

# Geräte-Handbuch CENTRAX CU3000 / CU5000

Betriebsanleitung CENTRAX CU3000 / CU5000 (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**  
GMC-INSTRUMENTS GROUP

## Rechtliche Hinweise

### Warnhinweise

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



Ein Nichtbeachten führt zu Tod oder schwerer Körperverletzung.



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



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



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 Verfügbare Messdaten	8
<b>4. Mechanischer Einbau</b>	<b>9</b>
4.1 CENTRAX CU3000	9
4.2 CENTRAX CU5000	10
<b>5. Elektrische Anschlüsse</b>	<b>11</b>
5.1 Allgemeine Warnhinweise	11
5.2 Klemmenbelegung der I/O-Erweiterungen	12
5.2.1 CENTRAX CU3000	12
5.2.2 CENTRAX CU5000	13
5.3 Mögliche Leiterquerschnitte und Drehmomente	13
5.4 Eingänge	14
5.5 Rogowski-Stromeingänge	26
5.6 Hilfsenergie	26
5.7 Relais	27
5.8 Digitale Eingänge	27
5.9 Digitale Ausgänge	28
5.10 Analoge Ausgänge	29
5.11 Fehlerstromerkennung	30
5.12 Temperatureingänge	32
5.13 Modbus-Schnittstelle RS485	33
5.14 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	33
5.15 GPS-Zeitsynchronisation	34
5.16 IRIG-B Zeitsynchronisation	36
<b>6. Inbetriebnahme</b>	<b>37</b>
6.1 Cyber Security Richtlinien	38
6.2 Parametrierung der Gerätefunktionen	39
6.3 Betriebs-LED (nur CU5000)	39
6.4 Überprüfen der Installation	39
6.5 Ethernet-Installation	41
6.5.1 Einstellungen	41
6.5.2 Anschluss der Standard-Schnittstelle	44
6.5.3 Anschluss der IEC61850-Schnittstelle	44
6.5.4 MAC-Adressen	45
6.5.5 Kommunikationstests	45
6.5.6 Rücksetzen der Kommunikations-Einstellungen beim CU5000	45
6.6 IEC 61850-Schnittstelle	46
6.7 Sicherheitssystem	46
6.7.1 RBAC-Management	46
6.7.2 An- und abmelden eines RBAC-Benutzers via Webseite	50
6.7.3 An- und abmelden eines RBAC-Benutzers via lokale Anzeige	51
6.7.4 Client Whitelist	52
6.7.5 Sichere Kommunikation mit HTTPS	52
6.7.6 Audit log (SYSLOG)	53
<b>7. Bedienen des Gerätes</b>	<b>55</b>
7.1 Bedienelemente	55
7.2 Auswahl der anzuzeigenden Information	55
7.3 Messwertanzeigen und verwendete Symbole	56
7.4 Rücksetzen von Messdaten	58
7.5 Konfiguration	58
7.5.1 Konfiguration am Gerät	58
7.5.2 Konfiguration via Webbrowser	60
7.6 Überwachung und Alarmierung	62
7.6.1 Überwachung von Fehlerströmen	62
7.6.2 Überwachung von Temperaturen	63
7.6.3 Sammelalarm	64
7.7 Datenaufzeichnung	65

7.7.1	Periodische Daten.....	65
7.7.2	Selbstdefinierte Ereignisse.....	69
7.7.3	Störschreiber.....	69
7.7.4	Mikro SD-Card (nur CU3000).....	72
7.8	Messwert-Informationen in Dateiform.....	73
7.8.1	Periodische Datei-Informationen erzeugen.....	73
7.8.2	Zugriff auf Dateien-Informationen via Webseite.....	74
7.8.3	Periodisches Versenden an einen SFTP-Server.....	75
7.9	Timeouts.....	75
<b>8.</b>	<b>CODESYS Quick Start.....</b>	<b>76</b>
8.1	CODESYS Entwicklungsumgebung.....	76
8.2	CENTRAX Gerätebeschreibung.....	76
8.3	Projekt erstellen.....	77
8.4	CU3000/CU5000 Gerätebaum.....	78
8.5	Auswahl der I/O-Erweiterungsmodule.....	78
8.6	Verwendung der Modbus Master-Funktionalität.....	79
8.7	Erstellen der CODESYS-Anwendung.....	83
8.7.1	Remanente Variablen verwenden.....	83
8.7.2	Datenlogger nutzen.....	83
8.8	Eigene Visualisierungen erstellen.....	85
8.8.1	Visualisierung zum Projekt hinzufügen.....	85
8.8.2	Target-Visualisierungen (TargetVisu).....	85
8.8.3	WEB-Visualisierungen (WebVisu).....	86
8.9	Verbindung zum Gerät aufbauen.....	87
8.10	Anwendung auf das Gerät laden.....	88
8.11	Laden der Anwendung vor Ort.....	91
8.11.1	Bootapplikation erstellen.....	91
8.11.2	Löschen der aktiven Anwendung.....	91
8.11.3	Laden der Anwendung.....	91
8.11.4	Starten der Anwendung.....	92
8.11.5	Rücksetzen der aktiven Anwendung.....	92
8.12	Reset.....	93
8.13	Projekt-Management.....	94
8.14	Dienstleistungen.....	94
8.15	Beispiel-Projekte.....	94
<b>9.</b>	<b>Instandhaltung, Wartung und Entsorgung.....</b>	<b>95</b>
9.1	Kalibration und Neuabgleich.....	95
9.2	Reinigung.....	95
9.3	Batterien.....	95
9.4	Cyber Security Ausserbetriebnahme.....	95
9.5	Entsorgung.....	95
<b>10.</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>96</b>
<b>11.</b>	<b>Massbilder.....</b>	<b>103</b>
<b>Anhang</b>	<b>.....</b>	<b>104</b>
<b>A</b>	<b>Beschreibung der Messgrößen.....</b>	<b>104</b>
A1	Grund-Messgrößen.....	104
A2	Oberschwingungs-Analyse.....	108
A3	Netz-Unsymmetrie.....	109
A4	Mittelwerte und Trend.....	110
A5	Zähler.....	111
<b>B</b>	<b>Anzeige-Matrizen.....</b>	<b>112</b>
B0	Verwendete Kurzbezeichnungen der Messgrößen.....	112
B1	Anzeige-Matrizen Einphasennetz.....	117
B2	Anzeige-Matrizen Split-phase (Zweiphasen-Netz).....	118
B3	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz gleichbelastet.....	119
B4	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz gleichbelastet in Kunstschaltung.....	120
B5	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet.....	121
B6	Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz ungleichbelastet, Aron.....	122
B7	Anzeige-Matrizen Vierleiternetz gleichbelastet.....	123
B8	Anzeige-Matrizen Vierleiternetz ungleichbelastet.....	124
B9	Anzeige-Matrizen Vierleiternetz ungleichbelastet, Open-Y.....	125
<b>C</b>	<b>Logikfunktionen.....</b>	<b>126</b>
<b>D</b>	<b>FCC statement.....</b>	<b>127</b>
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>128</b>

# 1. Einleitung

## 1.1 Bestimmung des Dokuments

Dieses Dokument beschreibt das universelle Messgerät für Starkstromgrößen CENTRAX CU3000 / CU5000. 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 CU3000 / CU5000 gültig. Gewisse in diesem Handbuch beschriebene Funktionen sind nur verfügbar, falls die dazu erforderlichen optionalen Komponenten im Gerät enthalten sind.

### Vorkenntnisse

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

## 1.2 Lieferumfang

- Messgerät
- Sicherheitshinweise (mehrsprachig)
- Montage-Set: 2 Befestigungsbügel (nur CU3000)
- Batteriepack (optional, nur für Geräte mit USV)

## 1.3 Weitere Unterlagen

Folgende weitere Dokumente zum Gerät sind elektronisch via <https://www.camillebauer.com/produkt/centrax-cu3000> oder <https://www.camillebauer.com/produkt/centrax-cu5000> verfügbar:

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

## 2. 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 9.4 Cyber Security Ausserbetriebnahme](#)

## 3. Geräte-Übersicht

### 3.1 Kurzbeschreibung

Der CENTRAX CU3000 / CU5000 vereinigt in einem Gehäuse die Funktionalität eines hochgenauen Messgerätes für Starkstrom-Anwendungen mit den Möglichkeiten einer frei programmierbaren SPS. Damit entfällt in vielen Fällen der Bedarf für eine separate Steuerung, ein Leitsystem, eine abgesetzte Anzeige oder einen zusätzlichen Datensammler.

Der Messteil des Gerätes ermittelt mehr als 1500 Zustands-, Energieverbrauchs- und Netzqualitätsinformationen in hoher Qualität. Die auf CODESYS basierende Steuerungsapplikation kann nun je nach Anwendung diese Daten logisch verarbeiten, in Regelalgorithmen verwenden oder situationsgerecht auf die Energieerzeugung oder die Verbraucher einwirken.

Das Gerät kann über frei wählbare I/Os und Modbus-Schnittstellen mit dem Prozessumfeld kommunizieren. Mit den ADVANCED- und PROFESSIONAL-Versionen besteht zudem die Möglichkeit auch Messdaten anderer Feldgeräte über die Modbus-Schnittstellen in die Steuerungsanwendung einzulesen und dort weiter zu verarbeiten. Das auf dem Gerät angebrachte Typenschild gibt Auskunft über die jeweils vorliegende Variante.

Der CENTRAX CU3000 / CU5000 kann somit für autarke Lösungen in den Bereichen Energie-Management, Regelung und Optimierung des Energieverbrauchs, Betriebsmittel-Überwachung und andere allgemeine Automatisierungs- und Steuerungsaufgaben genutzt werden. Eine Anbindung an übergeordnete Systeme ist jederzeit möglich.

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.

## 3.2 Verfügbare Messdaten

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 BLINDLEISTUNGSANALYSE</b> Blindleistung Gesamt, Grundschiwingung, Oberschwingungen $\cos\varphi$ , $\tan\varphi$ der Grundschiwingung 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> Betriebsstunden des Gerätes	

Das Gerät stellt Messdaten in den folgenden Untergruppen bereit:

- Momentanwerte:** Aktuelle TRMS-Werte sowie zugehörige Min/Max-Werte
- Energie:** Mittelwerte mit Historie und Trend sowie Energiezähler. Mit der Datenlogger-Option „Periodische Daten“ sind auch Mittelwertverläufe (Lastprofile) und periodische Zählerablesungen verfügbar.
- Oberschwingungen:** Gesamtoberschwingungsgehalt THD/TDD, individuelle Oberwellen und deren Maximalwerte
- Vektordiagramm:** Übersicht aller Strom- / Spannungsvektoren und Überprüfung der Drehrichtung
- Kurvenform** der Strom- und Spannungseingänge
- Ereignisse:** Aufzeichnungen des Störschreibers, falls die entsprechende Option implementiert ist.
- CODESYS:** Bei Geräten mit Ausbaustufe PROFESSIONAL können hier mit Hilfe der [Codesys-Applikation](#) gespeicherte Messwertverläufe oder Zustandsmeldungen abgefragt werden. Auch der Zugriff auf vom Anwender definierte [Webseiten](#) ist über dieses Menü möglich.

## 4. Mechanischer Einbau



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



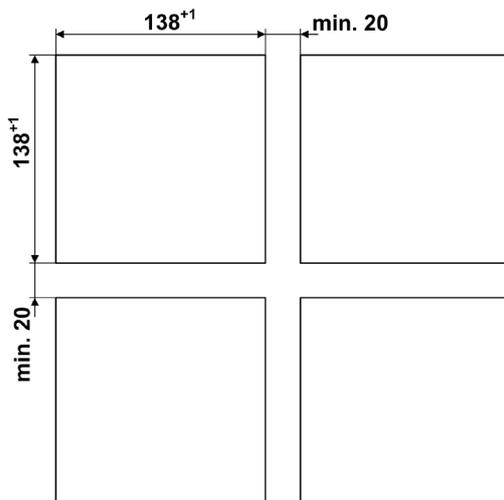
Mit der Installation wird das Gerät Teil einer Starkstromeinrichtung, welche nach länderspezifischen Vorschriften so erstellt, betrieben und unterhalten werden muss, dass die Installation sicher ist und Brände und Explosionen so weit als möglich verhindert werden.



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

### 4.1 CENTRAX CU3000

► Das Gerät ist für den Schaltschrank-Einbau konzipiert

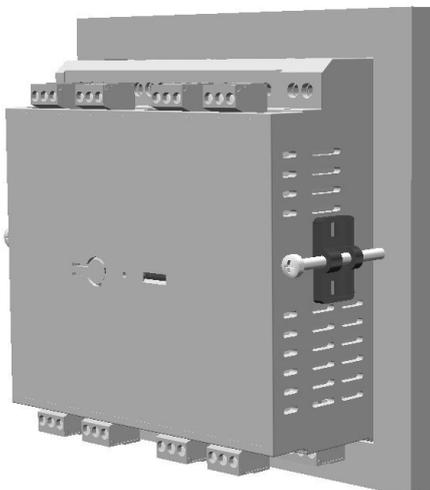


Massbild CU3000: [Siehe Kapitel 11](#)

Schalttafel-Ausschnitt CU3000

#### Einbau des Gerätes

Das Gerät ist für Schaltschrank bis 8mm Dicke geeignet.



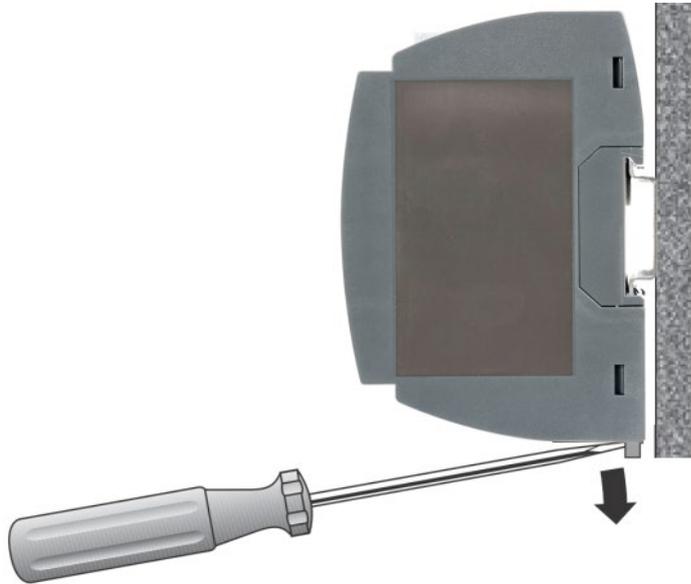
- Das Gerät von vorne durch die Öffnung in der Schaltschrank einführen. Einbaulage wie gezeigt.
- Befestigungsbügel von der Seite her in die dafür vorgesehenen Öffnungen einführen und ca. 2 mm zurückziehen
- Befestigungsschrauben anziehen bis Gerät straff mit der Frontplatte verbunden ist

## Demontage des Gerätes

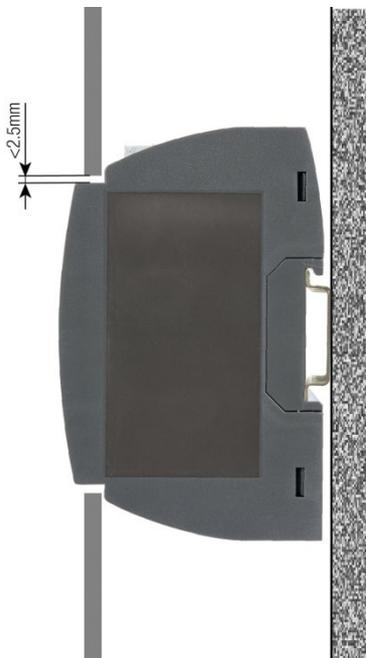
Die Demontage des Gerätes darf nur im stromlosen Zustand aller angeschlossenen Leitungen vorgenommen werden. Entfernen Sie zuerst alle Steckklemmen und die Leitungen der Strom- und Spannungseingänge. Achten Sie darauf, dass mögliche Stromwandler kurzgeschlossen werden müssen, bevor die Stromanschlüsse am Gerät geöffnet werden. Demontieren Sie dann das Gerät in der umgekehrten Reihenfolge des Einbaus.

## 4.2 CENTRAX CU5000

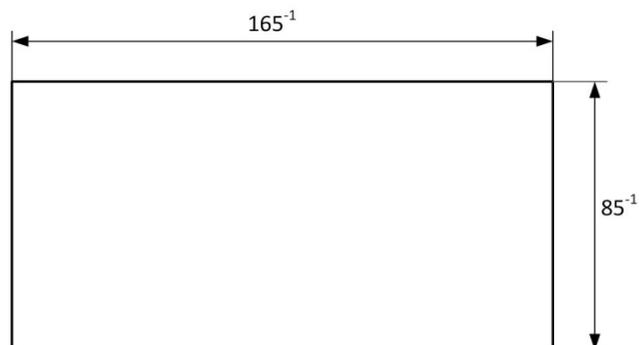
Das Gerät kann auf eine Hutschiene gemäss EN 60715 aufgeschnappt werden. Einbaulage wie gezeigt.



Massbild CU5000: [Siehe Kapitel 11](#)



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



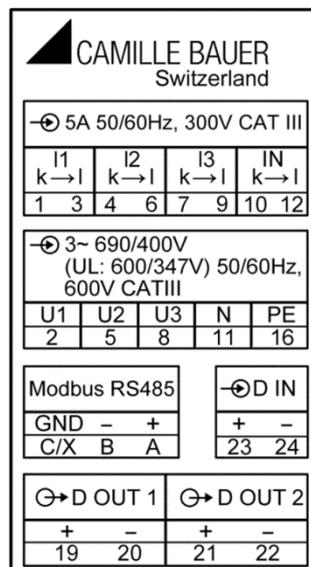
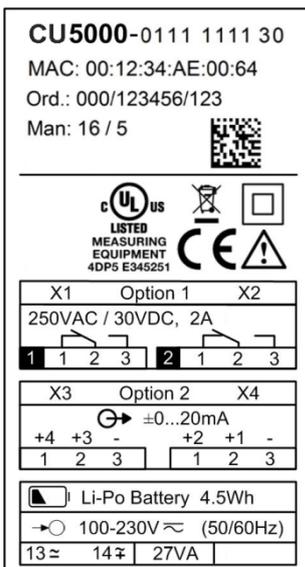
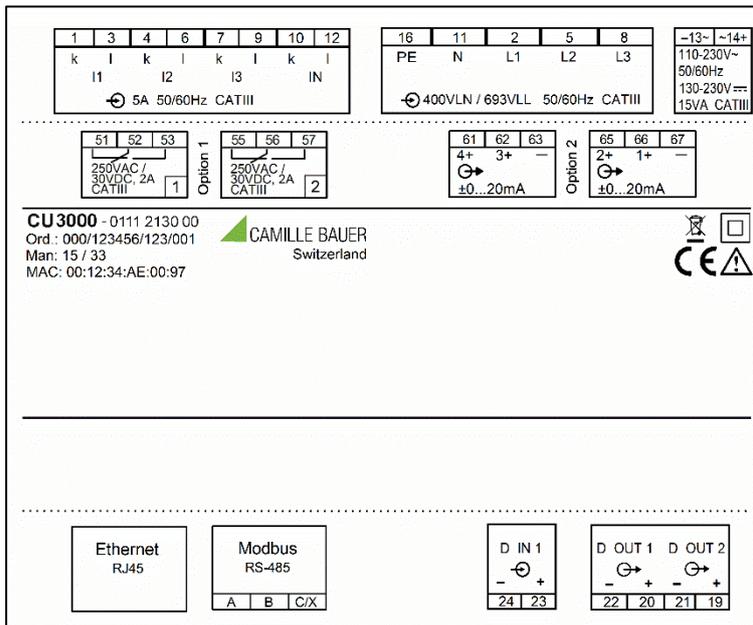
**Unbedingt sicherstellen, dass die Leitungen beim Anschliessen spannungsfrei sind!**

### 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 "!



Symbol	Bedeutung
	Geräte dürfen nur fachgerecht entsorgt werden
	Doppelte Isolierung, Gerät der Schutzklasse 2
	CE-Konformitätszeichen. Das Gerät erfüllt die Bedingungen der zutreffenden EU-Richtlinien.
	Produkte mit dieser Kennzeichnung stimmen sowohl mit den kanadischen (CSA) als auch mit den amerikanischen Vorschriften (UL) überein.
	Achtung! Allgemeine Gefahrenstelle. Betriebsanleitung beachten.
	Allgemeines Symbol: Hilfsenergie
	Allgemeines Symbol: Eingang
	Allgemeines Symbol: Ausgang
CAT III	Messkategorie CAT III

## 5.2 Klemmenbelegung der I/O-Erweiterungen

### 5.2.1 CENTRAX CU3000

Funktion	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
2 Relaisausgänge	<b>1.1:</b> 51,52,53 <b>1.2:</b> 55,56,57	<b>2.1:</b> 61,62,63 <b>2.2:</b> 65,66,67		<b>4.1:</b> 31,32,33 <b>4.2:</b> 35,36,37
2 Analogausgänge	<b>1.1:</b> 56(+), 57(-) <b>1.2:</b> 55(+), 57(-)	<b>2.1:</b> 66(+), 67(-) <b>2.2:</b> 65(+), 67(-)	<b>3.1:</b> 46(+), 47(-) <b>3.2:</b> 45(+), 47(-)	<b>4.1:</b> 36(+), 37(-) <b>4.2:</b> 35(+), 37(-)
4 Analogausgänge	<b>1.1:</b> 56(+), 57(-) <b>1.2:</b> 55(+), 57(-) <b>1.3:</b> 52(+), 53(-) <b>1.4:</b> 51(+), 53(-)	<b>2.1:</b> 66(+), 67(-) <b>2.2:</b> 65(+), 67(-) <b>2.3:</b> 62(+), 63(-) <b>2.4:</b> 61(+), 63(-)	<b>3.1:</b> 46(+), 47(-) <b>3.2:</b> 45(+), 47(-) <b>3.3:</b> 42(+), 43(-) <b>3.4:</b> 41(+), 43(-)	<b>4.1:</b> 36(+), 37(-) <b>4.2:</b> 35(+), 37(-) <b>4.3:</b> 32(+), 33(-) <b>4.4:</b> 31(+), 33(-)
4 Digitaleingänge (aktiv)	<b>1.1:</b> 51(-), 53(+) <b>1.2:</b> 52(-), 53(+) <b>1.3:</b> 55(-), 57(+) <b>1.4:</b> 56(-), 57(+)	<b>2.1:</b> 61(-), 63(+) <b>2.2:</b> 62(-), 63(+) <b>2.3:</b> 65(-), 67(+) <b>2.4:</b> 66(-), 67(+)	<b>3.1:</b> 41(-), 43(+) <b>3.2:</b> 42(-), 43(+) <b>3.3:</b> 45(-), 47(+) <b>3.4:</b> 46(-), 47(+)	<b>4.1:</b> 31(-), 33(+) <b>4.2:</b> 32(-), 33(+) <b>4.3:</b> 35(-), 37(+) <b>4.4:</b> 36(-), 37(+)
4 Digitaleingänge (passiv)	<b>1.1:</b> 51(+), 53(-) <b>1.2:</b> 52(+), 53(-) <b>1.3:</b> 55(+), 57(-) <b>1.4:</b> 56(+), 57(-)	<b>2.1:</b> 61(+), 63(-) <b>2.2:</b> 62(+), 63(-) <b>2.3:</b> 65(+), 67(-) <b>2.4:</b> 66(+), 67(-)	<b>3.1:</b> 41(+), 43(-) <b>3.2:</b> 42(+), 43(-) <b>3.3:</b> 45(+), 47(-) <b>3.4:</b> 46(+), 47(-)	<b>4.1:</b> 31(+), 33(-) <b>4.2:</b> 32(+), 33(-) <b>4.3:</b> 35(+), 37(-) <b>4.4:</b> 36(+), 37(-)
2 Temperatureingänge	<b>1.1:</b> 52,53 <b>1.2:</b> 56,57	<b>2.1:</b> 62,63 <b>2.2:</b> 66,67	<b>3.1:</b> 42,43 <b>3.2:</b> 46,47	<b>4.1:</b> 32,33 <b>4.2:</b> 36,37
IRIG-B (TTL)	55(-),56(Ω),57(+)	65(-),66(Ω),67(+)		

## 5.2.2 CENTRAX CU5000

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

## 5.3 Mögliche Leiterquerschnitte und Drehmomente

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



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

## 5.4 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 gekennzeichneter Stromunterbrecher oder abgesicherter Trennschalter nach IEC 60947-2 oder IEC 60947-3.

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



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

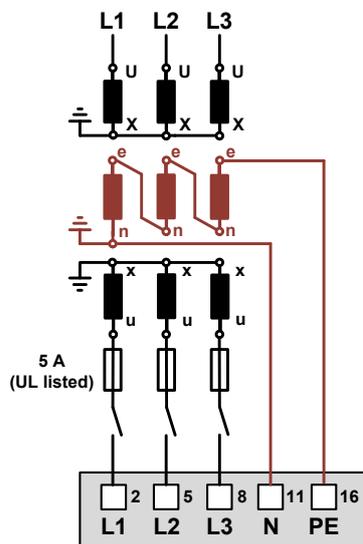
Bei Verwendung von **Stromwandlern** müssen die Sekundäranschlüsse bei der Montage und vor dem Entfernen des Gerätes kurzgeschlossen werden. Sekundär-Stromkreise dürfen nie unter Last geöffnet werden.

### Rogowski-Stromeingänge

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

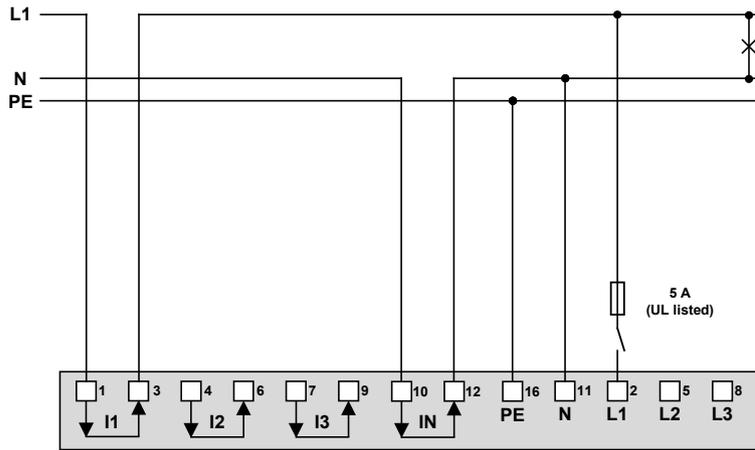
### Weitere Hinweise

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



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

## Einphasen-Wechselstrom

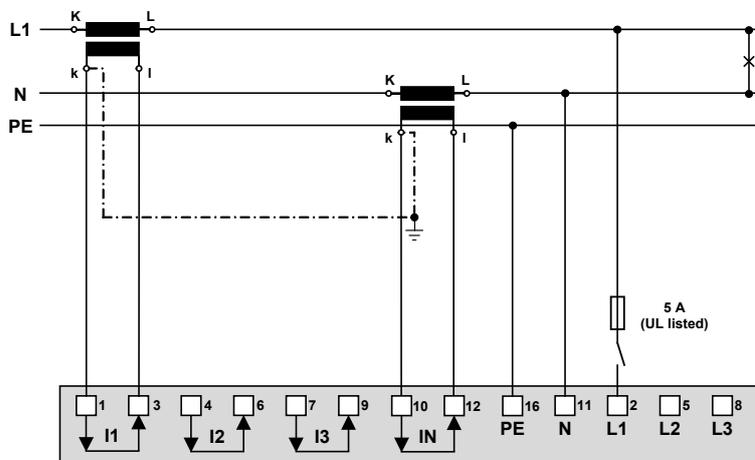


### Direktanschluss

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



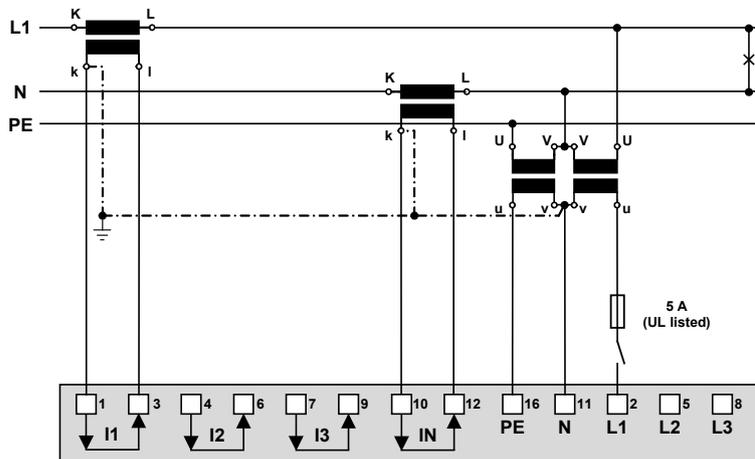
Max. zulässige Nennspannung  
300V gegen Erde!



