelle RS485	28
5.13 Fehlerstromerkennung	29
5.14 Temperatureingänge	31
5.15 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	31
5.16 GPS-Zeitsynchronisation	32
5.17 IRIG-B Zeitsynchronisation	34
<b>6. Inbetriebnahme</b>	<b>35</b>
6.1 Cyber Security Richtlinien	35
6.2 Betriebs-LED	36
6.3 Parametrierung der Gerätefunktionen	36
6.4 Überprüfen der Installation	37
6.5 Ethernet-Installation	39
6.5.1 Einstellungen	39
6.5.2 Anschluss der Standard-Schnittstelle	42
6.5.3 Anschluss der IEC61850-Schnittstelle	42
6.5.4 Anschluss der PROFINET-Schnittstelle	42
6.5.5 MAC-Adressen	43
6.5.6 Kommunikationstests	44
6.5.7 Rücksetzen der Kommunikations-Einstellungen	44
6.6 IEC 61850-Schnittstelle	44
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	50
6.9.2 An- und abmelden eines RBAC-Benutzers via Webseite	53
6.9.3 An- und abmelden eines RBAC-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.</b>	<b>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	Alarmierung.....	65
7.6.1	Grenzwerte auf Basisgrößen.....	65
7.6.2	Überwachung von Fehlerströmen.....	66
7.6.3	Überwachung von Temperaturen .....	67
7.6.4	Überwachungsfunktionen .....	68
7.6.5	Sammelalarm .....	69
7.7	Datenaufzeichnung.....	70
7.7.1	Periodische Daten.....	70
7.7.2	Selbstdefinierte Ereignisse .....	74
7.7.3	Störschreiber.....	75
7.8	Messwert-Informationen in Dateiform.....	78
7.8.1	Periodische Datei-Informationen erzeugen .....	78
7.8.2	Zugriff auf Dateien-Informationen via Webseite .....	79
7.8.3	Periodisches Versenden an einen SFTP-Server .....	80
7.9	Timeouts .....	80
<b>8.</b>	<b>Instandhaltung, Wartung und Entsorgung.....</b>	<b>81</b>
8.1	Kalibration und Neuabgleich.....	81
8.2	Reinigung.....	81
8.3	Batterien.....	81
8.4	Cyber Security Ausserbetriebnahme.....	81
8.5	Entsorgung.....	81
<b>9.</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>82</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>90</b>
<b>A</b>	<b>Beschreibung der Messgrößen.....</b>	<b>90</b>
A1	Grund-Messgrößen .....	90
A2	Oberschwingungs-Analyse .....	94
A3	Netz-Unsymmetrie .....	95
A4	Mittelwerte und Trend.....	96
A5	Zähler.....	97
<b>B</b>	<b>Anzeige-Matrizen.....</b>	<b>98</b>
B0	Verwendete Kurzbezeichnungen der Messgrößen.....	98
B1	Anzeige-Matrizen Einphasennetz.....	103
B2	Anzeige-Matrizen Split-phase (Zweiphasen-Netz).....	104
B3	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz gleichbelastet .....	105
B4	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz gleichbelastet in Kunstschtung.....	106
B5	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet .....	107
B6	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet, Aron.....	108
B7	Anzeige-Matrizen Vierleiternetz gleichbelastet.....	109
B8	Anzeige-Matrizen Vierleiternetz ungleichbelastet .....	110
B9	Anzeige-Matrizen Vierleiternetz ungleichbelastet, Open-Y .....	111
<b>C</b>	<b>Logikfunktionen .....</b>	<b>112</b>
<b>D</b>	<b>FCC statement.....</b>	<b>113</b>
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>114</b>

# 1. Einleitung

## 1.1 Bestimmung des Dokuments

Dieses Dokument beschreibt das universelle Messgerät für Starkstromgrößen SINEAX DM5000. 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 des DM5000 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 SINEAX DM5000
- Sicherheitshinweise (mehrsprachig)
- Akku (optional, nur bei Geräten mit USV)

## 1.3 Weitere Unterlagen

Folgende weitere Dokumente zum Gerät sind elektronisch via <https://www.camillebauer.com/dm5000-de> verfügbar:

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

## 2. Sicherheits- und Cyber Security Hinweise

### 2.1 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.

### 2.2 Cyber Security Hinweise



Dieses Gerät kann Daten aufzeichnen (Messdaten, Ereignisse, Protokollierung von Betriebsvorgängen usw.). Diese Daten können ein schützenswertes Gut darstellen und müssen vor Offenlegung und Veränderung geschützt werden, und ihre Verfügbarkeit muss gewährleistet sein. Um grösstmögliche Sicherheit in Bezug auf Cybersicherheitsbedrohungen zu erreichen, muss Folgendes beachtet werden:

Sicherheitsrelevante Einstellungen müssen bei der Inbetriebnahme vorgenommen werden. Siehe die Richtlinien in

[Kapitel 6.1 Cyber Security Richtlinien](#)

Die Gerätesoftware muss während des Betriebs auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Softwareupdates werden auf der Website des Herstellers veröffentlicht.

Bei Ausserbetriebnahme des Gerätes müssen sicherheitsrelevante Massnahmen durchgeführt werden. Siehe

[Kapitel 8.4 Cyber Security Ausserbetriebnahme](#)

## **3. Geräte-Übersicht**

### **3.1 Kurzbeschreibung**

Der SINEAX DM5000 ist ein Kompaktgerät für die Messung und Überwachung in Starkstrom-Netzen. Das Gerät stellt eine breite Funktionalität zur Verfügung, welche sich mit optionalen Komponenten noch weiter ausbauen lässt. Die auf dem Gerät angebrachten Typenschilder geben 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 Geräte sind für den universellen Einsatz in industriellen Anlagen, der Gebäude-Automatisierung oder in der Energieverteilung konzipiert. In Niederspannungsnetzen können Nennspannungen bis 690V mit Messkategorie CATIII direkt angeschlossen werden. Das universelle Mess-System erlaubt den direkten Einsatz der Geräte für jede Netzform, vom Einphasennetz bis zu 4-Leiter ungleichbelastet.

Ein umfassendes Sicherheitskonzept schützt das Gerät vor unberechtigten Zugriffen, dem Abhören von Kommunikationsdaten und Datenmanipulationen. Implementierte Sicherheitsmechanismen sind das Rollenbasierende Zugriffskontrollsystem (RBAC), verschlüsselte Datenübertragung via HTTPS, die Protokollierung aller Vorgänge in einem Audit-Log mit Unterstützung des Syslog-Protokolls, eine Client-Whitelist zur Einschränkung der zugriffsberechtigten Rechner sowie eine digitale Signatur von Firmware-Dateien für sichere Updates.

Der SINEAX DM5000 kann optional mit einem TFT-Display ausgerüstet werden, mit dem das Gerät vollständig an die Anforderungen vor Ort angepasst werden kann. Dies kann auch über die Webpage des Gerätes erfolgen. Weder für die Konfiguration noch für die Visualisierung von Messwerten wird eine spezielle Software benötigt.

### 3.2 Geräteübersicht



Variante: mit Display, mit USB



Variante: ohne Display, ohne USB

<b>DM5000</b>	
Eingangskanäle Spannung / Strom Messintervall [ #Perioden ]	4 / 4 10/12 (50/60Hz); 1/2
<b>MESSWERTE</b> Momentanwerte Erweiterte Blindleistungsanalyse Unsymmetrie-Analyse Nulleiterstrom Erdleiterstrom (gerechnet) Nullpunktverlagerung UNE Energiebilanz-Analyse Oberschwingungs-Analyse Betriebsstundenzähler Gerät / allgemein Überwachungs-Funktionen Visualisierung Kurvenform U/I	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪</li> <li>▪</li> <li>▪</li> <li>gemessen / gerechnet</li> <li>▪</li> <li>gemessen / gerechnet</li> <li>▪</li> <li>▪ (inkl. Phasenwinkel)</li> <li>1 / 3</li> <li>▪</li> <li>▪</li> </ul>
<b>MESS-UNSIKERHEIT</b> Spannung, Strom Wirk-, Blind-, Scheinleistung Frequenz Wirkenergie Blindenergie	(bei Version mit Stromwandler-Eingängen) ±0,1% ±0,2% ±10mHz Klasse 0,2S Klasse 0,5S
<b>DATENLOGGER</b> (Option) Periodische Aufzeichnungen Ereignisaufzeichnung <b>Störschreiber (mit Pretrigger)</b> a) 1/2 Perioden RMS-Verläufe U/I b) Kurvenform U/I [ #Perioden ]	≥16GB <ul style="list-style-type: none"> <li>▪</li> <li>▪</li> </ul> ≤3min. 5/6 (Pretrigger) +10/12
<b>KOMMUNIKATION</b> Ethernet: Modbus/TCP, Webserver, NTP IEC61850 PROFINET IO RS485: Modbus/RTU Standard I/Os Erweiterungsmodule (optional)	(Standard) (Option) (Option) (Standard) 1 Dig. IN ; 2 Dig. OUT Siehe Bestellcodes
<b>HILFSENERGIE</b> Nennspannung USV (optional)	100 ... 230V AC/DC oder 24 ... 48V DC 5 mal 3 Minuten
<b>AUFBAU</b> Farbdisplay (optional)	TFT 3,5" (320x240px)

### 3.3 Verfügbare Messdaten

Der SINEAX DM5000 stellt Messdaten in den folgenden Untergruppen bereit:

- a) **Momentanwerte:** Aktuelle TRMS-Werte sowie zugehörige Min/Max-Werte
- b) **Energie:** Mittelwerte mit Historie und Trend sowie Energiezähler. Mit der Datenlogger-Option „Periodische Daten“ sind auch Mittelwertverläufe (Lastprofile) und periodische Zählerablesungen verfügbar.
- c) **Oberwellen:** Gesamtoberschwingungsgehalt THD/TDD, individuelle Oberwellen und deren Maximalwerte
- d) **Vektordiagramm:** Übersicht aller Strom- / Spannungsvektoren und Überprüfung der Drehrichtung
- e) **Kurvenform** der Strom- und Spannungseingänge
- f) **Ereignisse:** Zustandsliste überwachter Alarmer. Mit einer Datenlogger-Option sind auch zeitlich geordnete Listen für Ereignisse und Alarmer sowie Operatorereignisse verfügbar.

MESSWERT-GRUPPE	ANWENDUNG
<b>MOMENTANWERTE</b> U, I, IMS, P, Q, S, PF, LF, QF ... Winkel zwischen den Spannungsvektoren Min/Max der Momentanwerte mit Zeitstempel	Transparente Überwachung des aktuellen Netzzustands Fehlererkennung, Anschlusskontrolle, Drehrichtungskontrolle Ermitteln der Varianz der Netzgrößen mit Zeitreferenz
<b>ERWEITERTE BLINDELEISTUNGSANALYSE</b> Blindleistung Gesamt, Grundschwingung, Oberschwingungen $\cos\varphi$ , $\tan\varphi$ der Grundschwingung mit Min-Werten in allen Quadranten	Blindleistungs-Kompensation Überprüfen eines vorgegebenen Leistungsfaktors
<b>OBERSCHWINGUNGS-ANALYSE (NACH EN 61 000-4-7)</b> Gesamt-Oberschwingungsgehalt THD U/I und TDD I Individuelle Oberschwingungen U/I bis zur 50.	Bewertung der thermischen Belastung von Betriebsmitteln Analyse von Netzurückwirkungen und der Verbraucherstruktur
<b>UNSYMMETRIE-ANALYSE</b> Symmetrische Komponenten (Mit-, Gegen-, Nullsystem) Unsymmetrie (aus symmetrischen Komponenten) Abweichung vom U/I-Mittelwert	Schutz von Betriebsmitteln vor Überlast Fehler-/Erdschlusserkennung
<b>ENERGIEBILANZ-ANALYSE</b> Zähler für Bezug/Abgabe von Wirk-/Blindenergie, Hoch-/Niedertarif, Zähler mit wählbarer Grundgröße Leistungsmittelwerte Wirk-/Blindleistung, Bezug und Abgabe, frei definierbare Mittelwerte (z.B. für Phasenleistungen, Spannung, Strom uvm.) Mittelwert-Trends	Erstellen (interner) Energie-Abrechnungen Ermittlung des Energieverbrauchs über die Zeit (Lastgang) für das Energiemanagement oder Energieeffizienz-Überprüfungen Energieverbrauchs-Trendanalyse für das Lastmanagement
<b>BETRIEBSSTUNDEN</b> 3 Betriebsstundenzähler mit programmierbarer Laufbedingung Betriebsstunden des Gerätes	Überwachen von Service- und Wartungsintervallen von Betriebsmitteln

## 4. Mechanischer Einbau



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

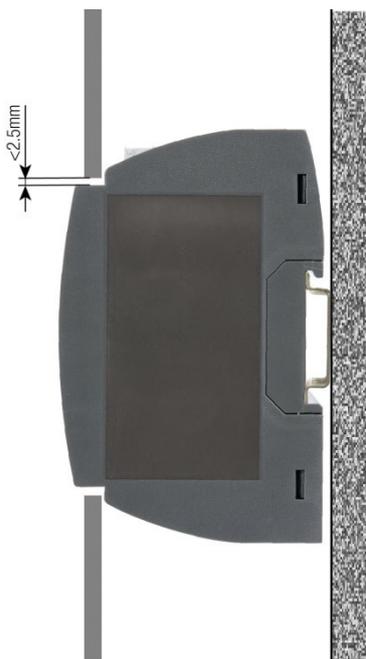
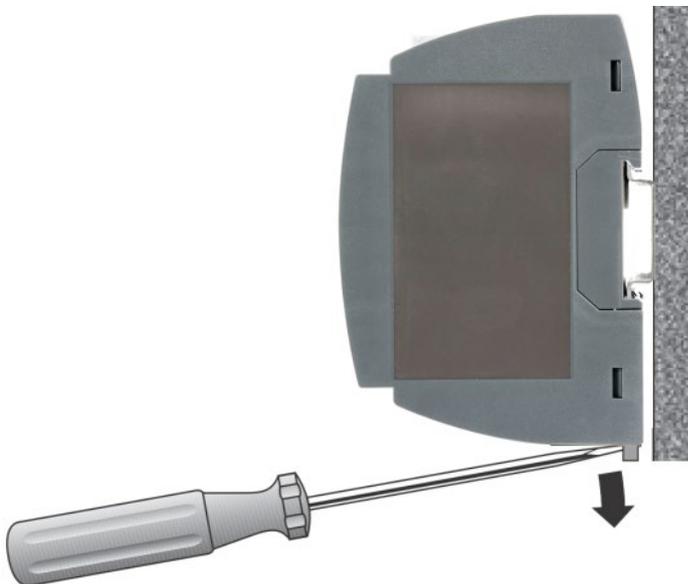


Mit der Installation wird das Gerät Teil einer Starkstromeinrichtung, welche nach länderspezifischen Vorschriften so erstellt, betrieben und unterhalten werden muss, dass die Installation sicher ist und Brände und Explosionen so weit als möglich verhindert werden.

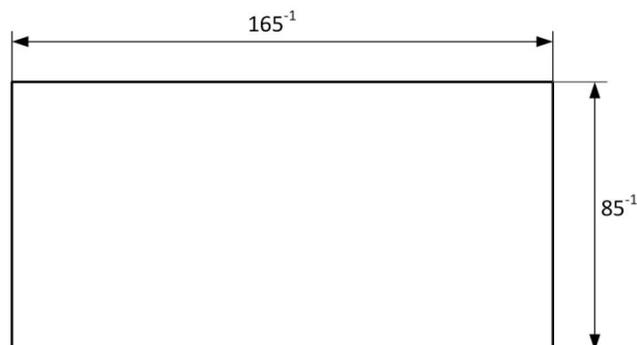


Es ist Aufgabe dieser Starkstromeinrichtung sicherzustellen, dass gefährliche Anschlüsse des Gerätes während des Betriebs nicht berührt werden können und der Ausbreitung von Flammen, Hitze und Rauch aus dem Innern der Starkstromeinrichtung vorgebeugt wird. Dies kann durch Bereitstellung einer Umhüllung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

Die Standard-Ausführung des DM5000 kann auf eine Hutschiene gemäss EN60715 aufgeschnappt werden. Einbaulage wie gezeigt.



Das Gerät 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 "!

**DM5000-1111 1113 0**  
 MAC: 00:12:34:AE:00:64  
 Ord.: 000/123456/123  
 Man: 16 / 5



**UL US LISTED**  
 MEASURING EQUIPMENT  
 4DPS 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 eines Gerätes mit

- TFT-Display
- Ethernet-Schnittstelle
- Modbus/RTU-Schnittstelle
- Datenlogger
- 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

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( $\Omega$ ), X2.3(+)	X4.1(-), X4.2( $\Omega$ ), X4.3(+)

## 5.3 Stromanschlüsse



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

## 5.4 Mögliche Leiterquerschnitte und Drehmomente

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>

## 5.5 Eingänge



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.



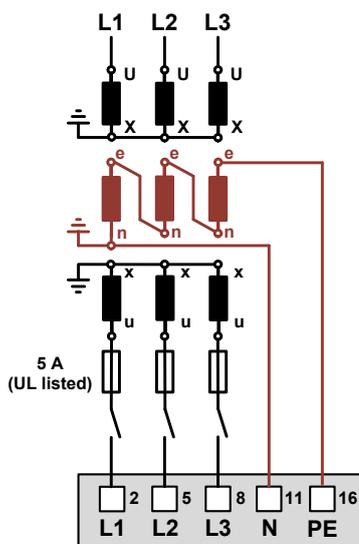
Bei **Messung in Netzen mit Neutralleiter** ist der Anschluss der Eingänge für die Bestimmung des Neutralleiterstroms  $I_N$  und des Erdanschlusses PE zur Bestimmung der Nullpunkt-Verlagerungsspannung freiwillig.

### 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 5.6](#) gezeigt.

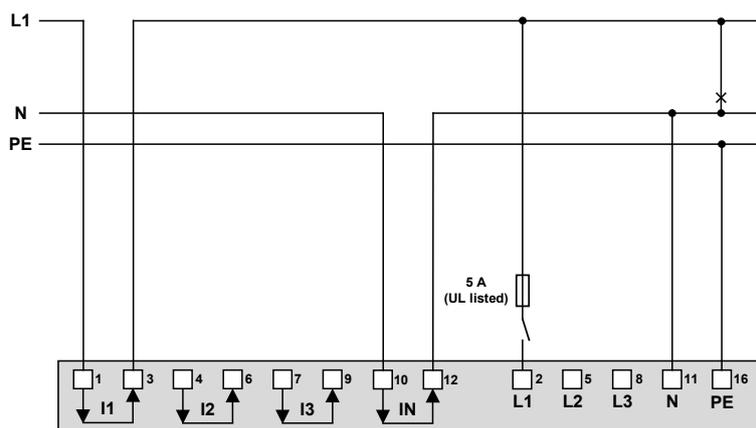
### Weitere Hinweise

- Die Beschaltung der Eingänge ist abhängig von der programmierten Anschlussart (Netzform).
- In den Anschlusschemas 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.

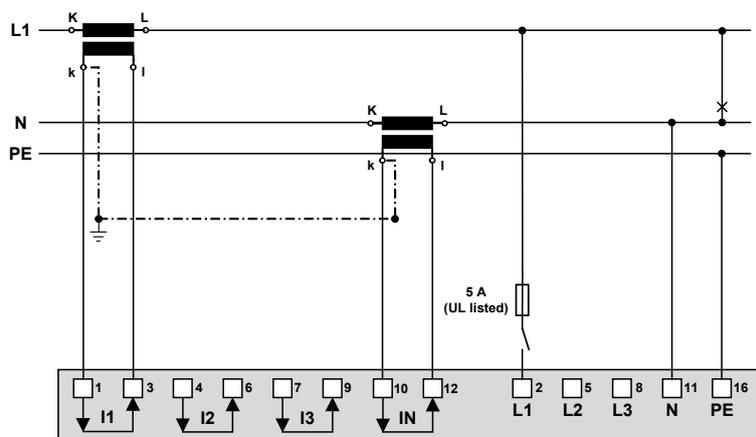
## Einphasen-Wechselstrom



### Direktanschluss

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

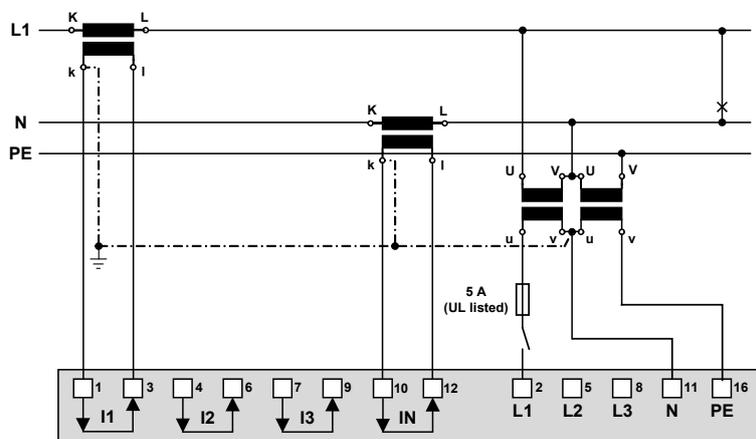
 Max. zulässige Nennspannung  
300V gegen Erde!



### Mit Stromwandler

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.

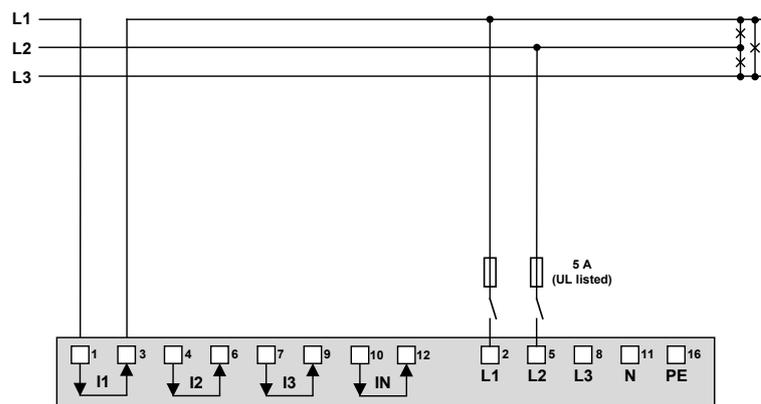


### Mit Strom- und Spannungswandler

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

## Dreileiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Kunstschaltung

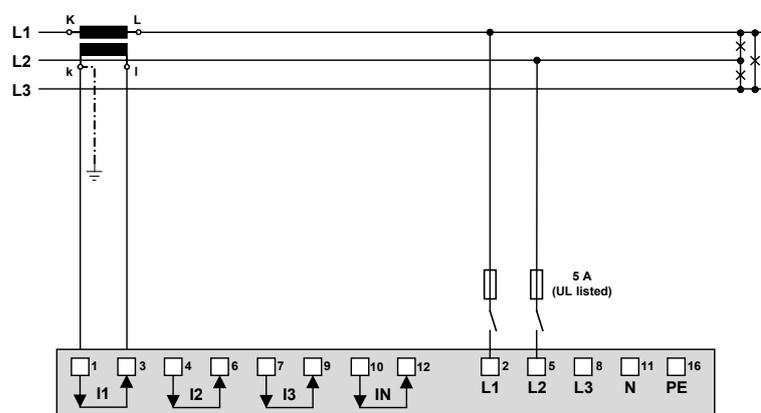
Strommessung: L1, Spannungsmessung: L1-L2



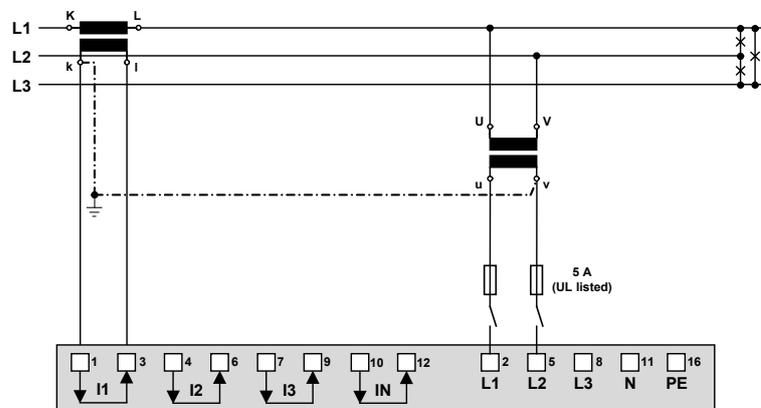
Direktanschluss



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



Mit Stromwandler



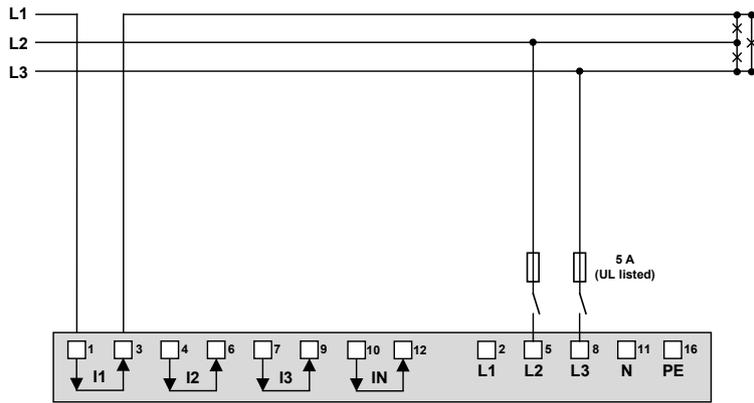
Mit Strom- und Spannungswandler

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	-
Strommessung über L3	$I3(k)$	$I3(l)$	L3	L1	-

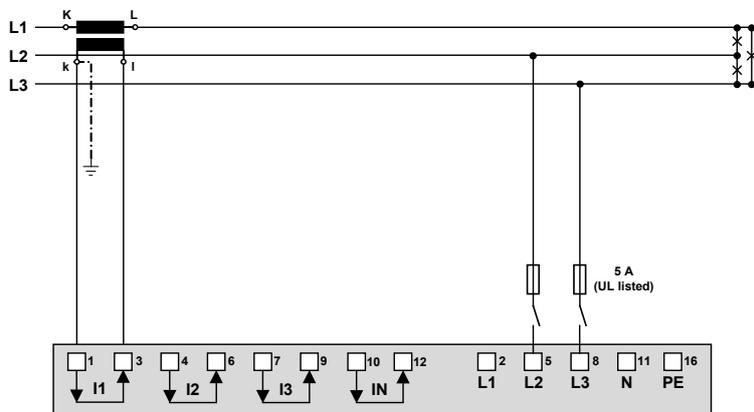
## Dreileiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Kunstschaltung

Strommessung: L1, Spannungsmessung: L2-L3

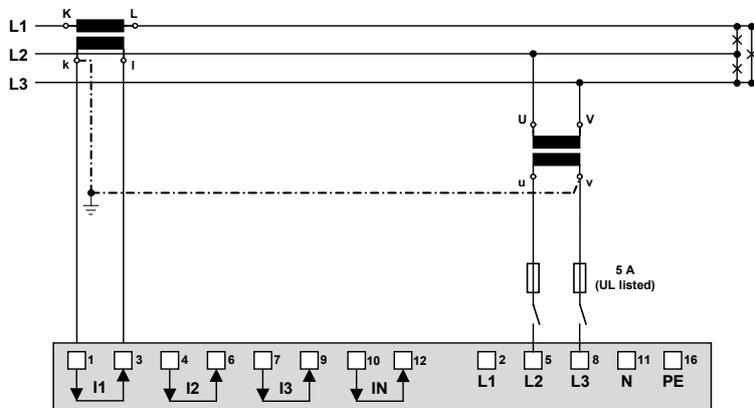


Direktanschluss

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



Mit Stromwandler



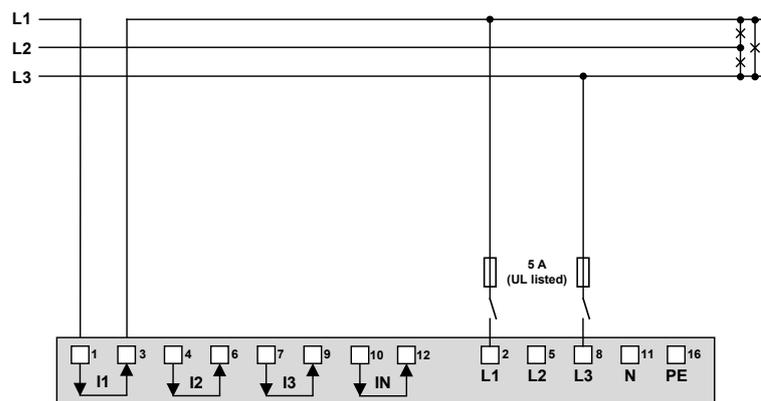
Mit Strom- und Spannungswandler

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

Klemmen	1	3	2	5	8
Strommessung über L2	$I_2(k)$	$I_2(l)$	-	L3	L1
Strommessung über L3	$I_3(k)$	$I_3(l)$	-	L1	L2

## Dreileiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Kunstschaltung

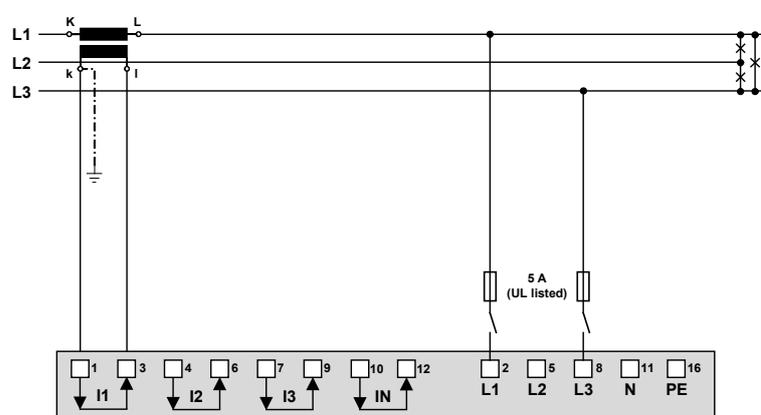
Strommessung: L1, Spannungsmessung: L3-L1



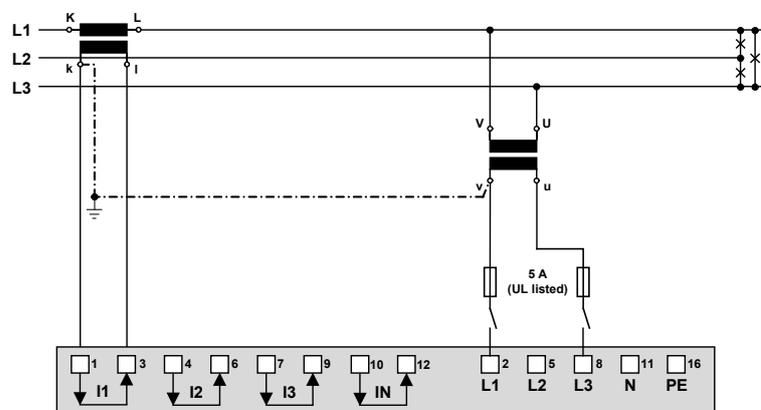
Direktanschluss



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



Mit Stromwandler

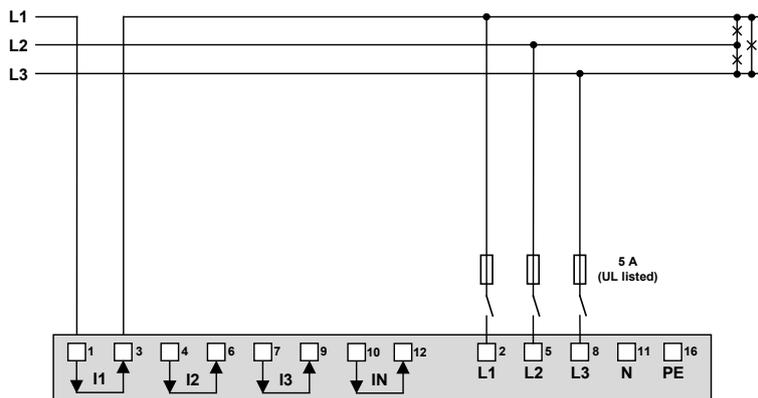


Mit Strom- und Spannungswandler

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

Klemmen	1	3	2	5	8
Strommessung über L2	$I_2(k)$	$I_2(l)$	L2	-	L1
Strommessung über L3	$I_3(k)$	$I_3(l)$	L3	-	L2

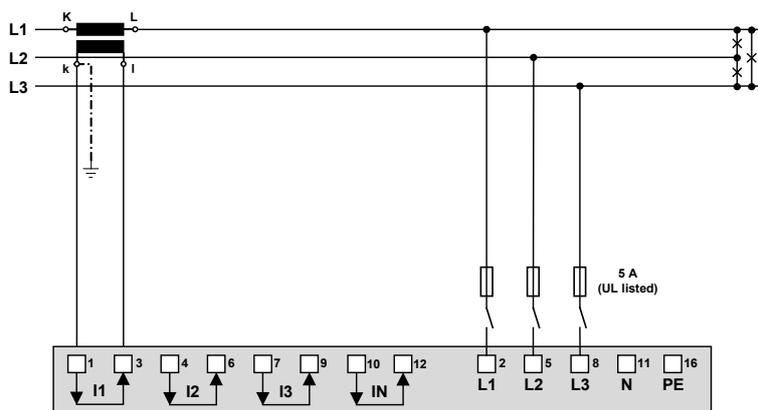
## Dreileiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Strommessung L1



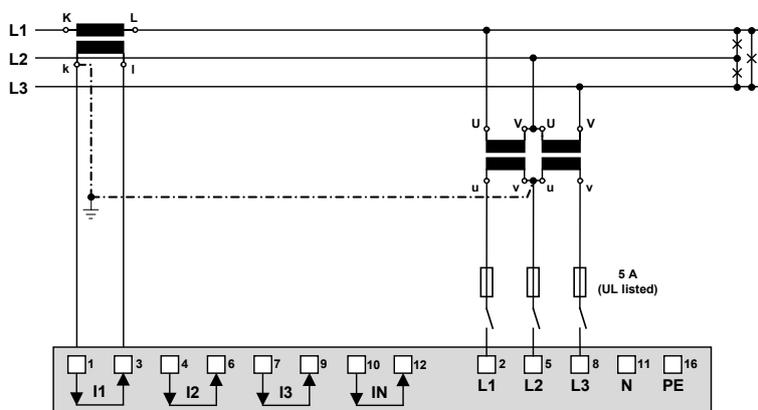
Direktanschluss



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



Mit Stromwandler



Mit Strom- und Spannungswandler

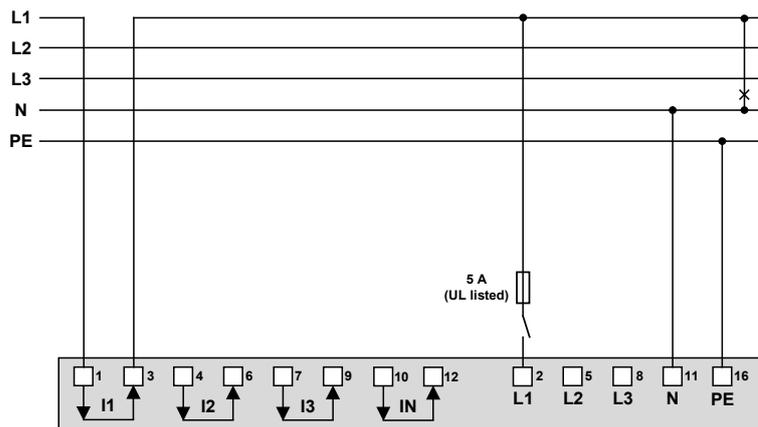
Bei Strommessung über L2 oder L3, Anschluss nach folgender Tabelle vornehmen:

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 die Rotation der Spannungsanschlüsse werden die Messwerte U12, U23 und U31 vertauscht zugewiesen

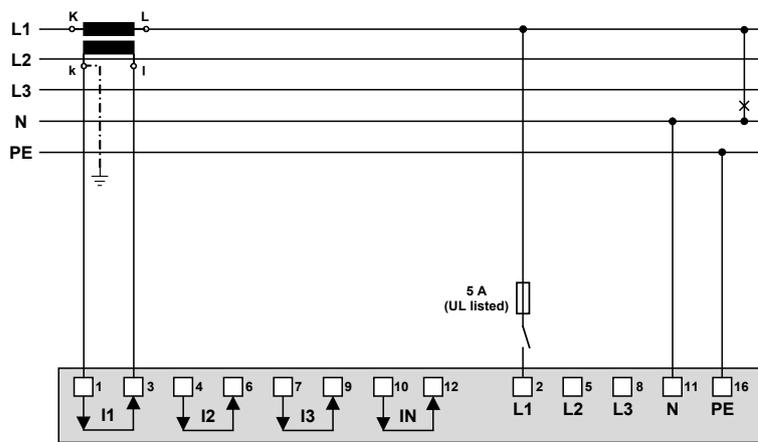
## Vierleiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Strommessung L1



### Direktanschluss

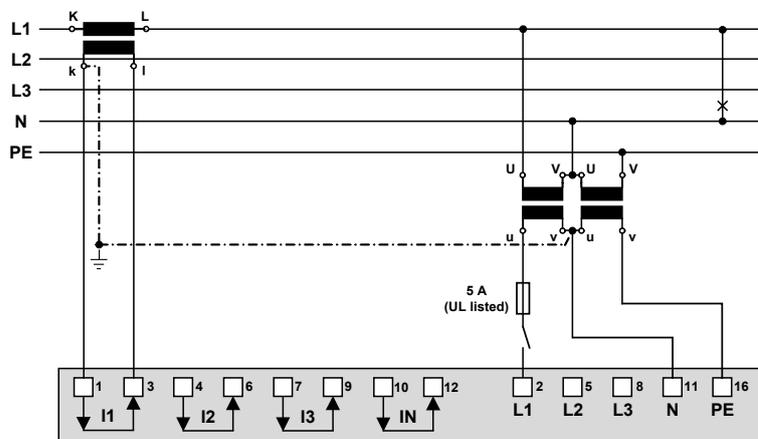
Falls die Spannung  $U_{NE}$  nicht gemessen werden soll, kann der Anschluss von PE entfallen.

 Max. zulässige Nennspannung 300V gegen Erde!



### Mit Stromwandler

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



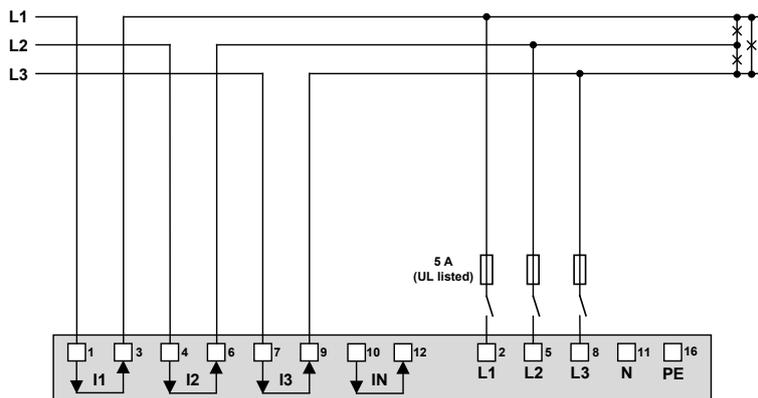
### Mit Strom- und Spannungswandler

Falls die Spannung  $U_{NE}$  nicht gemessen werden sollen, kann der entsprechende Wandler weggelassen werden.

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

Klemme	1	3	2	11
Strommessung über L2	$I_2(k)$	$I_2(l)$	L2	N
Strommessung über L3	$I_3(k)$	$I_3(l)$	L3	N

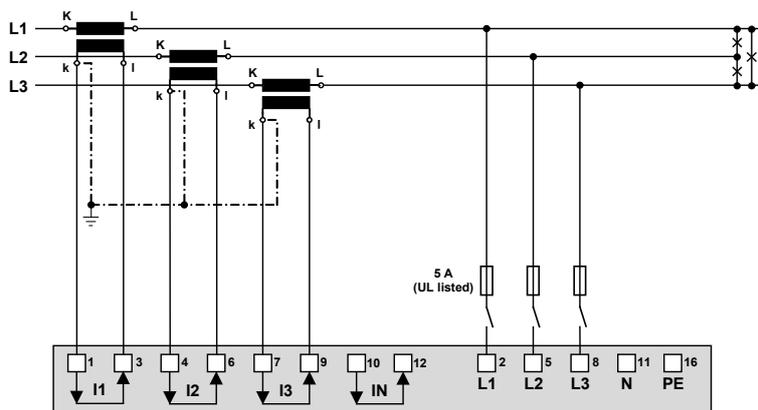
## Dreileiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet



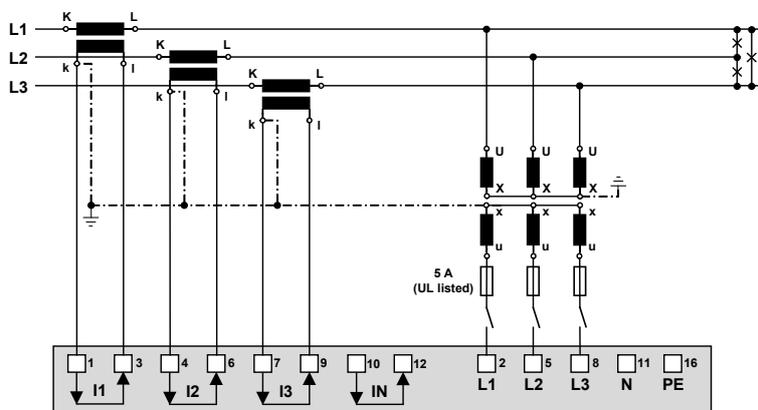
Direktanschluss



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

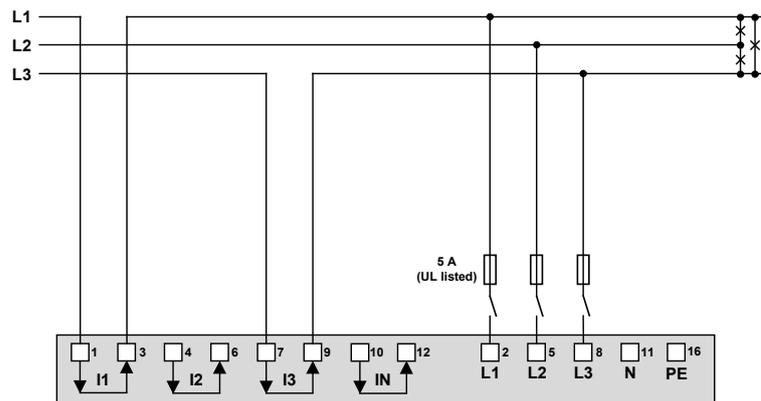


Mit Stromwandlern



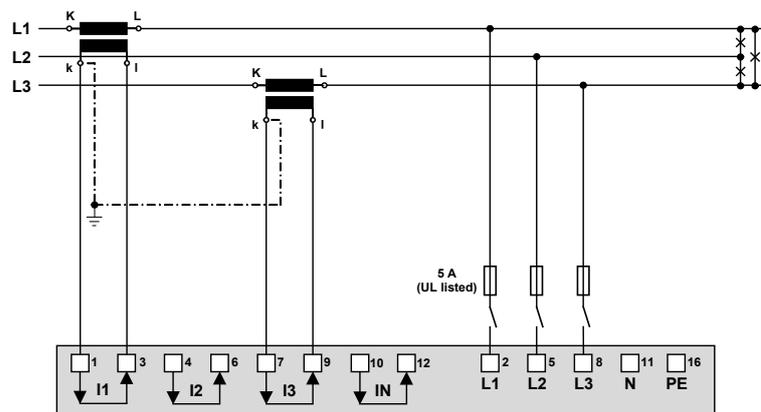
Mit Stromwandlern und 3 einpolig  
isolierten Spannungswandlern

**Dreileiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet, Aron-Schaltung**

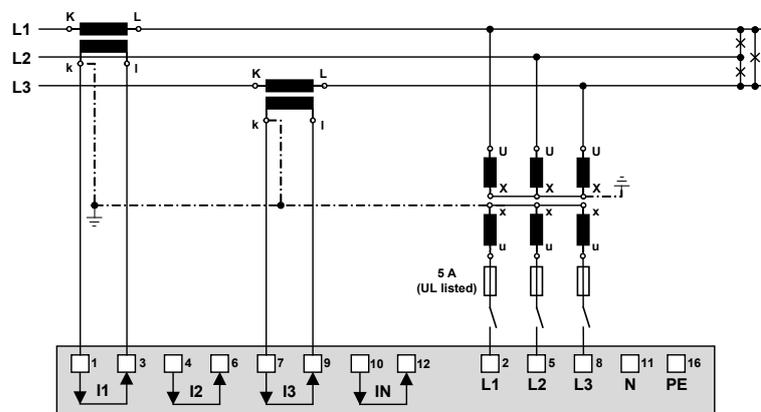


Direktanschluss

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

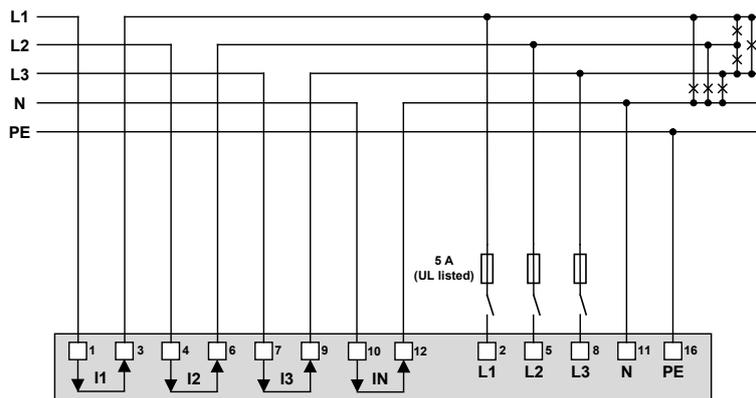


Mit Stromwandlern



Mit Stromwandlern und 3 einpolig isolierten Spannungswandlern

## Vierleiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet

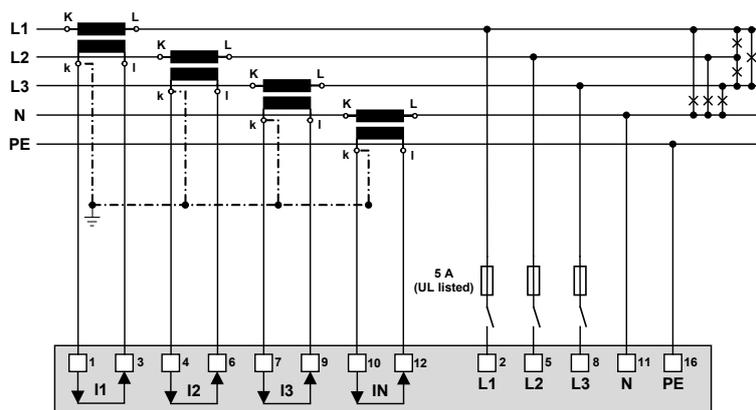


### Direktanschluss

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



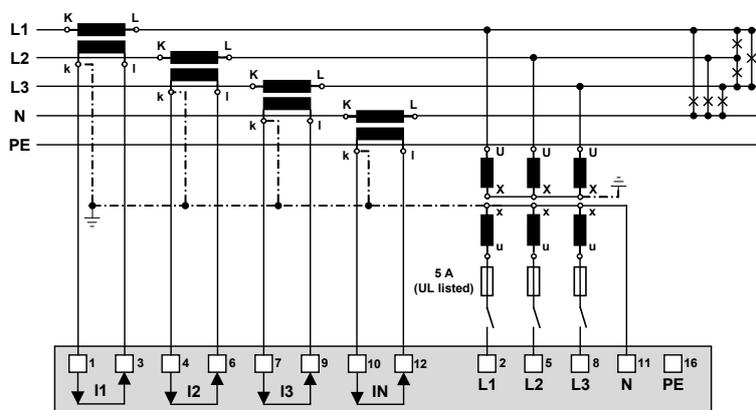
Max. zulässige Nennspannung  
300V gegen Erde (520V Ph-Ph)!



### Mit Stromwandler

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

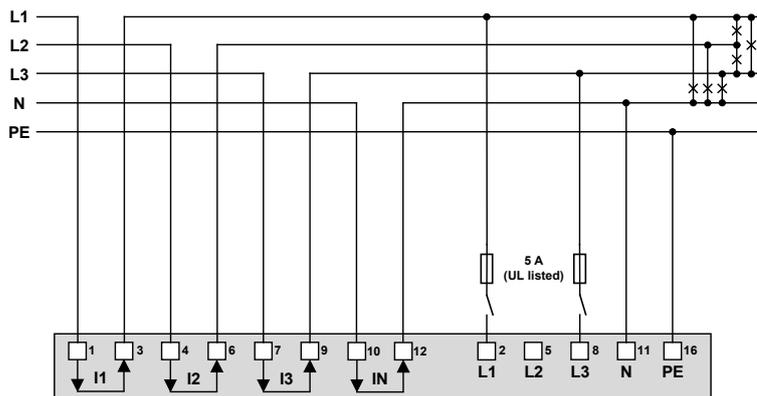
Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden soll, kann der entsprechenden Wandler weggelassen werden.



### Mit Strom- und Spannungswandler

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

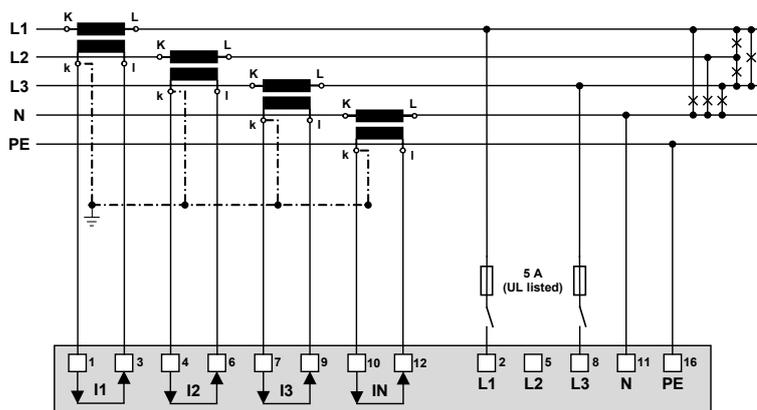
## Vierleiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet, Open-Y



### Direktanschluss

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

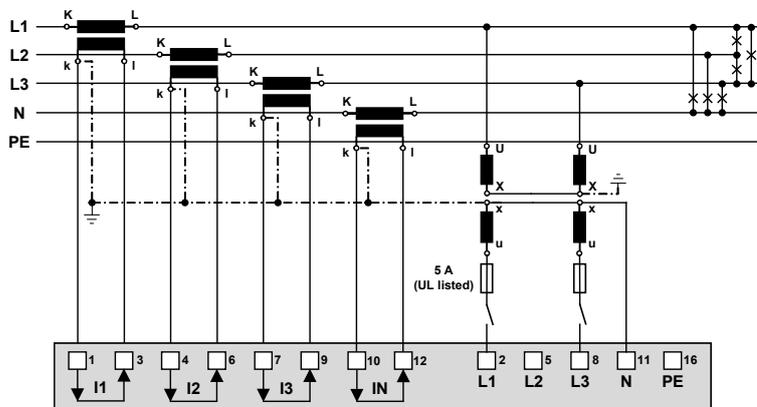
 Max. zulässige Nennspannung 300V gegen Erde (520V Ph-Ph)!