### Mit Stromwandlern

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

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

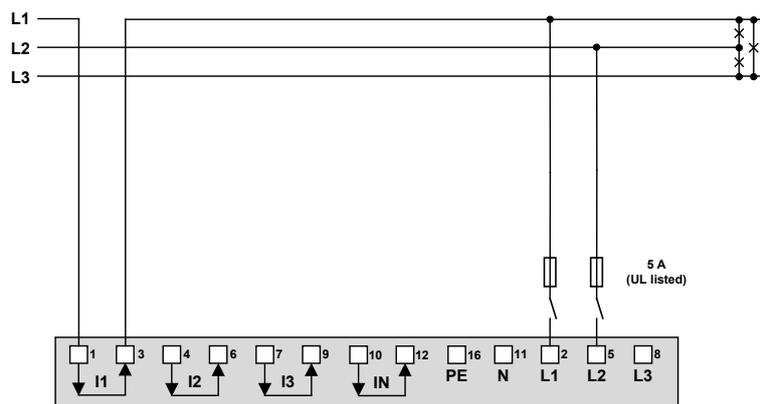


### Mit Strom- und Spannungswandlern

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

## Dreileiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Kunstschaltung

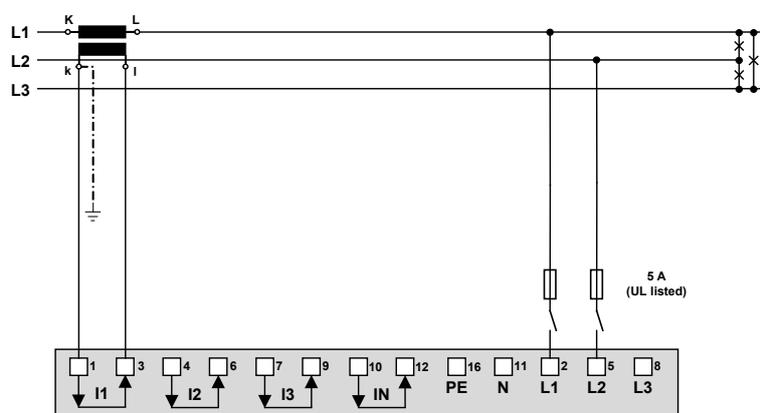
Strommessung: L1, Spannungsmessung: L1-L2



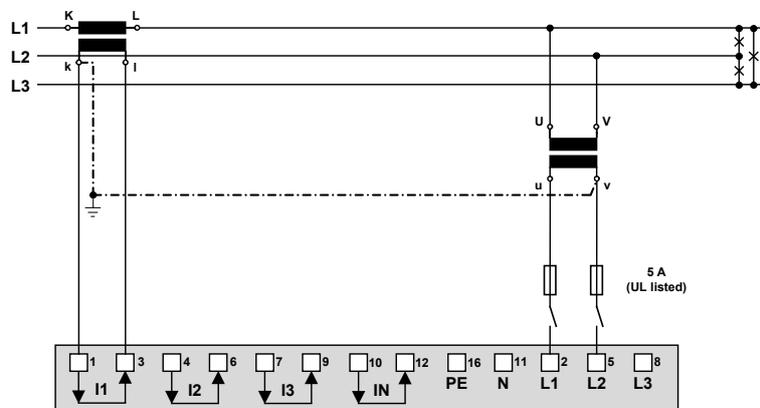
Direktanschluss



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



Mit Stromwandler



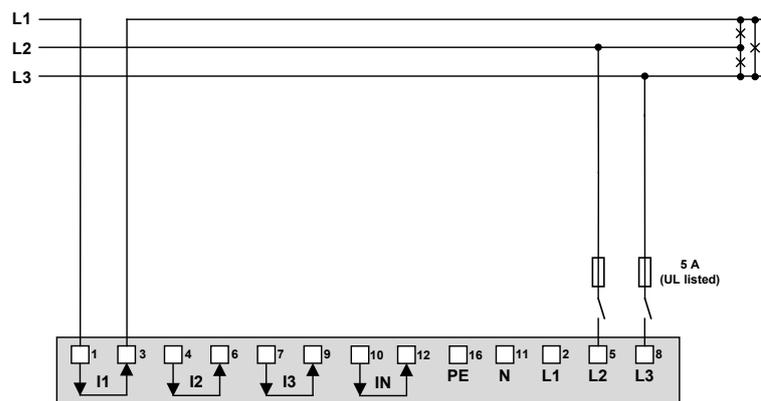
Mit Strom- und Spannungswandler

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

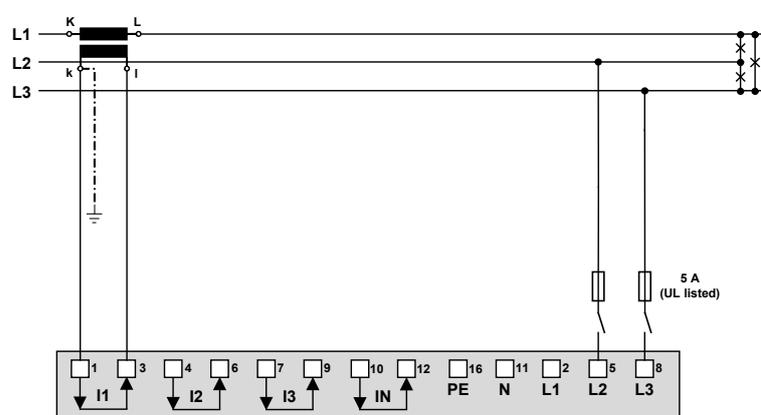
Strommessung: L1, Spannungsmessung: L2-L3



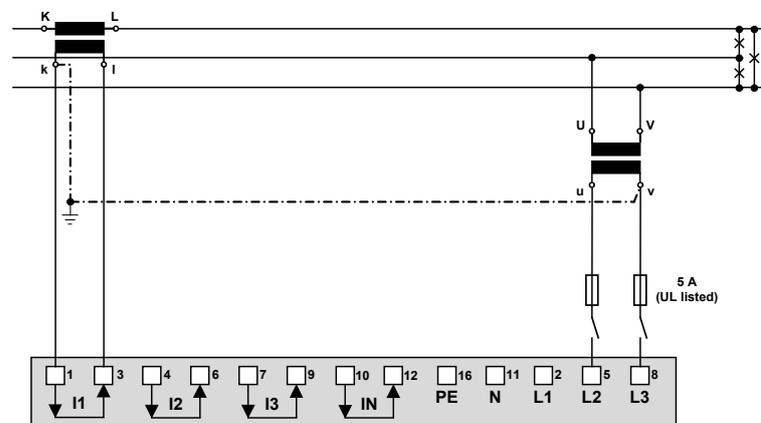
Direktanschluss



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



Mit Stromwandler



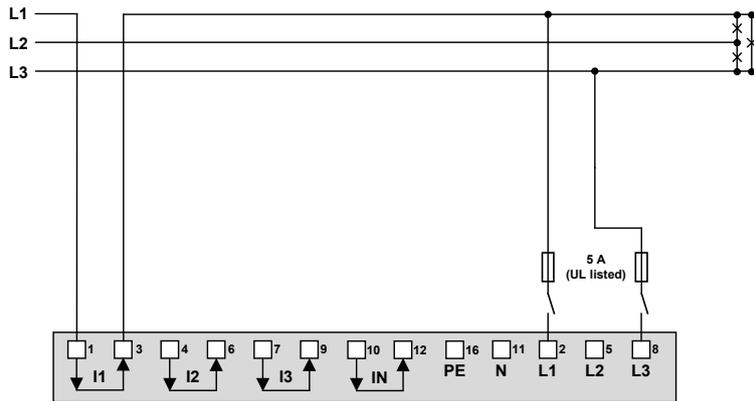
Mit Strom- und Spannungswandler

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

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

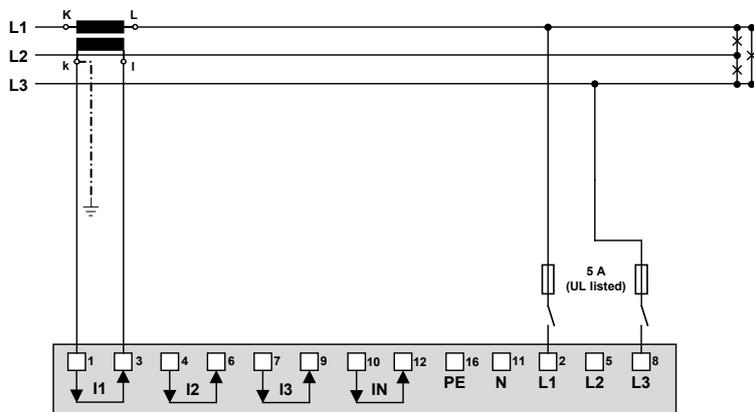
## Dreileiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Kunstschaltung

Strommessung: L1, Spannungsmessung: L3-L1

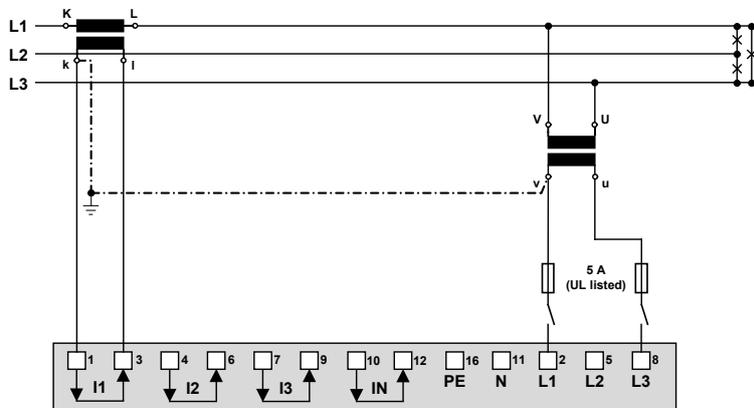


Direktanschluss

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



Mit Stromwandler

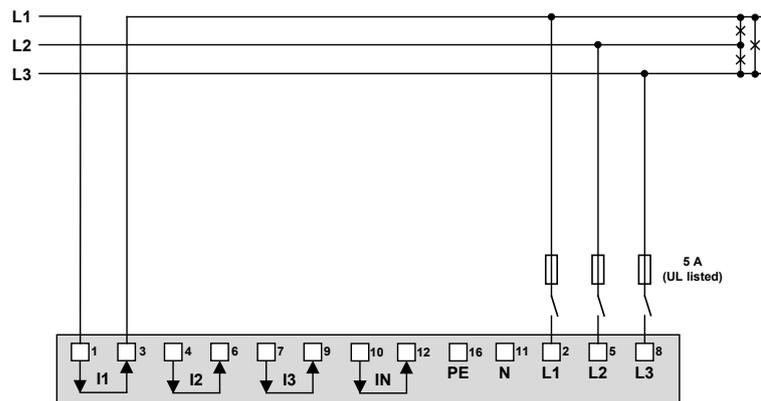


Mit Strom- und Spannungswandler

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

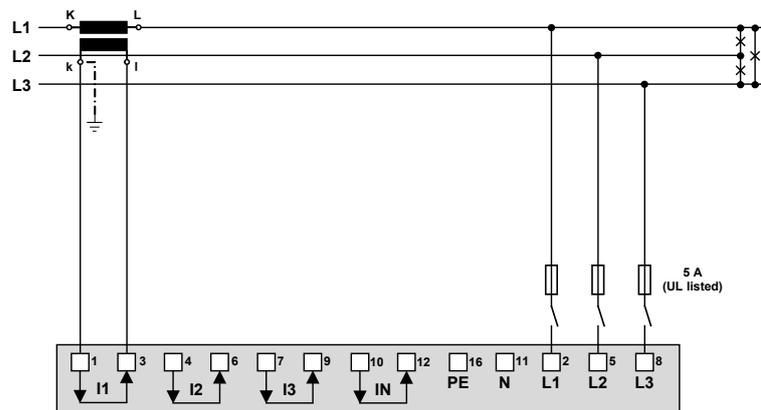
Klemmen	1	3	2	5	8
Strommessung über L2	$I_2(k)$	$I_2(l)$	L2	-	L1
Strommessung über L3	$I_3(k)$	$I_3(l)$	L3	-	L2

**Dreileiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Strommessung L1**

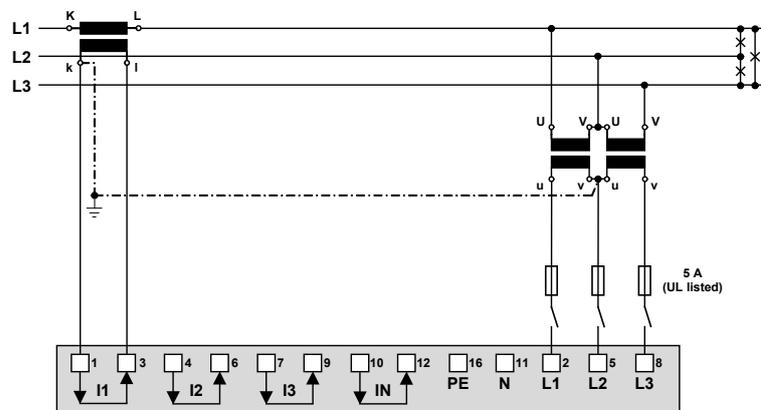


Direktanschluss

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



Mit Stromwandler



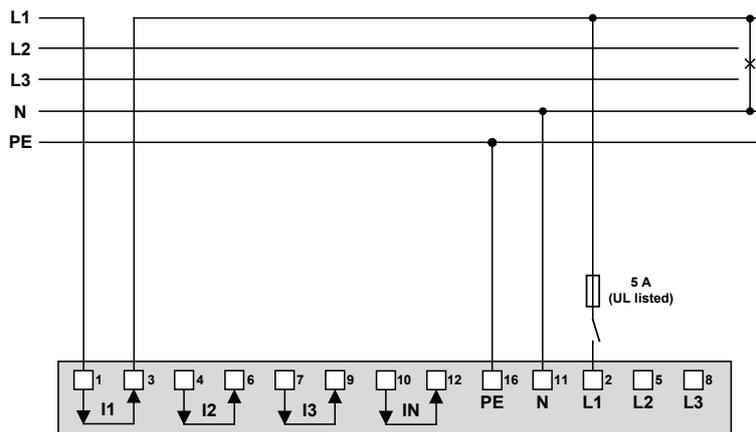
Mit Strom- und Spannungswandler

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

## Vierleiter-Drehstromnetz, gleichbelastet, Strommessung L1

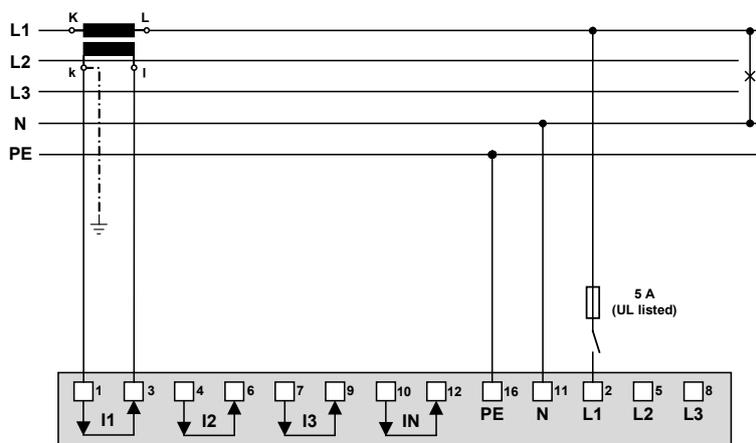


### Direktanschluss

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

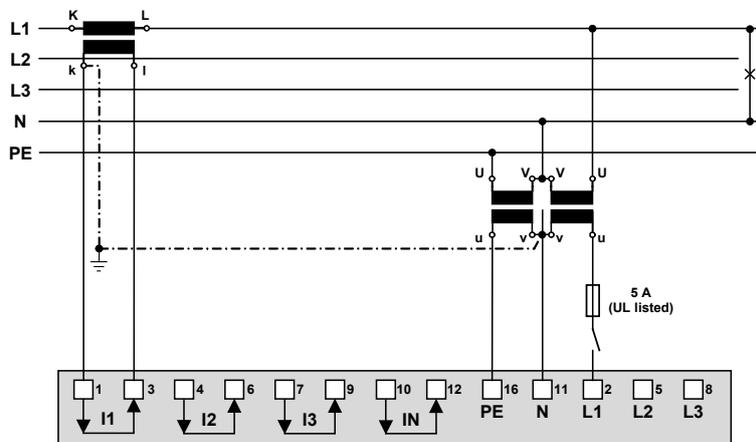


Max. zulässige Nennspannung  
300V gegen Erde!



### Mit Stromwandler

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



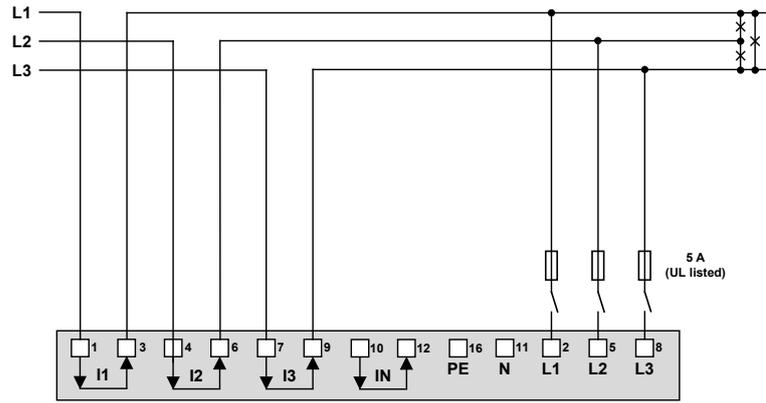
### Mit Strom- und Spannungswandler

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

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

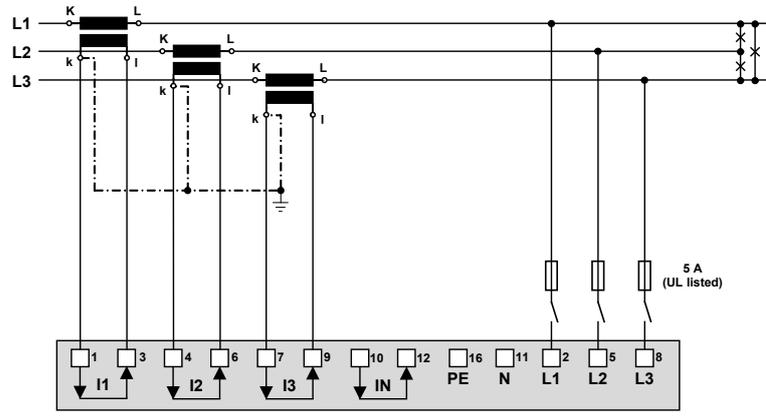
Klemme	1	3	2	11
Strommessung über L2	$I_2(k)$	$I_2(l)$	L2	N
Strommessung über L3	$I_3(k)$	$I_3(l)$	L3	N

# Dreileiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet

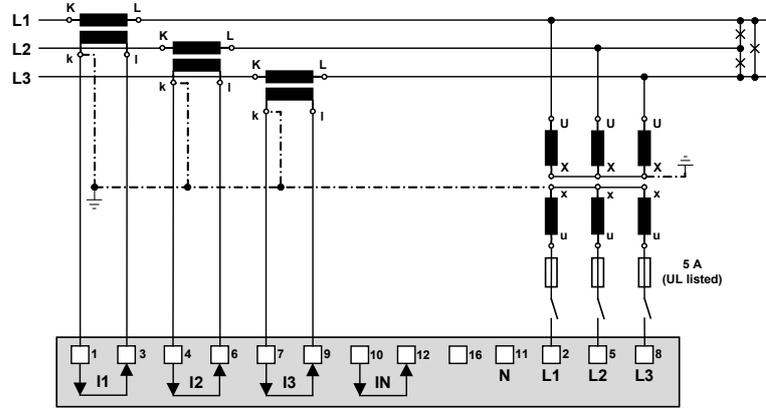


Direktanschluss

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

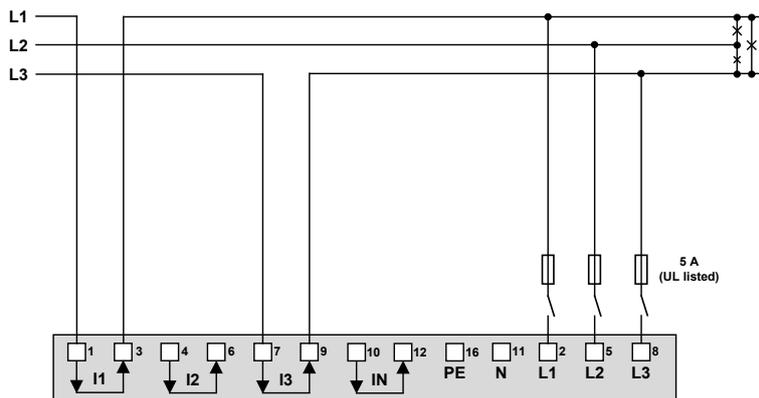


Mit Stromwandlern



Mit Stromwandlern und 3 einpolig isolierten Spannungswandlern

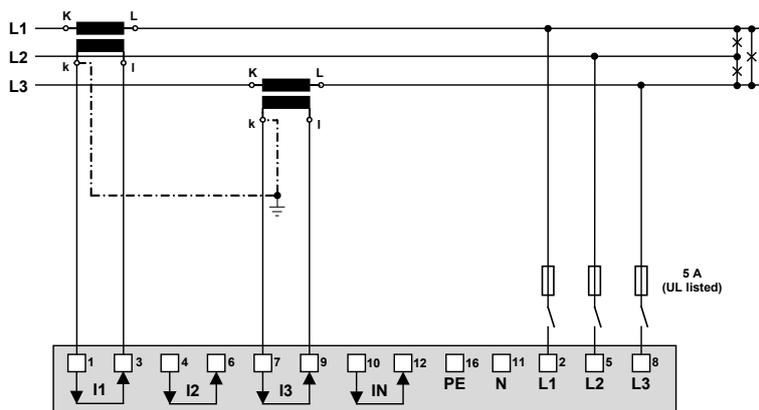
## Dreileiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet, Aron-Schaltung



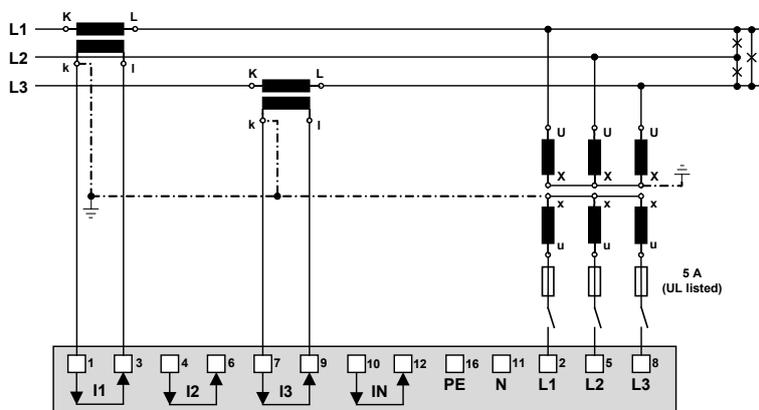
Direktanschluss



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

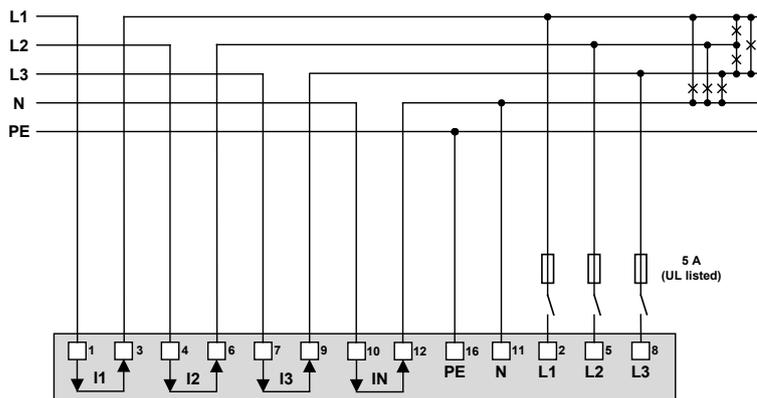


Mit Stromwandlern



Mit Stromwandlern und 3 einpolig  
isolierten Spannungswandlern

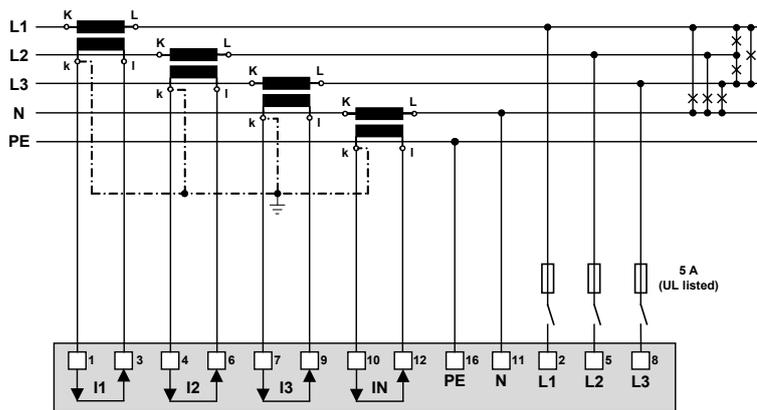
## Vierleiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet



### Direktanschluss

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

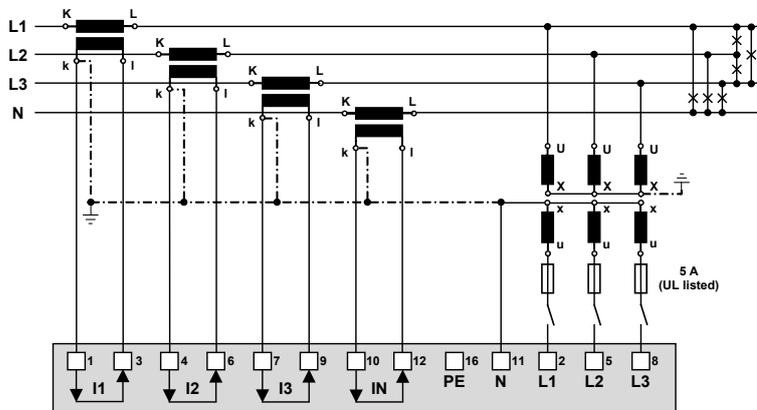
 Max. zulässige Nennspannung 300V gegen Erde (520V Ph-Ph)!



### Mit Stromwandler

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

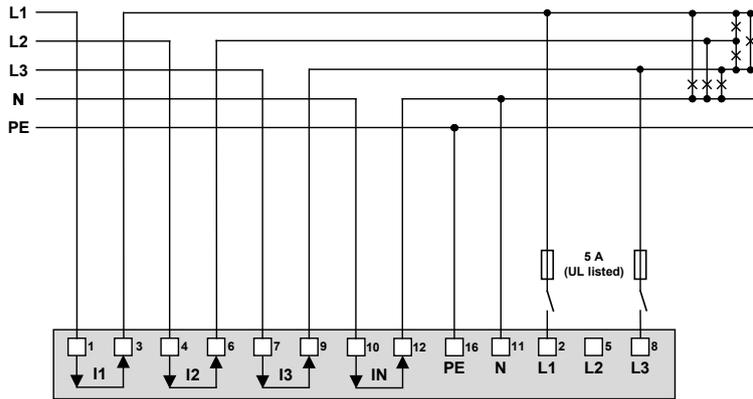
Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden soll, kann der entsprechende Wandler weggelassen werden.



### Mit Strom- und Spannungswandler

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

## Vierleiter-Drehstromnetz, ungleichbelastet, Open-Y

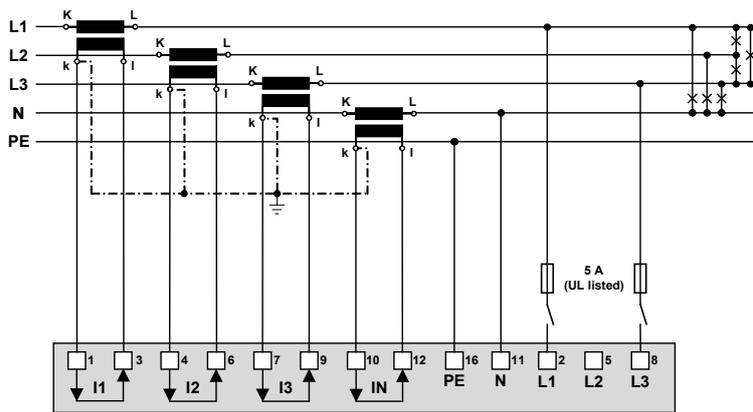


### Direktanschluss

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



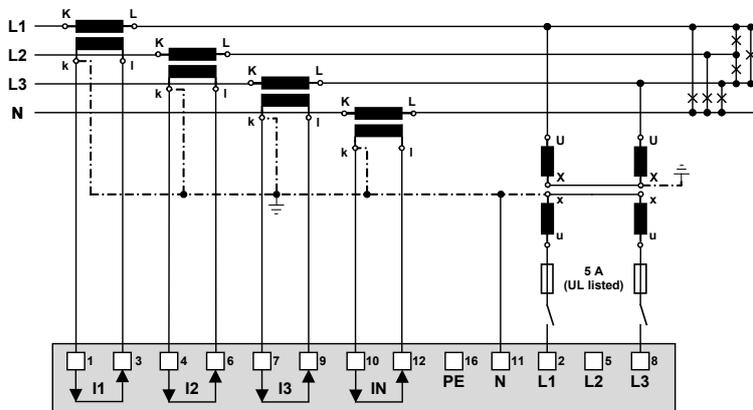
Max. zulässige Nennspannung  
300V gegen Erde (520V Ph-Ph)!