### Mit Stromwandler

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

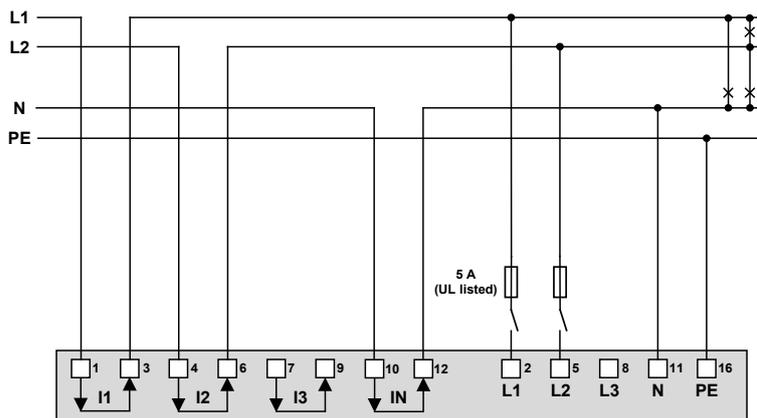
Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden soll, kann der entsprechenden Wandler weggelassen werden.



### Mit Strom- und Spannungswandler

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

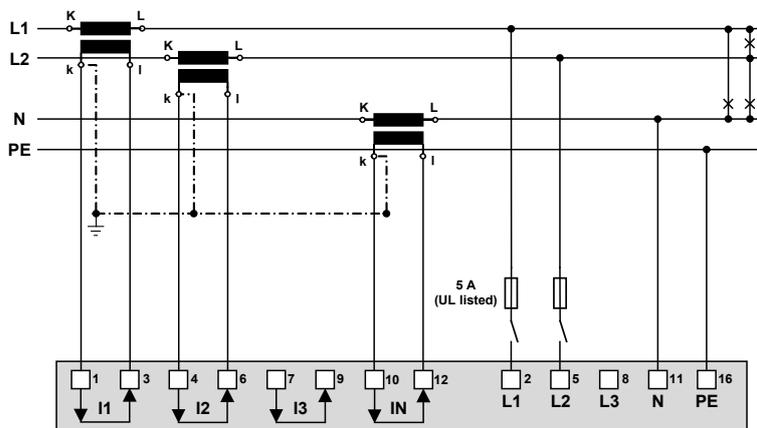
## Split-phase ("Zweiphasennetz"), ungleichbelastet



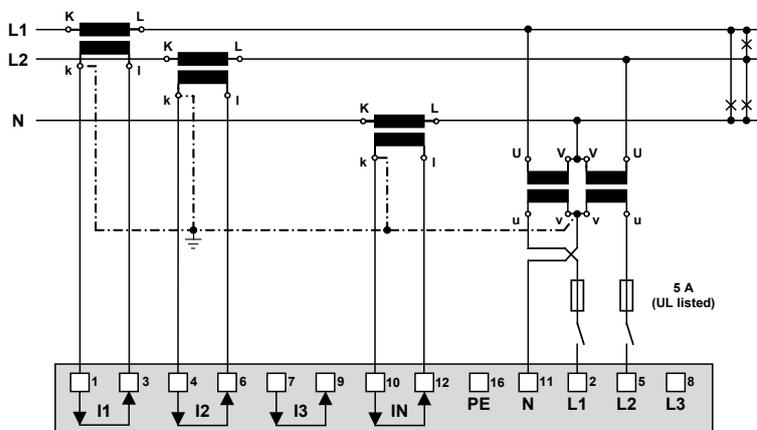
Direktanschluss



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



Mit Stromwandlern

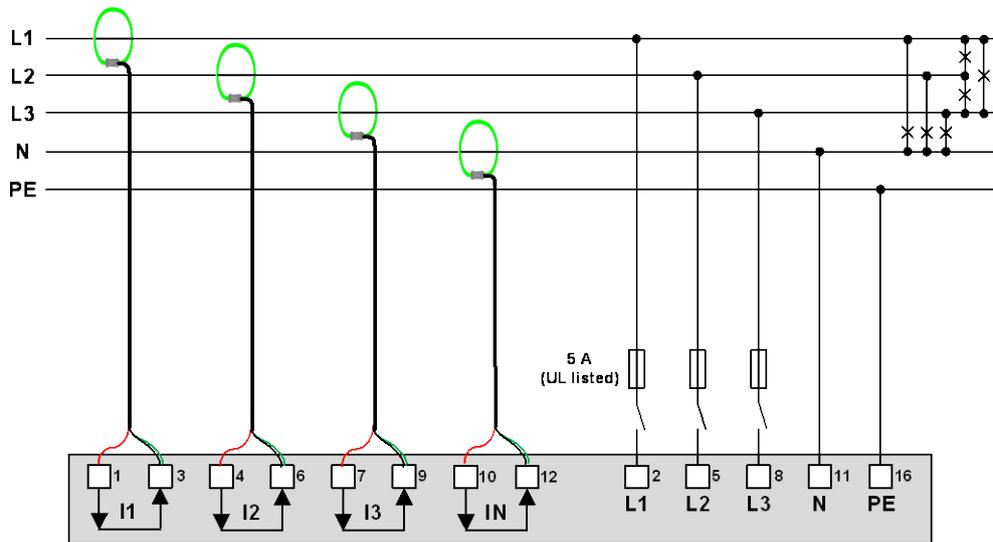


Mit Strom- und Spannungswandler

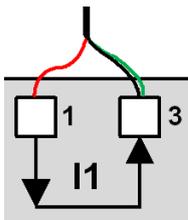
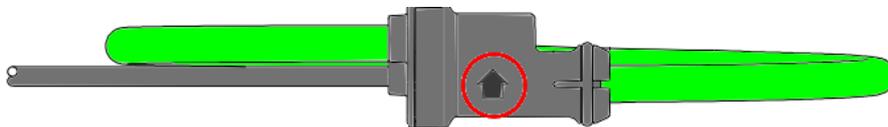
Bei Netzen ohne primärseitigen Neutralleiter kann auch ein Spannungswandler mit sekundärem Mittelabgriff verwendet werden.

## 5.6 Rogowski-Stromeingänge

Der Anschluss der Rogowski-Spulen erfolgt abhängig von der programmierten Anschlussart, wie im Kapitel 5.5 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).

## 5.7 Hilfsenergie



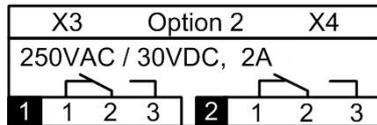
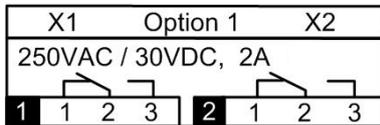
Zum Abschalten der Hilfsenergie ist in der Nähe des Gerätes eine gekennzeichnete, leicht erreichbare Schaltvorrichtung mit Strombegrenzung nach IEC 60947-2 vorzusehen. Die Absicherung sollte 10A oder weniger betragen und an die vorhandene Spannung und den Fehlerstrom angepasst sein.

## 5.8 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.



## 5.9 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

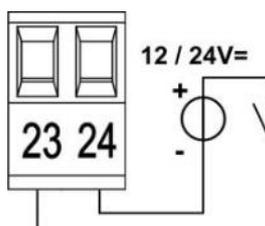
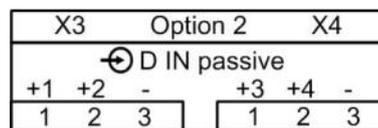
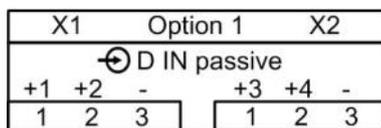
### Verwendung der Eingänge der optionalen Eingangsmodule

- ▶ 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.



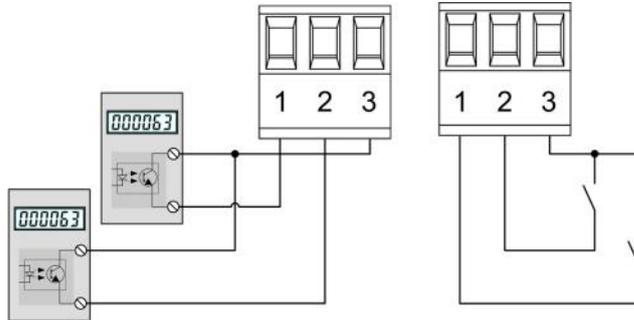
### Technische Daten

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

## Aktive Eingänge (keine externe Speisung erforderlich)

X1			Option 1			X2			X3			Option 2			X4		
⊖ D IN active (S0)									⊖ D IN active (S0)								
-1	-2	+	-3	-4	+	-1	-2	+	-3	-4	+	-1	-2	+	-3	-4	+
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

### Beispiel mit Zählerimpuls- und Statuseingängen



### Technische Daten

gemäss Norm EN62053-31, Klasse B  
 Leerlaufspannung  $\leq 15\text{ V}$   
 Kurzschlussstrom  $< 15\text{ mA}$   
 Strom bei  $R_{ON}=800\Omega \geq 2\text{ mA}$

## 5.10 Digitale Ausgänge

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



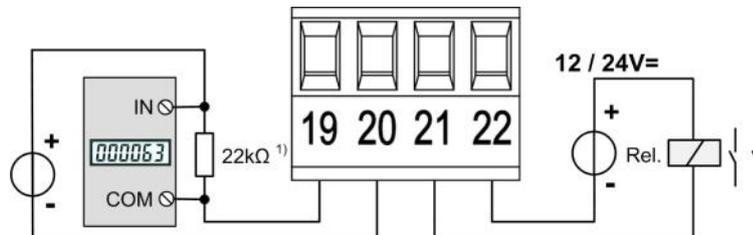
Die Speisespannung darf 30V DC nicht überschreiten.

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

### Verwendung der Digital-Ausgänge

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

1) Empfohlen falls  
 Eingangsimpedanz  
 des Zählwerks  $> 100\text{ k}\Omega$

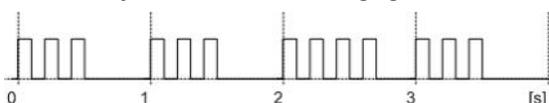


### Ansteuerung eines Zählwerkes

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 muss  $\geq 30\text{ms}$  (gemäss EN62053-31) sein. Die Pulspause entspricht mindestens der Pulsbreite. Die Störanfälligkeit ist höher, je schmaler der ausgegebene Puls ist.



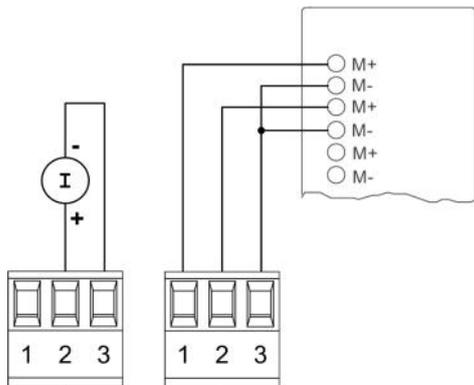
### Ansteuerung eines Relais

Nennstrom 50 mA (60 mA max.)  
 Schaltfrequenz (S0)  $\leq 20\text{ Hz}$   
 Leckstrom 0,01 mA  
 Spannungsabfall  $< 3\text{ V}$

## 5.11 Analoge Ausgänge

Analoge Ausgänge sind nur bei den Gerätevarianten mit einer entsprechenden I/O-Erweiterung verfügbar. Siehe Typenschild. Analoge Ausgänge können auch ferngesteuert werden.

X1 Option 1			X2			X3 Option 2			X4		
⊖ → ±0...20mA						⊖ → ±0...20mA					
+4	+3	-	+2	+1	-	+4	+3	-	+2	+1	-
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3



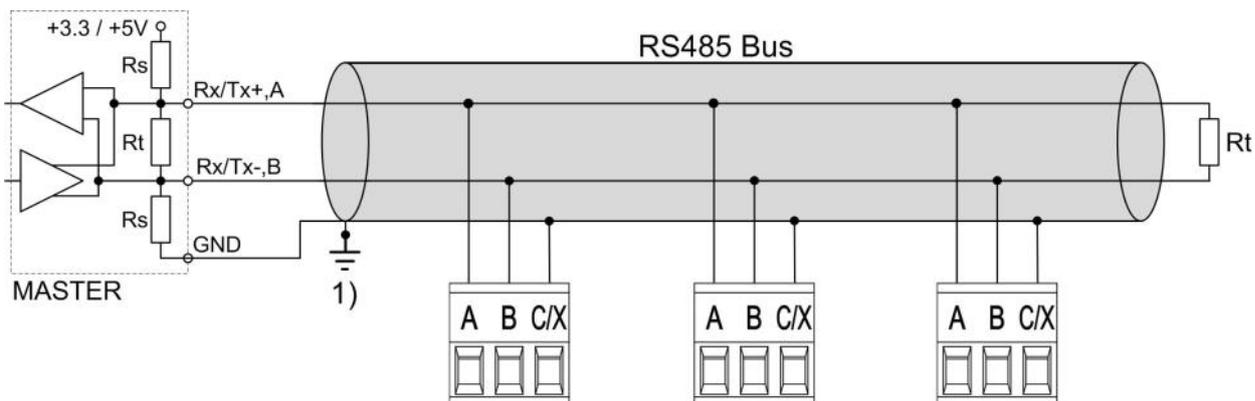
### Anbindung an Analogeingangsbaugruppe einer SPS oder eines Leitsystems

Das Gerät kann als isolierter Messwertgeber angesehen werden. Die Ausgänge eines Moduls sind galvanisch verbunden, die Module voneinander aber 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 in jedem Fall auch entsprechende Hinweise in der Betriebsanleitung des anzuschliessenden Systems.

## 5.12 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/X) kann mit einem Draht oder durch die Leitungs-Abschirmung angeschlossen werden. In gestörter Umgebung müssen geschirmte Leitungen verwendet werden. Speise-Widerstände (Rs) müssen im Interface des Bus-Masters (PC's) vorhanden sein. Beim Anschluss der Geräte sollten Stich-Leitungen vermieden werden. Ideal ist ein reines Linien-Netz.

An den Bus lassen sich bis zu 32 beliebige Modbus-Geräte anschliessen. Bedingung für den Betrieb ist aber, dass alle an den Bus angeschlossenen Geräte die gleichen Kommunikations-Einstellungen (Baudrate, Übertragungsformat) und unterschiedliche Modbus-Adressen haben.

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

## 5.13 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 Strom-Wandler 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  $\Omega$  / 0.025 VA bis 200  $\Omega$  / 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

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

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



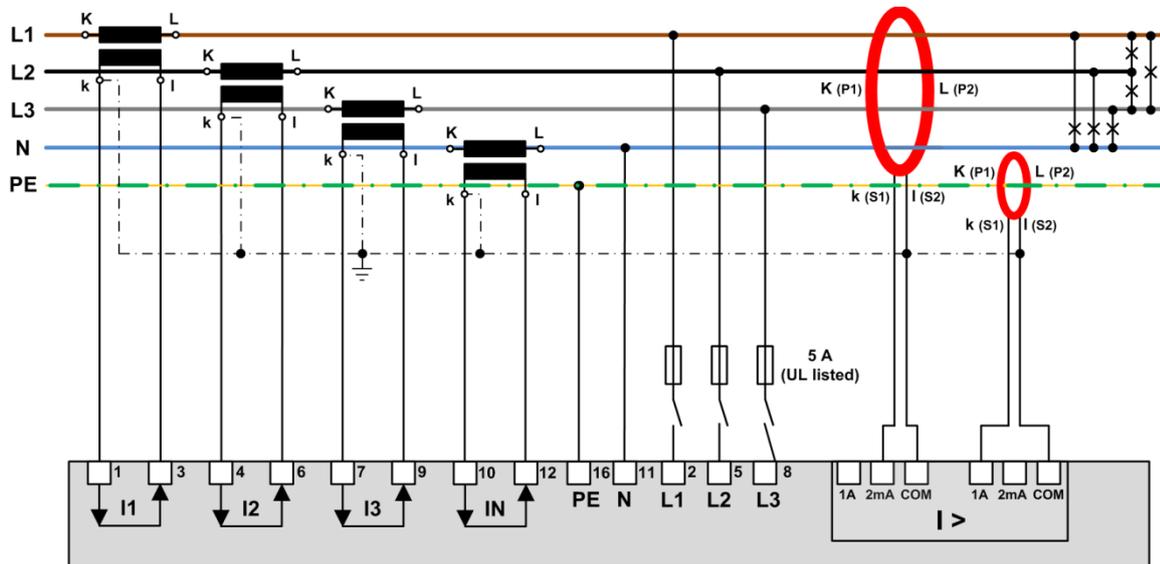
Pro Messkanal darf nur ein Messbereich angeschlossen werden!



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

## 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

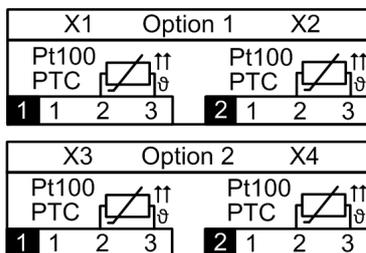


## 5.14 Temperatureingänge

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



## 5.15 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

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.

## 5.16 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

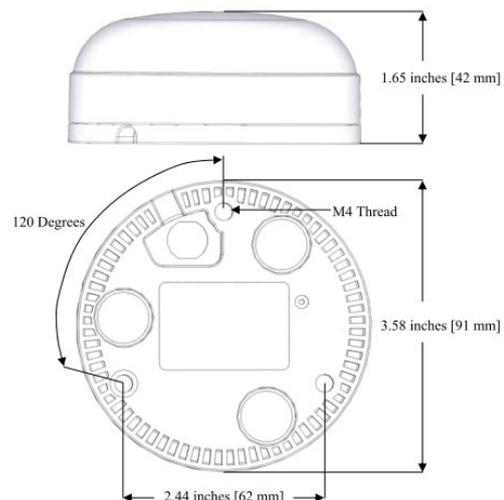
Der GPS-Empfänger benötigt für den korrekten Betrieb Daten von mindestens 3 Satelliten gleichzeitig. Bei der Wahl des Aufstellungsortes sollte deshalb auf möglichst freie Sicht auf den Himmel geachtet werden. Dies kann z.B. auf dem Dach eines Gebäudes sein, ohne dass der Empfang durch andere Gebäude 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 sollte ebenfalls vermieden 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	IPv4 mask: 255.255.255.0 [dhcp]
Zähler setzen/rücksetzen	Lizenzinfos	IPv4 Gtw: 192.168.56.5 [dhcp]
Betriebsstunden	Gerätestatus	IPv6 Gtw: -
Geräte-Information		Name servers -----
Auslieferungszustand		DNS 1: 192.168.56.44 [dhcp]
Firmware-Update		DNS 2: 192.168.56.144 [dhcp]
Kommunikationstests		Time sources -----
Geräte-Neustart		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.

## 5.17 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.

X1	Option 1	X2
	IRIG-B TTL	
	- Ω +	
	1 2 3	

oder

X3	Option 2	X4
	IRIG-B TTL	
	- Ω +	
	1 2 3	



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	LINK: yes
Zähler setzen/rücksetzen	Lizenzinfos	Speed: 100Mb/s
Betriebsstunden	Gerätestatus	IPv4 Addr: 192.168.1.101 [stat]
Geräte-Information		IPv4 BC: 192.168.1.255 [stat]
Auslieferungszustand		IPv4 Mask: 255.255.255.0 [stat]
Firmware-Update		IPv4 Gtw: 192.168.1.1 [stat]
Kommunikationstests		IPv6 Gtw: -
Geräte-Neustart		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

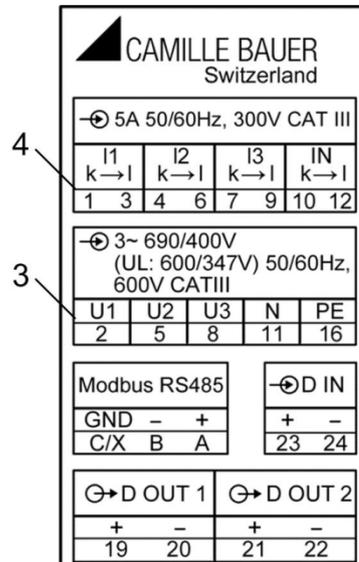
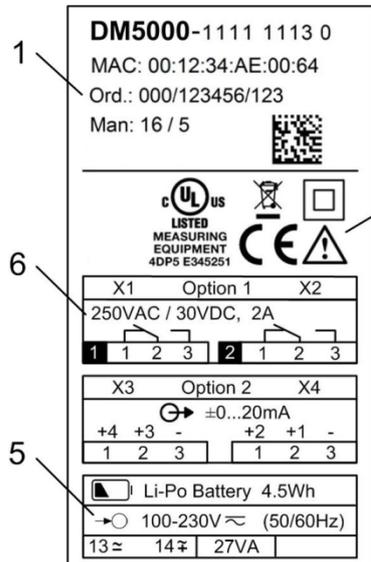
- Die Zeitsynchronisation kann neu gestartet werden, indem die Zeitsynchronisation im Menü aus- und wieder eingeschaltet wird.
- Die Zeitsynchronisation via GPS / IRIG-B und NTP-Server kann parallel betrieben werden. Falls beide Synchronisationsquellen verfügbar sind, verwendet das System die genauere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

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



- ➔ 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 Cyber Security Richtlinien



#### Modbus/RTU Schnittstelle

Um Daten (Unterabrechnungen, Stromüberwachungsdaten) vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, muss die Modbus/RTU Schnittstelle deaktiviert werden, wenn sie nicht verwendet wird.



#### Modbus/TCP Schnittstelle

Um Daten (Unterabrechnungen, Stromüberwachungsdaten) vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, muss die Modbus/TCP Schnittstelle deaktiviert werden, wenn sie nicht verwendet wird.



#### IEC 61850 Schnittstelle

Um Daten (Unterabrechnungen, Stromüberwachungsdaten) vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, schließen Sie die IEC 61850-Schnittstelle nicht an, wenn sie nicht verwendet wird.



#### PROFINET Schnittstelle

Um Daten (Unterabrechnungen, Stromüberwachungsdaten, Daten zur Netzqualität) vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, schließen Sie die Profinet-Schnittstelle nicht an, wenn sie nicht verwendet wird.



#### Automatisierter Datenexport

Um die Daten vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, muss die Exportschnittstelle des Gerätes deaktiviert werden, wenn die Schnittstelle nicht verwendet wird.



#### NTP Schnittstelle

Wenn in der Anwendung keine NTP-Synchronisierung verwendet wird, muss die Zeitsynchronisierung deaktiviert werden, um das Gerät vor Manipulationen der Zeit- und Zeitstempelinformationen zu schützen.



### Syslog Schnittstelle

Um die Syslog-Daten vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, muss die Syslog-Schnittstelle des Gerätes deaktiviert werden, wenn die Schnittstelle nicht genutzt wird.



### Konfigurations-Schnittstelle

Um die Gerätekonfiguration vor unbefugter Manipulation zu schützen, muss die rollenbasierte Zugriffskontrolle aktiviert und die Rechte der einzelnen Rollen definiert werden.



### Zugriff auf Messdaten via Anwenderschnittstelle

Um die gemessenen und/oder aufgezeichneten Daten vor unbefugter Offenlegung zu schützen, muss das rollenbasierte Zugriffskontrollsystem aktiviert und konfiguriert werden, um die Zugriffsrechte der einzelnen Rollen festzulegen.

## 6.2 Betriebs-LED



Die Betriebs-LED 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: Booten des Gerätes</li> </ul>

## 6.3 Parametrierung der Gerätefunktionen

Eine vollständige Parametrierung aller Funktionen des Gerätes kann - bei Geräten mit Display - 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 \(7.5\)](#)

## 6.4 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.



### Mögliche Ergebnisse



Korrekte Drehrichtung



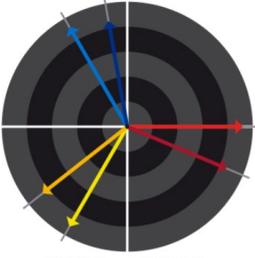
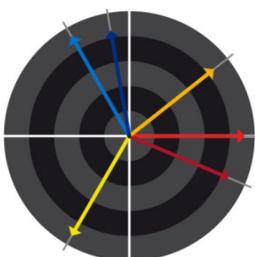
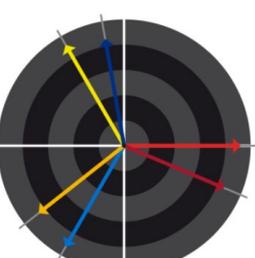
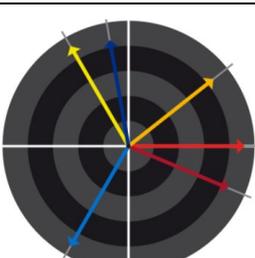
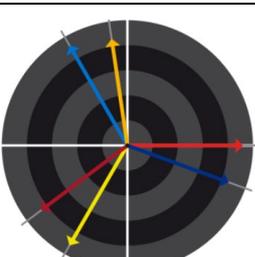
Falsche Drehrichtung



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="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #ff0000; color: white;">L1</th> <th style="background-color: #ffff00; color: white;">L2</th> <th style="background-color: #0000ff; color: white;">L3</th> <th style="background-color: #000000; color: white;"></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="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #ff0000; color: white;">L1</th> <th style="background-color: #ffff00; color: white;">L2</th> <th style="background-color: #0000ff; color: white;">L3</th> <th style="background-color: #000000; color: white;"></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="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #ff0000; color: white;">L1</th> <th style="background-color: #ffff00; color: white;">L2</th> <th style="background-color: #0000ff; color: white;">L3</th> <th style="background-color: #000000; color: white;"></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="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #ff0000; color: white;">L1</th> <th style="background-color: #ffff00; color: white;">L2</th> <th style="background-color: #0000ff; color: white;">L3</th> <th style="background-color: #000000; color: white;"></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="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #ff0000; color: white;">L1</th> <th style="background-color: #ffff00; color: white;">L2</th> <th style="background-color: #0000ff; color: white;">L3</th> <th style="background-color: #000000; color: white;"></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																							

## 6.5 Ethernet-Installation

### 6.5.1 Einstellungen

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



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

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

#### IPv4-Kommunikation

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 abgesprochen werden:

• <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	11000000 10101000 00000001 01100101
Subnetz-Maske	255.255.255.224	11111111 11111111 11111111 11100000
	variabler Bereich	xxxxxx
1. Adresse	192.168. 1. 96	11000000 10101000 00000001 01100000
Letzte Adresse	192.168. 1.127	11000000 10101000 00000001 01111111

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

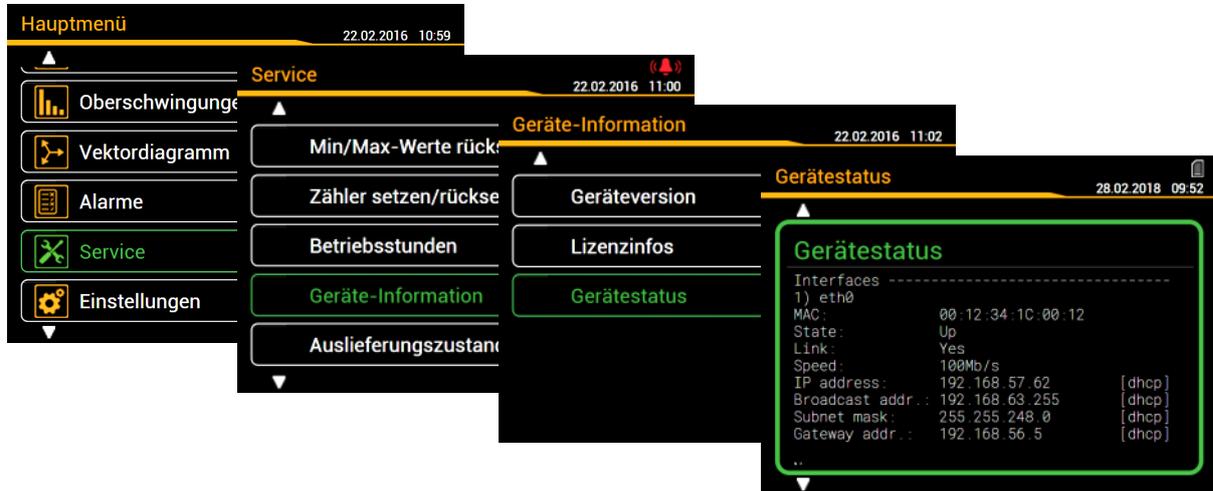
Beispiel 2	dezimal	binär
IP-Adresse	192.168. 57. 64	11000000 10101000 00111001 01000000
Subnetz-Maske	255.255.252. 0	11111111 11111111 11111100 00000000
	variabler Bereich	xx xxxxxxxxxx
1. Adresse	192.168. 56. 0	11000000 10101000 00111000 00000000
Letzte Adresse	192.168. 59.255	11000000 10101000 00111011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

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

## IPv4: Mode >> 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 (bei Ausführungen mit Display):



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.

## 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.

### 6.5.2 Anschluss der Standard-Schnittstelle

Die Standard 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



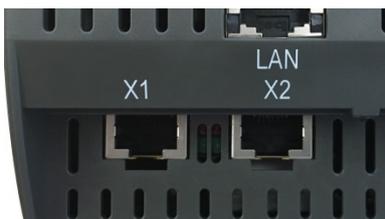
- LED links: Eingeschaltet sobald eine Netzwerkverbindung besteht (link)
- LED rechts: Blinkt während Kommunikation (activity)

### 6.5.3 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



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

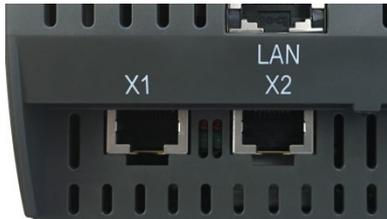
### 6.5.4 Anschluss der PROFINET-Schnittstelle

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



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

### 6.5.5 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

<b>DM5000</b> -1111 0113 0
MAC: 00:12:34:AE:00:64
Ord.: 000/123456/123
Man: 16 / 5 

#### IEC61850 Ethernet-Schnittstelle

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

#### Profinet Ethernet-Schnittstelle

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

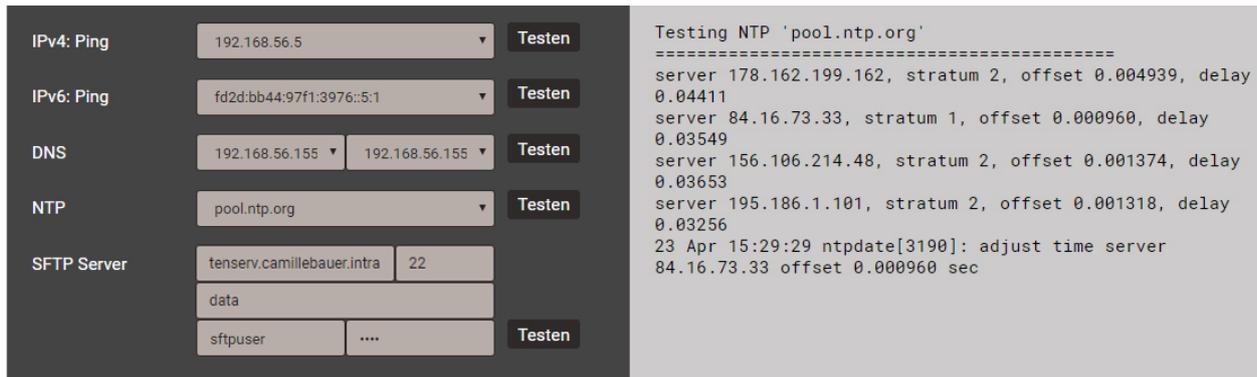
Für ein PROFINET-Gerät sind typischerweise [3 MAC-Adressen](#) erforderlich:

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

### 6.5.6 Kommunikationstests

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

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



The screenshot shows a web interface for network tests. On the left, there are five test categories: IPv4 Ping (192.168.56.5), IPv6 Ping (fd2d:bb44:97f1:3976::5:1), DNS (192.168.56.155), NTP (pool.ntp.org), and SFTP Server (tenserv.camillebauer.intra, 22). Each category has a 'Testen' button. On the right, the NTP test results are displayed, showing the device testing 'pool.ntp.org' and listing several servers with their stratum levels, offsets, and delays. The output includes: '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', and '23 Apr 15:29:29 ntpdate[3190]: adjust time server 84.16.73.33 offset 0.000960 sec'.

*NTP-Server Test*

### 6.5.7 Rücksetzen der Kommunikations-Einstellungen



Falls die Kommunikationseinstellungen der Standard-Schnittstelle nicht mehr bekannt sind, können diese durch Drücken der versenkten Reset-Taste (unterhalb der Betriebs-LED) für mindestens 3s auf die Defaulteinstellungen zurückgesetzt werden. Während dem Reset blinkt die Betriebs-LED rot. Nach der Rücksetzung wird das Gerät neu gebootet.

## 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/dm5000-de> verfügbar

## 6.7 PROFINET IO-Schnittstelle

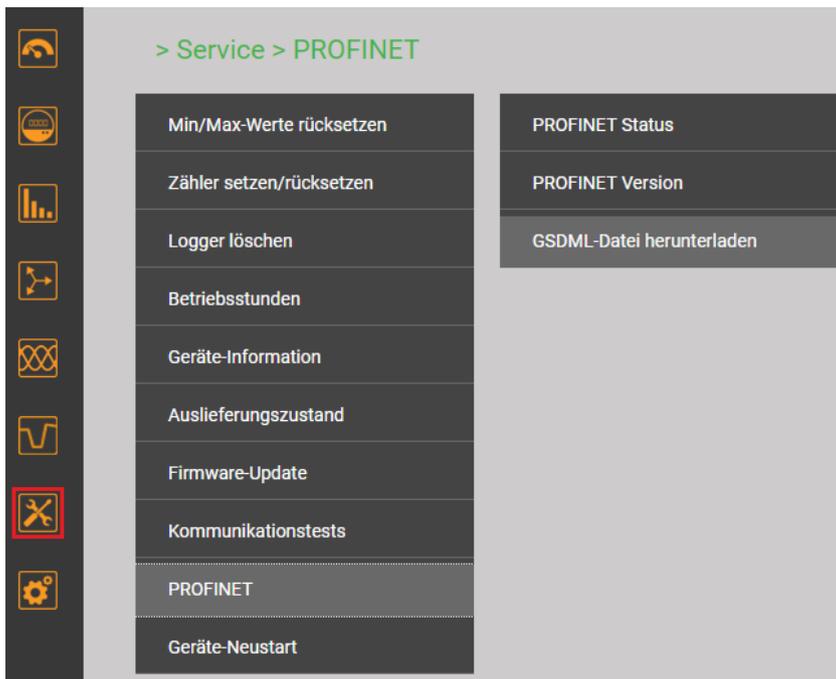
Die PROFINET-Schnittstelle stellt ein zyklisches Prozessabbild zur Verfügung, welches vom Anwender frei zusammengestellt werden kann.

### 6.7.1 Gerätebeschreibungsdatei (GSD)

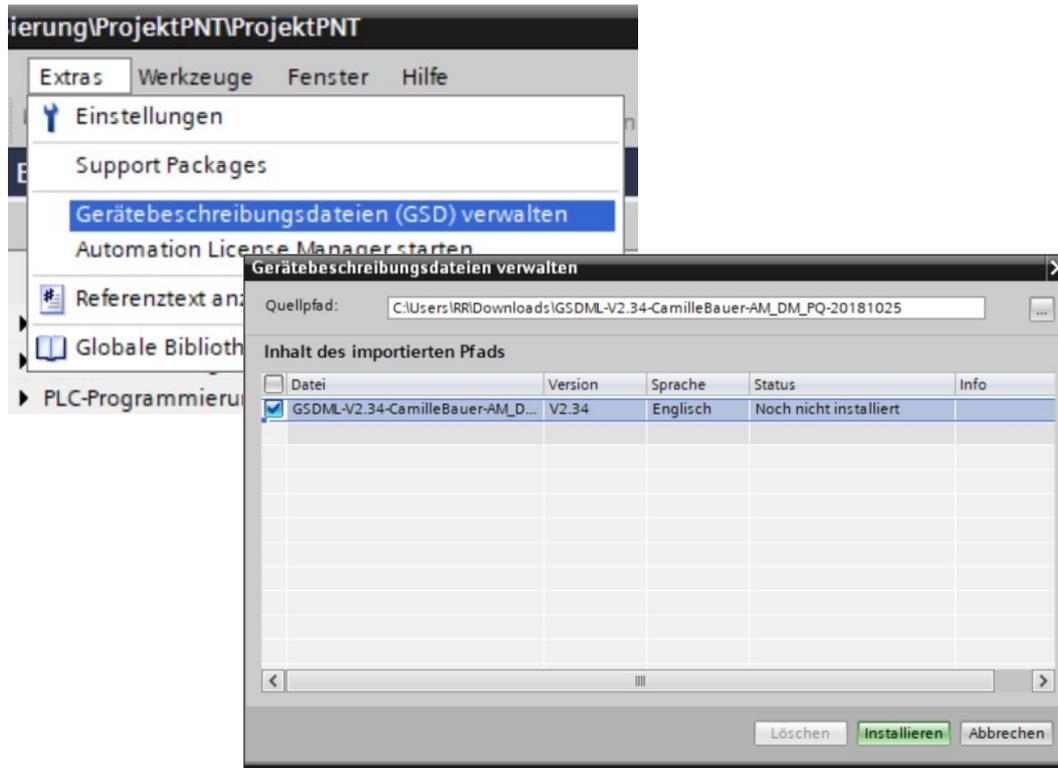
Die GSD-Datei beschreibt die über die PROFINET-Schnittstelle des Gerätes verfügbare Funktionalität. Während der Projektierung mit Hilfe einem Konfigurationstool (z.B. TIA oder Simatic Step 7 von Siemens) dient die GSD-Datei dazu, Geräte mit geringstem Aufwand in ein PROFINET-System zu integrieren.

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:

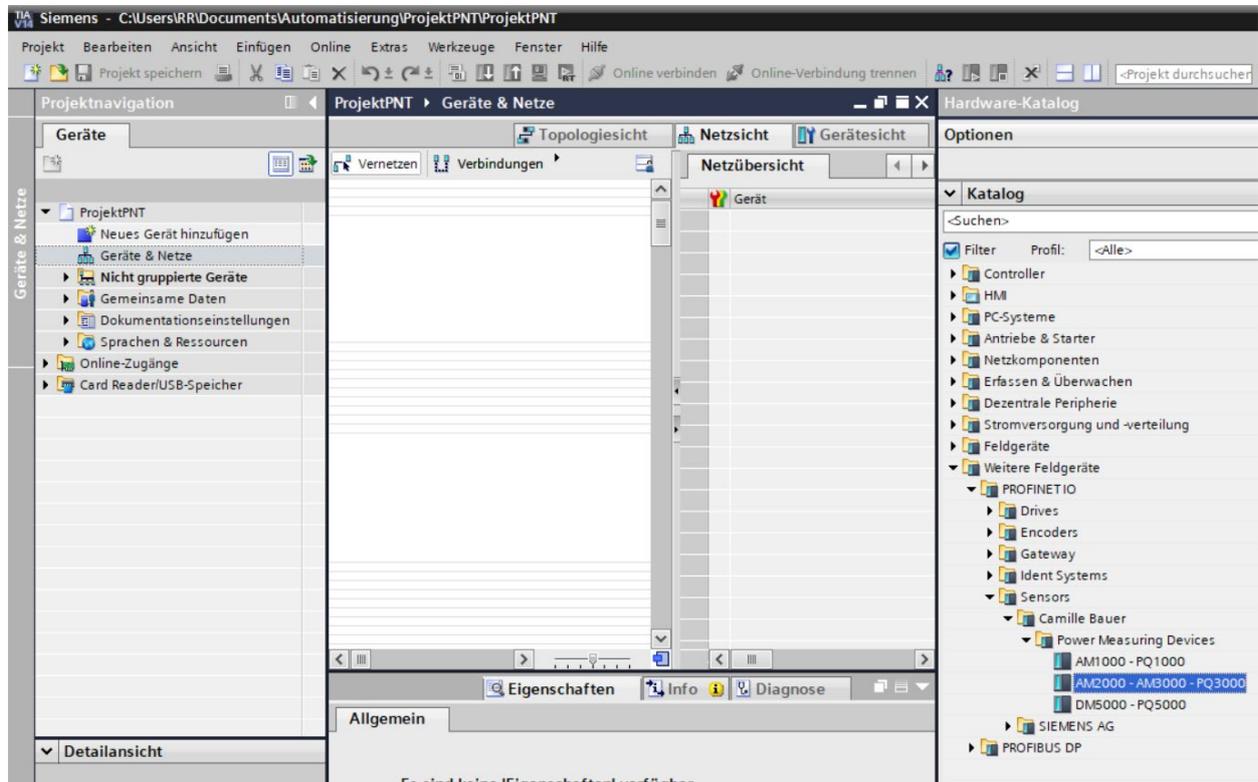
- Homepage: <https://www.camillebauer.com/dm5000-de>
- USB-Stick mit Software und Dokumentation, Mat-Nr. 156'027 (optional)
- Die Webseite des Gerätes selbst:



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

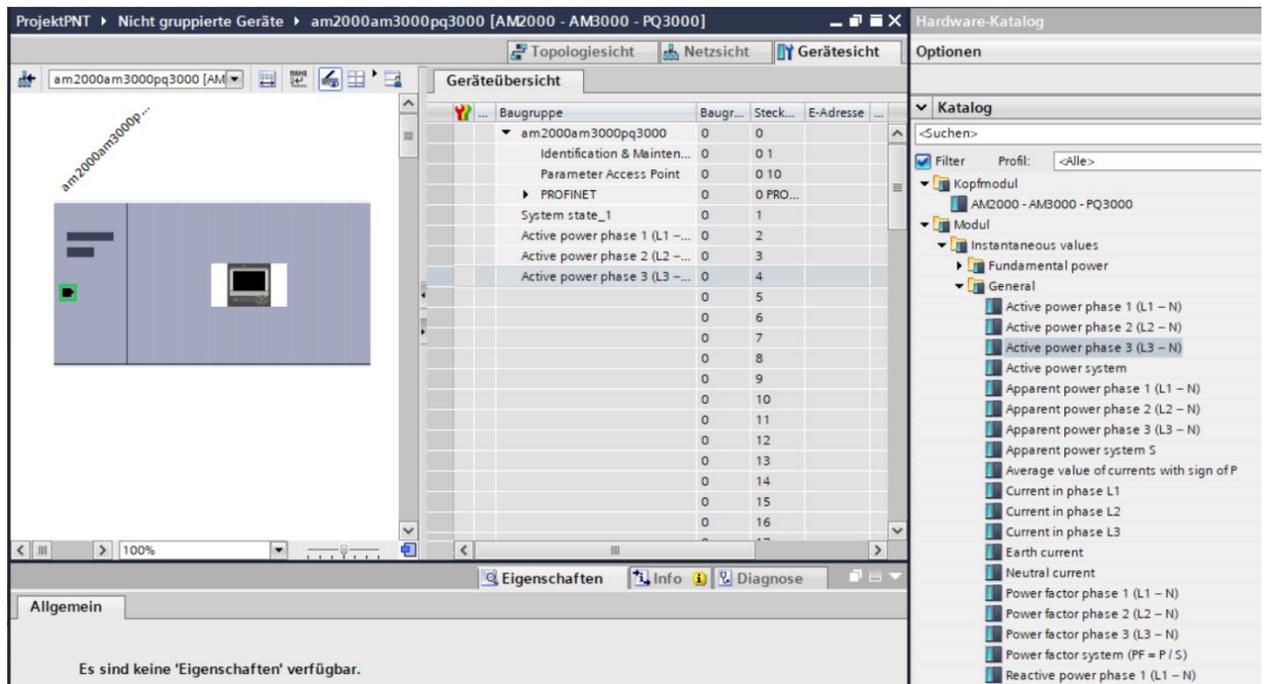


Sobald die GSD-Datei importiert wurde, steht das Gerät im Hardware-Katalog zur Verfügung und kann per drag&drop eingebunden werden. Es stehen drei Modelle zur Verfügung, welche die verschiedenen Bauformen der gesamten Gerätereihe repräsentieren. Obenstehende Auswahl ist z.B. für die Geräte AM2000, AM3000 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 anwenderspezifischer 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:

- Homepage: <https://www.camillebauer.com/dm5000-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

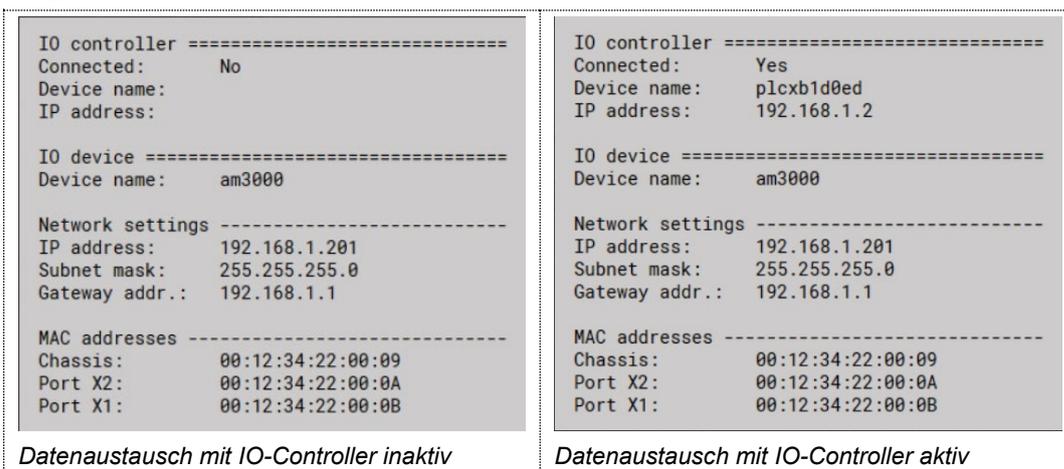
- Bei Geräten mit Display wird in der Statusleiste der aktuelle PROFINET-Zustand angezeigt:



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



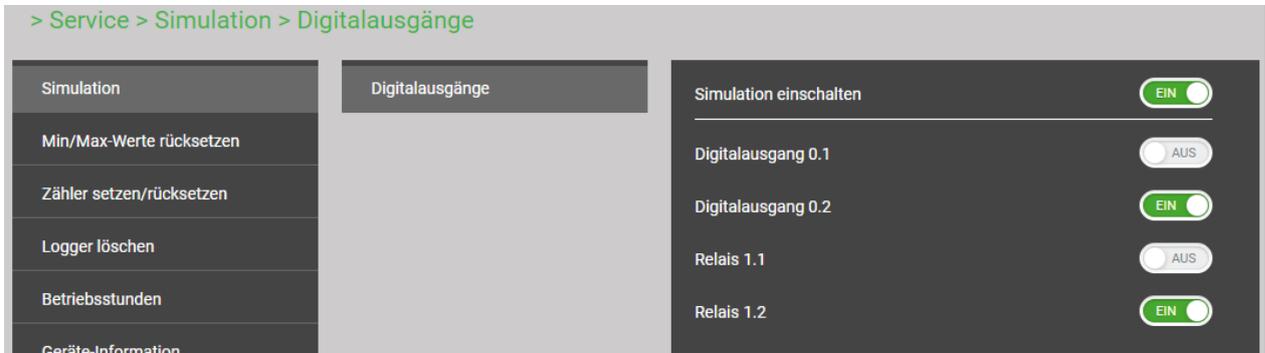
- PROFINET bezogene Informationen sind über das Menü *Service* | *PROFINET* | *PROFINET-Status* verfügbar:



## 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

Das Gerät stellt verschiedene Sicherheitsmechanismen zur Verfügung, welche aktiviert werden können, um einen umfassenden Zugriffsschutz auf alle Gerätedaten sicherzustellen.



Bei Geräten **ohne Datenlogger** ist die Funktion des Audit Log eingeschränkt.

- 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 werden nicht-autorisierte Zugriffe verhindert und mögliche Angriffspunkte eliminiert.
- **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.  
*Bei Geräten ohne Datenlogger gehen die Meldungen bei einem Neustart verloren.*

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)

Die Verwaltung der RBAC-Einstellungen erfolgt über das Menü Einstellungen | Sicherheitssystem | Benutzer- und Rechteverwaltung. Dazu muss die Benutzer- und Rechteverwaltung aktiviert werden:



#### Benutzer / API-Schlüssel hinzufügen

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



**Benutzer:** Während der Passworteingabe werden die Anforderungen an ein sicheres Passwort überprüft und das Ergebnis angezeigt. Der Benutzer kann auf Basis der Rechte eines existierenden Benutzers erzeugt werden (im Beispiel ‚admin‘), diese Berechtigungen sind anschliessend noch änderbar.

Bei der Festlegung / Änderung des Passwortes sind Einschränkungen zu berücksichtigen:

- Minimale Passwortlänge 8 Zeichen
- Verwendung von mindestens drei unterschiedlichen 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. Diese Zugriffsrechte können anschliessend nicht mehr geändert werden.

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

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

**Cookie:**

```
Access-Token=eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJhdWQiOiIiXyJg4IiwiaWF0IjoxNTc5MTU4OTc0LCJzdWIiOiJhbm9ueWlvdXMiLCJ0eG4iOiIxOTIuMTY4LjU4LjExNCJ9.LiLjuJcs2bZAmYHlvdMXTA1r87gxUX-3kZ4cfz6jdMc;
sessionToken={5d1ca47c-8d38-4a08-85d5-feb941fa20}
```

**Zuweisung von Benutzerrechten**

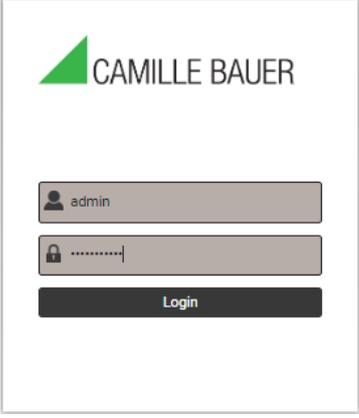
Benutzer- und Rechteverwaltung		aktiv						
		Benutzer/API-Schlüssel hinzufügen						
		admin	localgul	anonymous	operator1	operator2	operator3	[API]Access Token
Lokaler Account (kein Weblogin)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Momentanwerte			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

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

Übersicht der Zugriffsrechte jedes möglichen Benutzers.