### Mit Stromwandler

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

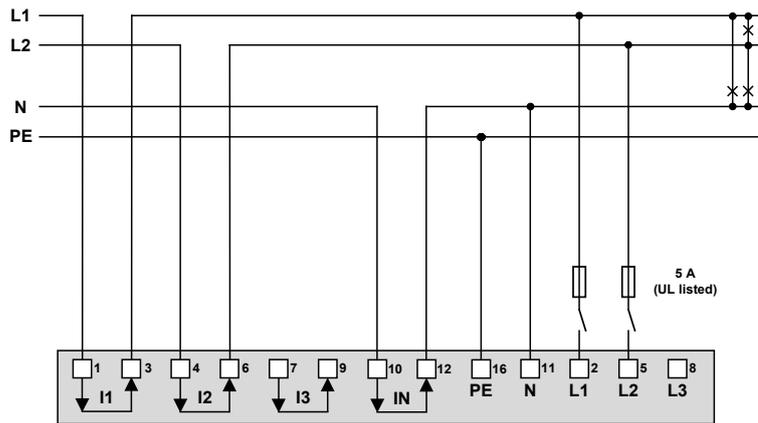
Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden soll, kann der entsprechende Wandler weggelassen werden.



### Mit Strom- und Spannungswandler

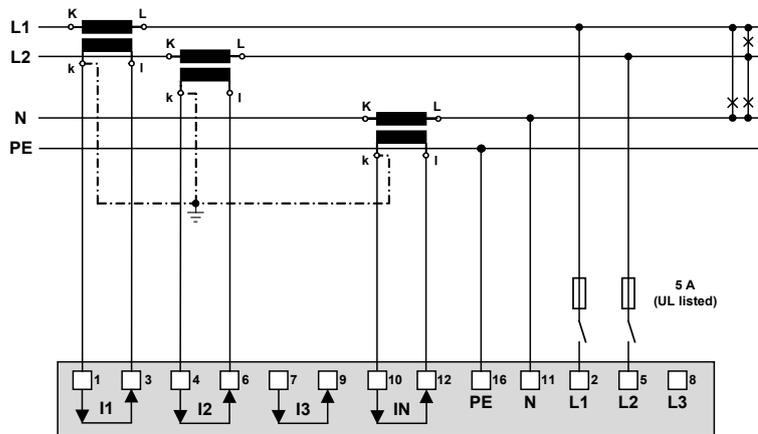
Falls der Strom  $I_N$  nicht gemessen werden soll, kann der entsprechende Wandler weggelassen werden.

# Split-phase ("Zweiphasennetz"), ungleichbelastet

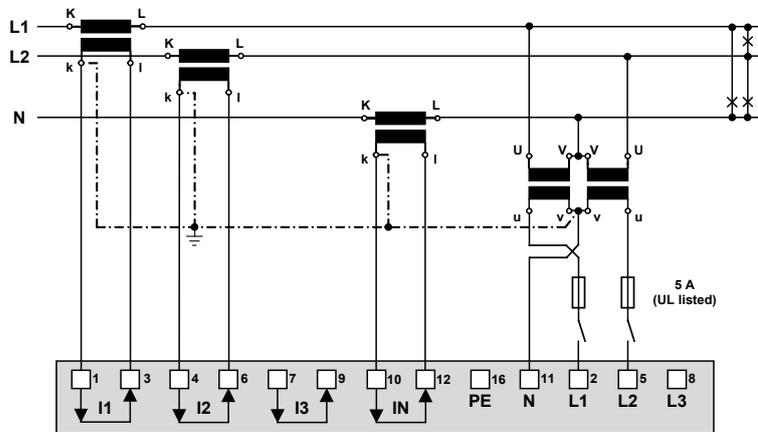


Direktanschluss

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



Mit Stromwandlern

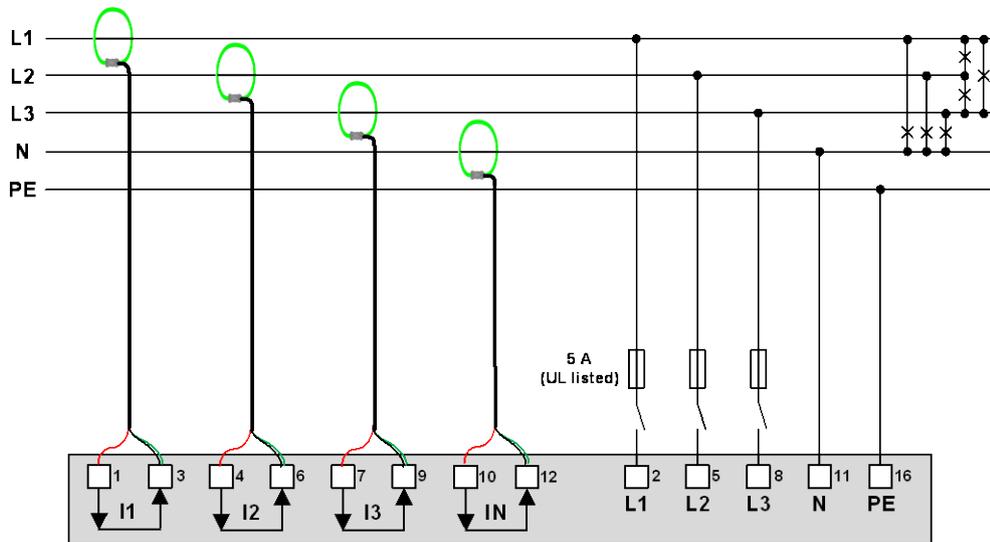


Mit Strom- und Spannungswandler

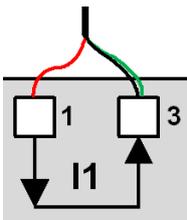
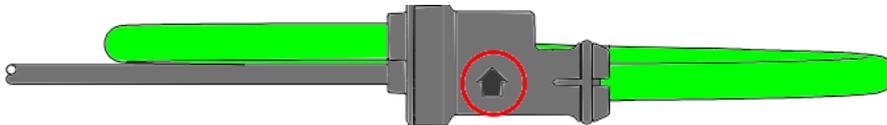
Bei Netzen ohne primärseitigen Neutralleiter kann auch ein Spannungswandler mit sekundärem Mittelabgriff verwendet werden.

## 5.5 Rogowski-Stromeingänge

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



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



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

## 5.6 Hilfsenergie



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

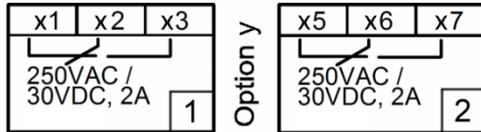
## 5.7 Relais



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

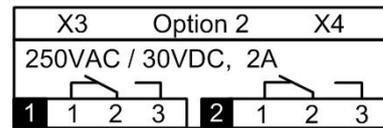
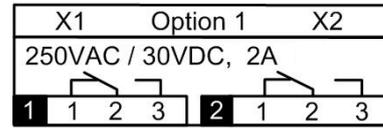
Relais sind nur bei Gerätevarianten mit entsprechender I/O-Erweiterung vorhanden.

### CU3000



Option y	x
1	5
2	6
4	3

### CU5000



## 5.8 Digitale Eingänge

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

### Verwendung des Standard Digital-Eingangs

- ▶ Zustandseingang
- ▶ Umschaltung Zählertarif

### Verwendung der Eingänge der optionalen Eingangsmodule

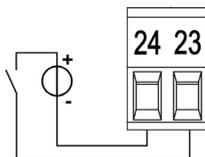
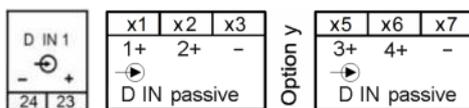
- ▶ Zählengang für Pulse von Zählern beliebiger Energieformen (Pulsbreite 70...250ms)
- ▶ Verbraucher-Laufrückmeldung für Betriebsstundenzähler
- ▶ Trigger- oder Freischaltsignal für Überwachungsfunktionen

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



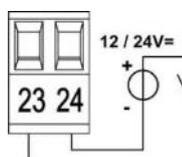
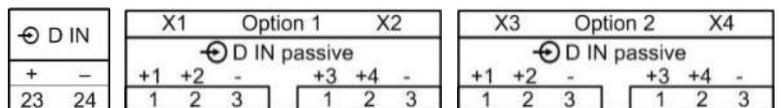
Die Speisespannung darf 30V DC nicht überschreiten.

### CU3000



Option y	x
1	5
2	6
3	4
4	3

### CU5000



### Technische Daten

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

**Aktive Eingänge** (keine externe Speisung erforderlich)

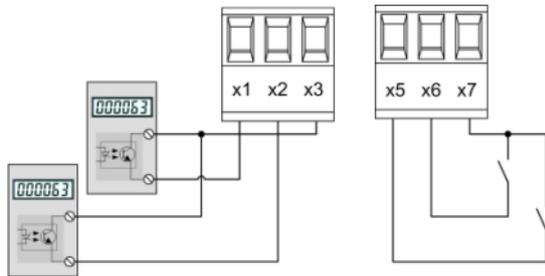
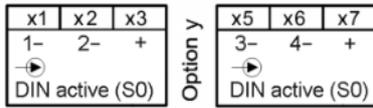
Technische Daten (gemäss EN62053-31, Klasse B)

Leerlaufspannung ≤ 15 V

Kurschlussstrom < 15 mA

Strom bei  $R_{ON}=800\Omega \geq 2 \text{ mA}$

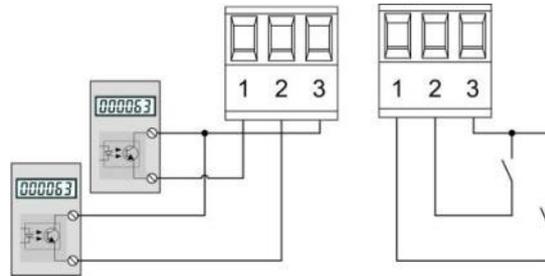
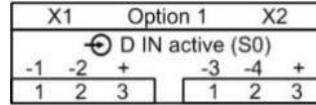
**CU3000**



Option y	x
1	5
2	6
3	4
4	3

Beispiel mit Zählerimpuls- und Statuseingängen

**CU5000**



**5.9 Digitale Ausgänge**

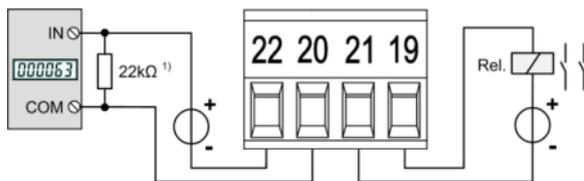
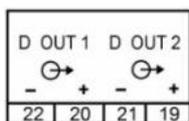
Das Gerät hat zwei digitale Ausgänge, für die eine externe Speisung mit 12 / 24V DC erforderlich ist.

 Die Speisespannung darf 30V DC nicht überschreiten.

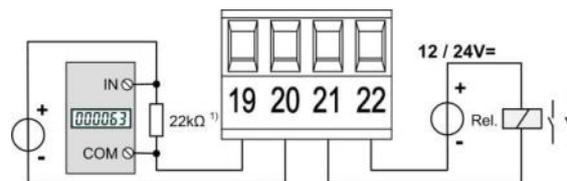
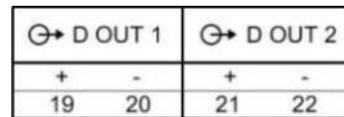
**Verwendung der Digital-Ausgänge**

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

**CU3000**



**CU5000**



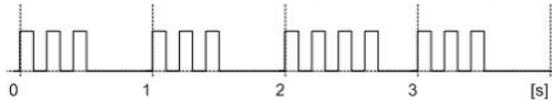
<sup>1)</sup> Empfohlen falls Eingangsimpedanz des Zählwerks > 100 kΩ

### Ansteuerung eines Zählwerkes

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

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

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



### Ansteuerung eines Relais

Nennstrom 50 mA (60 mA max.)

Schaltfrequenz (S0) ≤ 20 Hz

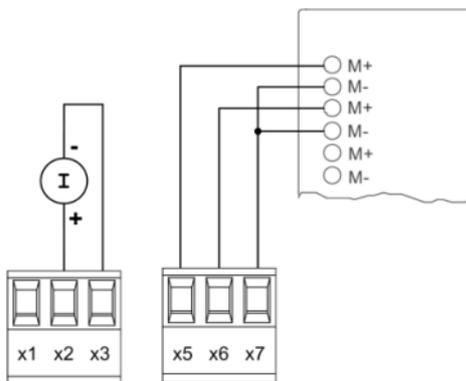
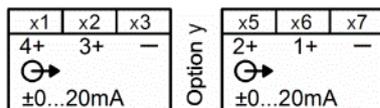
Leckstrom 0,01 mA

Spannungsabfall < 3 V

## 5.10 Analoge Ausgänge

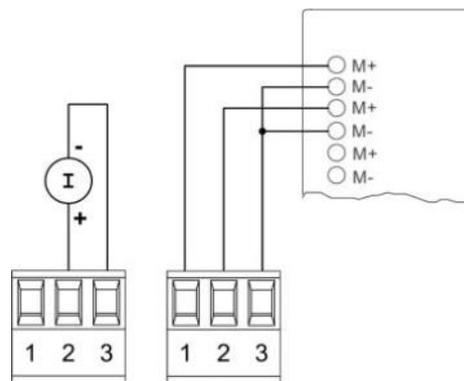
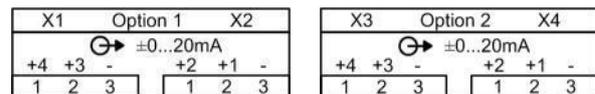
Analoge Ausgänge sind nur bei den Gerätevarianten mit einer entsprechenden I/O-Erweiterung verfügbar. Siehe Typenschild. Analoge Ausgänge können auch ferngesteuert werden.

### CU3000



Option y	x
1	5
2	6
3	4
4	3

### CU5000



### Anbindung an Analogeingangsbaugruppe einer SPS oder eines Leitsystems

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

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

## 5.11 Fehlerstromerkennung

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

### Messbereiche

Jeder Kanal stellt zwei Messbereiche zur Verfügung:

#### a) Messbereich 1A

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

#### b) Messbereich 2mA

- Anwendung: Differenzstrommessung (RCM)
- Messwandler: Differenzstromwandler 500/1 bis 1000/1A  
Bemessungsbürde 100  $\Omega$  / 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

#### CU3000

x1	x2	x3	Option y	x5	x6	x7
1A	2mA	COM		1A	2mA	COM
⊖ I > (50/60 Hz)				⊖ I > (50/60 Hz)		
1				2		

Option y	x
1	5
2	6
3	4
4	3

#### CU5000

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

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



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



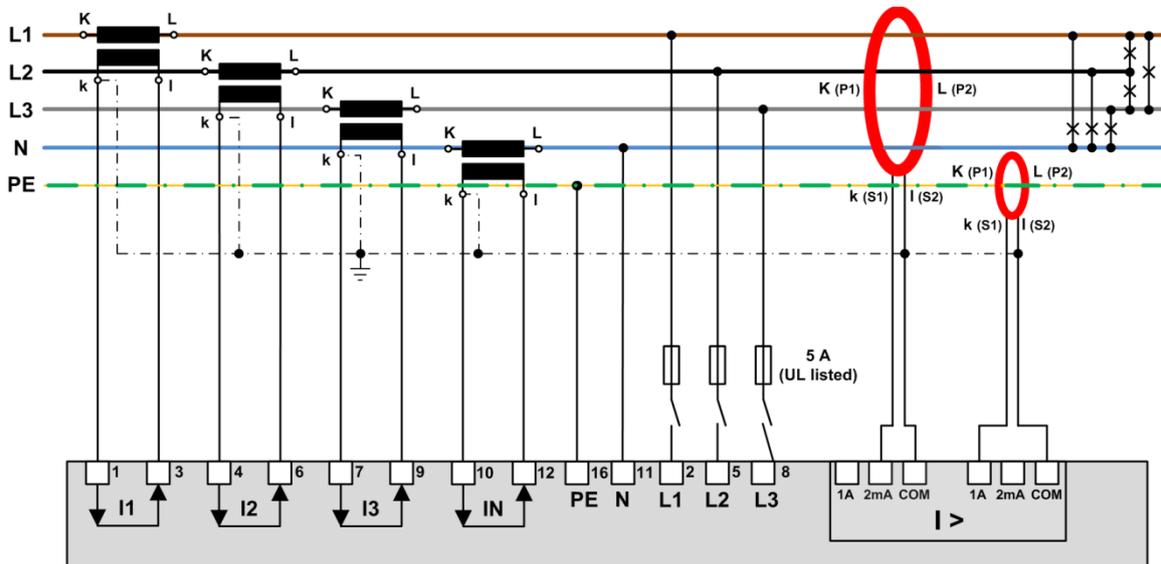
Pro Messkanal darf nur ein Messbereich angeschlossen werden!



Die COM-Anschlüsse der beiden Messkanäle sind intern verbunden.



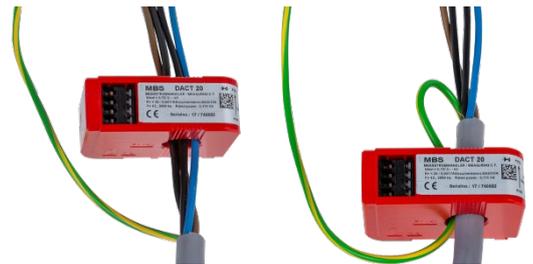
Für die 2mA-Eingänge ist eine Anschluss-Überwachung (Bruch) implementiert. Für die jeweiligen Messkanäle wird ein Alarmzustand signalisiert, wenn entweder der Stromwandler abgeklemmt oder die Verbindung zum Wandler unterbrochen wird.



Beispiel: Fehlerstromüberwachung in einem TNS-Netz

### Hinweise

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



## 5.12 Temperatureingänge

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

### a) Temperaturmessung via Pt100-Fühler

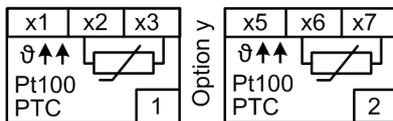
- Messbereich: -50 bis 250°C
- 2 konfigurierbare Alarmgrenzwerte
- Konfigurierbare Alarmverzögerung für EIN/AUS
- Kurzschluss- und Leitungs-/Fühlerbruchüberwachung

### b) Temperaturüberwachung mit PTC-Fühlern

- Überwachung der PTC-Ansprechtemperatur
- Kurzschluss-Überwachung
- Serieller Anschluss von bis zu 6 Einzelfühlern oder bis zu 2 Drillingsfühlern möglich

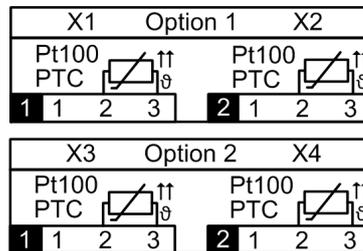
## Anschluss

### CU3000



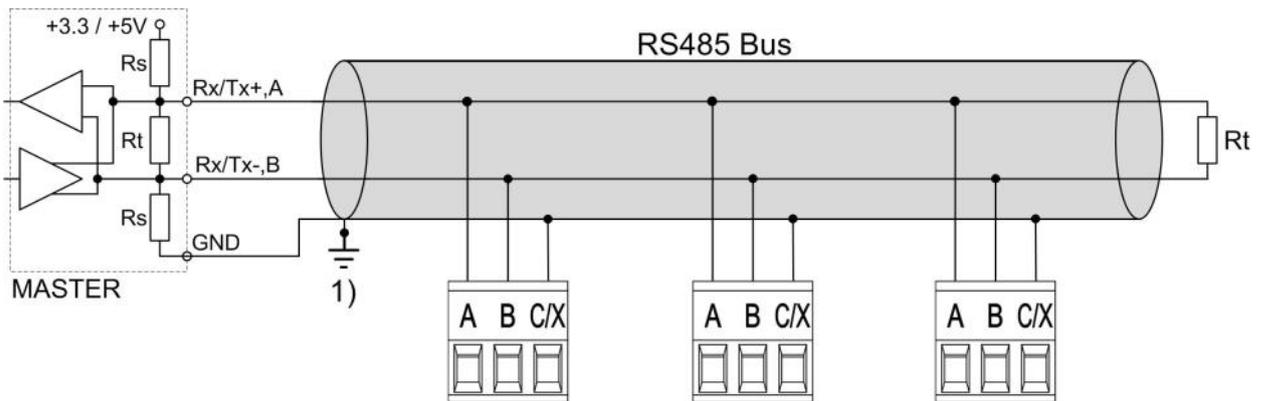
Option y	x
1	5
2	6
3	4
4	3

### CU5000



## 5.13 Modbus-Schnittstelle RS485

Über die Modbus-Schnittstelle können Messdaten für ein übergeordnetes System bereitgestellt werden. Eine Parametrierung der Geräte über die Modbus-Schnittstelle ist nicht möglich.



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

Rt: Abschlusswiderstände: je 120  $\Omega$  bei langen Leitungen (> ca. 10 m)

Rs: Speisewiderstände Bus, je 390  $\Omega$

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.

## 5.14 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.

## 5.15 GPS-Zeitsynchronisation

Das optionale GPS-Anschlussmodul dient dem Anschluss eines GPS-Empfängers, zur hochgenauen Zeitsynchronisation des Messgerätes. Der als Zubehör angebotene GPS-Empfänger wird als Aussenantenne eingesetzt, um von mehreren GPS-Satelliten gleichzeitig Daten zu verarbeiten.

### GPS-Empfänger

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

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



### Wahl des Aufstellungsortes

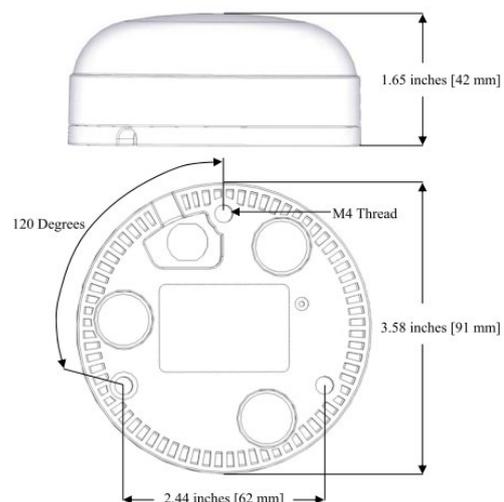
Der GPS-Empfänger benötigt für den korrekten Betrieb Daten von mindestens 3 Satelliten gleichzeitig. Bei der Wahl des Aufstellungsortes sollte deshalb auf möglichst freie Sicht auf den Himmel geachtet werden. Dies kann z.B. auf dem Dach eines Gebäudes sein, ohne dass der Empfang durch andere Gebäude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



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

### Montage des GPS-Empfängers

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



## Anschluss des GPS-Empfängers



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

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

## Inbetriebnahme

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

> Service > Geräte-Information > Gerätestatus

Min/Max-Werte rücksetzen	Geräteversion	IPv4 mask: 255.255.255.0 [uncp]
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.

## 5.16 IRIG-B Zeitsynchronisation

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

### CU3000

Option y	x5	x6	x7
	—	Ω	+
IRIG-B TTL			

Option y	x
1	5
2	6

### CU5000

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

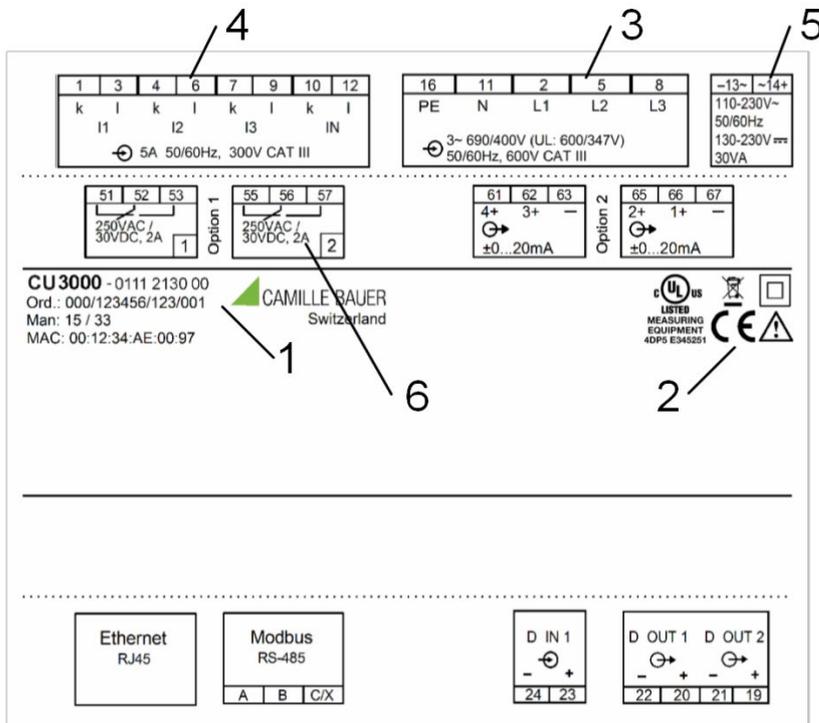
- Die Zeitsynchronisation kann neu gestartet werden, indem die Zeitsynchronisation im Menü aus- und wieder eingeschaltet wird.
- Die Zeitsynchronisation via GPS / IRIG-B und NTP-Server kann parallel betrieben werden. Falls beide Synchronisationsquellen verfügbar sind, verwendet das System die genauere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

## 6. Inbetriebnahme



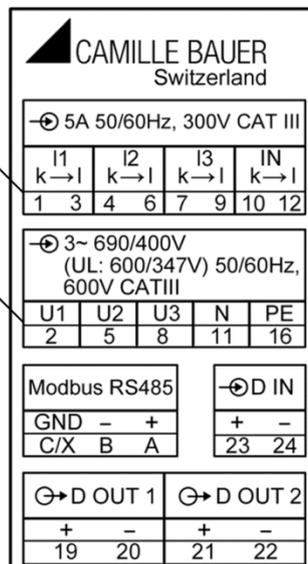
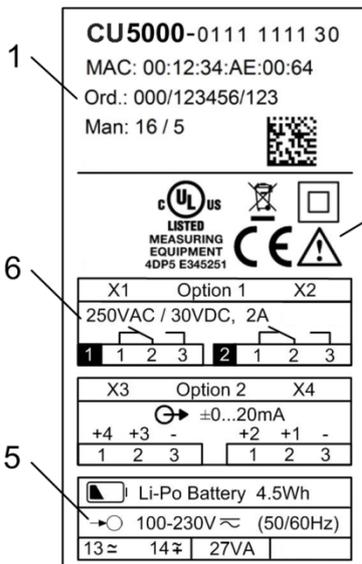
Vor der Inbetriebnahme überprüfen, ob die Anschlussdaten des Gerätes mit den Daten der Anlage übereinstimmen (siehe Typenschild).

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



- 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



### **SD-Karte (CU3000)**

Um Daten (Unterabrechnungen, Daten zur Energieeffizienz, Daten zur Stromüberwachung, Syslog-Daten, Zeitstempel) vor unbefugtem Zugriff zu schützen, muss der Zugriff auf die SD-Karte durch die Beschränkung des physischen Zugriffs auf autorisierte Personen geschützt werden.