## 6.9.2 An- und abmelden eines RBAC-Benutzers via Webseite

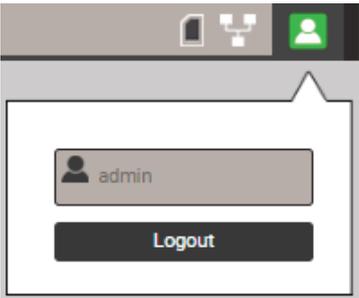
### a) Falls "anonymous" keine Berechtigungen hat

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

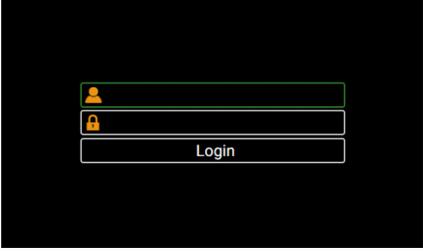
Via Webseite	Bemerkungen
	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Symbol  wählen</li><li>2) Benutzername und Passwort eingeben. Beim ersten Login die Werkseinstellungen admin / CBM_1234 verwenden.</li><li>3) &lt;ENTER&gt; oder "Login" auswählen</li></ol> <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten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

### c) Falls ein anderer Anwender angemeldet ist

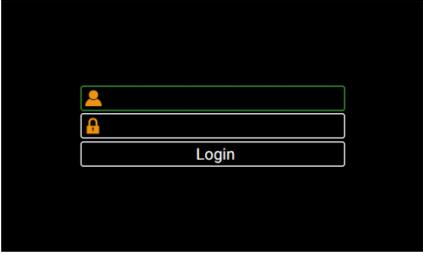
Via Webseite	Bemerkungen
	<p>Abmelden des aktuellen Benutzers via "Logout"</p>
	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Symbol  wählen</li><li>2) Benutzername und Passwort eingeben</li><li>3) &lt;ENTER&gt; oder "Login" auswählen</li></ol> <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden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

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

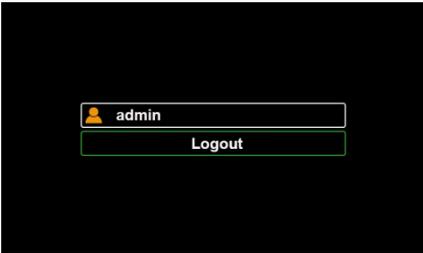
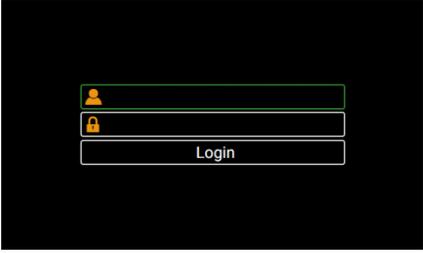
#### a) Falls "localgui" keine Berechtigungen hat

Lokal	Bemerkungen
	Auf der Anzeige wird keine Information angezeigt. <ESC> drücken um das Login-Fenster anzuzeigen.
	<ol style="list-style-type: none"> <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.



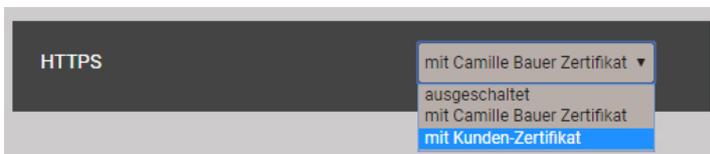
Falls ein DHCP-Server im Netz verwendet wird, können Clients bei jedem Aufstarten eine andere IP-Adresse erhalten, womit der Zugriff auf das Gerät verlorenght.

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.

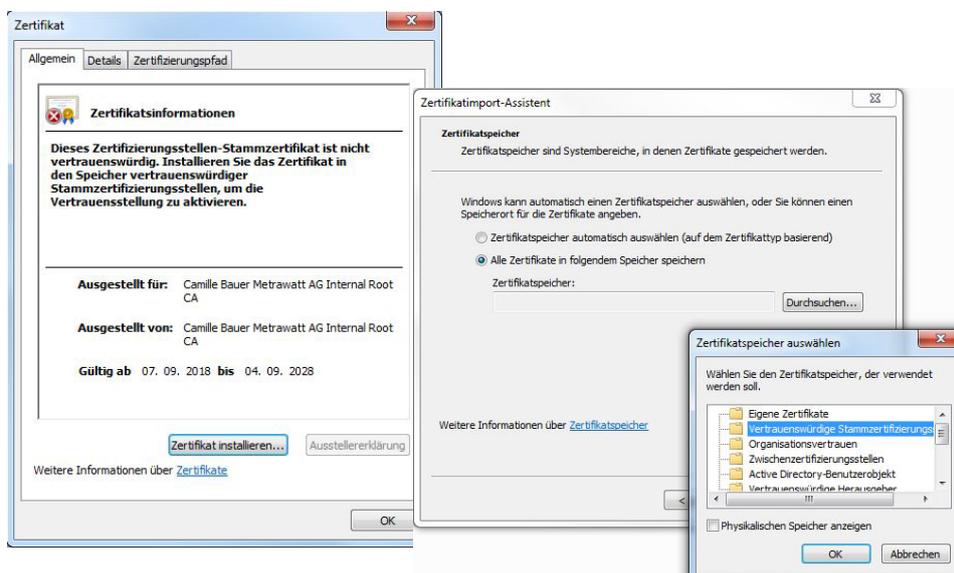
Bevor eine HTTPS-Kommunikation verwendet werden kann muss ein Root-Zertifikat installiert werden. Der Anwender kann entweder ein Camille Bauer Zertifikat oder ein eigenes Zertifikat verwenden. Dies kann beim Aktivieren der HTTPS-Kommunikation via *Einstellungen* des *Sicherheitssystems* im Punkt *Web-Sicherheit*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



### Camille Bauer Zertifikat

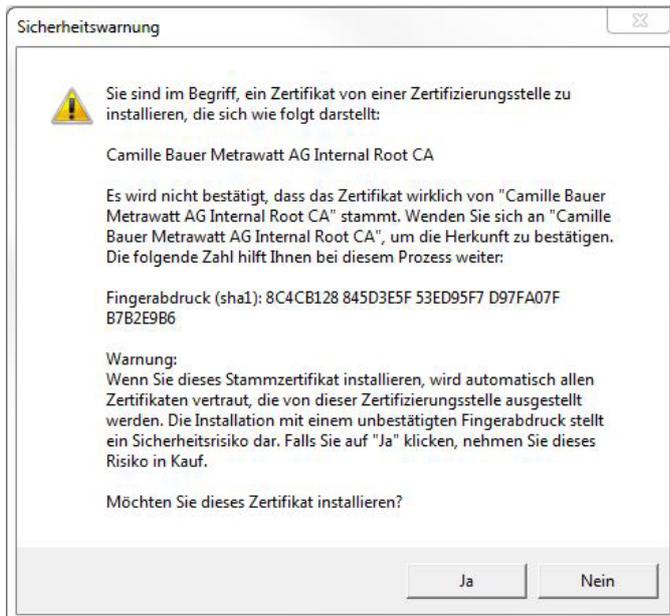
Quelle: <https://www.camillebauer.com/dm5000-de>

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**.



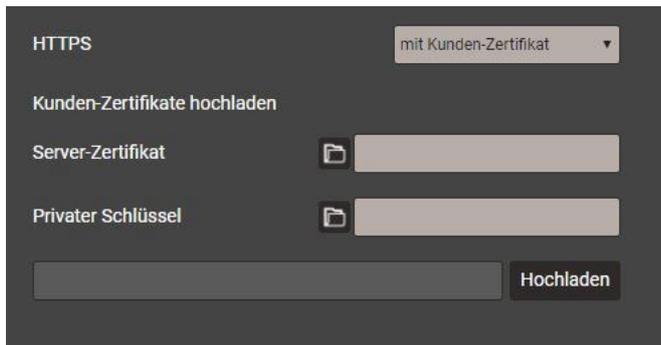
Das importierte Zertifikat ist für alle Geräte der PQ-, AM-, DM- und CU-Reihe gültig.

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.

Navigation: < 1 2 3 4 5 > +5>> Results per page: 25

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.

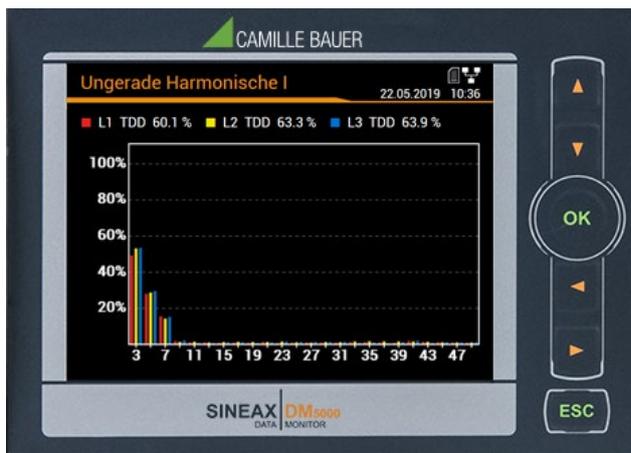
Syslog Protokoll	TCP
Host	tenserv.camillebauer.com
Port	514



Bei Geräten **ohne Datenlogger** geht der Inhalt des Audit-Log bei jedem Neustart verloren. Mit der Übertragung der Informationen zu einem zentralen Log-Server mittels Syslog-Protokoll, kann trotzdem eine Speicherung der Einträge erreicht werden.

## 7. Bedienen des Gerätes

### 7.1 Bedienelemente



Die Bedienung von Geräten mit Display 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 ändert sich in ausgewählten Messwertanzeigen, bei der Parametrierung und in Service-Funktionen. Die dann gültige Funktion wird in einem Hilfebalken beschrieben.

### 7.2 Auswahl der anzuzeigenden Information



Bei Geräten mit Display erfolgt die Auswahl der Information 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

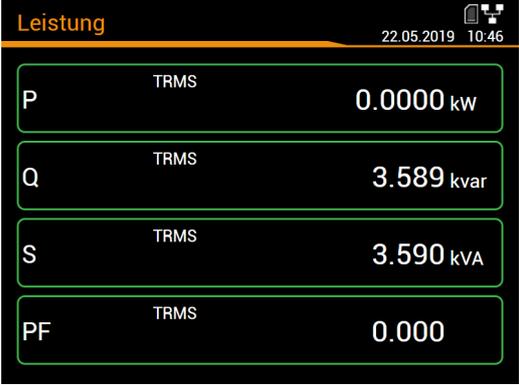
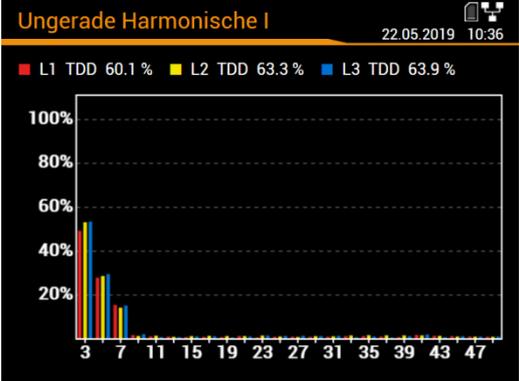
Der mit ▲, ▼ gewählte Menüpunkt kann mit **OK** selektiert werden. Vorgang in eventuellen Untermenüs wiederholen bis die gewünschte Information angezeigt wird.

#### 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

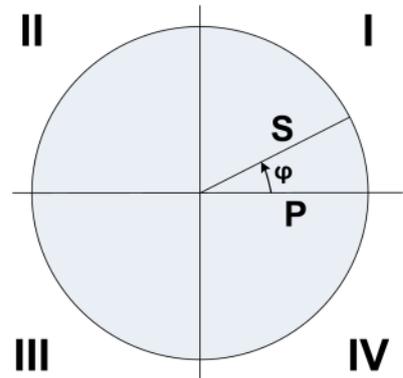
Das Gerät mit Display benutzt zur Darstellung der Messwertinformation sowohl numerische als auch numerisch-grafische Messwertanzeigen.

Beispiele	Messwert-Information
	2 Messgrößen
	4 Messgrößen
	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.

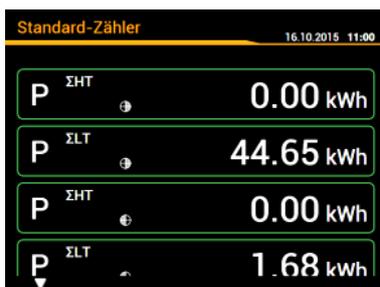
Um eine unabhängige Interpretation der 4-Quadranten Information zu ermöglichen, werden die Begriffe Bezug, Abgabe sowie induktive oder kapazitive Belastung bei der Anzeige der Daten deshalb vermieden. Sie sind durch die Angabe der Quadranten I, II, III oder IV, eine Kombination derselben, oder eine entsprechende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



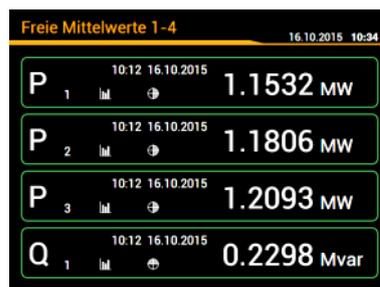
### Verwendete Symbole

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:

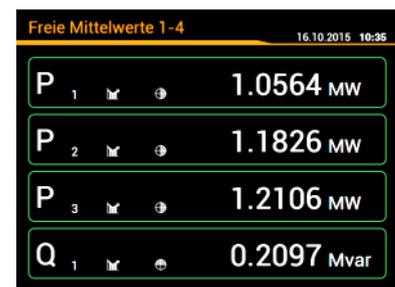
	Mittelwert	$\Sigma HT$	Zähler (Hochtarif)
	Mittelwert Trend	$\Sigma LT$	Zähler (Niedertarif)
	Bimetallfunktion (Strom)	$\blacktriangle$	Maximalwert
	Energie Quadranten I+IV	$\blacktriangledown$	Minimalwert
	Energie Quadranten II+III	TRMS	Echt-Effektivwert
	Energie Quadranten I+II	RMS	Effektivwert (z.B. nur Grundwellen- oder Oberschwingungsanteil)
	Energie Quadranten III+IV	(H1)	Nur Grundwellenanteil
<b>I,II,III,IV</b>	Quadranten	$\emptyset$	Mittelwert (von RMS-Werten)



Zähler mit Tarif- und Quadranten-Information



Freie Mittelwerte: Letzte Werte



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, [Zählpfeilsystem](#)

#### **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 / -strom:** Werden nur als Referenzwerte verwendet, z.B. für die Skalierung des Oberschwingungsanteils [TDD](#) der Ströme
- **Maximale Primärwerte U/I:** Diese Werte werden 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
- **Mittelwerte | Standardgrößen:** Intervallzeit und Synchronisationsquelle für die vordefinierten Leistungsmittelwerte
- **Mittelwerte | Freie 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,Ix), Tarifumschaltung EIN/AUS, [Zählerskalierung](#)
- **Zähler | Zähler-Logger:** 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 Beschreibungstexte <sup>1)</sup> wie Device tag, Messobjekt und Gerätestandort.
- **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.

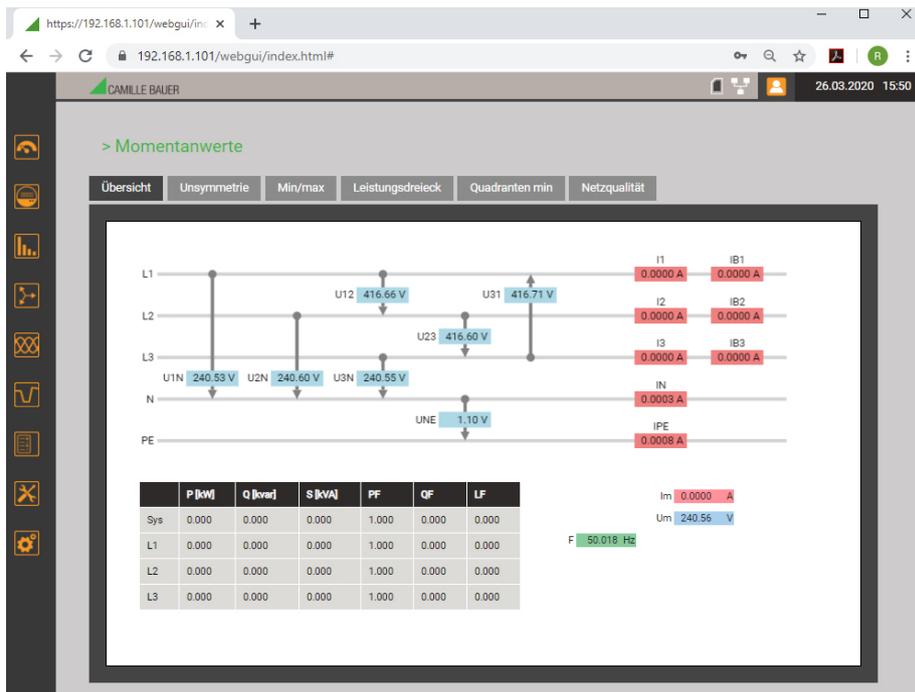
## 7.5.2 Konfiguration via Webbrowser

	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.



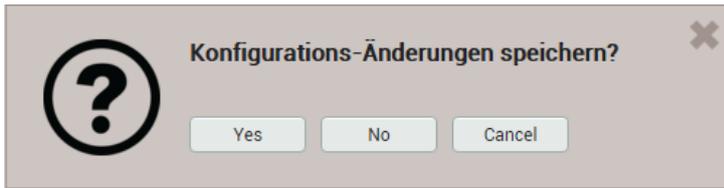
Geräte-Webseite bei Verwendung von Google Chrome

	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>• Benutzer- und Rechteverwaltung ist aktiv, aber kein Benutzer ist eingeloggt.</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:

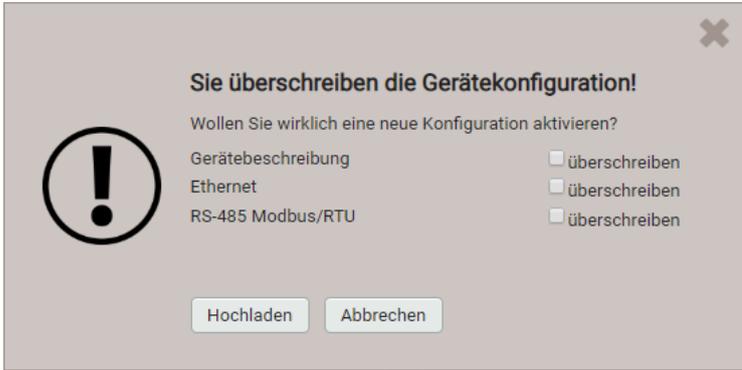


Falls diese Abfrage nicht bestätigt wird, können nicht gespeicherte Änderungen der aktuellen Konfiguration verloren gehen.

### 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. Ladevorgang 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 Alarmierung

Das Alarmierungskonzept ist sehr flexibel. 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.

### 7.6.1 Grenzwerte auf Basisgrößen

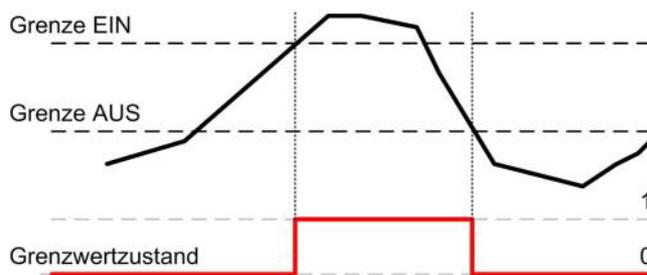


Mit Grenzwerten kann entweder die Überschreitung eines Wertes (oberer Grenzwert) oder die Unterschreitung eines Wertes (unterer Grenzwert) überwacht werden.

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

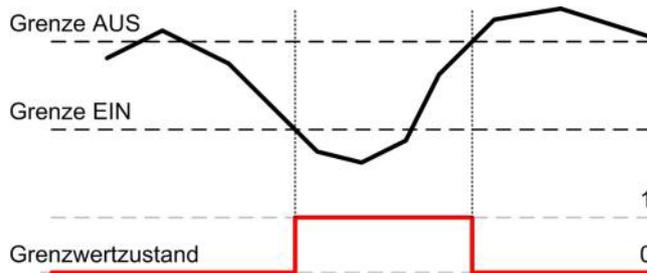
Bei vorhandenem Datenlogger können die beiden Zustandsübergänge AUS→EIN und EIN→AUS als Ereignis oder Alarm in die entsprechenden Listen eingetragen werden.

**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:

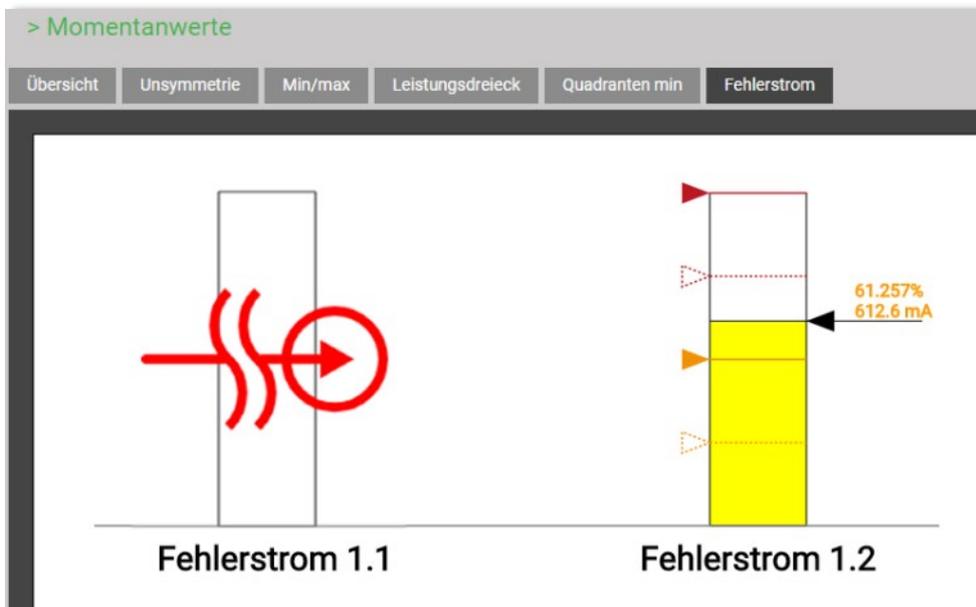
- ... direkt als Quelle für einen digitalen Ausgang verwendet werden
- ... als Logikeingang für eine Überwachungsfunktion verwendet werden
- ... bei Änderung als Ereignis oder Alarm in die entsprechenden Listen eingetragen werden

## 7.6.2 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

### 7.6.3 Überwachung von Temperaturen

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

#### Verwendung für Pt100-Messung

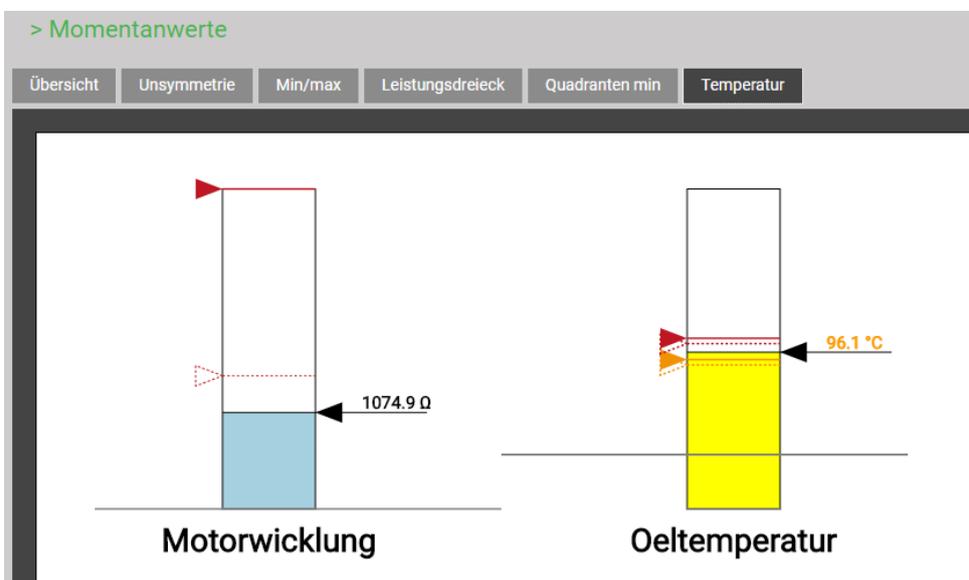
- Bis zu 2 überwachte Grenzwerte
- Kurzschluss- und Leitungs-/Fühlerbruchüberwachung

#### 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

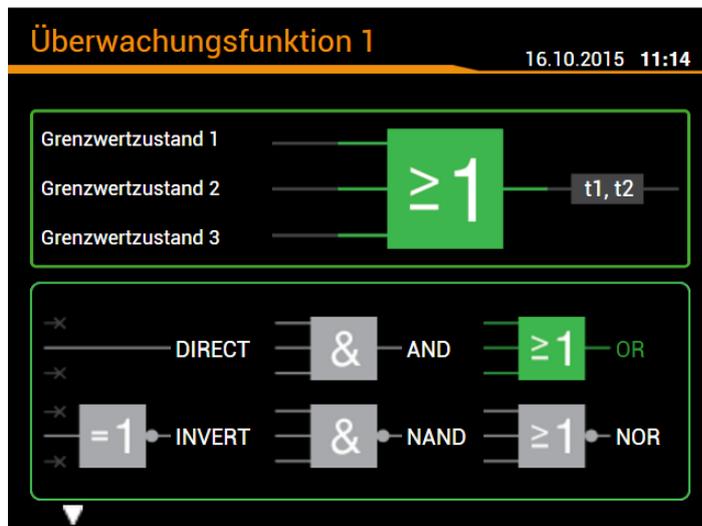
### 7.6.4 Überwachungsfunktionen

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 (nur bei vorhandenem Datenlogger)

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

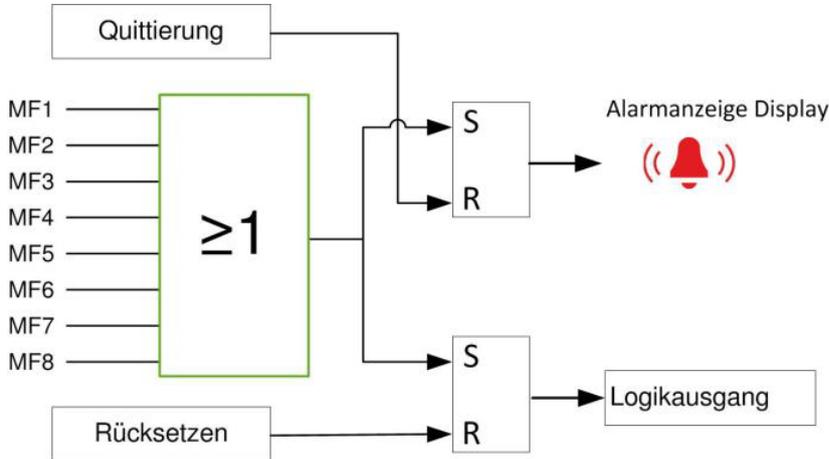
#### Mögliche Folgeoperationen

- Ansteuerung eines Logikausgangs. Die Zuordnung der Überwachungsfunktion zu einem Digitalausgang / Relais erfolgt über die Einstellungen des entsprechenden Ausganges
- 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

### 7.6.5 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.

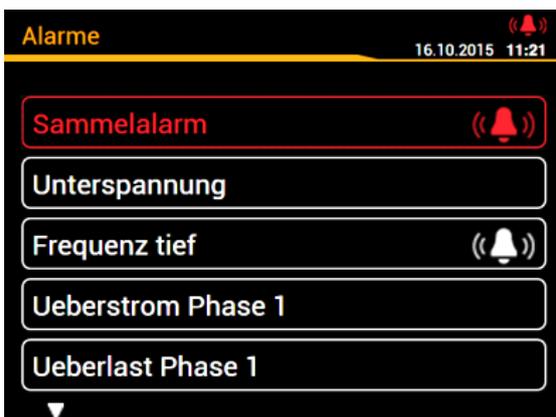
**Quittierung:** Durch die Quittierung des Sammelalarms bestätigt der Anwender, dass er das Auftreten eines Alarms zur Kenntnis genommen hat. Die Quittierung erfolgt automatisch, sobald der Anwender die Alarmliste auf dem Display oder via Webbrowser zur Anzeige bringt oder wenn der Alarmzustand nicht 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.

## 7.7 Datenaufzeichnung

Der optionale Datenlogger ermöglicht Langzeit-Aufzeichnungen von Messwertverläufen oder Ereignissen. 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>	<p>In Form eines Logbuches mit Zeitinformation:</p> <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="#">Störschreiber</a>	<p>Ereignisse werden in die Liste der Störschriebe eingetragen. Durch Auswahl der Einträge kann:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der RMS-Verlauf aller U/I</li> <li>• die Kurvenform aller U/I</li> </ul> <p>während der Störung angezeigt werden</p>	 Ereignisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Störschreiber</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>

### 7.7.1 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



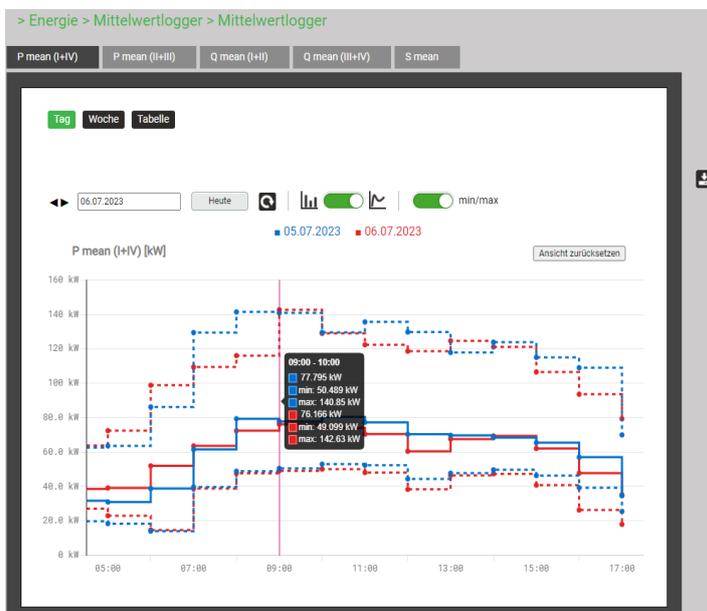
Auswahl der Mittelwert-Logger Gruppe



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

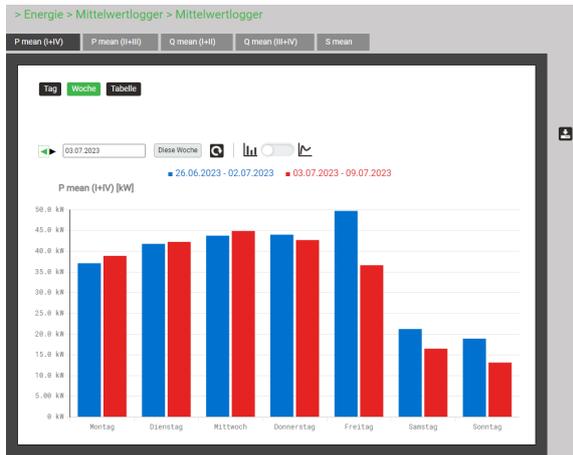
Die grafische Darstellung erlaubt den direkten Vergleich mit den Werten des Vortages bzw. der Vorwoche.



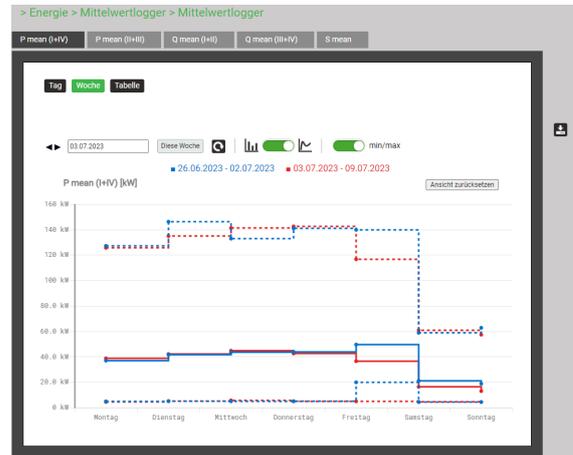
Alternativ kann eine Liniendarstellung gewählt werden, in der dann auch die Anzeige von Min/Max-Werten aktiviert werden kann, um die Schwankungs-Bandbreite der Messwerte sehen zu können.

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	68.93 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	51.68 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

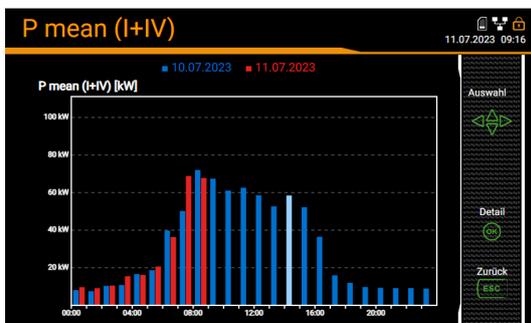
#	Zeit	P ΣLT (I+IV)		P ΣHT (I+IV)	
1	11.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh		861228877 Wh	
2	10.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh		860475776 Wh	
3	09.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh		860160500 Wh	
4	08.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh		859764499 Wh	
5	07.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh		858885213 Wh	
6	06.07.2023, 00:00:00,000	0 Wh		857860510 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		853600161 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. Diese kann als Textdatei in Excel importiert werden, mit Komma als Trennzeichen.

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

## 7.7.2 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.



#	Zeit	Text	Zustand
1	25.11.2019, 18:30:36,097	U1N high	┌┐
2	25.11.2019, 18:16:27,154	U1N high	└┐
3	25.11.2019, 18:16:03,609	U1N high	┌┐
4	25.11.2019, 17:46:56,066	U1N high	└┐
5	21.11.2019, 14:15:16,453	U1N high	┌┐
6	21.11.2019, 14:15:09,055	U1N high	└┐
7	21.11.2019, 14:07:40,319	U1N high	┌┐

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

### 7.7.3 Störschreiber

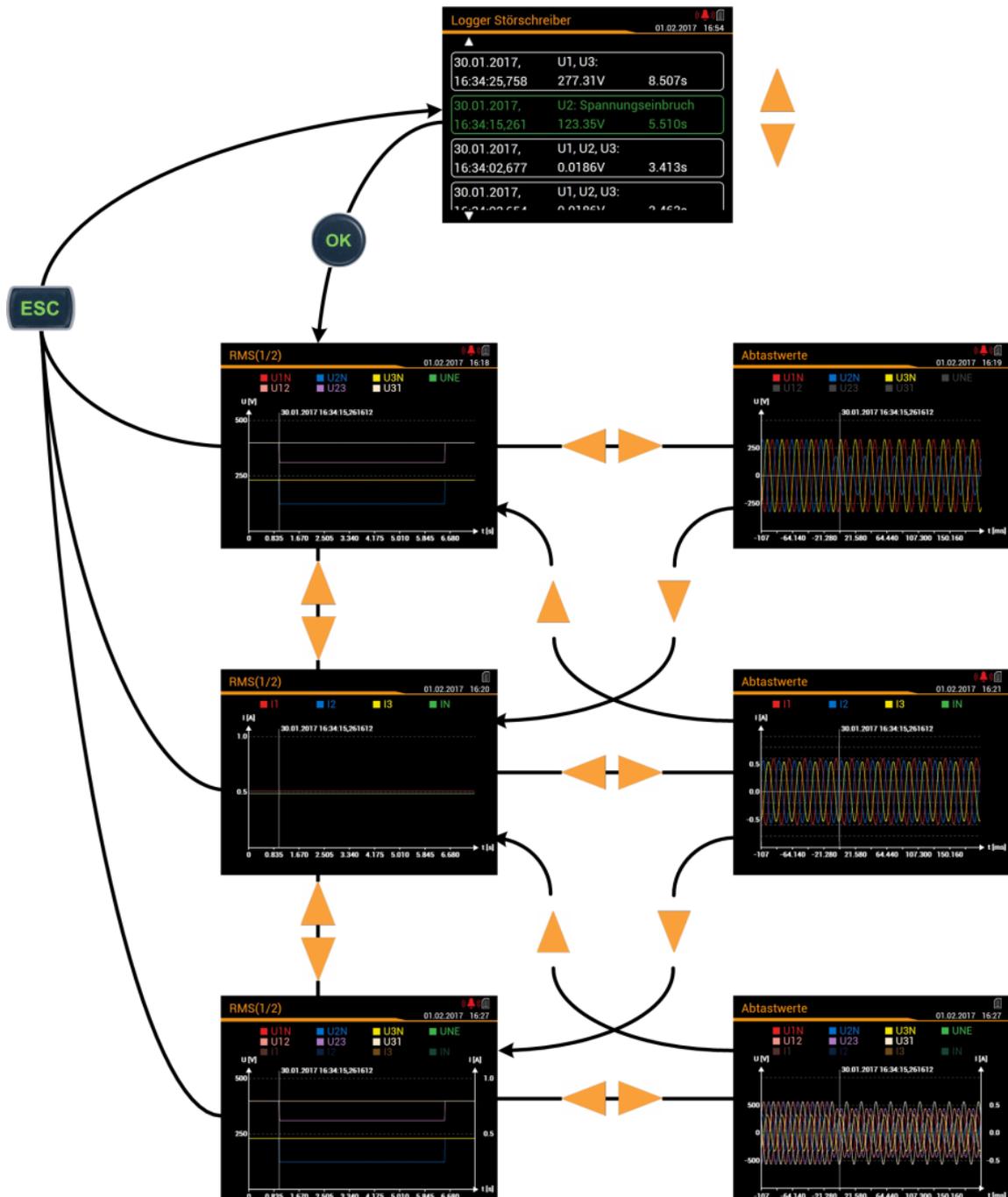
#### Konfiguration der aufzuzeichnenden Ereignisse

Der Anwender kann die Triggerschwellen für die Überwachung von Spannungseinbrüchen, Spannungsüberhöhungen und Spannungsunterbrüchen festlegen.

#### Anzeige von Störschrieben (lokal)

Aufgezeichnete Störungen sind in Form eines Logbuches verfügbar. Jede detektierte Störung ist mit der Zeit ihres Auftretens in der Störschreiber-Liste eingetragen. Durch Auswahl eines Listeneintrages gelangt man in die grafische Anzeige der Messwertverläufe während des Ereignisses. Folgende Darstellungen werden unterstützt:

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



Anzeigematrix auf dem lokalen Display

## Einschränkung der angezeigten Werte auf dem lokalen Display

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

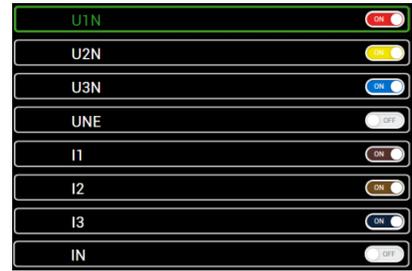
Spannungsanzeige



Stromanzeige



Gemischte Anzeige



## Anzeige von Ereigniseinträgen (WEB-GUI)

Wie beim lokalen GUI sind aufgezeichnete Störschriebe in Form eines Logbuches verfügbar. Durch Auswahl eines Listeneintrages gelangt man in die grafische Anzeige der zugehörigen Messwertverläufe während des Ereignisses. Dort kann durch Auswahl eines Zeitbereiches mit der linken Maustaste ein Teil der grafischen Anzeige vergrößert werden.

> Ereignisse > Logger Störschreiber

Logger Störschreiber

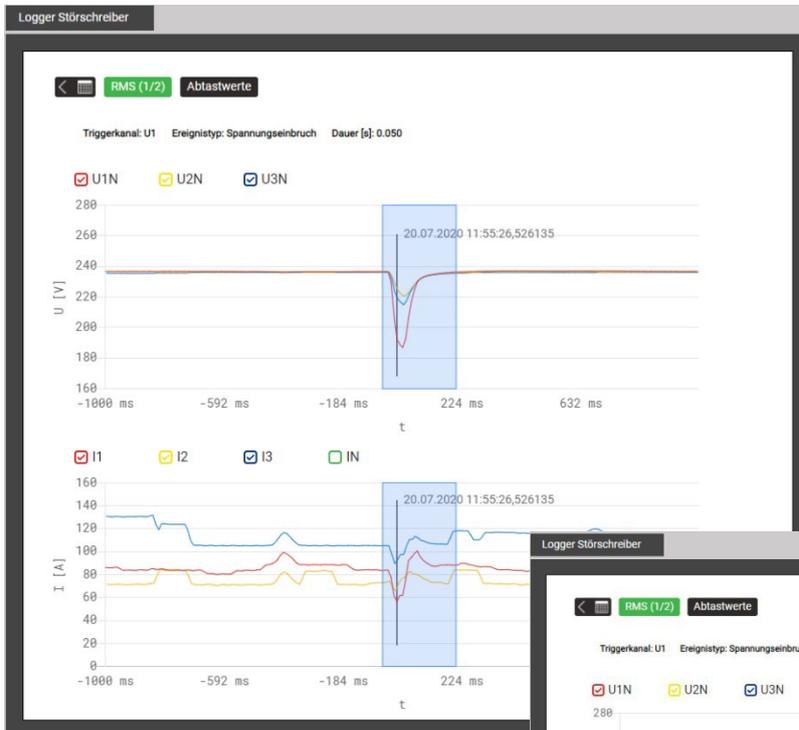
12.07.2023 → 18.07.2023 Aktuellste Ereignisse

Ergebnisse pro Seite

Filter: Spannungsüberhöhung Spannungseinbruch Spannungsunterbruch

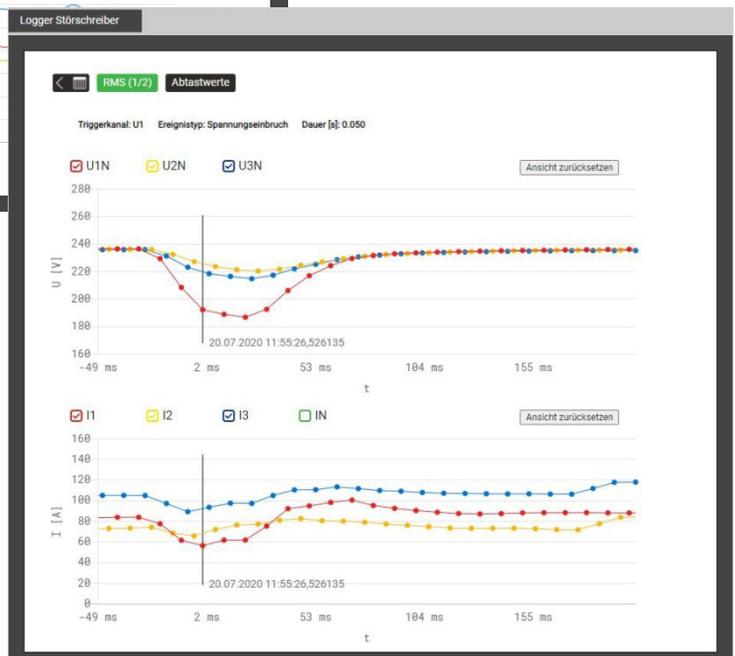
Zeit	Dauer [s]	Ereignistyp	Triggerkanal	Detail
18.07.2023 18:10:39,673	60560.332	Spannungsunterbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.016631 V Tiefe: 229.983368 V
18.07.2023 18:10:39,650	60560.383	Spannungseinbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.016631 V Tiefe: 229.983368 V
18.07.2023 15:05:37,871	301.784	Spannungsunterbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.017928 V Tiefe: 229.982071 V
18.07.2023 15:05:37,851	301.824	Spannungseinbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.017928 V Tiefe: 229.982071 V
18.07.2023 13:59:57,750	3930.716	Spannungsunterbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.018597 V Tiefe: 229.981400 V
18.07.2023 13:59:57,727	3930.772	Spannungseinbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.018597 V Tiefe: 229.981400 V
18.07.2023 10:49:34,415	23.312	Spannungsunterbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.018043 V Tiefe: 229.981964 V
18.07.2023 10:49:34,392	23.364	Spannungseinbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.018043 V Tiefe: 229.981964 V
18.07.2023 10:23:43,532	1525.934	Spannungsunterbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.017884 V Tiefe: 229.982117 V
18.07.2023 10:23:43,512	1525.977	Spannungseinbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.017884 V Tiefe: 229.982117 V
17.07.2023				Restspannung: 0.019069 V

Liste der Störschreiber-Ereignisse



Grafische Darstellung eines Störschriebs

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



Störschrieb vergrößert

## 7.8 Messwert-Informationen in Dateiform

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

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

### 7.8.1 Periodische Datei-Informationen erzeugen

Mit Hilfe des Datenexport-Schedulers im Einstellmenü kann eine periodische Erzeugung von CSV-Dateien eingerichtet werden. Dazu können Tasks definiert werden, welche Datenfiles mit einem spezifischen Inhalt 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 tägliche 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.

Die neu erzeugte Aufgabe "24h\_Leistungsmittelwerte" kann jederzeit geändert, deaktiviert oder auch wieder gelöscht werden.



aktiv	Name	Erstellung	Datei	Aktion
<input checked="" type="checkbox"/>	24h_Leistungsmittelwerte	Täglich (letzte 24 Stunden)	[CSV] Mittelwerte	<ul style="list-style-type: none"><li>• lokal speichern</li><li>• an SFTP-Server senden</li></ul>

Über Einstellungen | Datenexport | Automatisierter Datenexport am lokalen Display können Aufgaben nur aktiviert / deaktiviert werden.



## CSV-Einstellungen

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

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

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

### 7.8.2 Zugriff auf Dateien-Informationen via Webseite

Über das Service-Menü **Lokaler Datenspeicher | Daten herunterladen** kann auf die im Gerät gespeicherten Dateien zugegriffen werden.

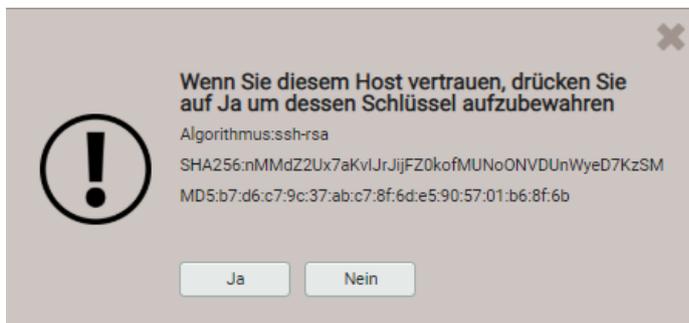


### 7.8.3 Periodisches Versenden an einen SFTP-Server

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

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

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



## 7.9 Timeouts

Geräte mit Display sind für die Anzeige von Messdaten gedacht. 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 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 Cyber Security Ausserbetriebnahme



#### Loggerdaten im internen Speicher

Um die Daten (Unterabrechnung, Stromüberwachungsdaten, Syslog- Daten, Zeitstempel) vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, müssen die Daten vor der Ausserbetriebnahme des Gerätes gelöscht werden. Dies kann über den entsprechenden Menüpunkt im Servicemenü erfolgen.

### 8.5 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.:	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:	520 V <sub>LN</sub> , 900 V <sub>LL</sub> dauernd 800 V <sub>LN</sub> , 1386 V <sub>LL</sub> , 10 x 1 s, Intervall 10s

<b>Anschlussarten:</b>	Einphasennetz Split Phase (2-Phasen Netz) 3-Leiter, gleichbelastet 3-Leiter, gleichbelastet, Kunstschaltung (2xU, 1xI) 3-Leiter, ungleichbelastet 3-Leiter, ungleichbelastet, Aron-Schaltung 4-Leiter, gleichbelastet 4-Leiter, ungleichbelastet 4-Leiter, ungleichbelastet, Open-Y
------------------------	---

Nennfrequenz:	42... <u>50</u> ...58Hz oder 50,5... <u>60</u> ...69,5Hz, programmierbar
Abtastrate:	18 kHz

### Messunsicherheit

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

Spannung, Strom:	$\pm 0,1\%$ <sup>1) 2)</sup>
Neutralleiterstrom:	$\pm 0,2\%$ <sup>1)</sup> (falls berechnet)
Leistung:	$\pm 0,2\%$ <sup>1) 2)</sup>
Leistungsfaktor:	$\pm 0,2^\circ$
Frequenz:	$\pm 0,01$ Hz
Unsymmetrie U,I:	$\pm 0,5\%$
Harmonische:	$\pm 0,5\%$
THD U,I:	$\pm 0,5\%$
Wirkenergie <sup>3)</sup> :	Klasse 0,2S
Blindenergie <sup>4)</sup> :	Klasse 0,5S

### 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

3) Nach IEC 62053-22: 2003 für

<b>Anforderungen an die Genauigkeit</b>	<i>Kapitel</i>
Zählerkonstante	8.4
Prüfung des Anlaufstromes	8.3.3
Grenzen der Messabweichung bei verschiedenen Strömen	8.1
<b>Grenzen der Messabweichung in Abhängigkeit anderer Einflussgrößen</b>	<i>Kapitel</i>
5. Harmonische von Spannung und Strom	8.2.1
Subharmonische im Wechselstrompfad	8.2.1
Ungerade Harmonische im Wechselstrompfad	8.2.1
Vertauschte Phasenfolge	8.2.1

4) Nach IEC 62053-24: 2014 für

<b>Anforderungen an die Genauigkeit</b>	<i>Kapitel</i>
Zählerkonstante	8.5
Prüfung des Anlaufstromes	8.4
Grenzen der Messabweichung bei verschiedenen Strömen	8.2
<b>Grenzen der Messabweichung in Abhängigkeit anderer Einflussgrößen</b>	<i>Kapitel</i>
5. Harmonische von Spannung und Strom	8.3
Subharmonische im Wechselstrompfad	8.3
Ungerade Harmonische im Wechselstrompfad	8.3
Vertauschte Phasenfolge	8.3

### Nullpunktunterdrückung, Bereichseinschränkungen

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

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

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

**Hilfsenergie** via Klemmen 13 - 14  
**Nennspannung:** (siehe Typenschild)  
 V1: 100...230V AC 50/60Hz / DC  $\pm 15\%$ , Überspannungskategorie OVC III  
 oder  
 V2: 24...48V DC  $\pm 15\%$   
**Leistungsaufnahme:** Hängt von der verwendeten Geräteausführung ab  
 $\leq 27 \text{ VA}, \leq 12 \text{ W}$

## 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>	<p>Optionale Module</p> <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>• IEC61850-Schnittstelle</li> <li>• PROFINET-Schnittstelle</li> <li>• 2 Temperatureingänge</li> <li>• PME-Zentrale (zum Anschluss der PME-Funkmodule)</li> </ul>

Es können bis zu 2 Erweiterungen vorhanden sein.

### I/O-Interface

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

**Analoge Ausgänge** via Steckklemmen  
 Linearisierung: Linear, mit Knick  
 Bereich:  $\pm 20$  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

**Passive digitale Eingänge** via Steckklemmen  
 Nennspannung 12 / 24 V DC (30 V max.)  
 Eingangsstrom  $< 7$  mA  
 Logisch Null -3 bis +5 V  
 Logisch Eins 8 bis 30 V  
 Minimale Pulsbreite 70...250ms

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

**Digitale Ausgänge** via Steckklemmen  
 Nennspannung 12 / 24 V DC (30 V max.)  
 Nennstrom 50 mA (60 mA max.)

<b><u>Fehlerstromerkennung</u></b>	via Steckklemmen
Anzahl Kanäle	2; jeder Kanal stellt zwei Messbereiche (2mA, 1A) zur Verfügung
Nullpunkt-Unterdrückung	Messwerte < 0.2% des Messbereiches
<b>Messbereich 1A</b>	
Anwendung:	Messung eines Fehler- oder Erdleiterstromes
Messwandler:	Stromwandler 1/1 bis 1000/1A Überstrom-Begrenzungsfaktor FS5 Bemessungsleistung 0.2 bis 1.5 VA
Messbereich:	$I_{Nenn} = 1.0A$ (max. 1.2A; Crestfaktor 3)
Überlast:	2A dauernd; 20A, 5 x 1s, Intervall 300s
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:	$I_{Nenn} = 2mA$ (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:	$I_{OFF} = 90...75\%$ *)
Vorwarnschwelle:	$I_{WARN} = 50%...(I_{OFF}-1\%)$ *)
Vorwarnung AUS:	$I_{WARN} - (10...25\%)$ *)
Ansprechverzögerung:	1...10s, separat für Alarm und Vorwarnung
Abfallverzögerung:	1...300s, separat für Alarm und Vorwarnung

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

<b><u>Temperatureingänge</u></b>	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 $\pm 1 K$
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 $\geq -20^\circ C$
Ansprechverzögerung:	0...999 s
Abfallverzögerung:	0...999 s

## Schnittstellen

**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 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  
Übrige: Anwendungsgruppe II (EN 60 688)  
Relative Luftfeuchte: < 95% ohne Betauung  
Betriebshöhe: ≤ 2'000 m über NN  
Nur in Innenräumen zu verwenden!