### **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.



### **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 Parametrierung der Gerätefunktionen

Eine vollständige Parametrierung der Messfunktionalität des Gerätes kann direkt am Gerät (bei Geräten mit Display) 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 \(7.5\)](#)

## 6.3 Betriebs-LED (nur CU5000)



Die Betriebs-LED zeigt den aktuellen Status des Gerätes

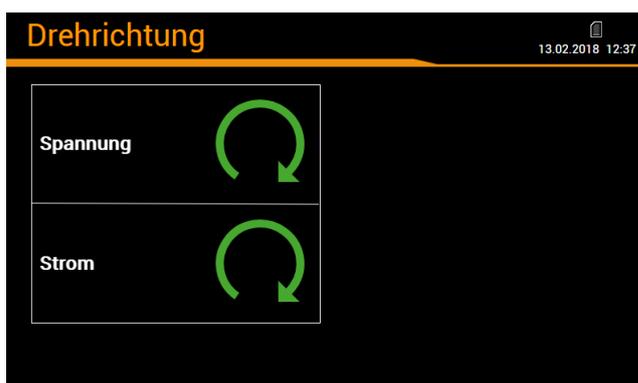
Vorgang	LED-Anzeige
Booten des Gerätes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blinkt grün (1 Hz)</li> <li>• Bei Erfolg: Wechsel auf statische grüne Anzeige</li> </ul>
Firmware-Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechsel in Update-Modus: Statisch rot</li> <li>• Während Update: Blinkt rot (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>

## 6.4 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



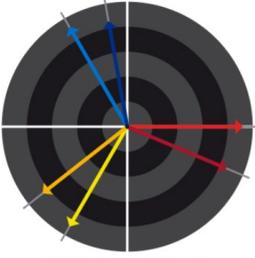
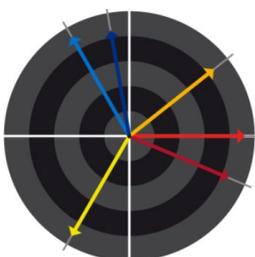
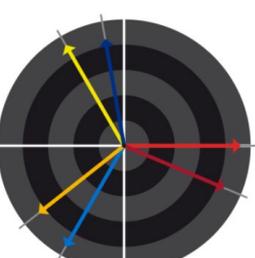
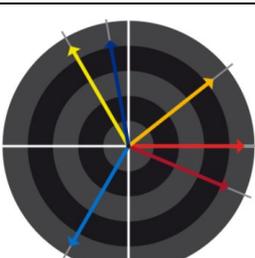
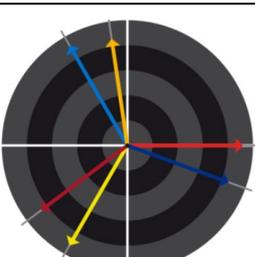
Falsche Drehrichtung



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;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.60</td> <td>230.64</td> <td>230.54</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>-119.97</td> <td>120.03</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.97</td> <td>86.03</td> <td>85.86</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-22.9</td> <td>-21.7</td> <td>-20.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>0.921</td> <td>0.929</td> <td>0.940</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.60	230.64	230.54	V	0.00	-119.97	120.03	*	85.97	86.03	85.86	A	-22.9	-21.7	-20.0	*	0.921	0.929	0.940	PF	<p><b>Korrektter 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;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.58</td> <td>230.63</td> <td>230.53</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>-119.97</td> <td>120.03</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.96</td> <td>86.04</td> <td>85.87</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-22.9</td> <td>158.4</td> <td>-20.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>0.921</td> <td>-0.930</td> <td>0.940</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.58	230.63	230.53	V	0.00	-119.97	120.03	*	85.96	86.04	85.87	A	-22.9	158.4	-20.0	*	0.921	-0.930	0.940	PF	<p><b>Was ist hier falsch?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reihenfolge der Spannungen: <b>L1 → L2 → L3</b></li> <li>Reihenfolge der Ströme: <b>L1 → L3 → L2</b>; Strom L2 ist ausserhalb der Sequenz</li> <li>Winkel U-I: Der Winkel zwischen <math>U_{L2}</math> und <math>I_{L2}</math> ist ca. <math>180^\circ</math> falsch</li> </ul> <p><b>Erforderliche Korrektur</b> Umpolen der Anschlüsse des Strom <math>I_2</math></p>
L1	L2	L3																								
230.58	230.63	230.53	V																							
0.00	-119.97	120.03	*																							
85.96	86.04	85.87	A																							
-22.9	158.4	-20.0	*																							
0.921	-0.930	0.940	PF																							
 <p>50V/div 20A/div</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.59</td> <td>230.49</td> <td>230.70</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>120.04</td> <td>-119.99</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.97</td> <td>86.02</td> <td>85.86</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-22.9</td> <td>98.3</td> <td>-140.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>0.921</td> <td>-0.145</td> <td>-0.766</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.59	230.49	230.70	V	0.00	120.04	-119.99	*	85.97	86.02	85.86	A	-22.9	98.3	-140.0	*	0.921	-0.145	-0.766	PF	<p><b>Was ist hier falsch?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reihenfolge der Spannungen: <b>L1 → L3 → L2</b>; L3 und L2 scheinen vertauscht zu sein</li> <li>Reihenfolge der Ströme: <b>L1 → L2 → L3</b></li> <li>Winkel U-I: Die Winkel zwischen <math>U_{L2} / I_{L2}</math> und <math>U_{L3} / I_{L3}</math> entsprechen nicht der Erwartung</li> </ul> <p><b>Erforderliche Korrektur</b> Drehen der Spannungsanschlüsse L2 und L3</p>
L1	L2	L3																								
230.59	230.49	230.70	V																							
0.00	120.04	-119.99	*																							
85.97	86.02	85.86	A																							
-22.9	98.3	-140.0	*																							
0.921	-0.145	-0.766	PF																							
 <p>50V/div 20A/div</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.58</td> <td>230.49</td> <td>230.68</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>120.04</td> <td>-119.99</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.97</td> <td>86.04</td> <td>85.86</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-22.9</td> <td>-81.6</td> <td>-140.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>0.921</td> <td>0.145</td> <td>-0.766</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.58	230.49	230.68	V	0.00	120.04	-119.99	*	85.97	86.04	85.86	A	-22.9	-81.6	-140.0	*	0.921	0.145	-0.766	PF	<p><b>Was ist hier falsch?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reihenfolge der Spannungen: <b>L1 → L3 → L2</b>; L3 und L2 scheinen vertauscht zu sein</li> <li>Reihenfolge der Ströme: <b>L1 → L3 → L2</b>; Strom L2 ist ausserhalb der Sequenz</li> <li>Winkel U-I: Die Winkel zwischen <math>U_{L2} / I_{L2}</math> und <math>U_{L3} / I_{L3}</math> entsprechen nicht der Erwartung</li> </ul> <p><b>Erforderliche Korrektur</b> Drehen der Spannungsanschlüsse L2 und L3 und Umpolen des Strom <math>I_2</math>.</p>
L1	L2	L3																								
230.58	230.49	230.68	V																							
0.00	120.04	-119.99	*																							
85.97	86.04	85.86	A																							
-22.9	-81.6	-140.0	*																							
0.921	0.145	-0.766	PF																							
 <p>50V/div 20A/div</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.45</td> <td>230.48</td> <td>230.58</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>-120.02</td> <td>119.98</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>85.96</td> <td>86.00</td> <td>85.86</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-143.0</td> <td>-141.6</td> <td>-140.0</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>-0.798</td> <td>-0.784</td> <td>-0.766</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.45	230.48	230.58	V	0.00	-120.02	119.98	*	85.96	86.00	85.86	A	-143.0	-141.6	-140.0	*	-0.798	-0.784	-0.766	PF	<p><b>Was ist hier falsch?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reihenfolge der Spannungen: <b>L1 → L2 → L3</b></li> <li>Reihenfolge der Ströme: <b>L3 → L1 → L2</b></li> <li>Winkel U-I: Die U-I Winkel entsprechen nicht der Erwartung, sind aber ähnlich.</li> </ul> <p><b>Erforderliche Korrektur</b> Zyklisches Vertauschen der Spannungsanschlüsse: L1→L3, L2→L1, L3→L2. Alternativ kann die Reihenfolge der Ströme angepasst werden, ist aber aufwendiger.</p>
L1	L2	L3																								
230.45	230.48	230.58	V																							
0.00	-120.02	119.98	*																							
85.96	86.00	85.86	A																							
-143.0	-141.6	-140.0	*																							
-0.798	-0.784	-0.766	PF																							

## 6.5 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

#### 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

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

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

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

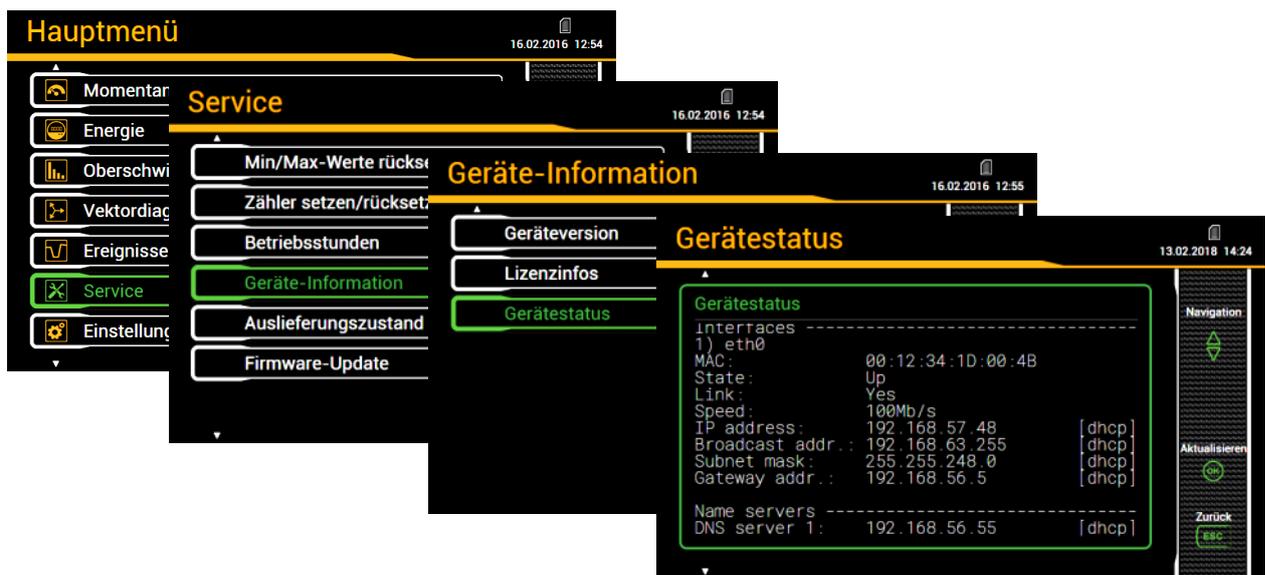
► Das Gerät 192.168.57.64 kann mit den Geräten 192.168.56.0 ... 192.168.59.255 direkt kommunizieren

### IPv4: 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:



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 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

##### CU3000



##### CU5000



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

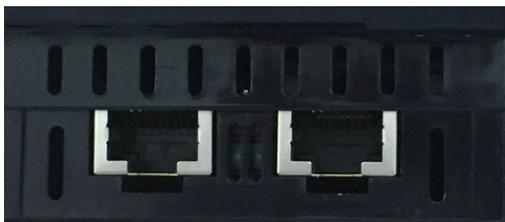
### 6.5.3 Anschluss der IEC61850-Schnittstelle

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

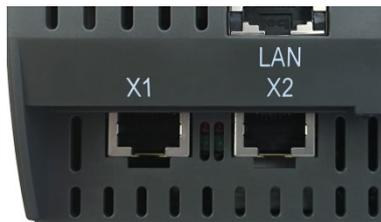
- Schnittstelle: RJ45 Buchse, Ethernet 100BaseTX
- Mode: 10/100 MBit/s, Voll-/Halbduplex, Autonegotiation
- Protokolle: IEC61850, NTP

#### Funktionalität der LED's

##### CU3000



##### CU5000



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

## 6.5.4 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

#### CU3000

**CU3000** - 0111 2131 00  
Ord.: 000/123456/123/001  
Man: 15 / 33  
MAC: 00:12:34:AE:00:97

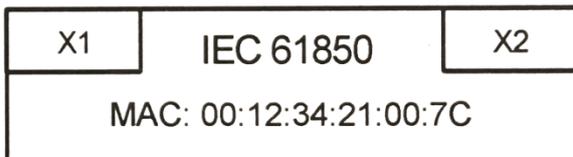


#### CU5000

**CU5000**-0111 1111 30  
MAC: 00:12:34:19:00:64  
Ord.: 000/123456/123  
Man: 16 / 5



### IEC61850 Ethernet-Schnittstelle



## 6.5.5 Kommunikationstests

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

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

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

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

NTP-Server Test

## 6.5.6 Rücksetzen der Kommunikations-Einstellungen beim CU5000



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 Werkseinstellungen 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/cu3000-de> oder <https://www.camillebauer.com/cu5000-de> verfügbar.

## 6.7 Sicherheitssystem

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



Nur bei Geräten mit **Datenlogger** stehen alle nachfolgend beschriebenen Sicherheitsmechanismen zur Verfügung. Entsprechende Einschränkungen sind bei den Beschreibungen der einzelnen Sicherheitsmechanismen aufgeführt.

- 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.

### 6.7.1 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**

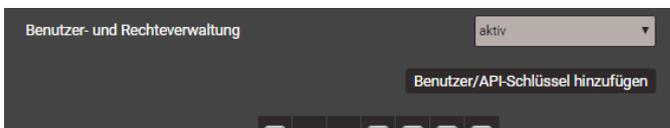
User oder API-Schlüssel können durch jeden User mit Schreibrechten für die Einstellungen des Sicherheitssystems angelegt werden. Auf jeden Fall kann jeder User mit einem Web-Login das Passwort seines eigenen Accounts ändern.

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:

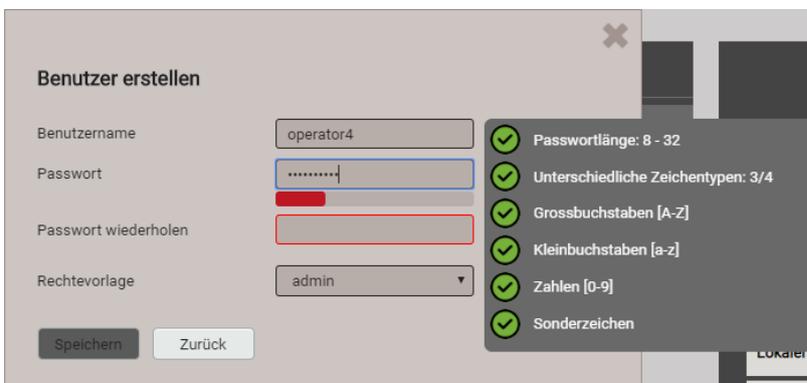


### Benutzer / API-Schlüssel hinzufügen

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 Passwordeingabe 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.

API-Schlüssel erstellen

Schlüsselname: SPS\_Zugriff

Rechtevorlage: Leserecht

Speichern Zurück

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

API-Schlüssel

eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJhdWQiOiI0MjlmZiIsImhhdCI6MTU3OTYxMjc1OSwic3ViljoiW0FQSV1BY2Nlc3NÜb2tlibilsInR4bil6liMyMSJ9.enKu7i\_sBHZrwrFzjFYgk92hwno9b8uMAGFzqfKmY50

Ok

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

**Cookie:**

```
AccessToken=eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJhdWQiOiI0MjlmZiIsImhhdCI6MTU3OTYxMjc1OSwic3ViljoiW0FQSV1BY2Nlc3NÜb2tlibilsInR4bil6liMyMSJ9.enKu7i_sB  
Jhbm9ueW1vdXMiLCJ0eG4iOiIxOTIuMTY4LjU4LjExNCJ9.LiLjuJcs2bZAmYHlvdMXTA1r87gxUX-3kZ4cfz6jdMc;  
sessionToken={5d1ca47c-8d38-4a08-85d5-febd941fa20}
```

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

## Zuweisung von Benutzerrechten

Benutzer- und Rechteverwaltung aktiv

Benutzer/API-Schlüssel hinzufügen

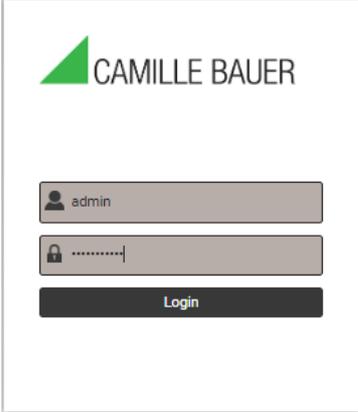
	admin	localgui	anonymous	operator1	operator2	operator3	[API]/Access token
Lokaler Account (kein Weblogin)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Momentanwerte							
Energie							
Oberschwingungen							
Vektordiagramm							
Kurvenform							
Ereignisse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

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

Übersicht der Zugriffsrechte jedes möglichen Benutzers.

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

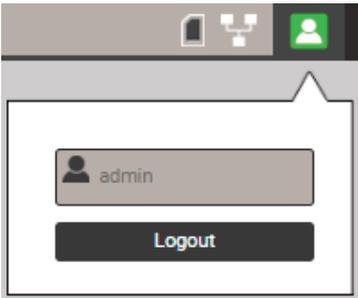
### a) Falls "anonymous" keine Berechtigungen hat

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

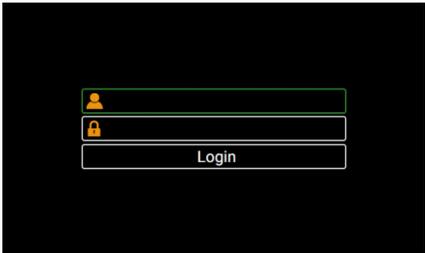
Via Webseite	Bemerkungen
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Symbol  wählen</li> <li>2) Benutzername und Passwort eingeben. Beim ersten Login die Werkseinstellungen admin / CBM_1234 verwenden.</li> <li>3) &lt;ENTER&gt; oder "Login" auswählen</li> </ol> <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten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

### c) Falls ein anderer Anwender angemeldet ist

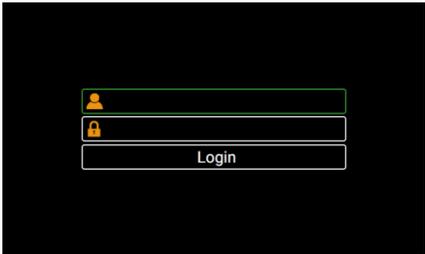
Via Webseite	Bemerkungen
	<p>Abmelden des aktuellen Benutzers via "Logout"</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Symbol  wählen</li> <li>2) Benutzername und Passwort eingeben</li> <li>3) &lt;ENTER&gt; oder "Login" auswählen</li> </ol> <p>Bei Erfolg wird, entsprechend den Rechten des sich anmeldenden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

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

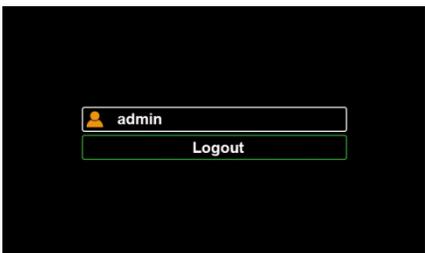
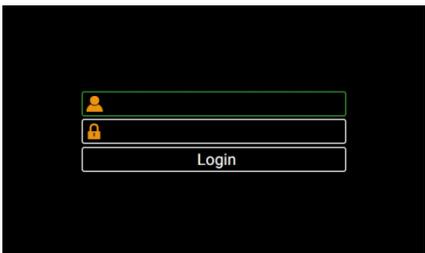
#### a) Falls "localgui" keine Berechtigungen hat

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>

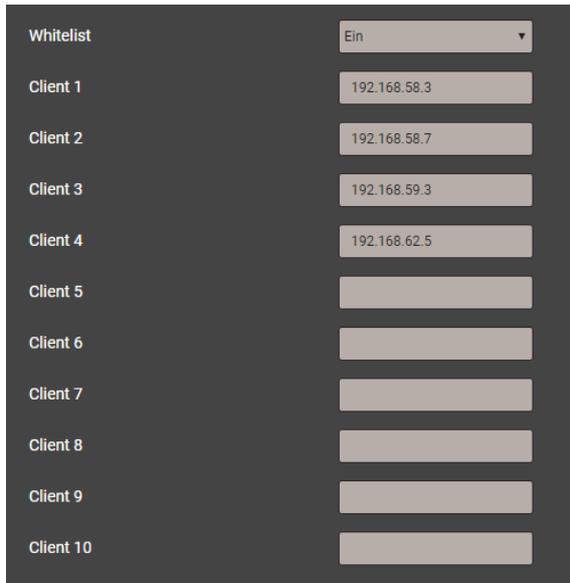
#### b) Falls "localgui" Berechtigungen hat

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>

### 6.7.4 Client Whitelist



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

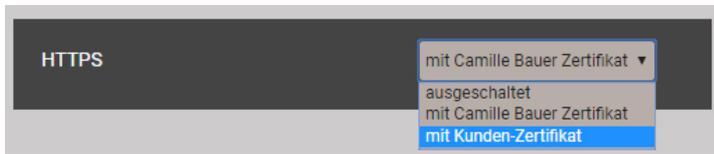


Falls ein DHCP-Server im Netz verwendet wird, können Clients bei jedem Aufstarten eine andere IP-Adresse erhalten, womit der Zugriff auf das Gerät verlorengeht.

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

### 6.7.5 Sichere Kommunikation mit HTTPS

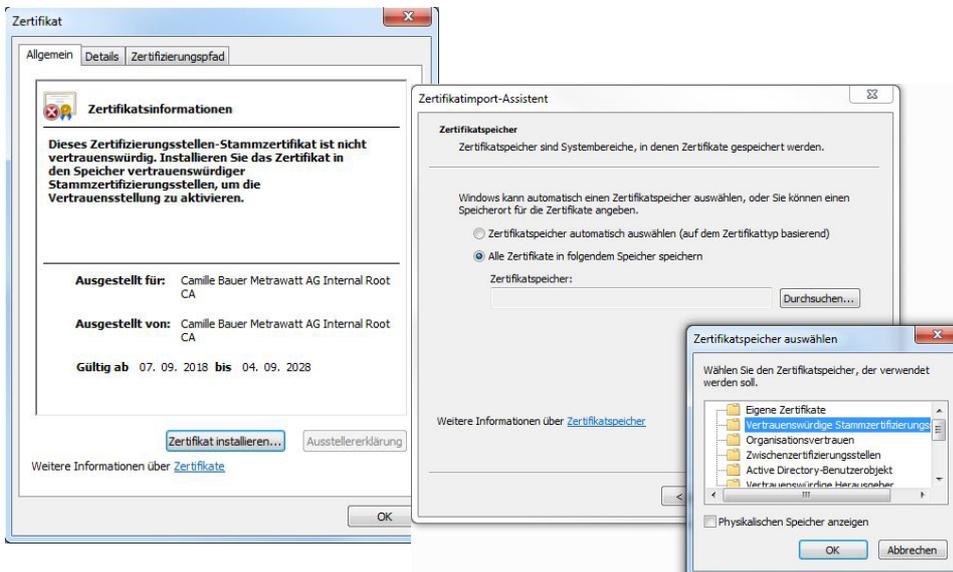
HTTPS stellt eine verschlüsselte Kommunikation mittels TLS (Transport Layer Security) bereit. Diese bidirektionale Verschlüsselung der Kommunikation zwischen Client und Server schützt gegen Abhören und Verfälschen der Kommunikation. HTTPS erzeugt einen sicheren Kanal über ein unsicheres Netzwerk. Bevor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

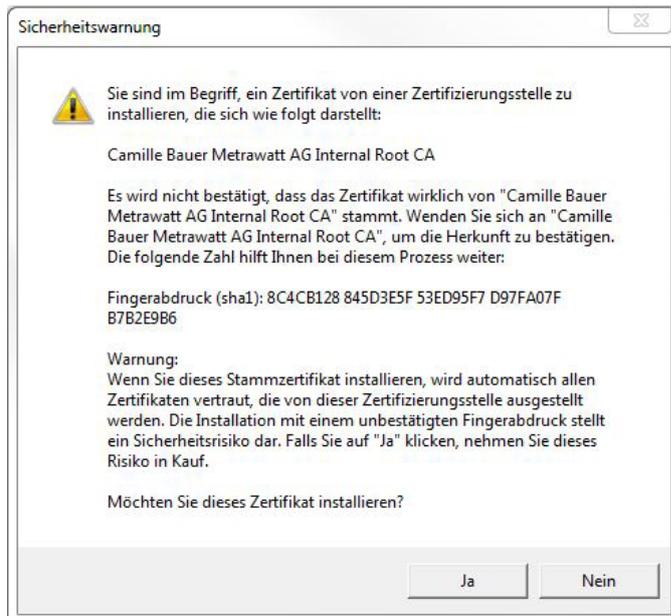
Quelle: Zum Beispiel <https://www.camillebauer.com/cu3000-de>

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**.



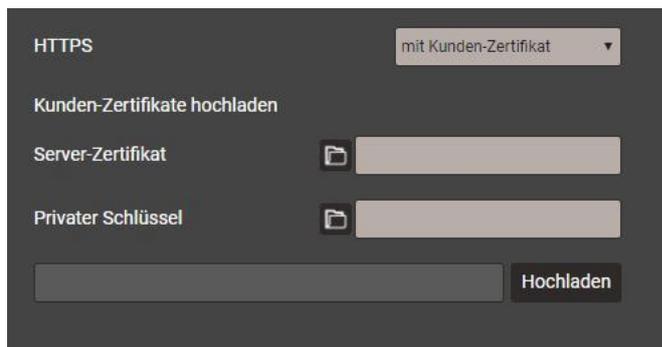
Das importierte Zertifikat ist für alle Geräte der PQ-, AM-, DM- und CU-Reihe gültig.

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.

### 6.7.6 Audit log (SYSLOG)

Sicherheitsbezogene Ereignisse, wie ...

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

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

Results per page

Filter:
 Emergency
Alert
Critical
Error
Warning
Notice
Info
Debug

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

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

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

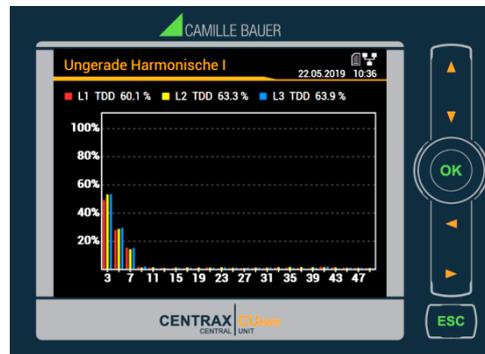
Syslog Protokoll	TCP
Host	tenserv.camillebauer.com
Port	514

## 7. Bedienen des Gerätes

### 7.1 Bedienelemente



CU3000



CU5000

Die Bedienung des Gerätes erfolgt mit Hilfe von 6 Tasten.

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

Die **Funktion** der Bedientasten kann sich in ausgewählten Messwertanzeigen, bei der Parametrierung und in Service-Funktionen ändern. Bei einem CU3000 wird die dann gültige Funktion in einem Hilfebalken angezeigt.

### 7.2 Auswahl der anzuzeigenden Information



CU3000



CU5000

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

#### Anzeige des Menüs

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

#### Anzeige von Informationen

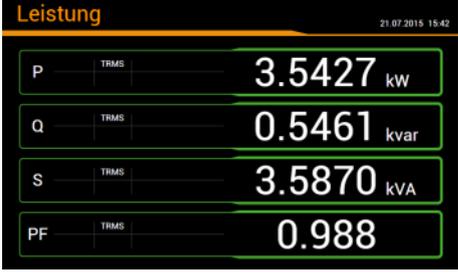
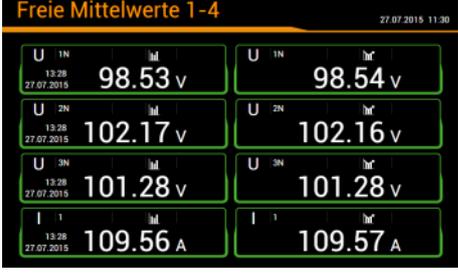
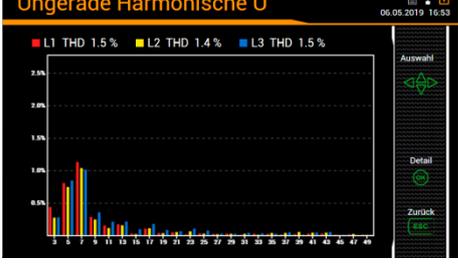
Der mit ▲, ▼ gewählte Menüpunkt kann mit **OK** selektiert werden. Vorgang in eventuellen Untermenüs wiederholen bis die gewünschte Information angezeigt wird.

#### Rückkehr in Messwertanzeige

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

### 7.3 Messwertanzeigen und verwendete Symbole

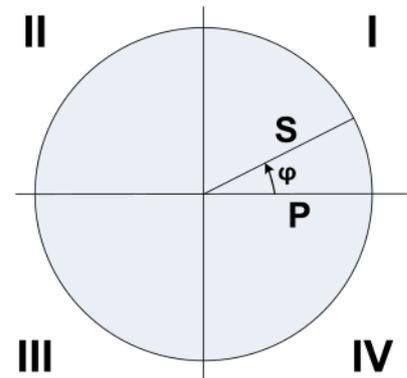
Das Gerät benutzt zur Darstellung der Messwertinformation sowohl numerische als auch numerisch-grafische Messwertanzeigen.

Beispiele	Messwert-Information
	2 Messgrößen
	4 Messgrößen
	2x4 Messgrößen (nur CU3000)
	2x4 Messgrößen mit Min/Max (nur CU3000)
	Grafische Messwertdarstellung <a href="#">Weitere Beispiele</a>

## Bezug / Abgabe / induktiv / kapazitiv

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

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



## Verwendete Symbole

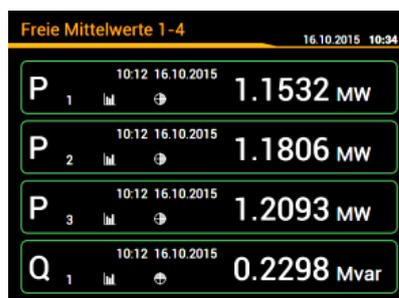
Damit ein Messwert eindeutig beschrieben ist, reichen Kurzbezeichnung (z.B.  $U_{1N}$ ) und Einheit (z.B. V) oft nicht aus. Einige Messwerte benötigen zusätzliche Informationen, welche mit einem der nachfolgenden Symbole oder einer Kombination mehrerer Symbole dargestellt wird:

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

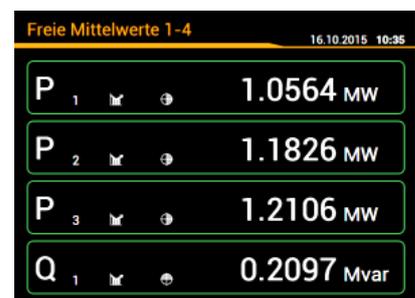
## Beispiele



CU3000: Zähler mit Tarif- und Quadranten- Information



CU5000: Freie Mittelwerte, letzte Werte



CU5000: Freie Mittelwerte, Trend Werte

## 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: Wird als 100%-Wert für die Überwachung der Spannungsereignisse des Störschreibers verwendet und entspricht der vereinbarten Spannung  $U_{din}$  gemäss IEC 61000-4-30*
- *Nennstrom: Bezugswert für die Skalierung des Oberschwingungsanteils [TDD](#) der Ströme*
- *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*
- **Störschreiber:** Definition der Parameter zur Überwachung der PQ-Ereignisse Spannungseinbruch, Spannungsunterbruch, Spannungsüberhöhung
- **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
- **Bimetalstrom:** Auswahl der Einstellzeit für die Bestimmung des [Bimetalstroms](#)
- **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
- **Digitaleingänge:** Entprellzeit (minimale Pulsbreite) und Polarität des [Digitaleingangs](#)
- **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
- **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 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.

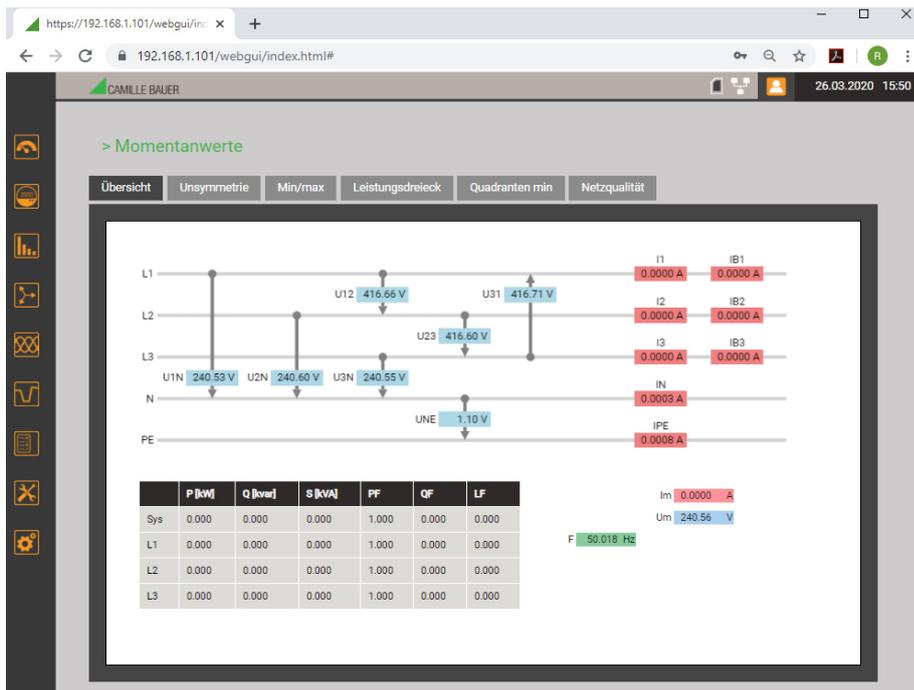
## 7.5.2 Konfiguration via Webbrowser

	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.



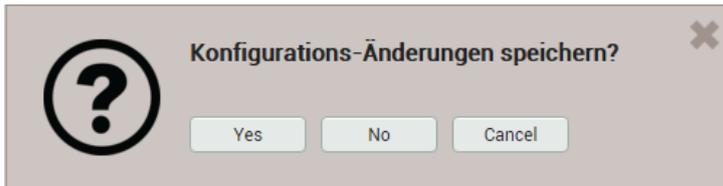
Geräte-Webseite bei Verwendung von Google Chrome

	Das Schloss-Symbol zeigt an, dass eine sichere Verbindung besteht (nur bei Verwendung von <code>https</code> )
	Drei Informationen: <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:

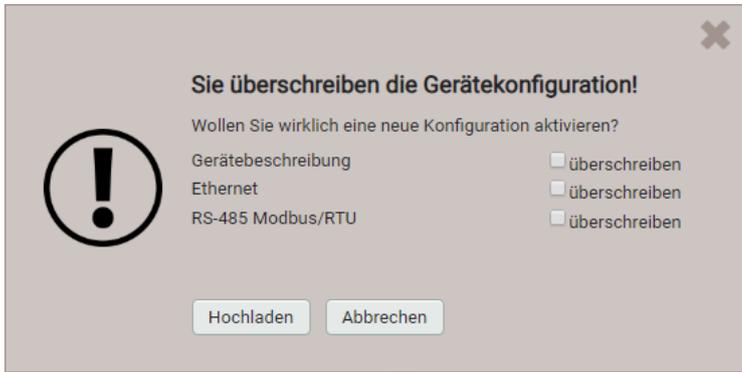


Falls diese Abfrage nicht bestätigt wird, können nicht gespeicherte Änderungen der aktuellen Konfiguration verloren gehen.

### 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 Überwachung und Alarmierung

### 7.6.1 Überwachung von Fehlerströmen

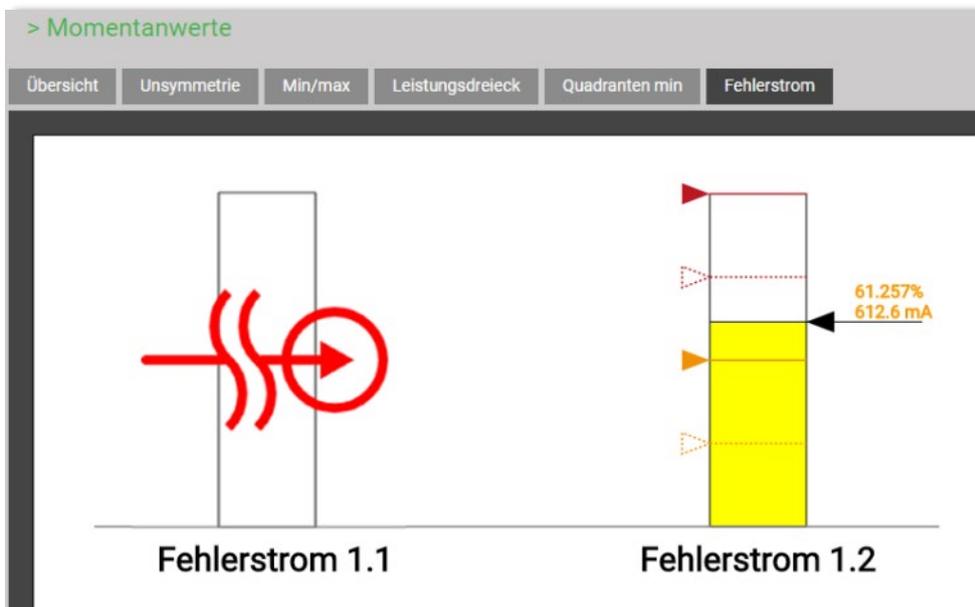
Jedes (optionale) Fehlerstrom-Modul stellt **zwei Kanäle** für die Überwachung von Differenz- und Fehlerströmen zur Verfügung. Für jeden der Kanäle kann eine Alarm- und eine Vorwarngrenze festgelegt werden, welche wie folgt genutzt werden:

- ... Aktivierung des [Sammelalarms](#) beim Überschreiten der Alarmgrenze oder bei Bruch (nur bei Eingang 2mA)
- ... 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

Oder über die Steuerung:

- ... als Quelle für einen digitalen Ausgang
- ... 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

## 7.6.2 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

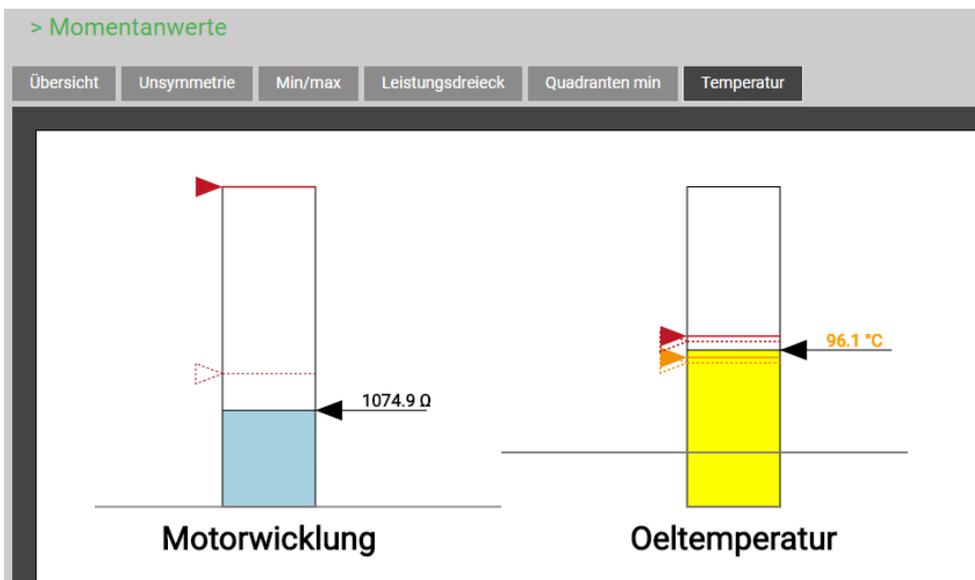
- Überwachung der PTC-Ansprechtemperatur
- Kurzschluss-Überwachung

### 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)
- ... Eintrag in die Alarmliste bei jeder Änderung eines Zustands

Oder über die Steuerung:

- ... als Quelle für einen digitalen Ausgang
- ... 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

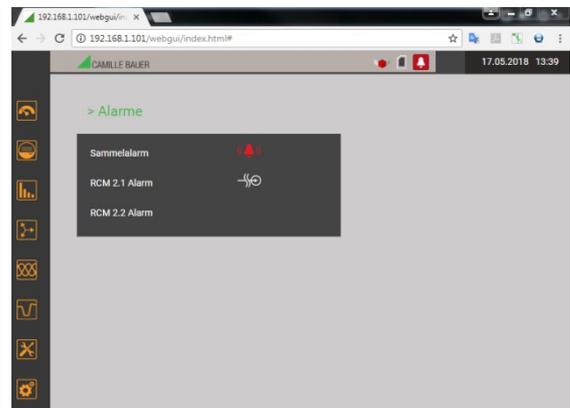
	Messwert im Normalbereich
	Alarmgrenze 1 verletzt
	Alarmgrenze 2 verletzt
	Alarm 2: Programmierte Grenze für EIN
	Alarm 2: Programmierte Grenze für AUS
	Alarm 1: Programmierte Grenze für EIN
	Alarm 1: Programmierte Grenze für AUS
	Fühler- oder Leitungsbruch detektiert
	Kurzschluss detektiert

### 7.6.3 Sammelalarm

Der Sammelalarm kombiniert die Zustände aller Kanäle der (optionalen) Fehlerstrom- und Temperatur-Überwachung. Beim Erkennen eines Alarmzustandes, eines Kurzschlusses (Messung mit Pt100, PTC) oder eines Bruchs der Messleitung (bei Eingang 2mA oder Pt100-Messung) wird direkt der Sammelalarm aktiviert.



Gerät mit RCM-Modul: Alarm via lokales GUI



Gerät mit RCM-Modul: Alarm via WEB-GUI

### Alarmanzeige Display

Das in der Statusleiste angeordnete Symbol signalisiert aktive Alarmer.

**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 keiner der Fehlerstrom-Kanäle mehr im Alarm-Zustand befindet.

## 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>	In Form eines Logbuches mit Zeitinformation: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ereignisliste: Verletzung der Vorwarnschwelle der (optionalen) Fehlerstromkanäle</li> <li>• Alarmliste: 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>	Ereignisse werden in die Liste der Störschriebe eingetragen. Durch Auswahl der Einträge kann: <ul style="list-style-type: none"> <li>• der RMS-Verlauf aller U/I</li> <li>• die Kurvenform aller U/I während der Störung angezeigt werden</li> </ul>	 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 Ablesintervall der Standard-Zähler P(I+IV), P(II+III), Q(I+II), Q (III+IV)
- Das Ablesintervall von bis zu 12 anwenderdefinierten Zählern

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

## Anzeige des zeitlichen Verlaufs von Mittelwerten

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

- Voreingestellte Leistungsmittelwerte
- Benutzerdefinierte Mittelwerte



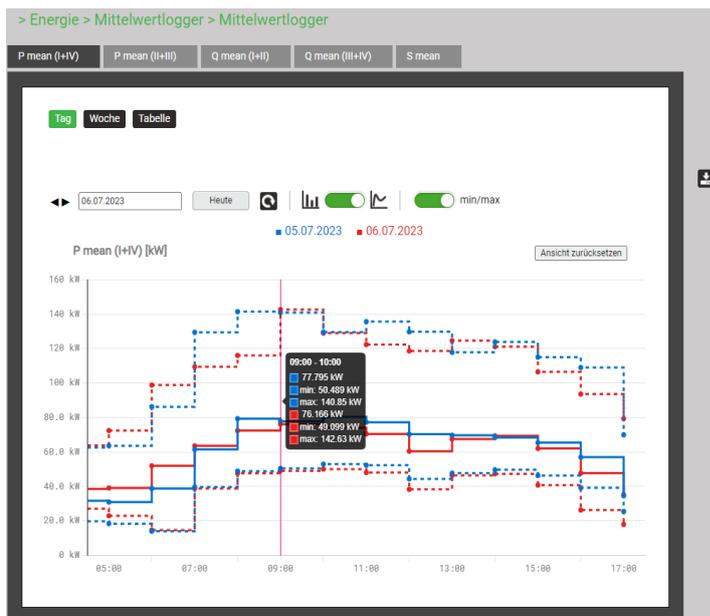
Auswahl der Mittelwert-Logger Gruppe



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

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

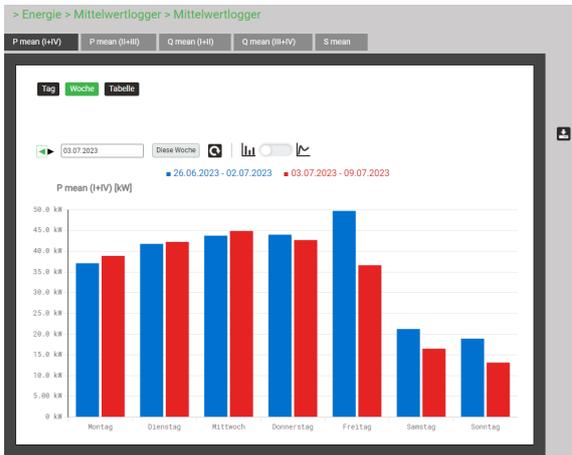
Die grafische Darstellung erlaubt den direkten Vergleich mit den Werten des Vortages bzw. der Vorwoche.



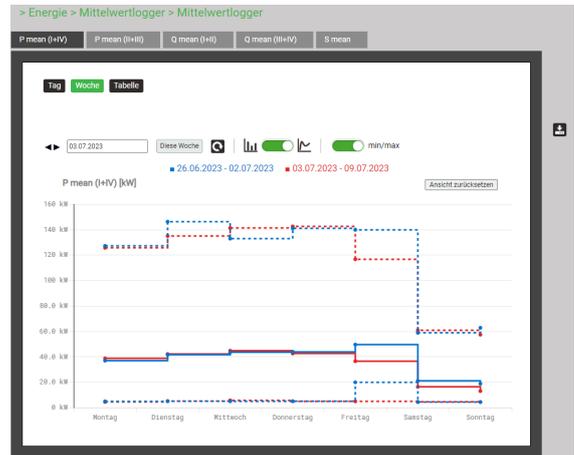
Alternativ kann eine Liniendarstellung gewählt werden, in der dann auch die Anzeige von Min/Max-Werten aktiviert werden kann, um die Schwankungs-Bandbreite der Messwerte sehen zu können.

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

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



Wochendarstellung als Balkendiagramm



Wochendarstellung als Liniendiagramm mit Min/Max-Werten

#	Zeit	Mittel	min(Interval)	max(Interval)
1	11.07.2023, 09:05:00,000	68,33 kW	45,85 kW	104,70 kW
2	11.07.2023, 09:00:00,000	67,83 kW	50,05 kW	97,48 kW
3	11.07.2023, 08:55:00,000	65,68 kW	47,40 kW	95,26 kW
4	11.07.2023, 08:50:00,000	65,60 kW	47,53 kW	97,98 kW
5	11.07.2023, 08:45:00,000	64,10 kW	46,00 kW	95,22 kW
6	11.07.2023, 08:40:00,000	64,09 kW	45,49 kW	95,74 kW
7	11.07.2023, 08:35:00,000	66,62 kW	48,69 kW	96,09 kW
8	11.07.2023, 08:30:00,000	68,39 kW	48,15 kW	104,94 kW
9	11.07.2023, 08:25:00,000	71,72 kW	46,85 kW	107,78 kW
10	11.07.2023, 08:20:00,000	68,82 kW	46,60 kW	103,79 kW
11	11.07.2023, 08:15:00,000	69,95 kW	50,44 kW	105,26 kW
12	11.07.2023, 08:10:00,000	68,19 kW	46,98 kW	104,16 kW
13	11.07.2023, 08:05:00,000	72,28 kW	51,05 kW	101,28 kW
14	11.07.2023, 08:00:00,000	74,70 kW	61,68 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

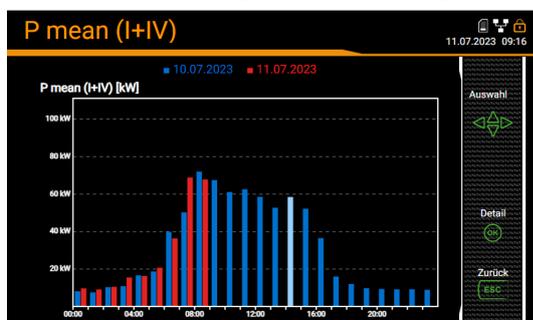
#	Zeit	P ΣLT (I+IV)		P ΣHT (I+IV)	
1	11.07.2023, 00:00:00,000	0	Wh	861228877	Wh
2	10.07.2023, 00:00:00,000	0	Wh	860475776	Wh
3	09.07.2023, 00:00:00,000	0	Wh	860160500	Wh
4	08.07.2023, 00:00:00,000	0	Wh	859764499	Wh
5	07.07.2023, 00:00:00,000	0	Wh	858885213	Wh
6	06.07.2023, 00:00:00,000	0	Wh	857860510	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	853600163	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

Zeit	P ΣLT (I+IV) [Wh]	P ΣHT (I+IV) [Wh]
00:00:00,000 11.07.2023	0	861228877
00:00:00,000 10.07.2023	0	860475776
00:00:00,000 09.07.2023	0	860160500
00:00:00,000 08.07.2023	0	859764499
00:00:00,000 07.07.2023	0	858885213

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

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.

- Ereignisliste: Verletzung der Vorwarnschwelle der Fehlerstromkanäle
- Alarmliste: Verletzung der Grenzwerte der Fehlerstromkanäle
- Temperatur-Alarmliste: Verletzung der Grenzwerte der Temperaturkanäle

### 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.

The image shows a navigation menu on the left with icons for home, events, charts, and other functions. The main content area is titled '> Ereignisse' and contains three sub-items: 'Alarme', 'Alarm- und Ereignisliste', and 'Logger Störschreiber'. Below this is a screenshot of the 'Ereignisliste' (Event List) view. It features a header with tabs for 'Ereignisliste', 'Alarmliste', and 'Temperaturalarmliste'. The 'Ereignisliste' tab is active. Below the header is a navigation bar with page controls (back, first, 1, next, forward) and a dropdown for 'Ergebnisse pro Seite' set to 25. A table displays the event list with columns for '#', 'Zeit', 'Text', and 'Zustand'. The table contains four rows of warning events.

#	Zeit	Text	Zustand
1	18.03.2020, 10:48:52,485	RCM 1.2 Warning	↘
2	18.03.2020, 10:48:52,385	RCM 1.2 Warning	↘
3	18.03.2020, 10:47:50,727	RCM 1.1 Warning	↘
4	18.03.2020, 10:47:50,326	RCM 1.1 Warning	↘

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

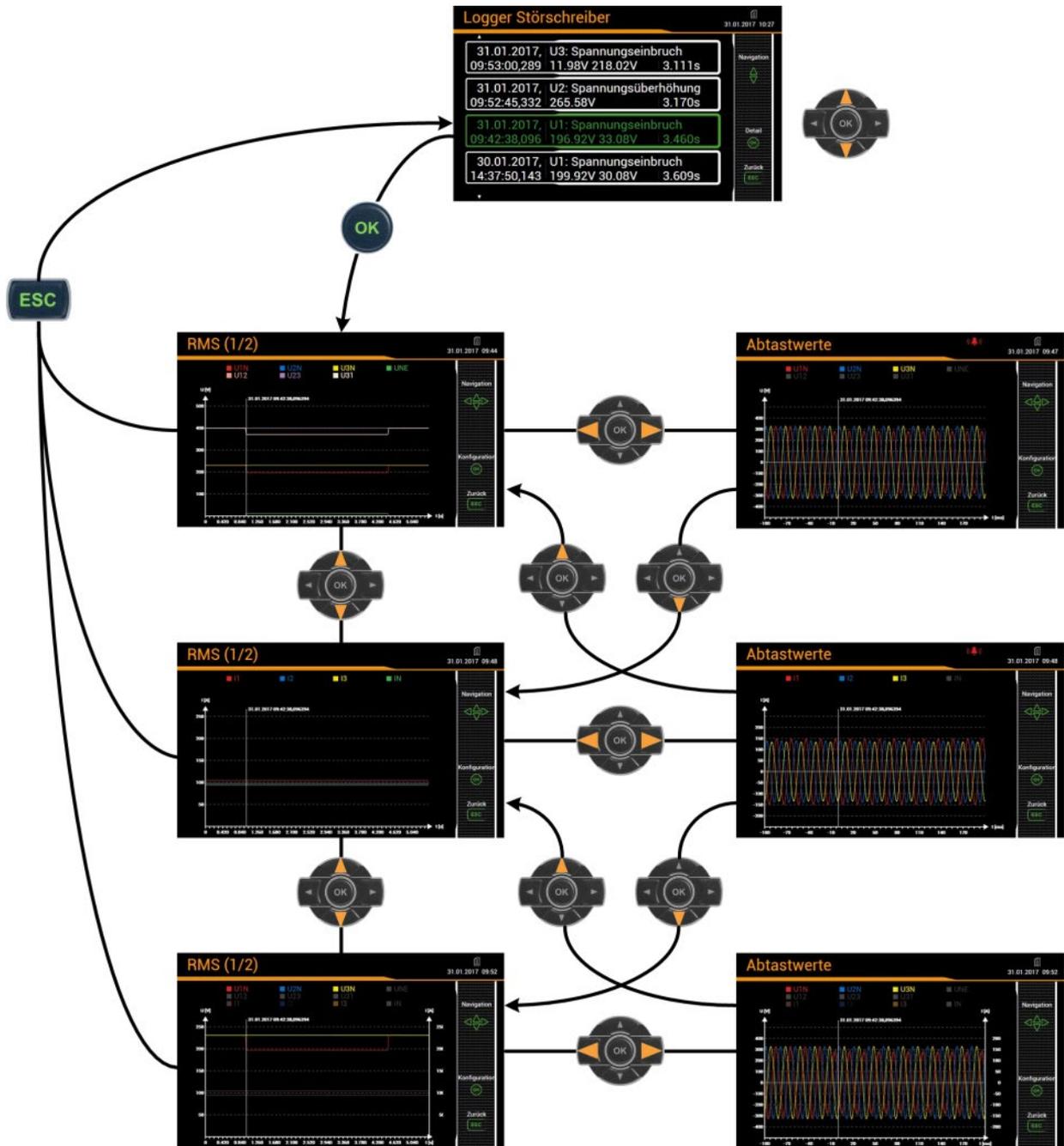
### Konfiguration der aufzuzeichnenden Ereignisse

Das Gerät überwacht die Ereignisse Spannungseinbruch, -überhöhung und -unterbruch. Der Anwender kann für diese Ereignisse die Triggerschwellen im Menü **Einstellungen | Logger Störschreiber** festlegen.

### Anzeige von Ereigniseinträgen (lokal)

Aufgezeichnete Störschriebe sind in Form eines Logbuches verfügbar. Das Auftreten von Ereignissen wird mit der Zeit des Auftretens in die entsprechende 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

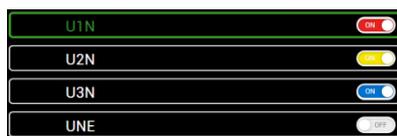


Anzeigematrix auf dem lokalen Display

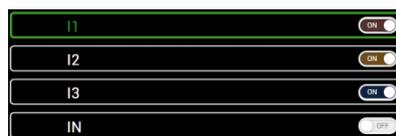
### Einschränkung der angezeigten Werte auf dem lokalen Display

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.

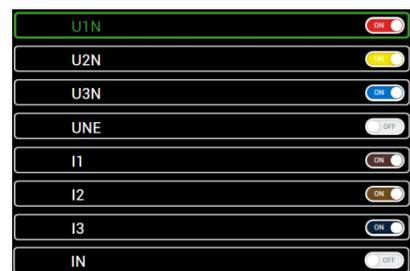
#### Spannungsanzeige



#### 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.

The screenshot shows the 'Logger Störschreiber' web interface. At the top, there is a navigation bar with the breadcrumb '> Ereignisse > Logger Störschreiber'. Below this, a date range '12.07.2023 → 18.07.2023' and a button 'Aktuellste Ereignisse' are visible. A pagination control shows page '1' selected, with buttons for navigation and a dropdown for 'Ergebnisse pro Seite' set to '25'. There are three filter buttons: 'Spannungsüberhöhung', 'Spannungseinbruch', and 'Spannungsunterbruch'. Below the filters is a table with the following data:

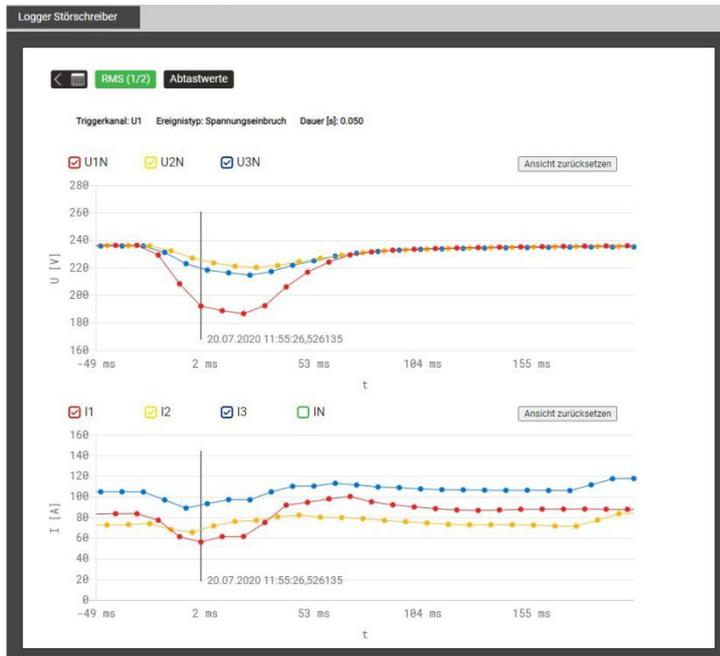
Zeit	Dauer [s]	Ereignistyp	Triggerkanal	Detail
18.07.2023 18:10:39,673	60560.332	Spannungsunterbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.016631 V Tiefe: 229.983368 V
18.07.2023 18:10:39,650	60560.383	Spannungseinbruch	U1, U2, U3	Restspannung: 0.016631 V Tiefe: 229.983368 V
18.07.2023 15:05:37,871	301.784	Spannungsunterbruch	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				Restspannung: 0.018597 V

Liste der Störschreiber-Ereignisse



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

Grafische Darstellung eines Störschriebs



Störschrieb vergrößert

#### 7.7.4 Mikro SD-Card (nur CU3000)

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



#### Aktivität

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

#### Austausch der Karte

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

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

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



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

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

## 7.8 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.

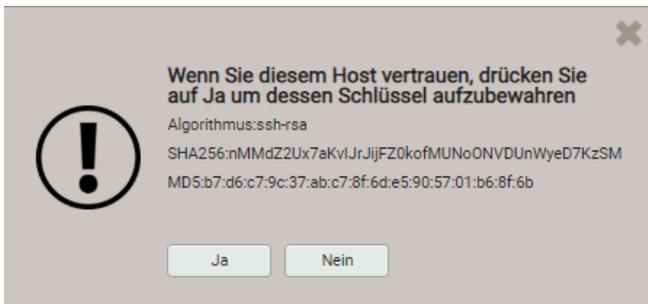


### 7.8.3 Periodisches Versenden an einen SFTP-Server

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

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

### Menü-Timeout

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

### Konfigurations-Timeout

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

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

## 8. CODESYS Quick Start

CODESYS ist eine hardwareunabhängige Entwicklungsumgebung, welche zur Erstellung von Steuerungsanwendungen auf einer Zielplattform (hier CENTRAX CUx000) genutzt werden kann. Zur Erstellung der Anwendung kann irgendeine der Programmiersprachen nach IEC 61131-3 verwendet werden.

Eine detaillierte Beschreibung über CODESYS ist über das Hilfe-Menü innerhalb der Entwicklungsumgebung verfügbar. Die nachfolgenden Angaben stellen eine Kurzeinführung in die Bedienung von CODESYS dar.

### 8.1 CODESYS Entwicklungsumgebung

Um die Steuerungsfunktion der Geräte der CENTRAX Familie nutzen zu können, ist die CODESYS-Entwicklungsumgebung erforderlich. Diese kann in einer von uns mit den Geräten getesteten Version kostenlos von unserer Homepage

<https://www.camillebauer.com/cu3000-de> oder <https://www.camillebauer.com/cu5000-de>

herunterladen werden. Alle erforderlichen CODESYS-Lizenzen sind in der Hardware des Gerätes gespeichert und somit im Lieferumfang enthalten.