## Mechanische Eigenschaften

Gehäusematerial:	Polycarbonat
Brennbarkeitsklasse:	V-0 nach UL94, selbstverlöschend, nicht tropfend, halogenfrei
Gewicht:	600 g

### Abmessungen



### 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; Gehäuse: IP30, Klemmen: IP20

Bemessungsspannung

(gegen Erde): Hilfsenergie V1: 100...230V AC / DC

Hilfsenergie V2: 24...48V DC

Relais: 250 V AC (OVC III)

I/O's: 24 V DC

Prüfspannungen: Prüfdauer 60s, nach IEC/EN 61010-1 (2011)

- Hilfsenergie gegen Eingänge U <sup>1)</sup>: 3600V AC
- Hilfsenergie gegen Eingänge I, Relais: 3000V AC
- Hilfsenergie V1 gegen Bus, I/O's: 3000V AC
- Eingänge U gegen Eingänge I: 1800V AC
- Eingänge U gegen Bus, I/O's <sup>1)</sup>: 3600V AC
- Eingänge I gegen Bus, I/O's: 3000V AC
- Eingänge I gegen Eingänge I: 1500V AC

<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
EN 50160	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/-3/-6/-27:	Umweltprüfungen -1 Kälte, -2 Trockene Wärme, -3 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 62053-22: 2003	Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 0,1 S, 0,2 S und 0,5 S
IEC 62053-24: 2014	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-0003.

# Anhang

## A Beschreibung der Messgrößen

### Verwendete Abkürzungen

1L	Einphasennetz
2L	Split phase, Netz mit 2 Phasen und Mittelabgriff
3Lb	Dreileiternetz mit gleicher Belastung
3Lb.P	Dreileiternetz mit gleicher Belastung in Kunstschaltung (nur 2 Spannungen angeschlossen)
3Lu	Dreileiternetz mit ungleicher Belastung
3Lu.A	Dreileiternetz mit ungleicher Belastung, Aron-Schaltung (nur 2 Ströme angeschlossen)
4Lb	Vierleiternetz mit gleicher Belastung
4Lu	Vierleiternetz mit ungleicher Belastung
4Lu.O	Vierleiternetz mit ungleicher Belastung, Open-Y (reduzierte Spannungsanschaltung)

### 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	3Lb.P	3Lu	3Lu.A	4Lb	4Lu.O	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)	•	•									√	√

Messgrösse	aktuell	max	min	1L	2L	3Lb	3Lb.P	3Lu	3Lu.A	4Lb	4Lu.O	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)

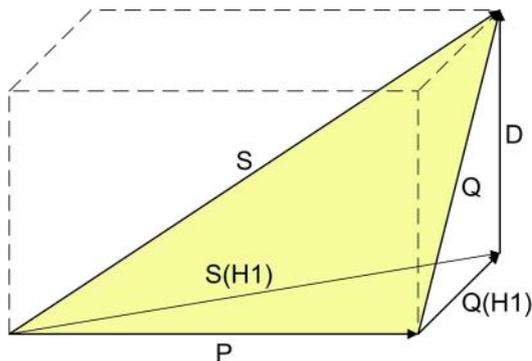
<sup>3)</sup> Bei 3-Leiter-Systemen: Homopolare Spannung, nur falls deren Messung aktiviert wurde

• 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): Grundschwingungs-Scheinleistung
- Q: Gesamt-Blindleistung
- Q(H1): Grundschwingungs-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 Grundschwingungs-Scheinleistung S(H1).

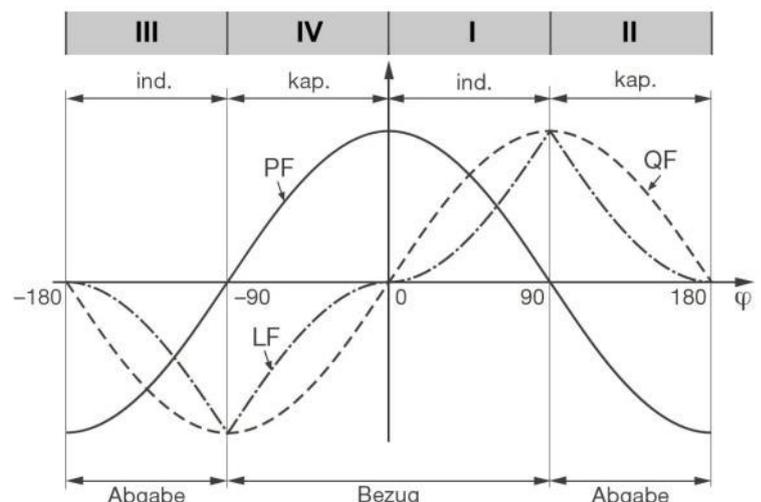
Der **tan $\varphi$**  wird oft als Zielgrösse bei der kapazitiven Blindleistungs-Kompensation angewendet. Er entspricht dem Verhältnis der Grundwellen-Blindleistung Q(H1) zur Wirkleistung P.

## 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.



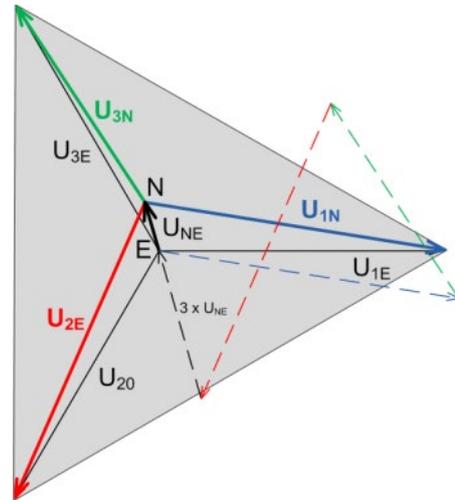
Beispiel aus Sicht eines Energieverbrauchers

## 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:

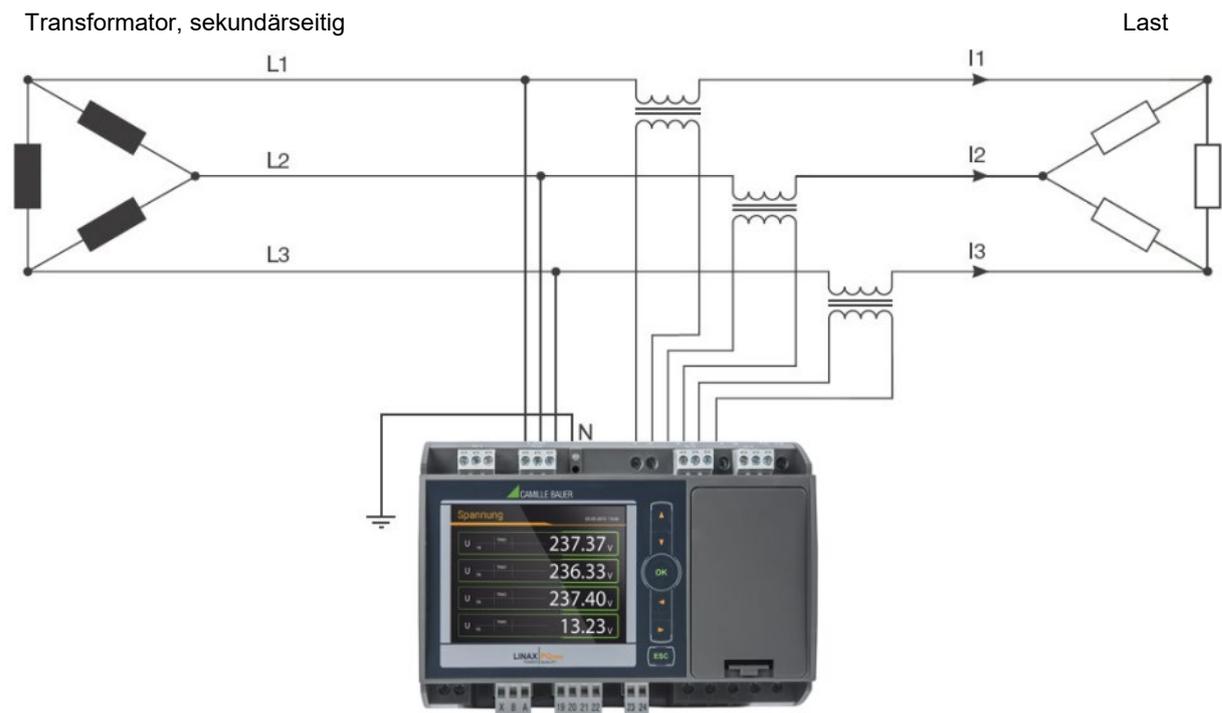
$$U_{NE} = - (U_{1N} + U_{2N} + U_{3N}) / 3$$

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	3Lb.P	3Lu	3Lu.A	4Lb	4Lu.O	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	3Lb.P	3Lu	3Lu.A	4Lb	4Lu.O	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.

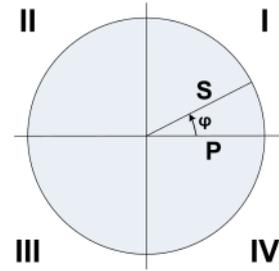
Auch eine Störfallerkennung ist möglich. Die in Kompensationsanlagen eingesetzten Kondensatoren sind Verschleissteile, die oft ausfallen und dann ersetzt werden müssen. Beim Einsatz dreiphasiger Leistungskondensatoren werden alle Phasen gleich kompensiert, was bei nahezu symmetrischer Netzbelastung zu 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 Mittelwert erfolgt durch Integration der ermittelten Momentanwerte während eines programmierbaren Intervalls. 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

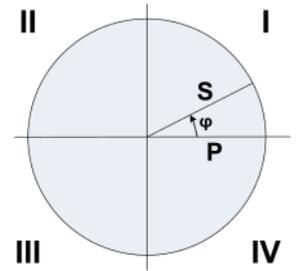
Mit Hilfe dieser Messgröße lässt sich der Langzeit-Effekt des Stromes messen, z.B. zur Überwachung der Erwärmung einer stromdurchflossenen Leitung. Dazu wird eine exponentielle Funktion verwendet, ähnlich der Ladekurve eines Kondensators. Die Einstellzeit der Funktion ist frei wählbar, typischerweise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

Messgröße		aktuell	max	1L	2L	3Lb	3Lb.P	3Lu	3Lu.A	4Lb	4Lu.O	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	3Lb.P	3Lu	3Lu.A	4Lb	4Lu.O	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	Sternpunktverschiebungsspannung
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
IMS	I $\emptyset$  TRMS	A	Strommittelwert mit Vorzeichen von P

## 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
ΣP_I_IV_HT	P  ΣHT	Wh	Wirkenergie I+IV, Hochtarif
ΣP_II_III_HT	P  ΣHT	Wh	Wirkenergie II+III, Hochtarif
ΣQ_I_II_HT	Q  ΣHT	varh	Blindenergie I+II, Hochtarif
ΣQ_III_IV_HT	Q  ΣHT	varh	Blindenergie III+IV, Hochtarif
ΣP_I_IV_NT	P  ΣLT	Wh	Wirkenergie I+IV, Niedertarif
ΣP_II_III_NT	P  ΣLT	Wh	Wirkenergie II+III, Niedertarif
ΣQ_I_II_NT	Q  ΣLT	varh	Blindenergie I+II, Niedertarif
ΣQ_III_IV_NT	Q  ΣLT	varh	Blindenergie III+IV, Niedertarif
ΣMETER1	(m) (p) (qg) Σ(T)	(mu)	Freier Zähler 1, Tarif HT oder NT
ΣMETER2	(m) (p) (qg) Σ(T)	(mu)	Freier Zähler 2, Tarif HT oder NT
....	(m) (p) (qg) Σ(T)	(mu)	....
ΣMETER11	(m) (p) (qg) Σ(T)	(mu)	Freier Zähler 11, Tarif HT oder NT
ΣMETER12	(m) (p) (qg) Σ(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“

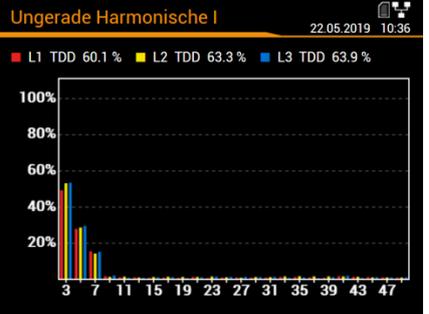
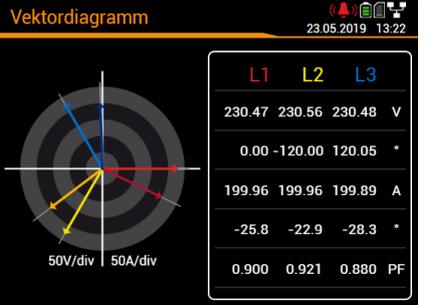
(qg): Grafische Quadranteninformation, z.B. 

(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>Σ</td><td></td></tr> <tr><td>P</td><td>29.23 kW</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 kVA</td></tr> <tr><td>cosφ</td><td>0.942</td></tr> <tr><td>PF</td><td>0.943</td></tr> </table>	Σ		P	29.23 kW	Q	10.09 kvar	Q(H1)	10.34 kvar	D	0.00 kvar	S	30.99 kVA	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 Grundschiwingung Qx(H1)</li> <li>cos(φ) der Grundschiwingung</li> <li>Wirkfaktor PFx</li> </ul>		
Σ																				
P	29.23 kW																			
Q	10.09 kvar																			
Q(H1)	10.34 kvar																			
D	0.00 kvar																			
S	30.99 kVA																			
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)	Grafik: Minimaler cos(φ) in allen 4 Quadranten																		
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: 1078.50 Oeltemperatur: 76.0 °C</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 15:48</p> <table border="1"> <tr><td>17:37:54</td><td>3.5017 kW</td></tr> <tr><td>17:30:00</td><td>3.4957 kW</td></tr> <tr><td>17:15:00</td><td>3.4992 kW</td></tr> <tr><td>17:00:00</td><td>3.4924 kW</td></tr> <tr><td>16:45:00</td><td>3.4924 kW</td></tr> <tr><td>16:30:00</td><td>3.5025 kW</td></tr> </table>	17:37:54	3.5017 kW	17:30:00	3.4957 kW	17:15:00	3.4992 kW	17:00:00	3.4924 kW	16:45:00	3.4924 kW	16:30:00	3.5025 kW	<p>Grafik Mittelwert P (I+IV) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>						
17:37:54	3.5017 kW																			
17:30:00	3.4957 kW																			
17:15:00	3.4992 kW																			
17:00:00	3.4924 kW																			
16:45:00	3.4924 kW																			
16:30:00	3.5025 kW																			
MT_P_II_III	(wie MT_P_I_IV)	Grafik Mittelwert P (II+III) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum																		
MT_Q_I_II	(wie MT_P_I_IV)	Grafik Mittelwert Q (I+II) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum																		
MT_Q_III_IV	(wie MT_P_I_IV)	Grafik Mittelwert Q (III+IV) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum																		
MT_S	(wie MT_P_I_IV)	Grafik Mittelwert S: Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum																		

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	 <table border="1" data-bbox="598 929 805 1176"> <thead> <tr> <th></th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V</td> <td>230.47</td> <td>230.56</td> <td>230.48</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>°</td> <td>0.00</td> <td>-120.00</td> <td>120.05</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>199.96</td> <td>199.96</td> <td>199.89</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>°</td> <td>-25.8</td> <td>-22.9</td> <td>-28.3</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>PF</td> <td>0.900</td> <td>0.921</td> <td>0.880</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>		L1	L2	L3		V	230.47	230.56	230.48	V	°	0.00	-120.00	120.05	°	A	199.96	199.96	199.89	A	°	-25.8	-22.9	-28.3	°	PF	0.900	0.921	0.880	PF	Grafik: Alle Strom- und Spannungsvektoren mit aktueller Belastungsinformation
	L1	L2	L3																													
V	230.47	230.56	230.48	V																												
°	0.00	-120.00	120.05	°																												
A	199.96	199.96	199.89	A																												
°	-25.8	-22.9	-28.3	°																												
PF	0.900	0.921	0.880	PF																												

## B1 Anzeige-Matrizen Einphasennetz

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix												
 Momentanwerte	<table border="1"> <tr> <td>U UNE F</td> <td>U_MM UNE_MAX F_MM</td> </tr> <tr> <td>I IN IMS</td> <td>I_MAX IN_MAX</td> </tr> <tr> <td>P Q S PF P_TRIANGLE</td> <td>P_MAX Q_MAX S_MAX</td> </tr> <tr> <td>PF_MIN</td> <td>Cφ_MIN</td> </tr> <tr> <td>I&gt; 1.1 / 1.2</td> <td>I&gt; 2.1 / 2.2</td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> </tr> </table>	U UNE F	U_MM UNE_MAX F_MM	I IN IMS	I_MAX IN_MAX	P Q S PF P_TRIANGLE	P_MAX Q_MAX S_MAX	PF_MIN	Cφ_MIN	I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2
U UNE F	U_MM UNE_MAX F_MM												
I IN IMS	I_MAX IN_MAX												
P Q S PF P_TRIANGLE	P_MAX Q_MAX S_MAX												
PF_MIN	Cφ_MIN												
I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2												
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2												
 Energie Zählerstände Standard-Zähler	<table border="1"> <tr> <td>           ΣP_I_IV_HT            ΣP_I_IV_NT            ΣP_II_III_NT            ΣP_II_III_HT            ΣQ_I_II_HT            ΣQ_I_II_NT            ΣQ_III_IV_HT            ΣQ_I_II_NT         </td> </tr> </table>	ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT											
ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT													
 Energie Zählerstände Freie Zähler	<table border="1"> <tr> <td>           ΣMETER1            ΣMETER2            ΣMETER3            ΣMETER4            ΣMETER5            ΣMETER6            ΣMETER7            ΣMETER8            ΣMETER9            ΣMETER10            ΣMETER11            ΣMETER12         </td> </tr> </table>	ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12											
ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12													
 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 M2 M3 M4</td> <td>TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 M6 M7 M8</td> <td>TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 M10 M11 M12</td> <td>TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM			
M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM											
M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM											
M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM											
 Energie Bimetallstrom	<table border="1"> <tr> <td>IB IB_MAX</td> </tr> </table>	IB IB_MAX											
IB IB_MAX													

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

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																																																																
<p>Momentanwerte</p>	<table border="1"> <tr> <td>U1N</td> <td>U1N_MM</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U2N</td> <td>U2N_MM</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>U_MM</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>UNE</td> <td>UNE_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I1</td> <td>I1_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I2</td> <td>I2_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IN</td> <td>IN_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IPE</td> <td>IPE_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>P1</td> <td>P_MAX</td> <td>P1_MAX</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>P2</td> <td>Q_MAX</td> <td>P2_MAX</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>Q1</td> <td>S_MAX</td> <td>Q1_MAX</td> </tr> <tr> <td>PF</td> <td>Q2</td> <td>F_MM</td> <td>Q2_MAX</td> </tr> <tr> <td>P_TRIANGLE</td> <td>P1_TRIANGLE</td> <td>P2_TRIANGLE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PF_MIN</td> <td>Cφ_MIN</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I&gt; 1.1 / 1.2</td> <td>I&gt; 2.1 / 2.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I∅ 1.1 / 1.2</td> <td>I∅ 2.1 / 2.2</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	U1N	U1N_MM			U2N	U2N_MM			U	U_MM			UNE	UNE_MAX			I1	I1_MAX			I2	I2_MAX			IN	IN_MAX			IPE	IPE_MAX			P	P1	P_MAX	P1_MAX	Q	P2	Q_MAX	P2_MAX	F	Q1	S_MAX	Q1_MAX	PF	Q2	F_MM	Q2_MAX	P_TRIANGLE	P1_TRIANGLE	P2_TRIANGLE		PF_MIN	Cφ_MIN			I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2			I∅ 1.1 / 1.2	I∅ 2.1 / 2.2		
U1N	U1N_MM																																																																
U2N	U2N_MM																																																																
U	U_MM																																																																
UNE	UNE_MAX																																																																
I1	I1_MAX																																																																
I2	I2_MAX																																																																
IN	IN_MAX																																																																
IPE	IPE_MAX																																																																
P	P1	P_MAX	P1_MAX																																																														
Q	P2	Q_MAX	P2_MAX																																																														
F	Q1	S_MAX	Q1_MAX																																																														
PF	Q2	F_MM	Q2_MAX																																																														
P_TRIANGLE	P1_TRIANGLE	P2_TRIANGLE																																																															
PF_MIN	Cφ_MIN																																																																
I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2																																																																
I∅ 1.1 / 1.2	I∅ 2.1 / 2.2																																																																
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Standard-Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣP_I_IV_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣP_I_IV_NT</td> </tr> <tr> <td>ΣP_II_III_NT</td> </tr> <tr> <td>ΣP_II_III_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_I_II_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_I_II_NT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_III_IV_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_I_II_NT</td> </tr> </table>	ΣP_I_IV_HT	ΣP_I_IV_NT	ΣP_II_III_NT	ΣP_II_III_HT	ΣQ_I_II_HT	ΣQ_I_II_NT	ΣQ_III_IV_HT	ΣQ_I_II_NT																																																								
ΣP_I_IV_HT																																																																	
ΣP_I_IV_NT																																																																	
ΣP_II_III_NT																																																																	
ΣP_II_III_HT																																																																	
ΣQ_I_II_HT																																																																	
ΣQ_I_II_NT																																																																	
ΣQ_III_IV_HT																																																																	
ΣQ_I_II_NT																																																																	
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Freie Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣMETER1</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER2</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER3</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER4</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER5</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER6</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER7</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER8</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER9</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER10</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER11</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER12</td> </tr> </table>	ΣMETER1	ΣMETER2	ΣMETER3	ΣMETER4	ΣMETER5	ΣMETER6	ΣMETER7	ΣMETER8	ΣMETER9	ΣMETER10	ΣMETER11	ΣMETER12																																																				
ΣMETER1																																																																	
ΣMETER2																																																																	
ΣMETER3																																																																	
ΣMETER4																																																																	
ΣMETER5																																																																	
ΣMETER6																																																																	
ΣMETER7																																																																	
ΣMETER8																																																																	
ΣMETER9																																																																	
ΣMETER10																																																																	
ΣMETER11																																																																	
ΣMETER12																																																																	
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Leistungs-Mittelwerte + Trend</p>	<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																																																													
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Freie Mittelwerte + Trend</p>	<table border="1"> <tr> <td>M1</td> <td>TR_M1</td> <td>M1_MM</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>TR_M2</td> <td>M2_MM</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>TR_M3</td> <td>M3_MM</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>TR_M4</td> <td>M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5</td> <td>TR_M5</td> <td>M5_MM</td> </tr> <tr> <td>M6</td> <td>TR_M6</td> <td>M6_MM</td> </tr> <tr> <td>M7</td> <td>TR_M7</td> <td>M7_MM</td> </tr> <tr> <td>M8</td> <td>TR_M8</td> <td>M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9</td> <td>TR_M9</td> <td>M9_MM</td> </tr> <tr> <td>M10</td> <td>TR_M10</td> <td>M10_MM</td> </tr> <tr> <td>M11</td> <td>TR_M11</td> <td>M11_MM</td> </tr> <tr> <td>M12</td> <td>TR_M12</td> <td>M12_MM</td> </tr> </table>	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																																																															
<p>Energie</p> <p>Bimetalstrom</p>	<table border="1"> <tr> <td>IB1</td> </tr> <tr> <td>IB2</td> </tr> <tr> <td>IB1_MAX</td> </tr> <tr> <td>IB2_MAX</td> </tr> </table>	IB1	IB2	IB1_MAX	IB2_MAX																																																												
IB1																																																																	
IB2																																																																	
IB1_MAX																																																																	
IB2_MAX																																																																	

### B3 Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz gleichbelastet

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																												
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">  Momentanwerte         </div>	<table border="1"> <tr> <td>U12 U23 U31 F</td> <td>UNE UNE_MAX <sup>1)</sup></td> <td>U12_MM U23_MM U31_MM F_MM</td> <td>UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX</td> </tr> <tr> <td>I I_MAX IMS</td> <td colspan="3"><sup>1)</sup> Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert</td> </tr> <tr> <td>P Q S PF</td> <td>P_MAX Q_MAX S_MAX</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>P_TRIANGLE</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>PF_MIN</td> <td>Cφ_MIN</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>I&gt; 1.1 / 1.2</td> <td>I&gt; 2.1 / 2.2</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	U12 U23 U31 F	UNE UNE_MAX <sup>1)</sup>	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX	I I_MAX IMS	<sup>1)</sup> Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert			P Q S PF	P_MAX Q_MAX S_MAX			P_TRIANGLE				PF_MIN	Cφ_MIN			I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2			∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2		
U12 U23 U31 F	UNE UNE_MAX <sup>1)</sup>	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX																										
I I_MAX IMS	<sup>1)</sup> Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert																												
P Q S PF	P_MAX Q_MAX S_MAX																												
P_TRIANGLE																													
PF_MIN	Cφ_MIN																												
I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2																												
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2																												
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Energie         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 5px; margin-left: 20px;">           Zählerstände         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-left: 40px;">           Standard-Zähler         </div>	<table border="1"> <tr> <td>           ΣP_I_IV_HT            ΣP_I_IV_NT            ΣP_II_III_NT            ΣP_II_III_HT            ΣQ_I_II_HT            ΣQ_I_II_NT            ΣQ_III_IV_HT            ΣQ_I_II_NT         </td> </tr> </table>	ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																											
ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																													
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Energie         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-left: 20px; margin-bottom: 5px;">           Zählerstände         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-left: 40px;">           Freie Zähler         </div>	<table border="1"> <tr> <td>           ΣMETER1            ΣMETER2            ΣMETER3            ΣMETER4            ΣMETER5            ΣMETER6            ΣMETER7            ΣMETER8            ΣMETER9            ΣMETER10            ΣMETER11            ΣMETER12         </td> </tr> </table>	ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																											
ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																													
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Energie         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-left: 20px; margin-bottom: 5px;">           Mittelwerte         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-left: 40px;">           Leistungs-Mittelwerte + Trend         </div>	<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																									
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Energie         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-left: 20px; margin-bottom: 5px;">           Mittelwerte         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-left: 40px;">           Freie Mittelwerte + Trend         </div>	<table border="1"> <tr> <td>M1 M2 M3 M4</td> <td>TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 M6 M7 M8</td> <td>TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 M10 M11 M12</td> <td>TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																			
M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM																											
M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																											
M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																											
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Energie         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-left: 20px;">           Bimetallstrom         </div>	<table border="1"> <tr> <td>IB IB_MAX</td> </tr> </table>	IB IB_MAX																											
IB IB_MAX																													