- **Installieren Sie die CODESYS-Entwicklungsumgebung auf Ihrem Rechner.**

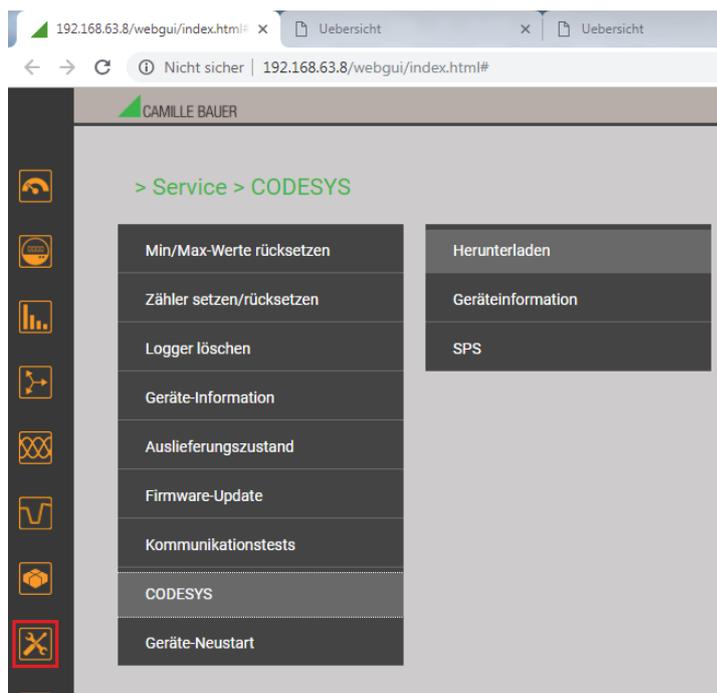
### 8.2 CENTRAX Gerätebeschreibung

Damit CENTRAX-Geräte in der Entwicklungsumgebung als Hardware-Ressource bzw. Zielplattform genutzt werden können, ist es erforderlich eine entsprechende Gerätebeschreibungsdatei zu installieren. Diese beschreibt die Möglichkeiten des Gerätes. Nach der Installation sind die CENTRAX-Geräte in der Geräteliste verfügbar und deren Funktionalität kann genutzt werden.

Die Gerätebeschreibung kann über die Webpage direkt aus dem Gerät heruntergeladen werden. Geben Sie dazu die IP-Adresse des Gerätes in ihrem Browser ein, z.B. 192.168.62.214 wie unten gezeigt. Über das Service-Menü kann via **CODESYS → Download** aus dem Verzeichnis **package/** die Gerätebeschreibung heruntergeladen werden. Alternativ kann diese Datei auch von unserer Webseite

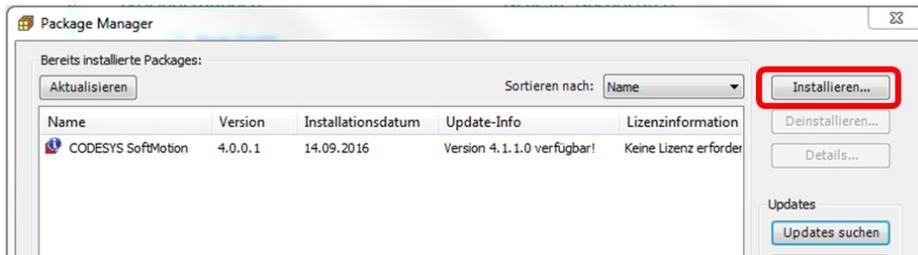
<https://www.camillebauer.com/cu3000-de> oder <https://www.camillebauer.com/cu5000-de>

heruntergeladen werden.



Die Geräte-Beschreibung kann anschliessend auf zwei Arten installiert werden.

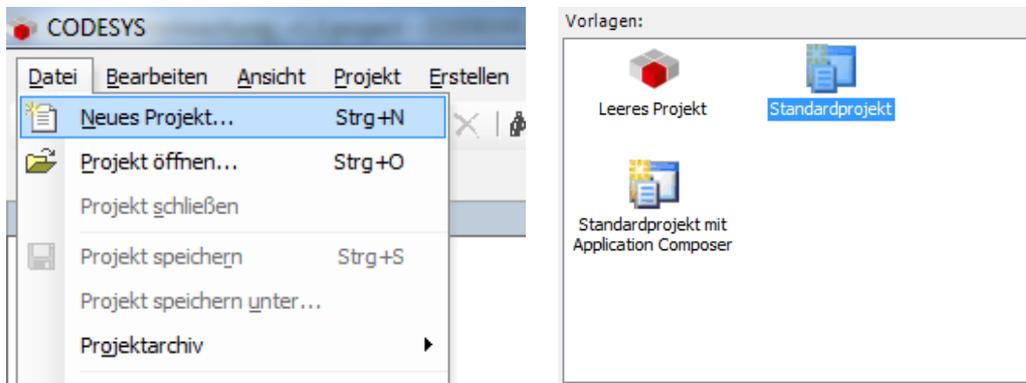
- Doppelklick auf die Gerätebeschreibungdatei CENTRAX\_CU\_<version>.package  
Voraussetzung ist die installierte CODESYS-Entwicklungsumgebung und ausreichende Benutzerrechte.
- Über Tools | Package-Manager innerhalb der CODESYS-Entwicklungsumgebung  
Unter Umständen muss die CODESYS-Entwicklungsumgebung mit Administrator-Rechten ausgeführt werden.



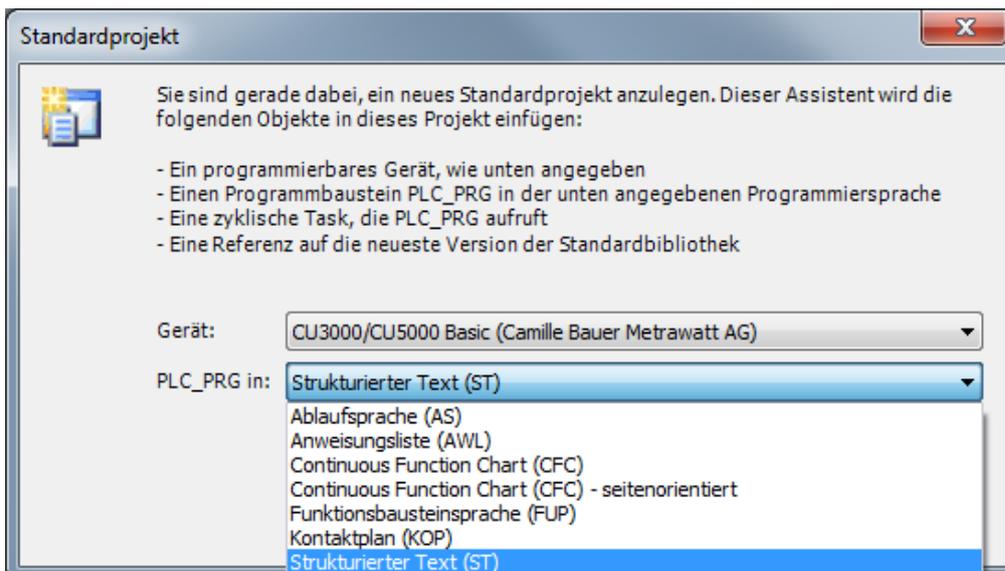
### 8.3 Projekt erstellen

a) Datei | Neues Projekt →

Standardprojekt

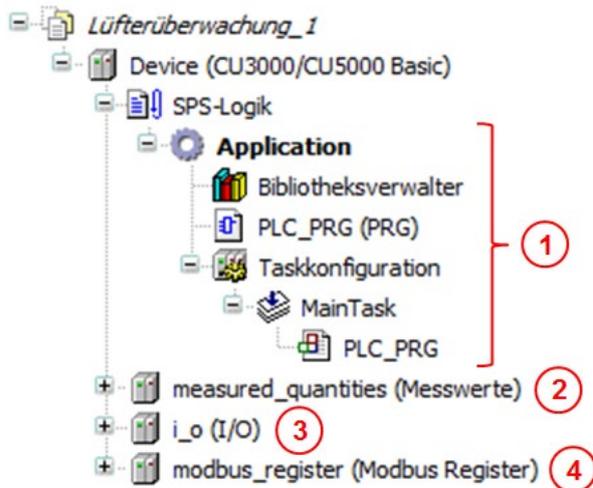


- b) Bei **Gerät** die Ausbaustufe (Basic, Advanced, Professional) des Zielgerätes angeben, z.B. CU3000/CU5000 Basic, bei **PLC\_PRG** die Programmiersprache wählen, mit der die Anwendung erstellt werden soll.



## 8.4 CU3000/CU5000 Gerätebaum

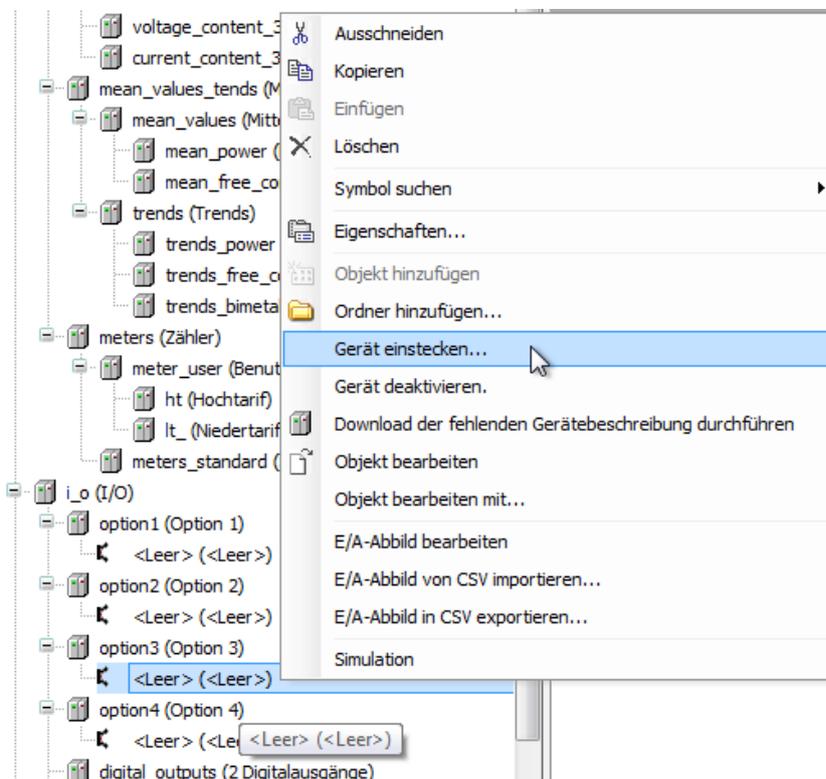
Das neu angelegte Projekt ist nun auf der linken Seite des Hauptfensters zu sehen. Der Gerätebaum besteht aus der Applikation **1**, dem Messwert-Abbild **2**, den Ein- und Ausgängen **3** und einem zusätzlichen Modbus-Abbild **4**.



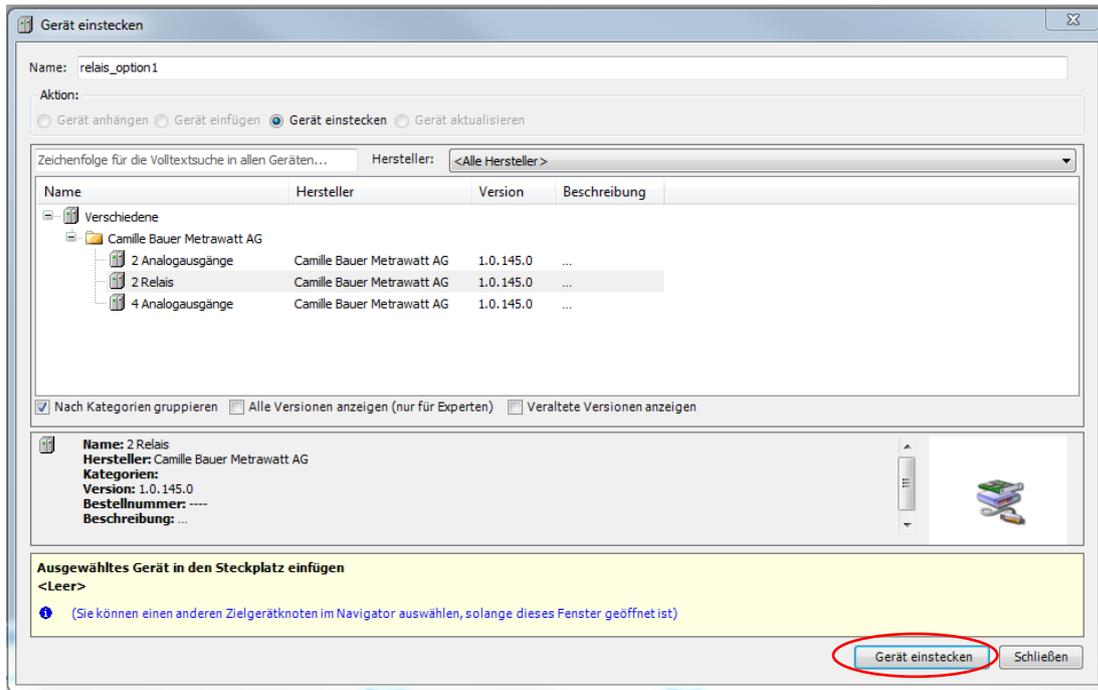
## 8.5 Auswahl der I/O-Erweiterungsmodule

Die Bestückung der I/O-Optionen kann je nach bestellter Geräteausführung unterschiedlich sein. Damit die verfügbaren Kanäle durch die Steuerungsanwendung genutzt werden können, muss die Funktion der Module ausgewählt werden.

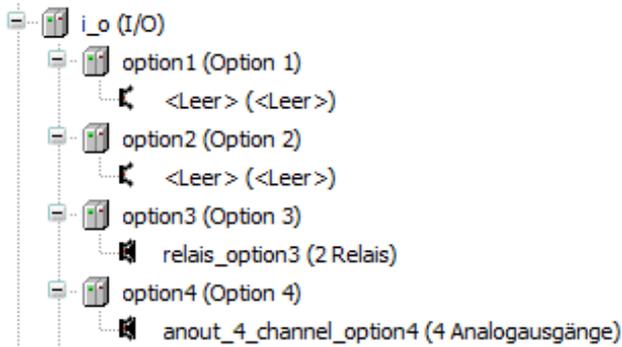
Die Optionen werden im Gerätebaum des Projektes unter **I/O** → **option x** konfiguriert. Beim CU3000 können alle I/O-Optionen belegt sein, beim CU5000 nur die Optionen 1 und 2. Nach einem Rechtsklick auf das Feld **<Leer>** und der Auswahl von **Gerät einstecken** wird das Konfigurationsfenster geöffnet.



Die korrekte Modulooption auswählen und mit „Gerät einstecken“ bestätigen.



Diesen Vorgang solange wiederholen, bis alle genutzten I/O-Optionen festgelegt sind. Nicht vorhandene Optionen, oder nicht steuerungsrelevante wie das USV-Modul, können im Projekt leer gelassen werden.



## 8.6 Verwendung der Modbus Master-Funktionalität

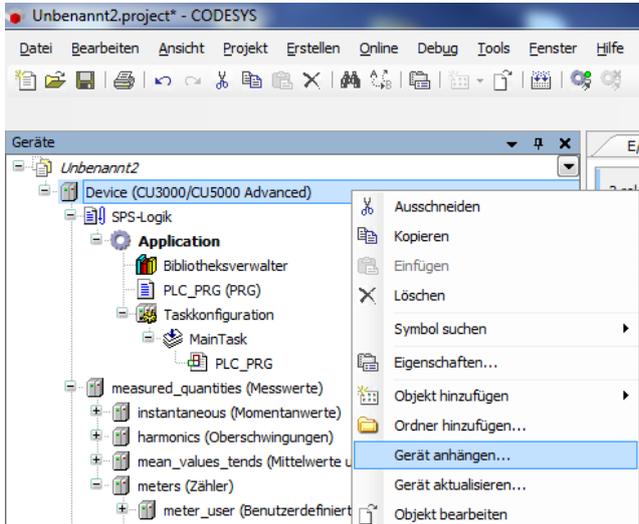
Bei den Ausbaustufen ADVANCED und PROFESSIONAL können die Modbus-Schnittstellen auch für die Erfassung von Messwerten anderer Geräte verwendet werden. Bei der Ethernet-Schnittstelle kann diese Master-Funktionalität parallel zur bestehenden Modbus/TCP Server-Funktionalität genutzt werden.

 Bei der Modbus/RTU-Schnittstelle via RS485, wird mit der Nutzung der Master-Funktionalität der Slave-Modus deaktiviert.

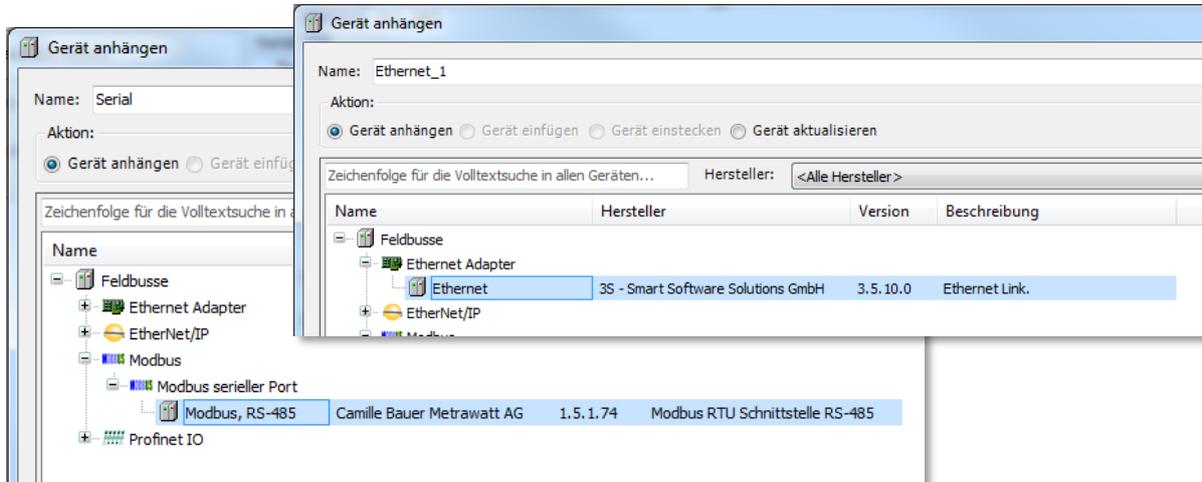
Der Aufbau der Master / Server bzw. Master / Slave Struktur erfolgt in vier Schritten:

- a) Anhängen eines Feldbusses (Ethernet oder Modbus RS-485)
- b) Anhängen der entsprechenden Master-Funktionalität
- c) Parametrierung des Masters
- d) Anhängen von Geräten an den Master. Zur Auswahl stehen verschiedenste Messgeräte von Camille Bauer und Gossen Metrawatt mit vordefiniertem Modbus-Abbild bzw. direkt auswählbaren Messwerten. Für Fremdprodukte steht ein generisches Gerät zur Verfügung, bei dem Messgrößen manuell eingefügt werden können.

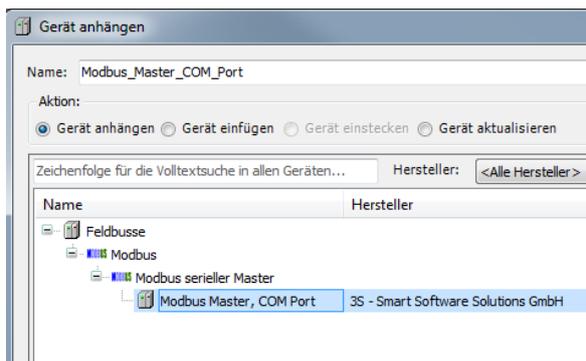
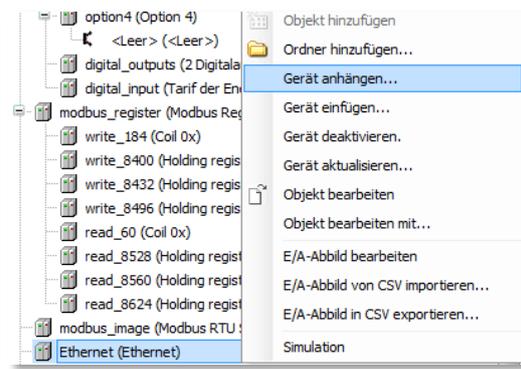
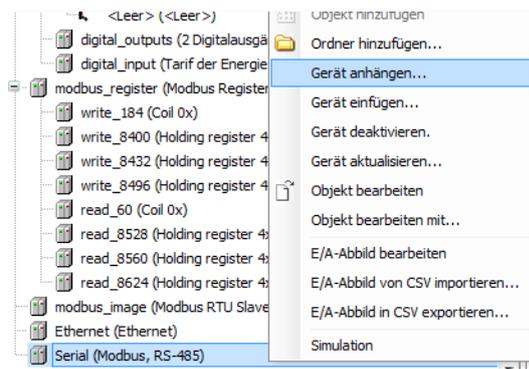
Das Prinzip ist auf den nächsten Seiten dargestellt.



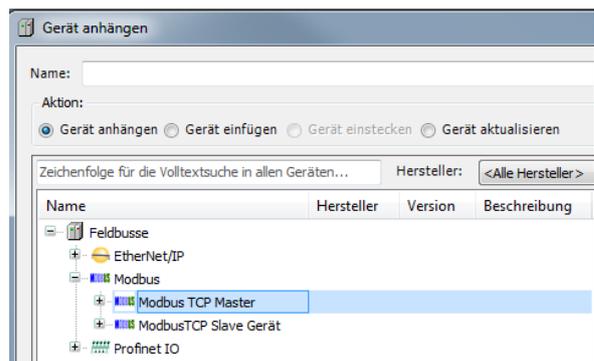
Gerät an den CUx000 anhängen



Schnittstelle auswählen: Modbus RS-485 oder Ethernet



Modbus RTU Master an RS-485 anhängen



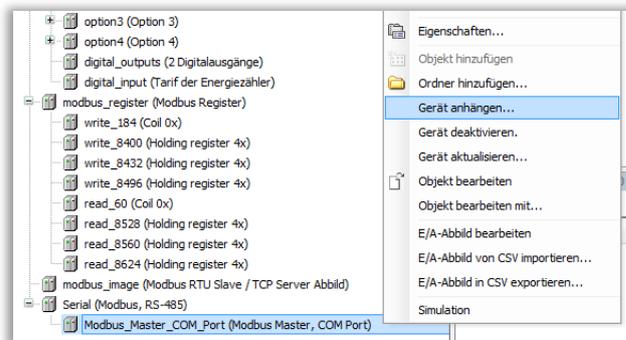
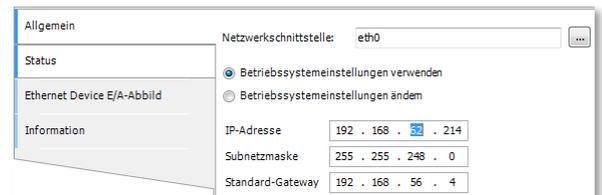
Modbus TCP Master an Ethernet anhängen

Parameter	Typ	Wert	Standardwert	Einheit	Beschreibung
Baudrate	Enumeration of UDINT	19200	19200		Baudrate of the serial port.
Parity	Enumeration of STRING	'NONE'			Parity for messages on the serial port.
DataBits	USINT	8	8		Number of data bits
StopBits	USINT	2	2		Number of stop bits
SerialPort	Enumeration of USINT	RS-485	RS-485		COM port number to use for the serial communication

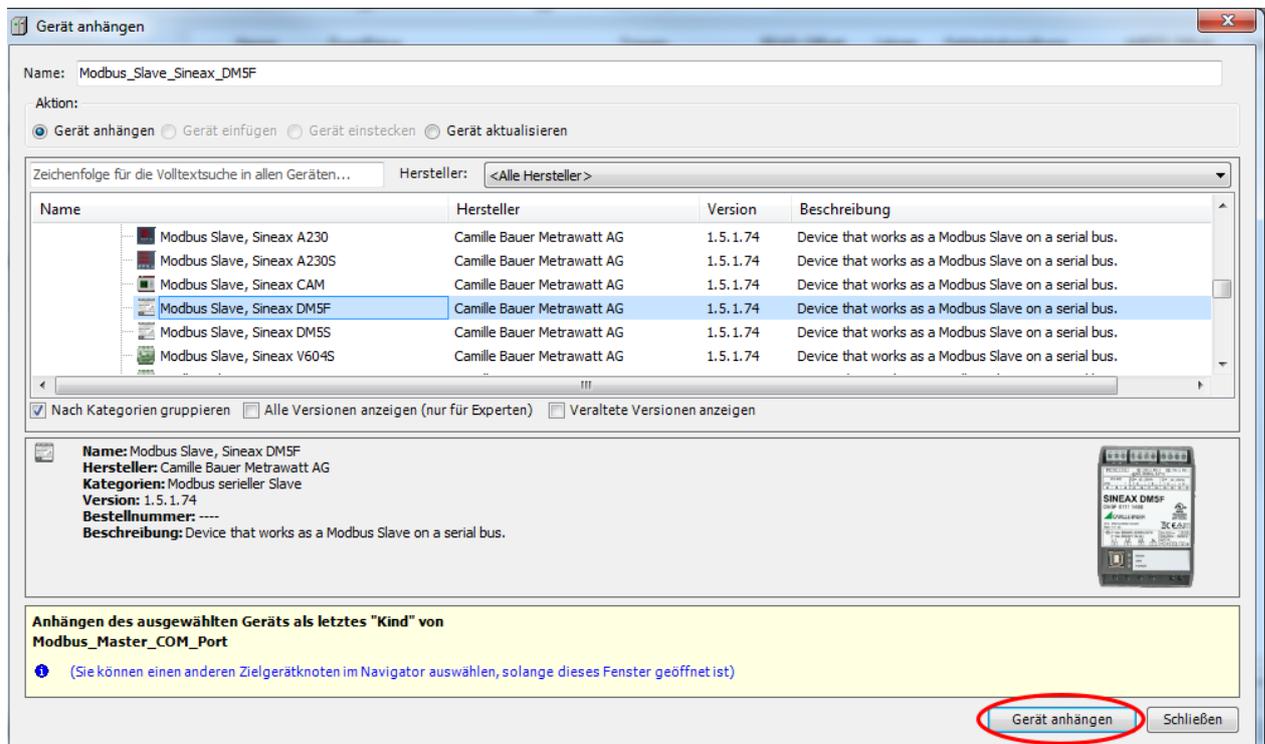
### Einstellungen der Modbus RTU Schnittstelle vornehmen

Da bei Aktivierung des Masters die RS-485 Modbus/RTU Slave Schnittstelle deaktiviert wird, sind auch die Geräte-Einstellungen dieser Kommunikationsschnittstelle nicht mehr aktiv. Die Übertragungs Parameter der RS-485 müssen deshalb hier festgelegt werden.

Für die Ethernet-Schnittstelle sind keine separaten Einstellungen erforderlich. Es werden die Netzwerk-Parameter der Geräte-Einstellungen angewendet. Um Warnungen in der CODESYS Umgebung zu vermeiden kann die Netzwerkschnittstelle auf **eth0** gesetzt werden, was den Ethernet-Einstellungen des Gerätes entspricht.

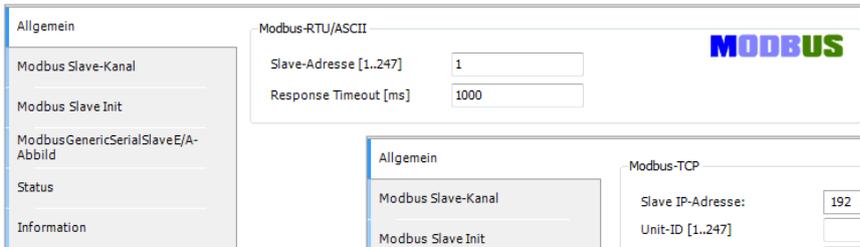


### Gerät an den Master anhängen (hier an Modbus RTU)

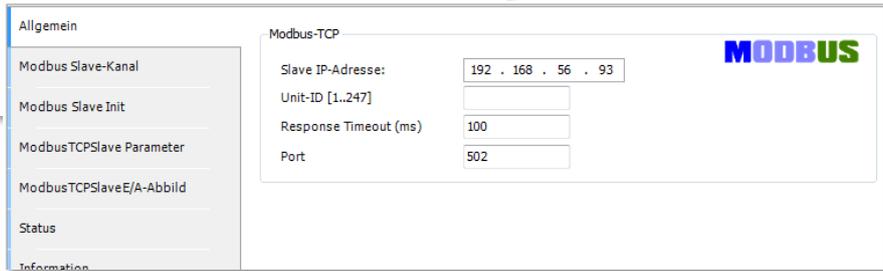


### Beispiel: Anhängen eines SINEAX DM5F

Solange das obige Fenster angezeigt ist, können weitere Geräte ausgewählt und mit „Gerät anhängen“ an den Master angeschlossen werden.



Geräte-Adresse Modbus/RTU



IP-Adresse und TCP-Port für Modbus TCP Slave

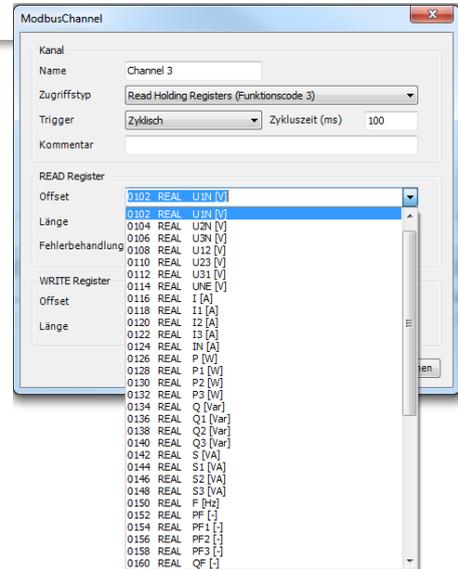
Name	Zugriffstyp	Trigger	READ-Offset	Länge	Fehlerbehandlung
0 DMSF_U1N	Read Holding Registers (Funktionscode 03)	Zyklisch, t#500ms	16#0065	2	Letzen Wert beibehalten
1 DMSF_U2N	Read Holding Registers (Funktionscode 03)	Zyklisch, t#500ms	16#0067	2	Letzen Wert beibehalten
2 DMSF_U3N	Read Holding Registers (Funktionscode 03)	Zyklisch, t#500ms	16#0069	2	Letzen Wert beibehalten
3 Channel 3	Read Holding Registers (Funktionscode 03)	Zyklisch, t#500ms	16#0065	6	Letzen Wert beibehalten

### Hinzufügen der vom Gerät abzufragenden Messwerte

Das Modbus-Interface erlaubt einzelne Wörter oder ein Mehrfaches davon auszulesen. Der Datentyp wird über die Zuweisung zu einer Variablen oder einer Variablengruppe festgelegt.

Messwerte können einzeln oder mehrere gleichzeitig abgefragt werden. Einzelne Messwerte haben typischerweise eine Länge von 2 Worten, oben gezeigt für die Abfragen 0...2 (U1N, U2N, U3N). Jeder Wert kann über die nebenstehende Maske direkt aus der Liste der verfügbaren Messgrößen des gewählten Gerätes ausgewählt werden. Via Trigger kann definiert werden, ob der Wert zyklisch abgefragt werden soll oder abhängig vom Zustand einer logischen Variablen. Die verfügbaren Messgrößen ergeben sich aus dem gewählten Zugriffstyp.

Mit nur einer Abfrage können aber auch mehrere Messwerte gleichzeitig ausgelesen werden, oben gezeigt für die Abfrage 3, welche die Werte U1N, U2N und U3N liefert. Im Gegensatz zu den Abfragen 0...2, wo eine direkte Zuweisung auf jeweils eine REAL-Variablen möglich ist, wird das Ergebnis der Abfrage 3 auf eine Struktur, bestehend aus 3 REAL-Variablen, zugewiesen.



Variable	Mapping	Kanal	Adresse	Typ	Einheit	Beschreibung
Application.PLC_PRG.dm5_u1n		DMSF_U1N	%I1W1885	ARRAY [0..1] OF WORD		Read Holding Registers
		DMSF_U1N[0]	%I1W1885	WORD	0102 REAL U1N [V]	
		DMSF_U1N[1]	%I1W1886	WORD	0102	
Application.PLC_PRG.dm5_u2n		DMSF_U2N	%I1W1887	ARRAY [0..1] OF WORD		Read Holding Registers
		DMSF_U2N[0]	%I1W1887	WORD	0104 REAL U2N [V]	
		DMSF_U2N[1]	%I1W1888	WORD	0104	
Application.PLC_PRG.dm5_u3n		DMSF_U3N	%I1W1889	ARRAY [0..1] OF WORD		Read Holding Registers
		DMSF_U3N[0]	%I1W1889	WORD	0106 REAL U3N [V]	
		DMSF_U3N[1]	%I1W1890	WORD	0106	
Application.PLC_PRG.dm5_u		Channel 3	%I1W1891	ARRAY [0..5] OF WORD		Read Holding Registers
		Channel 3[0]	%I1W1891	WORD	0102 REAL U1N [V]	
		Channel 3[1]	%I1W1892	WORD	0102	
		Channel 3[2]	%I1W1893	WORD	0104 REAL U2N [V]	
		Channel 3[3]	%I1W1894	WORD	0104	
		Channel 3[4]	%I1W1895	WORD	0106 REAL U3N [V]	
		Channel 3[5]	%I1W1896	WORD	0106	

Zuweisung der erfassten Messwerte auf Variablen

## 8.7 Erstellen der CODESYS-Anwendung

An dieser Stelle im Projekt wird die Steuerungsanwendung erstellt. Dazu wurde bei der Erstellung des Projektes eine POU (Programmable Organisation Unit) mit der Bezeichnung PLC\_PRG angelegt. Mit einem Doppelklick auf **PLC\_PRG** im Gerätebaum wird die Editor-Ansicht geöffnet.

Im Deklarationsteil **①** werden Variablen und andere POU's, die in diesem PLC\_PRG gebraucht werden, deklariert. In der unteren Ansicht **②** wird der Programmcode geschrieben. Rechts davon befindet sich die passende Werkzeugleiste **③**, aus der Objekte direkt per Drag & Drop ins Programm eingefügt werden können. Diese Werkzeugleiste ist abhängig von der gewählten Programmiersprache.

Das weitere Vorgehen zur Erstellung der Anwendung ist nicht Bestandteil dieser Kurzanleitung. Nutzen Sie auch die Online-Hilfe innerhalb der CODESYS-Entwicklungsumgebung.



### 8.7.1 Remanente Variablen verwenden

Remanente Variablen werden vom Gerät so gespeichert, dass deren Inhalt auch nach einem Neustart des Gerätes oder einem Versorgungsunterbruch unverändert zur Verfügung steht.

Die Deklaration remanenter Variablen erfolgt mittels VAR RETAIN. Der Speicherbereich mit RETAIN-Variablen ist auf 1000 Bytes begrenzt.

Der Inhalt remanenter Variablen wird unter zwei Bedingungen zurückgesetzt:

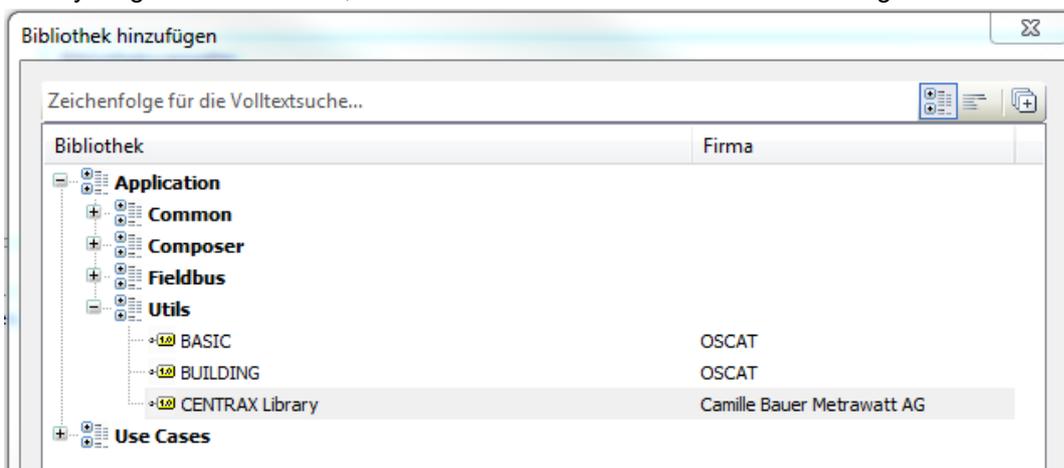
- Reset kalt: Alle VAR und VAR RETAIN Variablen werden zurückgesetzt
- Reset Ursprung: Beim Rücksetzen der SPS in den Urzustand, wird die Anwendung auf der SPS gelöscht und damit alle zugehörigen Variablen

Die verschiedenen Rücksetzen-Möglichkeiten sind in einem [separaten Kapitel](#) beschrieben.

### 8.7.2 Datenlogger nutzen

Ausschliesslich bei Geräten mit Ausbaustufe PROFESSIONAL besteht die Möglichkeit mit Hilfe von CODESYS Daten oder Meldungen über einen längeren Zeitraum aufzuzeichnen.

Um die Aufzeichnungsfunktionen nutzen zu können, muss über den Bibliotheksverwalter die CENTRAX Library eingebunden werden, welche Bestandteil der Geräte-Beschreibungsdatei ist.



Aufzeichnungsmöglichkeit	Zugehörige Funktion
20 Kanäle REAL (32-Bit Gleitkomma)	stat := LogAdd_REAL(Kanal, Wert, Zeitstempel)
20 Kanäle LREAL (64-Bit Gleitkomma)	stat := LogAdd_LREAL(Kanal, Wert, Zeitstempel)
20 Kanäle BOOL, z.B. für Ereignisse	stat := LogAdd_BOOL(Kanal, Wert, Zeitstempel)

wobei: *stat*: Rückgabewert, TRUE bei erfolgreicher Ausführung

*Kanal*: Aufzeichnungskanal 1...20

*Wert*: Abzuspeichernder Wert

*Zeitstempel*: [ms] seit 1.1.1970 00:00:00; auf 0 setzen um aktuelle Systemzeit zu verwenden

## Datenmenge pro Zeiteinheit

Bei mehr als ca. 17 Funktionsaufrufen pro Sekunde können Funktionsausfälle (Rückgabewert FALSE) auftreten

## Kanalbezeichnung / Einheit

> Einstellungen > CODESYS > 32 Bit Gleitkomma Logger (REAL) > Kanal 1

Land und Uhr	64 Bit Gleitkomma Logger (LREAL)	Kanal 1	UTN	Name	UTN
Anzeige	32 Bit Gleitkomma Logger (REAL)	Kanal 2	UZN	Einheit	V
Kommunikation	Zustandslogger (BOOL)	Kanal 3	UZN		
Messung		Kanal 4	F		
Logger Störschreiber		Kanal 5	Channel 5		
CODESYS		Kanal 6	Channel 6		
Mittelwerte		Kanal 7	Channel 7		
Bimetalstrom		Kanal 8	Channel 8		

*REAL / LREAL*: Pro Aufzeichnungskanal kann eine Bezeichnung und eine Einheit vergeben werden

> Einstellungen > CODESYS > Zustandslogger (BOOL) > Kanal 2

Land und Uhr	64 Bit Gleitkomma Logger (LREAL)	Kanal 1	limit violation: xy	Ereignistext	Main ventilation
Anzeige	32 Bit Gleitkomma Logger (REAL)	Kanal 2	Main ventilation		
Kommunikation	Zustandslogger (BOOL)	Kanal 3	Channel 3		
Messung		Kanal 4	Channel 4		
Logger Störschreiber		Kanal 5	Channel 5		

*BOOL*: Pro Aufzeichnungskanal kann ein Ereignistext vergeben werden

## Anzeige der CODESYS-Aufzeichnungen

> CODESYS

Logger

WebVisu

- Die Daten sind entweder als Wertetabelle oder als Ereignisliste verfügbar
- Daten können im [CSV-Format exportiert](#) werden

> 32 Bit Gleitkomma Logger (REAL)

#	Zeit	Wert
1	31.10.2016, 11:32:03,621	50.005 Hz
2	31.10.2016, 11:32:03,447	50.004 Hz
3	31.10.2016, 11:32:03,281	50.005 Hz
4	31.10.2016, 11:32:03,226	50.004 Hz
5	31.10.2016, 11:32:03,061	50.004 Hz

> Zustandslogger (BOOL)

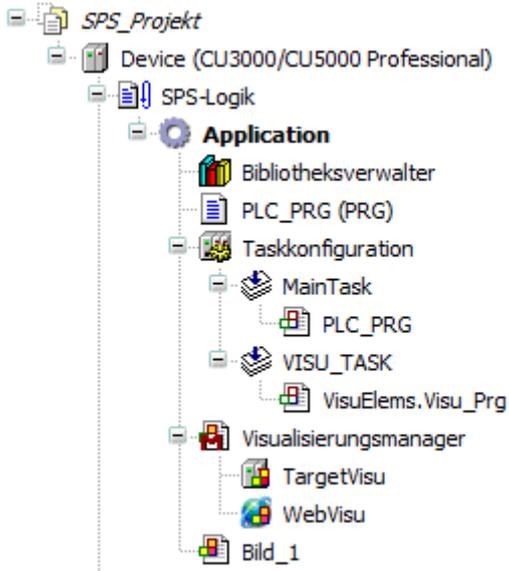
#	Zeit	Text	Zustand
1	31.10.2016, 11:35:51,888	Main ventilation	0
2	31.10.2016, 11:35:28,934	Main ventilation	1
3	31.10.2016, 11:35:20,387	limit violation: xy	1

## 8.8 Eigene Visualisierungen erstellen

Ausschliesslich bei Geräten mit Ausbaustufe PROFESSIONAL besteht die Möglichkeit mit Hilfe von CODESYS eigene Visualisierungen, sowohl für das lokale Display als auch für den Zugriff via WEB, erstellen zu können.

### 8.8.1 Visualisierung zum Projekt hinzufügen

Im CODESYS-Projekt Rechtsklick auf *Application*, *Objekt hinzufügen* und dann *Visualisierung* wählen. Im Fenster *Visualisierung hinzufügen* einen Namen für die Visualisierung vergeben.



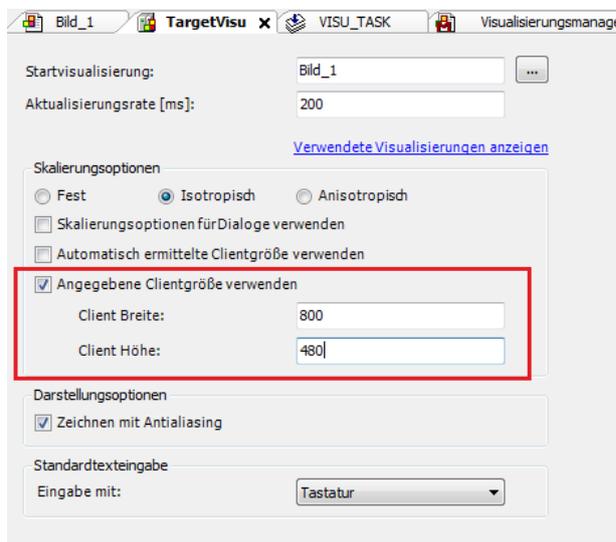
Über **[VISU\_TASK]** können die Eigenschaften der Visualisierungs-Anwendung eingestellt werden

Mit dem **[Visualisierungsmanager]** können die Eigenschaften der Target- bzw. Web-Visualisierung geändert werden

**[Bild\_1]** ist der Bereich für die Erstellung der Visualisierung

### 8.8.2 Target-Visualisierungen (TargetVisu)

Sofern das Gerät über ein lokales Display verfügt, können vom Anwender entworfene Bilder für die Anzeige von Prozessdaten verwendet werden.

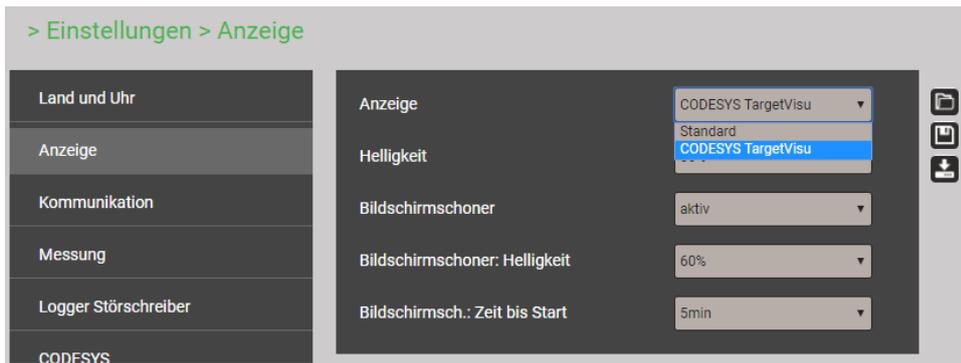


#### Nutzbare Auflösung

- CU3000: 800 x 480 px
- CU5000: 320 x 240 px

Die Tasten des Gerätes (ESC, Aufwärts, Abwärts, Links, Rechts) können frei für die Umschaltung des angezeigten Bildes, für Auswahlen oder Steuerzwecke verwendet werden.

Über die Gerätekonfiguration kann bestimmt werden, ob die Standard-Bilder des Gerätes oder die anwenderdefinierten Bilder dargestellt werden sollen. Eine direkte Umschaltung während des Betriebs ist nicht möglich.



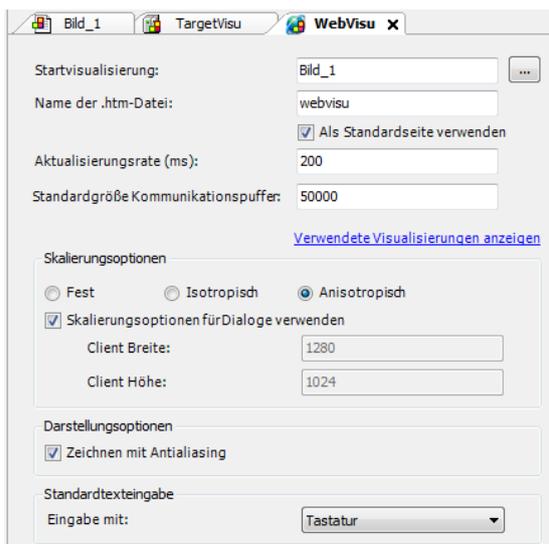
### 8.8.3 WEB-Visualisierungen (WebVisu)

Der Anwender kann mehrere Webseiten mit einem beliebigen Umschaltmechanismus definieren. Die Visualisierung beginnt mit einer definierbaren Startseite. Die Startseite kann auf zwei Arten angezeigt werden:

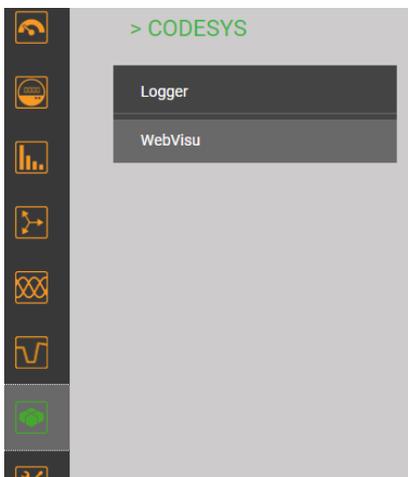
- a) [http://<IP\\_ADDR>:8080/<NAME>.htm](http://<IP_ADDR>:8080/<NAME>.htm)

<IP\_ADDR>: IP-Adresse des Gerätes, z.B. 192.168.1.101

<NAME>: Name der .htm-Datei welche als Startseite definiert wurde, z.B. webvisu (siehe unten)



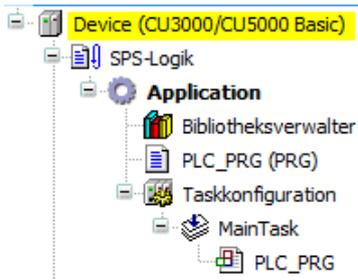
- b) Direkter Aufruf über die Webseite



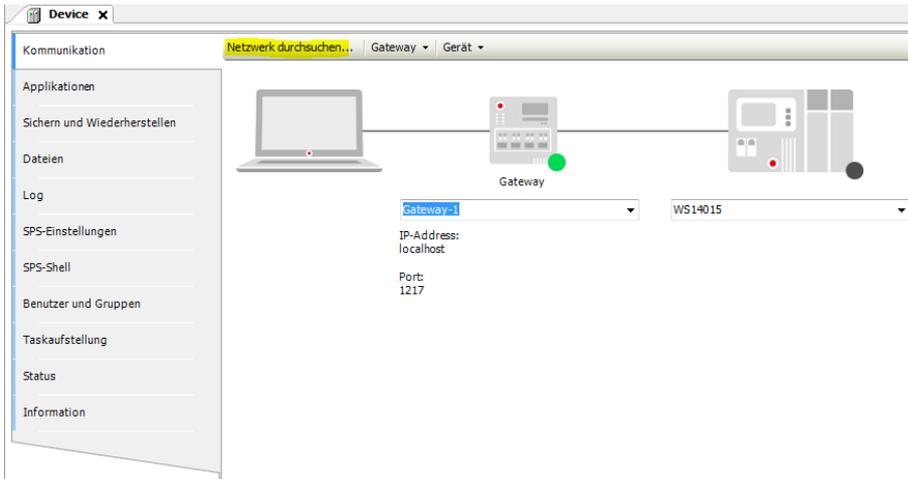
#### Hinweis

Dieser Aufruf funktioniert nur, falls der Name der Startseite auf der Voreinstellung **webvisu.htm** belassen wird.

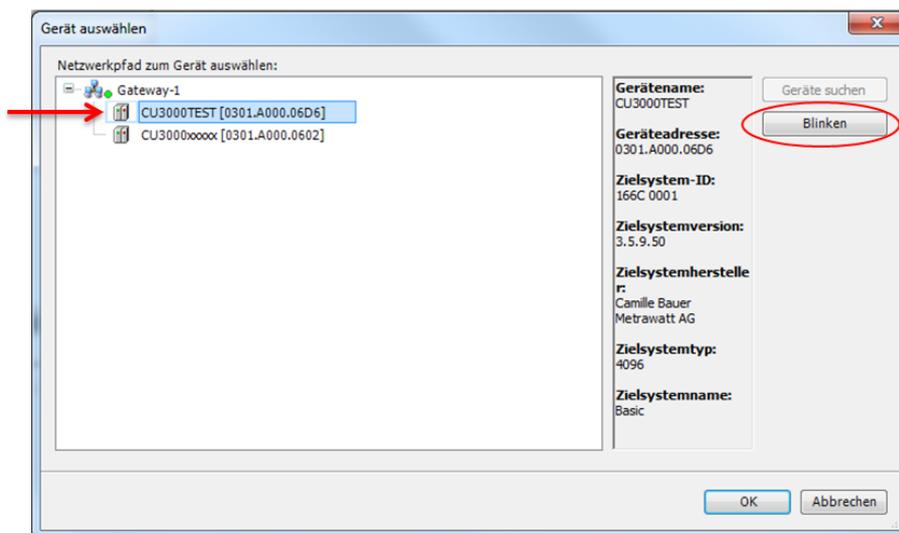
## 8.9 Verbindung zum Gerät aufbauen



Doppelklick auf **Device (CU3000/CU5000 xxxx)** im Gerätebaum. Die unten gezeigte Ansicht wird geöffnet.



Im Bereich Kommunikation auf **Netzwerk durchsuchen** klicken. Es wird eine Liste mit allen Geräten angezeigt, welche vom PC aus sichtbar sind.



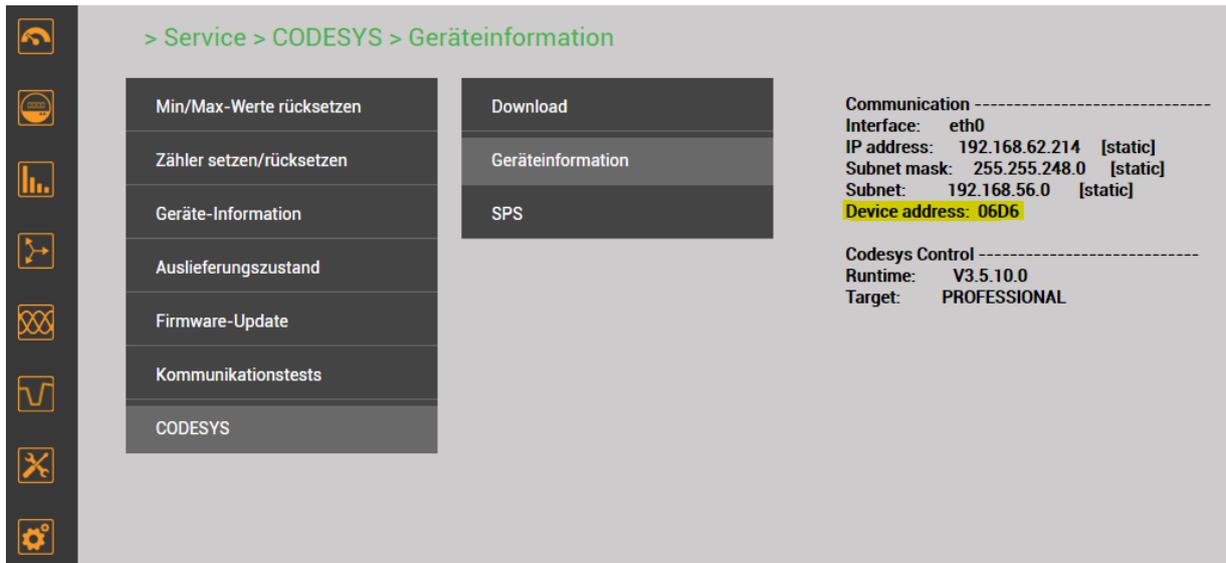
Das Gerät wird am einfachsten über seinen Hostnamen identifiziert, welcher ihm in den Kommunikationseinstellungen der Ethernet-Schnittstelle zugewiesen wurde. Im oben angezeigten Beispiel ist dies der Hostname **CU3000TEST**, das andere Gerät hat immer noch die initiale Einstellung CU3000xxxxx.

Um sicher zu sein, dass mit dem richtigen Gerät kommuniziert wird, dieses in der Geräteliste anwählen und **Blinken** auswählen. Die Anzeige des zugehörigen Gerätes blinkt dann für einige Sekunden.

Durch Anwahl von **OK** wird die Auswahl des Gerätes bestätigt. Falls OK ausgegraut ist, unterscheiden sich vermutlich die Ausbaustufe welche im Projekt verwendet wurde (z.B. BASIC) von derjenigen des Gerätes (z.B. ADVANCED).

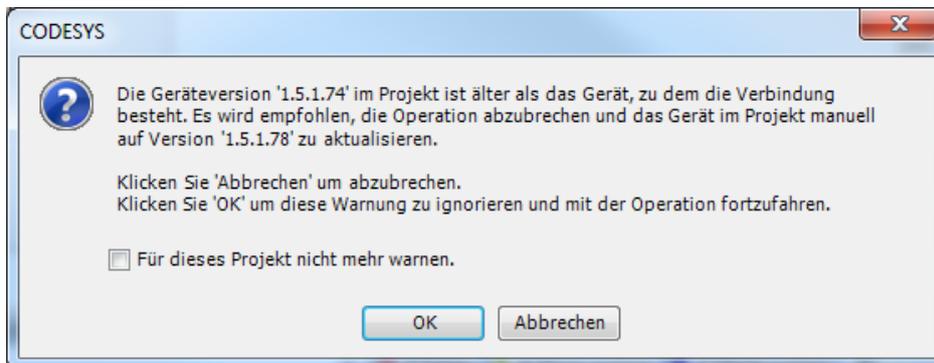
Eine Identifikation ist auch über die Geräteadresse möglich, im obigen Beispiel 0301.A000.06D6. Diese Adresse lässt sich über die Geräte-Webpage verifizieren.