## B4 Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz gleichbelastet in Kunstschtaltung

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																																				
 Momentanwerte	<table border="1"> <tr> <td>U</td> <td>U_MM</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>I_MAX</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>P_MAX</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F_MM</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>P_MAX</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>Q_MAX</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>S_MAX</td> </tr> <tr> <td>PF</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P_TRIANGLE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PF_MIN</td> <td>Cφ_MIN</td> </tr> <tr> <td>I &gt; 1.1 / 1.2</td> <td>I &gt; 2.1 / 2.2</td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> </tr> </table>	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	I > 1.1 / 1.2	I > 2.1 / 2.2	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2												
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																																				
I > 1.1 / 1.2	I > 2.1 / 2.2																																				
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2																																				
 Energie Zählerstände Standard-Zähler	<table border="1"> <tr> <td>ΣP_I_IV_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣP_I_IV_NT</td> </tr> <tr> <td>ΣP_II_III_NT</td> </tr> <tr> <td>ΣP_II_III_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_I_II_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_I_II_NT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_III_IV_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_I_II_NT</td> </tr> </table>	ΣP_I_IV_HT	ΣP_I_IV_NT	ΣP_II_III_NT	ΣP_II_III_HT	ΣQ_I_II_HT	ΣQ_I_II_NT	ΣQ_III_IV_HT	ΣQ_I_II_NT																												
ΣP_I_IV_HT																																					
ΣP_I_IV_NT																																					
ΣP_II_III_NT																																					
ΣP_II_III_HT																																					
ΣQ_I_II_HT																																					
ΣQ_I_II_NT																																					
ΣQ_III_IV_HT																																					
ΣQ_I_II_NT																																					
 Energie Zählerstände Freie Zähler	<table border="1"> <tr> <td>ΣMETER1</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER2</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER3</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER4</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER5</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER6</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER7</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER8</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER9</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER10</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER11</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER12</td> </tr> </table>	ΣMETER1	ΣMETER2	ΣMETER3	ΣMETER4	ΣMETER5	ΣMETER6	ΣMETER7	ΣMETER8	ΣMETER9	ΣMETER10	ΣMETER11	ΣMETER12																								
ΣMETER1																																					
ΣMETER2																																					
ΣMETER3																																					
ΣMETER4																																					
ΣMETER5																																					
ΣMETER6																																					
ΣMETER7																																					
ΣMETER8																																					
ΣMETER9																																					
ΣMETER10																																					
ΣMETER11																																					
ΣMETER12																																					
 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</td> <td>TR_M1</td> <td>M1_MM</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>TR_M2</td> <td>M2_MM</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>TR_M3</td> <td>M3_MM</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>TR_M4</td> <td>M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5</td> <td>TR_M5</td> <td>M5_MM</td> </tr> <tr> <td>M6</td> <td>TR_M6</td> <td>M6_MM</td> </tr> <tr> <td>M7</td> <td>TR_M7</td> <td>M7_MM</td> </tr> <tr> <td>M8</td> <td>TR_M8</td> <td>M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9</td> <td>TR_M9</td> <td>M9_MM</td> </tr> <tr> <td>M10</td> <td>TR_M10</td> <td>M10_MM</td> </tr> <tr> <td>M11</td> <td>TR_M11</td> <td>M11_MM</td> </tr> <tr> <td>M12</td> <td>TR_M12</td> <td>M12_MM</td> </tr> </table>	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>IB</td> </tr> <tr> <td>IB_MAX</td> </tr> </table>	IB	IB_MAX																																		
IB																																					
IB_MAX																																					

## B5 Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																												
<p>Momentanwerte</p>	<table border="1"> <tr> <td>U12 U23 U31 F</td> <td>UNE UNE_MAX <sup>1)</sup></td> <td>U12_MM U23_MM U31_MM F_MM</td> <td>UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX</td> </tr> <tr> <td>I1 I2 I3 IPE</td> <td>I1_MAX I2_MAX I3_MAX IPE_MAX</td> <td>IR1 IR2 IR2R1 IR21_MAX</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P Q S PF</td> <td>P_MAX Q_MAX S_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P_TRIANGLE</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PF_MIN</td> <td>Cφ_MIN</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I&gt; 1.1 / 1.2</td> <td>I&gt; 2.1 / 2.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><sup>1)</sup>Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert</p>	U12 U23 U31 F	UNE UNE_MAX <sup>1)</sup>	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX	I1 I2 I3 IPE	I1_MAX I2_MAX I3_MAX IPE_MAX	IR1 IR2 IR2R1 IR21_MAX		P Q S PF	P_MAX Q_MAX S_MAX			P_TRIANGLE				PF_MIN	Cφ_MIN			I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2			∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2		
U12 U23 U31 F	UNE UNE_MAX <sup>1)</sup>	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX																										
I1 I2 I3 IPE	I1_MAX I2_MAX I3_MAX IPE_MAX	IR1 IR2 IR2R1 IR21_MAX																											
P Q S PF	P_MAX Q_MAX S_MAX																												
P_TRIANGLE																													
PF_MIN	Cφ_MIN																												
I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2																												
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2																												
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Standard-Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT</td> </tr> </table>	ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																											
ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																													
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Freie Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12</td> </tr> </table>	ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																											
ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																													
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Leistungs-Mittelwerte + Trend</p>	<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																									
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Freie Mittelwerte + Trend</p>	<table border="1"> <tr> <td>M1 M2 M3 M4</td> <td>TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 M6 M7 M8</td> <td>TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 M10 M11 M12</td> <td>TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																			
M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM																											
M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																											
M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																											
<p>Energie</p> <p>Bimetallstrom</p>	<table border="1"> <tr> <td>IB1 IB2 IB3</td> <td>IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX</td> </tr> </table>	IB1 IB2 IB3	IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX																										
IB1 IB2 IB3	IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX																												

## B6 Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet, Aron

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																				
 Momentanwerte	<table border="1"> <tr> <td>U12 U23 U31 F</td> <td>UNE UNE_MAX  1)</td> <td>U12_MM U23_MM U31_MM F_MM</td> <td>UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX</td> </tr> <tr> <td>I1 I2 I3 IMS</td> <td>I1_MAX I2_MAX I3_MAX</td> <td colspan="2" rowspan="5">1) Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert</td> </tr> <tr> <td>P Q S PF</td> <td>P_MAX Q_MAX S_MAX</td> </tr> <tr> <td>P_TRIANGLE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PF_MIN</td> <td>Cφ_MIN</td> </tr> <tr> <td>I&gt; 1.1 / 1.2</td> <td>I&gt; 2.1 / 2.2</td> </tr> <tr> <td>I∅ 1.1 / 1.2</td> <td>I∅ 2.1 / 2.2</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	U12 U23 U31 F	UNE UNE_MAX  1)	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX	I1 I2 I3 IMS	I1_MAX I2_MAX I3_MAX	1) Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert		P Q S PF	P_MAX Q_MAX S_MAX	P_TRIANGLE		PF_MIN	Cφ_MIN	I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2	I∅ 1.1 / 1.2	I∅ 2.1 / 2.2		
U12 U23 U31 F	UNE UNE_MAX  1)	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX																		
I1 I2 I3 IMS	I1_MAX I2_MAX I3_MAX	1) Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert																			
P Q S PF	P_MAX Q_MAX S_MAX																				
P_TRIANGLE																					
PF_MIN	Cφ_MIN																				
I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2																				
I∅ 1.1 / 1.2	I∅ 2.1 / 2.2																				
 Energie Zählerstände Standard-Zähler	<table border="1"> <tr> <td>ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT</td> </tr> </table>	ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																			
ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																					
 Energie Zählerstände Freie Zähler	<table border="1"> <tr> <td>ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12</td> </tr> </table>	ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																			
ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																					
 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 M2 M3 M4</td> <td>TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 M6 M7 M8</td> <td>TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 M10 M11 M12</td> <td>TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM											
M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM																			
M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																			
M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																			
 Energie Bimetallstrom	<table border="1"> <tr> <td>IB1 IB2 IB3</td> <td>IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX</td> </tr> </table>	IB1 IB2 IB3	IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX																		
IB1 IB2 IB3	IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX																				

## B7 Anzeige-Matrizen Vierleiternetz gleichbelastet

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																																				
<p>Momentanwerte</p>	<table border="1"> <tr> <td>U</td> <td>U_MM</td> </tr> <tr> <td>UNE</td> <td>UNE_MAX</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>I_MAX</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F_MM</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>P_MAX</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>Q_MAX</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>S_MAX</td> </tr> <tr> <td>PF</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P_TRIANGLE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PF_MIN</td> <td>Cφ_MIN</td> </tr> <tr> <td>I&gt; 1.1 / 1.2</td> <td>I&gt; 2.1 / 2.2</td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> </tr> </table>	U	U_MM	UNE	UNE_MAX	I	I_MAX	F	F_MM	P	P_MAX	Q	Q_MAX	S	S_MAX	PF		P_TRIANGLE		PF_MIN	Cφ_MIN	I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2												
U	U_MM																																				
UNE	UNE_MAX																																				
I	I_MAX																																				
F	F_MM																																				
P	P_MAX																																				
Q	Q_MAX																																				
S	S_MAX																																				
PF																																					
P_TRIANGLE																																					
PF_MIN	Cφ_MIN																																				
I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2																																				
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2																																				
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Standard-Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣP_I_IV_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣP_I_IV_NT</td> </tr> <tr> <td>ΣP_II_III_NT</td> </tr> <tr> <td>ΣP_II_III_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_I_II_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_I_II_NT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_III_IV_HT</td> </tr> <tr> <td>ΣQ_I_II_NT</td> </tr> </table>	ΣP_I_IV_HT	ΣP_I_IV_NT	ΣP_II_III_NT	ΣP_II_III_HT	ΣQ_I_II_HT	ΣQ_I_II_NT	ΣQ_III_IV_HT	ΣQ_I_II_NT																												
ΣP_I_IV_HT																																					
ΣP_I_IV_NT																																					
ΣP_II_III_NT																																					
ΣP_II_III_HT																																					
ΣQ_I_II_HT																																					
ΣQ_I_II_NT																																					
ΣQ_III_IV_HT																																					
ΣQ_I_II_NT																																					
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Freie Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣMETER1</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER2</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER3</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER4</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER5</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER6</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER7</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER8</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER9</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER10</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER11</td> </tr> <tr> <td>ΣMETER12</td> </tr> </table>	ΣMETER1	ΣMETER2	ΣMETER3	ΣMETER4	ΣMETER5	ΣMETER6	ΣMETER7	ΣMETER8	ΣMETER9	ΣMETER10	ΣMETER11	ΣMETER12																								
ΣMETER1																																					
ΣMETER2																																					
ΣMETER3																																					
ΣMETER4																																					
ΣMETER5																																					
ΣMETER6																																					
ΣMETER7																																					
ΣMETER8																																					
ΣMETER9																																					
ΣMETER10																																					
ΣMETER11																																					
ΣMETER12																																					
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Leistungs-Mittelwerte + Trend</p>	<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																																	
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Freie Mittelwerte + Trend</p>	<table border="1"> <tr> <td>M1</td> <td>TR_M1</td> <td>M1_MM</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>TR_M2</td> <td>M2_MM</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>TR_M3</td> <td>M3_MM</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>TR_M4</td> <td>M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5</td> <td>TR_M5</td> <td>M5_MM</td> </tr> <tr> <td>M6</td> <td>TR_M6</td> <td>M6_MM</td> </tr> <tr> <td>M7</td> <td>TR_M7</td> <td>M7_MM</td> </tr> <tr> <td>M8</td> <td>TR_M8</td> <td>M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9</td> <td>TR_M9</td> <td>M9_MM</td> </tr> <tr> <td>M10</td> <td>TR_M10</td> <td>M10_MM</td> </tr> <tr> <td>M11</td> <td>TR_M11</td> <td>M11_MM</td> </tr> <tr> <td>M12</td> <td>TR_M12</td> <td>M12_MM</td> </tr> </table>	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																																			
<p>Energie</p> <p>Bimetallstrom</p>	<table border="1"> <tr> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>IB_MAX</td> </tr> </table>	IB	IB_MAX																																		
IB																																					
IB_MAX																																					

## B8 Anzeige-Matrizen Vierleiternetz ungleichbelastet

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																																								
<p>Momentanwerte</p>	<table border="1"> <tr> <td>U1N U2N U3N UNE</td> <td>U12 U23 U31 F</td> <td>U1N_MM U2N_MM U3N_MM F_MM</td> <td>U12_MM U23_MM U31_MM UR21_MAX</td> <td>UR1 UR2 U0 UNB_UR2_UR1</td> </tr> <tr> <td>I1 I2 I3 F</td> <td>IN IPE IMS</td> <td>I1_MAX I2_MAX I3_MAX</td> <td>IN_MAX IPE_MAX IR21_MAX</td> <td>IR1 IR2 I0 UNB_IR2_IR1</td> </tr> <tr> <td>P Q S PF</td> <td>P1 P2 P3 P</td> <td>Q1 Q2 Q3 Q</td> <td>S1 S2 S3 S</td> <td>P1_MAX P2_MAX P3_MAX P_MAX</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Q1_MAX Q2_MAX Q3_MAX Q_MAX</td> <td colspan="2">S1_MAX S2_MAX S3_MAX S_MAX</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">P_TRIANGLE</td> <td colspan="2">P1_TRIANGLE</td> <td>P2_TRIANGLE P3_TRIANGLE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PF_MIN</td> <td colspan="2">Cφ_MIN</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">I &gt; 1.1 / 1.2</td> <td colspan="2">I &gt; 2.1 / 2.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">I &gt; 1.1 / 1.2</td> <td colspan="2">I &gt; 2.1 / 2.2</td> <td></td> </tr> </table>	U1N U2N U3N UNE	U12 U23 U31 F	U1N_MM U2N_MM U3N_MM F_MM	U12_MM U23_MM U31_MM UR21_MAX	UR1 UR2 U0 UNB_UR2_UR1	I1 I2 I3 F	IN IPE IMS	I1_MAX I2_MAX I3_MAX	IN_MAX IPE_MAX IR21_MAX	IR1 IR2 I0 UNB_IR2_IR1	P Q S PF	P1 P2 P3 P	Q1 Q2 Q3 Q	S1 S2 S3 S	P1_MAX P2_MAX P3_MAX P_MAX	Q1_MAX Q2_MAX Q3_MAX Q_MAX		S1_MAX S2_MAX S3_MAX S_MAX			P_TRIANGLE		P1_TRIANGLE		P2_TRIANGLE P3_TRIANGLE	PF_MIN		Cφ_MIN			I > 1.1 / 1.2		I > 2.1 / 2.2			I > 1.1 / 1.2		I > 2.1 / 2.2		
U1N U2N U3N UNE	U12 U23 U31 F	U1N_MM U2N_MM U3N_MM F_MM	U12_MM U23_MM U31_MM UR21_MAX	UR1 UR2 U0 UNB_UR2_UR1																																					
I1 I2 I3 F	IN IPE IMS	I1_MAX I2_MAX I3_MAX	IN_MAX IPE_MAX IR21_MAX	IR1 IR2 I0 UNB_IR2_IR1																																					
P Q S PF	P1 P2 P3 P	Q1 Q2 Q3 Q	S1 S2 S3 S	P1_MAX P2_MAX P3_MAX P_MAX																																					
Q1_MAX Q2_MAX Q3_MAX Q_MAX		S1_MAX S2_MAX S3_MAX S_MAX																																							
P_TRIANGLE		P1_TRIANGLE		P2_TRIANGLE P3_TRIANGLE																																					
PF_MIN		Cφ_MIN																																							
I > 1.1 / 1.2		I > 2.1 / 2.2																																							
I > 1.1 / 1.2		I > 2.1 / 2.2																																							
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Standard-Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT</td> </tr> </table>	ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																																							
ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																																									
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Freie Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12</td> </tr> </table>	ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																																							
ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																																									
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Leistungs-Mittelwerte + Trend</p>	<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																																					
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Freie Mittelwerte + Trend</p>	<table border="1"> <tr> <td>M1 M2 M3 M4</td> <td>TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 M6 M7 M8</td> <td>TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 M10 M11 M12</td> <td>TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																															
M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM																																							
M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																																							
M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																																							
<p>Energie</p> <p>Bimetallstrom</p>	<table border="1"> <tr> <td>IB1 IB2 IB3</td> <td>IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX</td> </tr> </table>	IB1 IB2 IB3	IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX																																						
IB1 IB2 IB3	IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX																																								

## B9 Anzeige-Matrizen Vierleiternetz ungleichbelastet, Open-Y

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																																
<p>Momentanwerte</p>	<table border="1"> <tr> <td>U1N U2N U3N UNE</td> <td>U12 U23 U31 F</td> <td>U1N_MM U2N_MM U3N_MM UNE_MAX</td> <td>U12_MM U23_MM U31_MM F_MM</td> </tr> <tr> <td>I1 I2 I3 F</td> <td>IN IPE IMS</td> <td>I1_MAX I2_MAX I3_MAX</td> <td>IN_MAX IPE_MAX IR21_MAX IR1 IR2 IO UNB_IR2_IR1</td> </tr> <tr> <td>P Q S PF</td> <td>P1 P2 P3 P</td> <td>Q1 Q2 Q3 Q</td> <td>S1 S2 S3 S</td> </tr> <tr> <td></td> <td>P1_MAX P2_MAX P3_MAX P_MAX</td> <td>Q1_MAX Q2_MAX Q3_MAX Q_MAX</td> <td>S1_MAX S2_MAX S3_MAX S_MAX</td> </tr> <tr> <td>P_TRIANGLE</td> <td>P1_TRIANGLE</td> <td>P2_TRIANGLE</td> <td>P3_TRIANGLE</td> </tr> <tr> <td>PF_MIN</td> <td>Cφ_MIN</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I &gt; 1.1 / 1.2</td> <td>I &gt; 2.1 / 2.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I ≥ 1.1 / 1.2</td> <td>I ≥ 2.1 / 2.2</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	U1N U2N U3N UNE	U12 U23 U31 F	U1N_MM U2N_MM U3N_MM UNE_MAX	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	I1 I2 I3 F	IN IPE IMS	I1_MAX I2_MAX I3_MAX	IN_MAX IPE_MAX IR21_MAX IR1 IR2 IO UNB_IR2_IR1	P Q S PF	P1 P2 P3 P	Q1 Q2 Q3 Q	S1 S2 S3 S		P1_MAX P2_MAX P3_MAX P_MAX	Q1_MAX Q2_MAX Q3_MAX Q_MAX	S1_MAX S2_MAX S3_MAX S_MAX	P_TRIANGLE	P1_TRIANGLE	P2_TRIANGLE	P3_TRIANGLE	PF_MIN	Cφ_MIN			I > 1.1 / 1.2	I > 2.1 / 2.2			I ≥ 1.1 / 1.2	I ≥ 2.1 / 2.2		
U1N U2N U3N UNE	U12 U23 U31 F	U1N_MM U2N_MM U3N_MM UNE_MAX	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM																														
I1 I2 I3 F	IN IPE IMS	I1_MAX I2_MAX I3_MAX	IN_MAX IPE_MAX IR21_MAX IR1 IR2 IO UNB_IR2_IR1																														
P Q S PF	P1 P2 P3 P	Q1 Q2 Q3 Q	S1 S2 S3 S																														
	P1_MAX P2_MAX P3_MAX P_MAX	Q1_MAX Q2_MAX Q3_MAX Q_MAX	S1_MAX S2_MAX S3_MAX S_MAX																														
P_TRIANGLE	P1_TRIANGLE	P2_TRIANGLE	P3_TRIANGLE																														
PF_MIN	Cφ_MIN																																
I > 1.1 / 1.2	I > 2.1 / 2.2																																
I ≥ 1.1 / 1.2	I ≥ 2.1 / 2.2																																
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Standard-Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT</td> </tr> </table>	ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																															
ΣP_I_IV_HT ΣP_I_IV_NT ΣP_II_III_NT ΣP_II_III_HT ΣQ_I_II_HT ΣQ_I_II_NT ΣQ_III_IV_HT ΣQ_I_II_NT																																	
<p>Energie</p> <p>Zählerstände</p> <p>Freie Zähler</p>	<table border="1"> <tr> <td>ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12</td> </tr> </table>	ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																															
ΣMETER1 ΣMETER2 ΣMETER3 ΣMETER4 ΣMETER5 ΣMETER6 ΣMETER7 ΣMETER8 ΣMETER9 ΣMETER10 ΣMETER11 ΣMETER12																																	
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Leistungs-Mittelwerte + Trend</p>	<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																													
<p>Energie</p> <p>Mittelwerte</p> <p>Freie Mittelwerte + Trend</p>	<table border="1"> <tr> <td>M1 M2 M3 M4</td> <td>TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 M6 M7 M8</td> <td>TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 M10 M11 M12</td> <td>TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																							
M1 M2 M3 M4	TR_M1 TR_M2 TR_M3 TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM																															
M5 M6 M7 M8	TR_M5 TR_M6 TR_M7 TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																															
M9 M10 M11 M12	TR_M9 TR_M10 TR_M11 TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																															
<p>Energie</p> <p>Bimetallstrom</p>	<table border="1"> <tr> <td>IB1 IB2 IB3</td> <td>IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX</td> </tr> </table>	IB1 IB2 IB3	IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX																														
IB1 IB2 IB3	IB1_MAX IB2_MAX IB3_MAX																																

## C Logikfunktionen

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

Funktion	Symbol	Ältere Symbole		Wahrheitstabelle	Klartext
		ANSI 91-1984	DIN 40700 (alt)		
<b>AND</b>				<b>A</b> <b>B</b> <b>Y</b>	Funktion ist wahr falls alle Eingangsbedingungen erfüllt sind
				0 0 0	
				0 1 0	
				1 0 0	
				1 1 1	
<b>NAND</b>				<b>A</b> <b>B</b> <b>Y</b>	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>				<b>A</b> <b>B</b> <b>Y</b>	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>				<b>A</b> <b>B</b> <b>Y</b>	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 .....	65
Anzeige-Matrizen .....	98

## B

Bedienelemente .....	58
Blindleistung .....	92

## C

cosφ .....	91
Cyber Security Ausserbetriebnahme .....	81
Cyber Security Hinweise .....	6
Cyber Security Richtlinien .....	35

## E

Elektrische Anschlüsse	
Analogausgang .....	28
Aron-Schaltung .....	21
Digitalausgang .....	27
Digitaleingang .....	26
Eingänge .....	13
Hilfsenergie .....	25
I/O-Erweiterungen .....	12
Leiterquerschnitte .....	12
Modbus-Schnittstelle .....	28
Open-Y .....	23
Relais .....	26
Rogowski-Stromeingänge .....	25
Split phase .....	24
Ethernet	
LEDs .....	43
Ethernet installation .....	39

## F

FCC statement .....	113
Fehlerstrom .....	29
Firewall .....	42

## G

Geräte-Übersicht .....	7
GPS .....	32
Grundwellenblindleistung .....	90

## H

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

## I

I, II, III, IV .....	60
IEC61850 .....	44
Inbetriebnahme .....	35
Instandhaltung und Wartung .....	81
IRIG-B .....	34

## K

Konfiguration	
Menü .....	61

## L

Lieferumfang .....	5
Logikbausteine	
AND .....	112
DIRECT .....	112
INVERT .....	112

NAND .....	112
NOR .....	112
OR .....	112
Logikfunktionen .....	112

## M

Mechanischer Einbau .....	10
Menübedienung .....	58
Messgrößen .....	90
Bimetallstrom .....	96
Erdschlussüberwachung .....	93
Grundgrößen .....	90
Leistungsfaktoren .....	92
Mittelwerte und Trend .....	96
Netz-Unsymmetrie .....	95
Nullpunkt-Verlagerungsspannung .....	93
Oberschwingungs-Analyse .....	94
Zähler .....	97
Messwertanzeigen .....	59
Messwerte	
Rücksetzen .....	61

## N

Netz-Unsymmetrie .....	95
NTP .....	41
Nullpunktunterdrückung .....	83

## P

Profinet IO .....	45
-------------------	----

## R

RCM .....	29
Römische Zahlen .....	60
Rücksetzen von Messwerten .....	61

## S

Sammelalarm .....	69
Sicherheitshinweise .....	6
Sicherheitssystem .....	50, 53
Simulation .....	49
Störschreiber .....	75
Symbole .....	60
Symmetrische Komponenten .....	95
SYSLOG .....	56

## T

Technische Daten .....	82
Temperatureingänge .....	31

## U

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

## V

Verzerrungsblindleistung .....	90
--------------------------------	----

## W

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

## Z

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