Im Service-Menü auf **CODESYS | Geräteinformation** gehen:

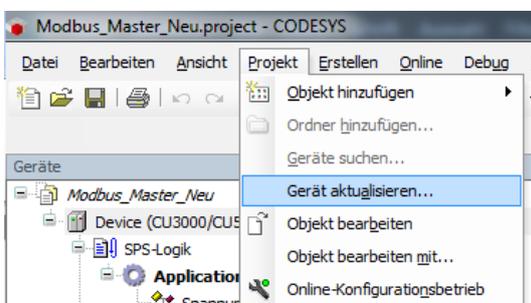


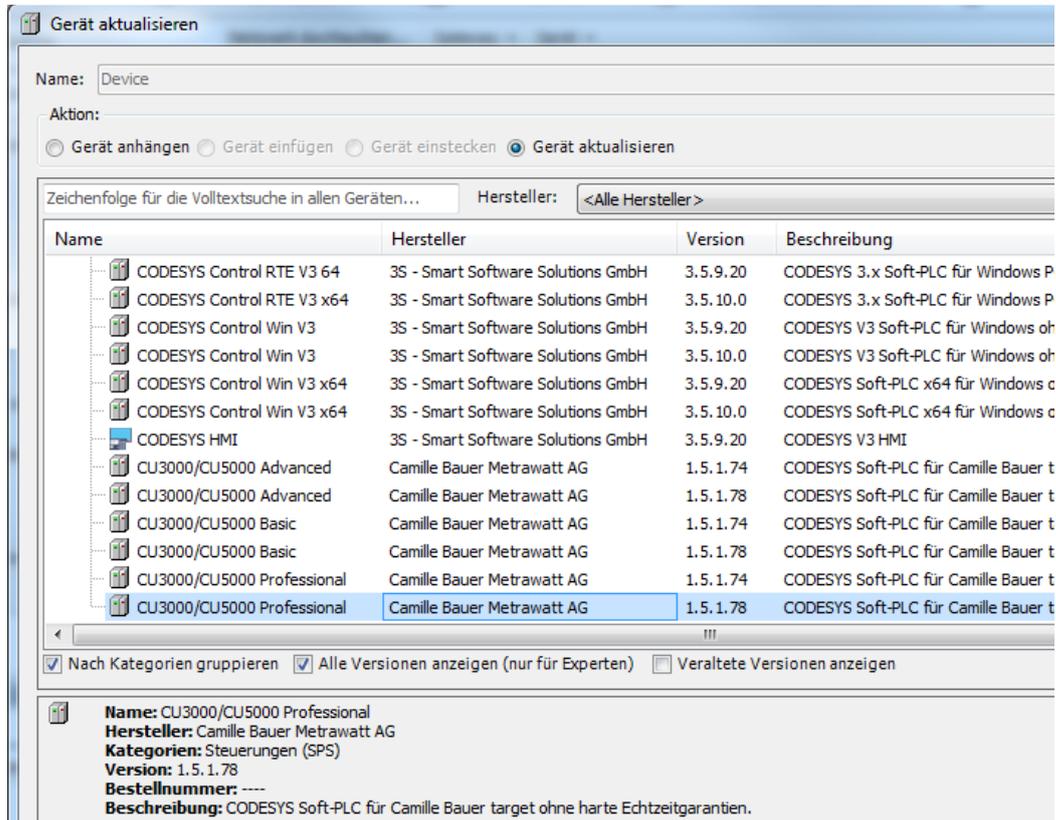
## 8.10 Anwendung auf das Gerät laden

- Anwendung ins Gerät laden durch Verbindungsaufnahme via 
- Falls die Gerätebeschreibung im Gerät nicht mit der in der CODESYS-IDE verwendeten Version übereinstimmt, wird z.B. folgende Warnung angezeigt:



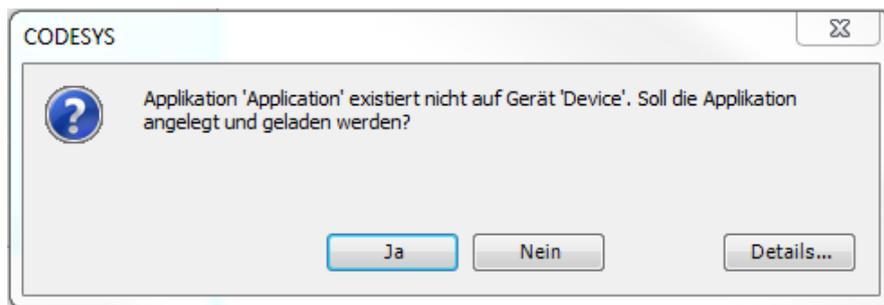
In diesem Fall kann die Gerätebeschreibung des Projektes aktualisiert werden. Dazu muss diese in der CODESYS-IDE installiert werden (siehe [Kapitel 8.2](#)). Danach kann das Projekt aktualisiert werden:





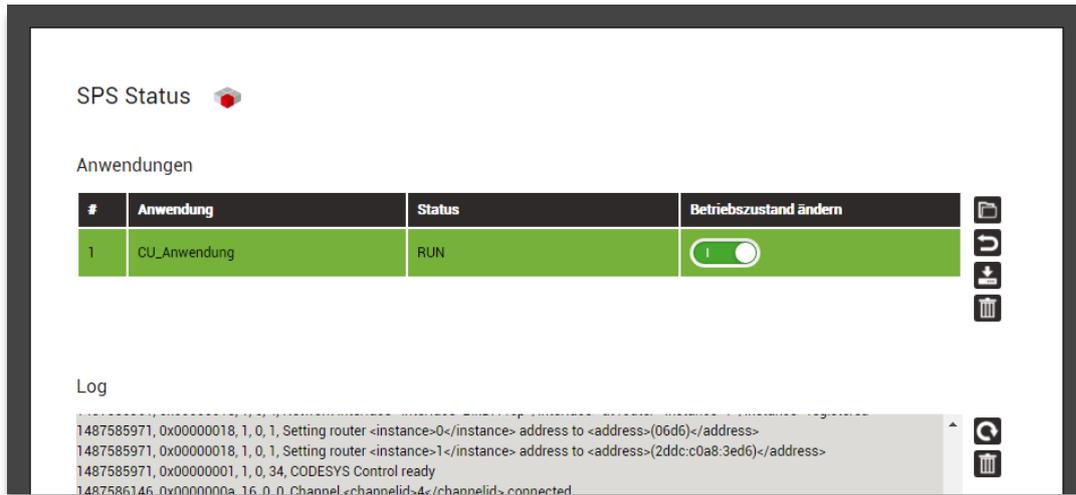
Bei umgekehrter Ausgangslage, wenn also das Projekt eine aktuellere Geräteversion als das Gerät selbst aufweist, muss entweder die Firmware des Gerätes aktualisiert werden oder im Projekt eine ältere Version der Gerätebeschreibungsdatei verwendet werden. Neue Firmware-Versionen können kostenlos von unserer Homepage <https://www.camillebauer.com/cu3000-de> oder <https://www.camillebauer.com/cu5000-de> heruntergeladen werden.

- Sofern noch keine Applikation auf dem Gerät ist, wird gefragt, ob die Applikation ins Gerät geladen werden soll. Bestätigen Sie mit **Ja**.



- Das Programm wird jetzt auf das Gerät geladen.
- Die SPS ist nun verbunden und die Applikation befindet sich im Zustand **STOP**. Wechseln Sie in den Zustand **RUN** indem Sie auf  klicken.

Der aktuelle Zustand der Anwendung ist auch via Webpage ersichtlich: Service | CODESYS | SPS



Mit Hilfe des Schalters in der Spalte „Betriebszustand ändern“ kann die Anwendung jederzeit gestoppt und wieder gestartet werden.

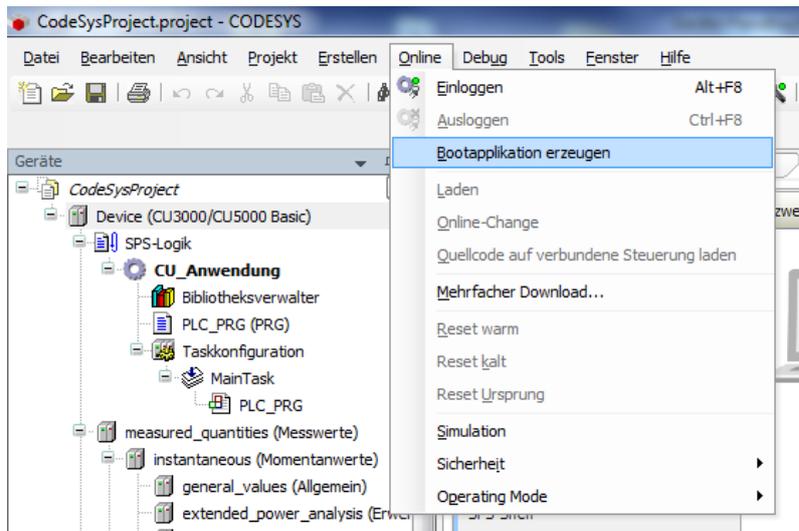
Bei Geräten mit Display kann der Zustand der Anwendung auch lokal am Gerät überprüft und verändert werden: Service | CODESYS | SPS



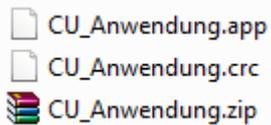
## 8.11 Laden der Anwendung vor Ort

### 8.11.1 Bootapplikation erstellen

Um die Steuerungsanwendung vor Ort ins Gerät laden zu können, muss mit Hilfe der CODESYS-Entwicklungsumgebung eine Bootapplikation erstellt werden.



Dabei werden zwei Dateien erzeugt: <appl\_name>.app und <appl\_name>.crc. Der Anwender muss diese beiden Dateien in eine ZIP-Datei packen.



### 8.11.2 Löschen der aktiven Anwendung

Eine eventuell bereits laufende Anwendung muss gelöscht werden.



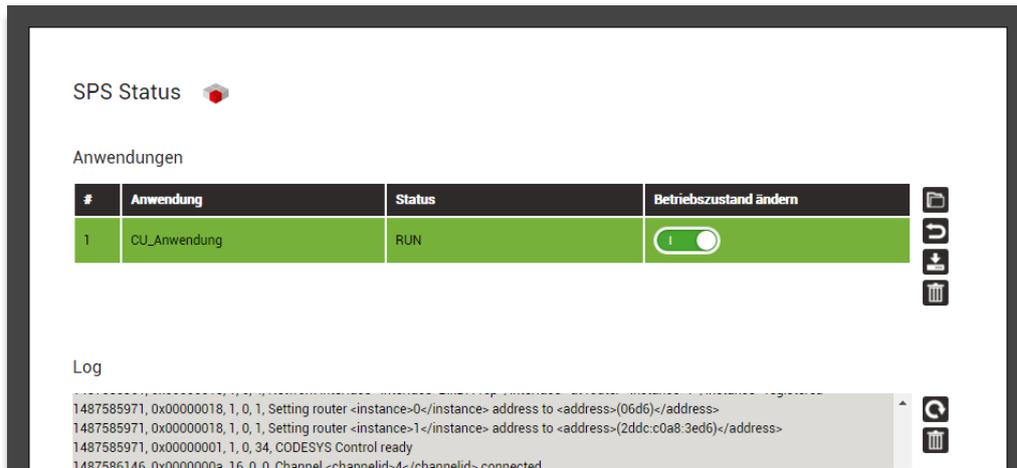
### 8.11.3 Laden der Anwendung

Zum Laden der Anwendung die vorgängig erzeugte ZIP-Datei laden.



### 8.11.4 Starten der Anwendung

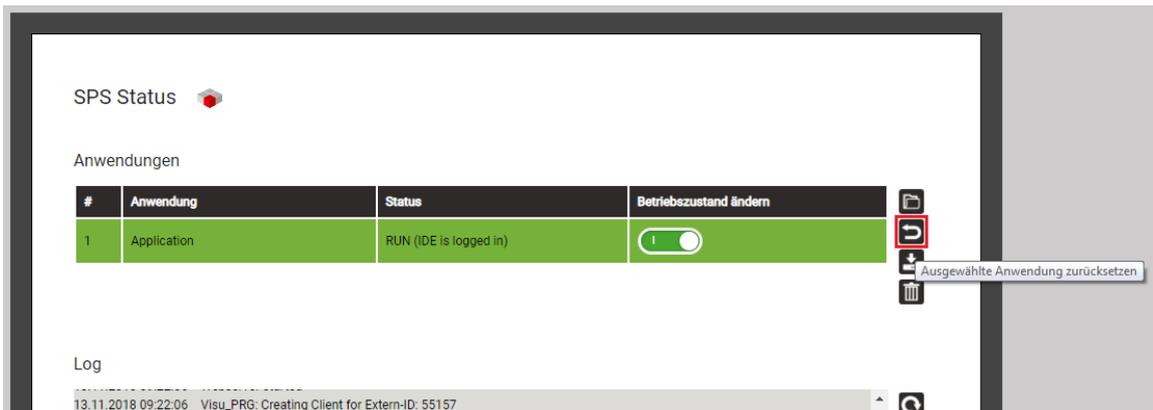
Die hochgeladene Anwendung wird nicht automatisch gestartet. Mit Hilfe des Schalters in der Spalte „Betriebszustand ändern“ wird die Anwendung gestartet.



Nur Anwendungen welche durch Laden einer ZIP-Datei ins Gerät gelangt sind, können auch wieder auf dem PC heruntergeladen werden. Dabei wird die ursprünglich geladene ZIP-Datei exportiert.

### 8.11.5 Rücksetzen der aktiven Anwendung

Die aktive Anwendung kann zurückgesetzt werden ([Reset warm](#)).

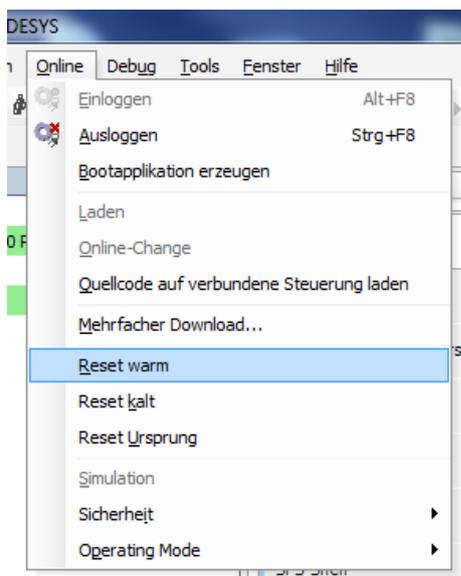


## 8.12 Reset

Die SPS unterstützt die nachfolgend beschriebenen Rücksetz-Operationen.

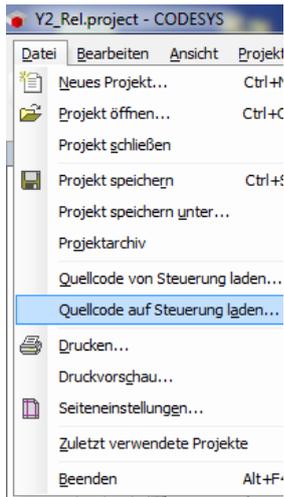
Variante	Ausführung	System-Verhalten
Reset warm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Reset via Webpage</a></li> <li>• <i>Reset warm</i> via CODESYS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung wird gestoppt</li> <li>• Standard-Variablen (VAR) werden initialisiert</li> <li>• Remanente Variablen (VAR RETAIN) behalten ihren Wert bei</li> </ul>
Reset kalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Anwendung via IDE auf das Gerät herunterladen</a></li> <li>• <a href="#">Laden der Anwendung via Webseite</a></li> <li>• <i>Reset kalt</i> via CODESYS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung wird gestoppt</li> <li>• Alle Variablen (VAR, VAR RETAIN) werden initialisiert</li> </ul>
Reset Ursprung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Löschen der Anwendung via Webseite</a></li> <li>• <i>Reset Ursprung</i> via CODESYS</li> </ul>	<p><b>SPS in Urzustand zurücksetzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung wird gestoppt und auf dem Gerät gelöscht</li> <li>• Alle Variablen (VAR, VAR RETAIN) werden initialisiert</li> </ul>

### Reset via CODESYS-IDE



## 8.13 Projekt-Management

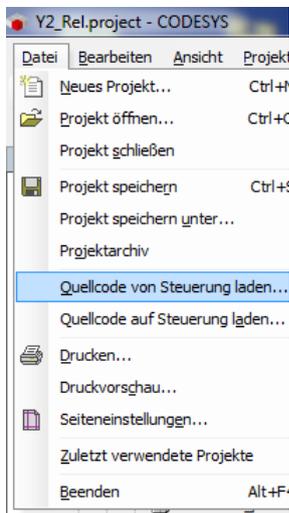
### Quellcode im Gerät speichern



Das via CODESYS-IDE erstellte Projekt kann im Gerät gespeichert werden. Dies erleichtert die Änderung der Anwendung im Feld.

*Hinweis: Initial ist der Quellcode nicht geschützt, CODESYS unterstützt aber eine Benutzerverwaltung und Daten-Verschlüsselung mit Hilfe von Zertifikaten.*

### Quellcode vom Gerät laden



Falls der Quellcode im Gerät gespeichert wurde, kann er von dort auch wieder in die CODESYS-Entwicklungsumgebung geladen werden. Dies erleichtert die Änderung der Anwendung im Feld.

*Hinweis: Initial ist der Quellcode nicht geschützt, CODESYS unterstützt aber eine Benutzerverwaltung und Daten-Verschlüsselung mit Hilfe von Zertifikaten.*

## 8.14 Dienstleistungen

Sofern nicht anders vereinbart, liegt die Erstellung der Steuerungsapplikation in der Verantwortung des Anwenders. Somit ist ausschliesslich der Anwender für die von ihm erstellte Applikation verantwortlich. Die Camille Bauer Metrawatt AG kann nicht garantieren, dass diese Applikationen fehlerfrei funktionieren und gewährt auch keinen kostenfreien Support zur Fehleranalyse.

Nebst dem Produkt CENTRAX CUx000 selbst, bietet die Camille Bauer Metrawatt AG (und ausgewählte Vertriebspartner) aber folgende Dienstleistungen an:

- Erstellen der Steuerungsapplikation gemäss Kunden-Spezifikation
- Support-Package beim Erstellen der Steuerungsapplikation durch den Kunden

Für weitere Details zu den angebotenen Dienstleistungen, wenden Sie sich bitte an die für Sie zuständige Vertriebsorganisation.

## 8.15 Beispiel-Projekte

Für einen einfachen Einstieg finden Sie Beispielprojekte für einige Steuerungsapplikationen auf unserer Website:

<https://www.camillebauer.com/cu3000-de> oder <https://www.camillebauer.com/cu5000-de>

## 9. Instandhaltung, Wartung und Entsorgung

### 9.1 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.

### 9.2 Reinigung

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



#### Schäden durch Reinigungsmittel

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

### 9.3 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 5.13](#).

Die Funkmodule der PME-Option können Batterien enthalten.

### 9.4 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.



#### SD-Karte (CU3000)

Um die Daten (Unterabrechnung, Stromüberwachungsdaten, Syslog- Daten, Zeitstempel) vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, muss die SD-Karte gelöscht oder mit einer geeigneten Massnahme (z.B. Datenträger-Schredder) vernichtet werden.

### 9.5 Entsorgung

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

## 10. 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.:	CU3000: 480 V <sub>LN</sub> , 832 V <sub>LL</sub> (Sinus); CU5000: 520 V <sub>LN</sub> , 900 V <sub>LL</sub> (Sinus)
Messkategorie:	600V CAT III
Eigenverbrauch:	$\leq U^2 / 1.54 M\Omega$ pro Phase
Impedanz:	1.54 M $\Omega$ pro Phase
Überlastbarkeit:	dauernd: 480 V <sub>LN</sub> , 832 V <sub>LL</sub> (CU3000); 520 V <sub>LN</sub> , 900 V <sub>LL</sub> (CU5000) 10 x 1 s, Intervall 10s: 800 V <sub>LN</sub> , 1386 V <sub>LL</sub>

<b>Anschlussarten:</b>	Einphasennetz Split Phase (2-Phasen Netz) 3-Leiter, gleichbelastet 3-Leiter, 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>	<b>Kapitel</b>
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>	<b>Kapitel</b>
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>	<b>Kapitel</b>
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>	<b>Kapitel</b>
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	$U_x < 1\% U_{X_{\text{nenn}}}$	0.00
Strom	$I_x < 0,1\% I_{X_{\text{nenn}}}$	0.00
PF	$S_x < 1\% S_{X_{\text{nenn}}}$	1.00
QF, LF, $\tan\phi$	$S_x < 1\% S_{X_{\text{nenn}}}$	0.00
Frequenz	Spannungs- und/oder Stromeingang zu klein <sup>1)</sup>	Nennfrequenz
Unsymmetrie U	$U_x < 5\% U_{X_{\text{nenn}}}$	0.00
Unsymmetrie I	Mittelwert der Phasenströme $< 5\% I_{X_{\text{nenn}}}$	0.00
Phasenwinkel U	mind. eine Spannung $U_x < 5\% U_{X_{\text{nenn}}}$	120°
Harm.U, THD-U	Grundharmonische $< 5\% U_{X_{\text{nenn}}}$	0.00

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

### Hilfsenergie via Klemmen 13 - 14

CU3000 (siehe Typenschild)	OVC <sup>1)</sup>	Leistungsaufnahme <sup>2)</sup>
V1: 110...230V AC 50/60Hz / 130...230V DC $\pm 15\%$	III (UL: II)	$\leq 30 \text{ VA}, \leq 13 \text{ W}$
V2: 24...48V DC $\pm 15\%$	-	$\leq 13 \text{ W}$
V3: 110...200V AC 50/60Hz / 110...200V DC $\pm 15\%$	III (UL: II)	$\leq 30 \text{ VA}, \leq 13 \text{ W}$
CU5000 (siehe Typenschild)	OVC <sup>1)</sup>	Leistungsaufnahme <sup>2)</sup>
V1: 100...230V AC 50/60Hz / DC $\pm 15\%$	III	$\leq 27 \text{ VA}, \leq 12 \text{ W}$
V2: 24...48V DC $\pm 15\%$	-	$\leq 12 \text{ W}$

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

<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>• 2 Temperatureingänge</li> <li>• PME-Zentrale (zum Anschluss der PME-Funkmodule)</li> </ul>

- CU3000: Es können bis zu 4 I/O-Erweiterungen vorhanden sein. Es kann nur ein Modul mit analogen Ausgängen bestückt sein.
- CU5000: Es können bis zu 2 I/O-Erweiterungen vorhanden sein.

## I/O-Interface

### Relais

via Steckklemmen  
 Kontakte: Wechselkontakt  
 Belastbarkeit: 250 V AC, 2 A, 500 VA  
 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

#### **Messbereich 1A**

Anwendung:	Messung eines Fehler- oder Erdleiterstromes
Messwandler:	Stromwandler 1/1 bis 1000/1A Überstrom-Begrenzungsfaktor FS5 Bemessungsleistung 0.2 bis 1.5 VA
Messbereich:	$I_{Nenn} = 1.0A$ (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:	$I_{OFF} = 90 \dots 75\% \text{ } ^*)$
Vorwarnschwelle:	$I_{WARN} = 50\% \dots (I_{OFF} - 1\%) \text{ } ^*)$
Vorwarnung AUS:	$I_{WARN} - (10 \dots 25\%) \text{ } ^*)$
Ansprechverzögerung:	1...10s, separat für Alarm und Vorwarnung
Abfallverzögerung:	1...300s, separat für Alarm und Vorwarnung

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

#### **Temperatureingänge**

via Steckklemmen	
Anzahl Kanäle:	2
Messstrom:	<1,0mA
Anschlussart:	2-Leiter
Eingangsschutz:	Spannungsbegrenzung mit Schutzdiode

#### **Verwendung für Pt100-Messung**

Messbereich:	-50 bis 250°C / -58 bis 482°F
Messunsicherheit:	$\pm 1,0 \%$ vom Messwert $\pm 1 K$
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

## Schnittstelle

**Ethernet** via RJ45-Buchse  
Protokoll: Modbus/TCP, NTP, http, https  
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

**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](#)) oder [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  
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 (Makrolon)  
Brennbarkeitsklasse: V-0 nach UL94, selbstverlöschend, nicht tropfend, halogenfrei  
Gewicht: 800 g (CU3000), 600 g (CU5000)  
Abmessungen: [Massbilder](#)

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

Beschleunigung: • Gerät mit Display: ± 0,25 g (Betrieb); 1,20 g (Lagerung)  
• Gerät ohne Display: ± 2 g  
Frequenzbereich: 10 ... 150 ... 10 Hz, durchsweepen mit  
Durchlaufgeschwindigkeit: 1 Oktave/Minute  
Anzahl Zyklen: Je 10, in den 3 senkrecht aufeinander stehenden Ebenen

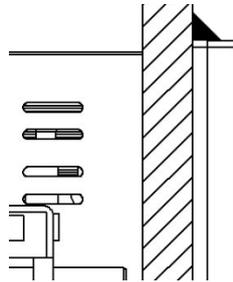
## Sicherheit

Die Stromeingänge sind untereinander galvanisch getrennt.

Schutzklasse: II (schutzisoliert, Spannungseingänge mit Schutzimpedanz)

Verschmutzungsgrad: 2

Berührungsschutz: Front: IP40, IP54 (CU3000 mit Dichtfuge); Gehäuse: IP30, Klemmen: IP20



### IP54 Hinweis

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

Bemessungsspannung (gegen Erde): Hilfsenergie V1: 110...230V AC / 130...230V DC (CU3000) oder 100...230V AC / DC (CU5000)

Hilfsenergie V2: 24...48V DC

Hilfsenergie V3: 110...200V AC / 110...200V DC (CU3000)

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, V3 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 Ausgangkreisen 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 61000-6-2/ 61000-6-4:	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Fachgrundnormen Industriebereich
IEC/EN 61131-2	Speicherprogrammierbare Steuerungen, Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen (digitale Ein-/Ausgänge 12/24V DC)
IEC/EN 61326	Elektrische Betriebsmittel für Leittechnik und Laboreinsatz: EMV-Anforderungen
IEC 62053-22: 2003	Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 0,1 S, 0,2 S und 0,5 S
IEC 62053-24: 2014	Elektronische Grundschrwingungs-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.

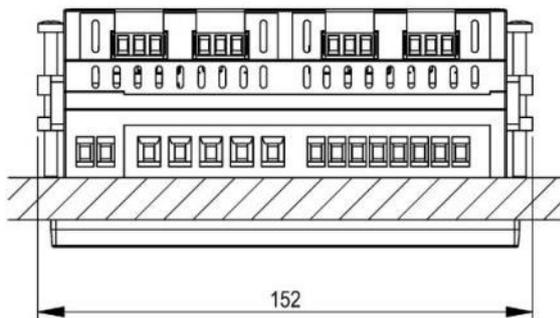
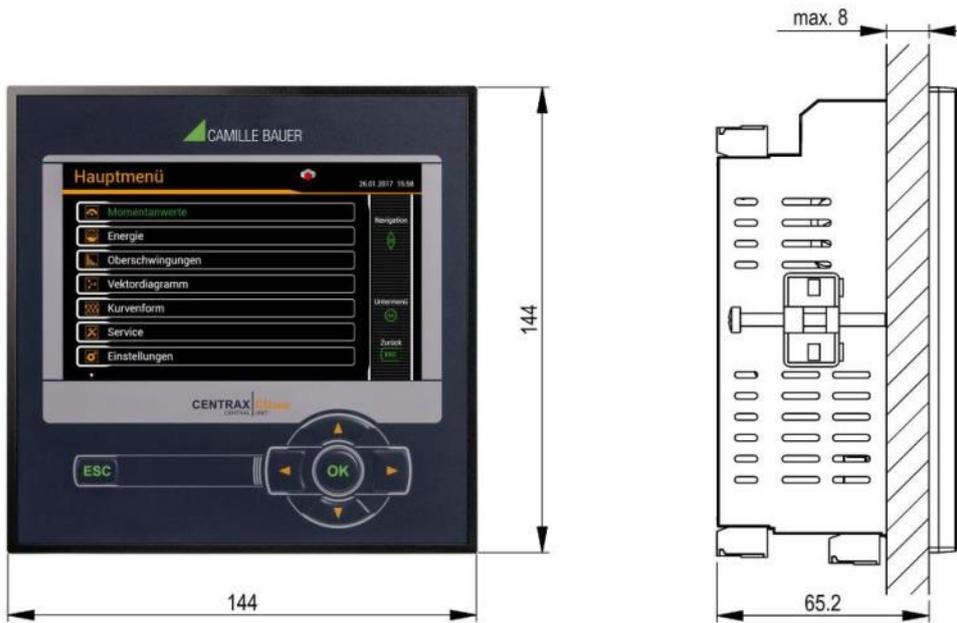
This device complies with part 15 of the FCC:

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.

# 11. Massbilder

## CENTRAX CU3000



## CENTRAX CU5000

Abmessungen



Alle Masse in [mm]

# 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) 4)</sup>	•	•		√	√	√		√	√	√	√	√
Strom I	•	•		√		√	√			√		
Strom I1	•	•			√			√	√		√	√
Strom I2	•	•			√			√	√		√	√
Strom I3	•	•						√	√		√	√
Strom im Neutralleiter I <sub>N</sub>	•	•		√	√					√	√	√
Strom im Erdleiter I <sub>PE</sub> (berechnet) <sup>3)</sup>	•	•									√	√
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> nur beim AM3000

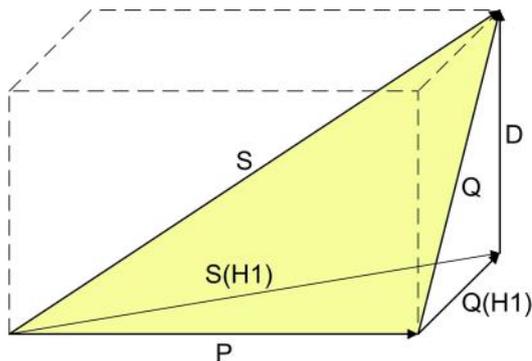
<sup>4)</sup> Bei 3-Leiter-Systemen: Homopolare Spannung, nur falls deren Messung aktiviert wurde

• 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).

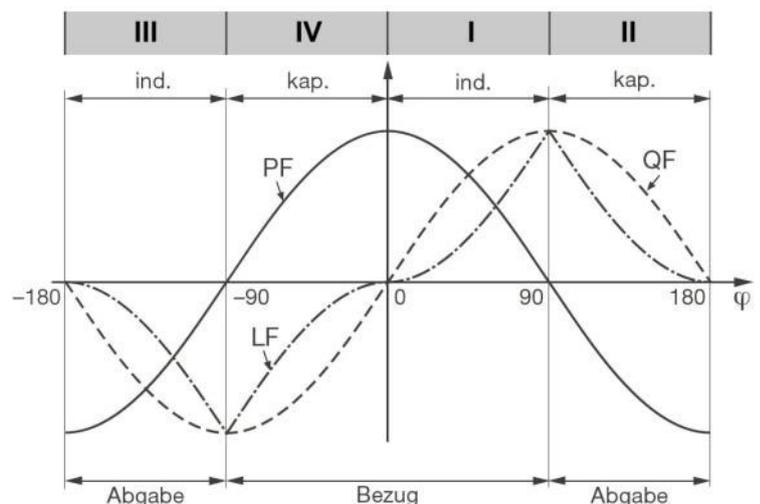
Der **tan $\varphi$**  wird oft als Zielgrösse bei der kapazitiven Blindleistungs-Kompensation angewendet. Er entspricht dem Verhältnis der Grundwellen-Blindleistung Q(H1) zur Wirkleistung P.

## 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.



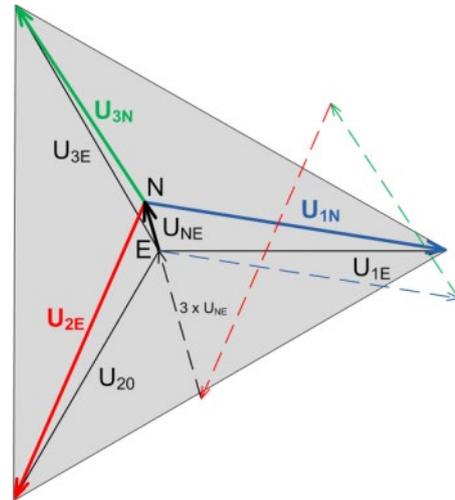
Beispiel aus Sicht eines Energieverbrauchers

## 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:

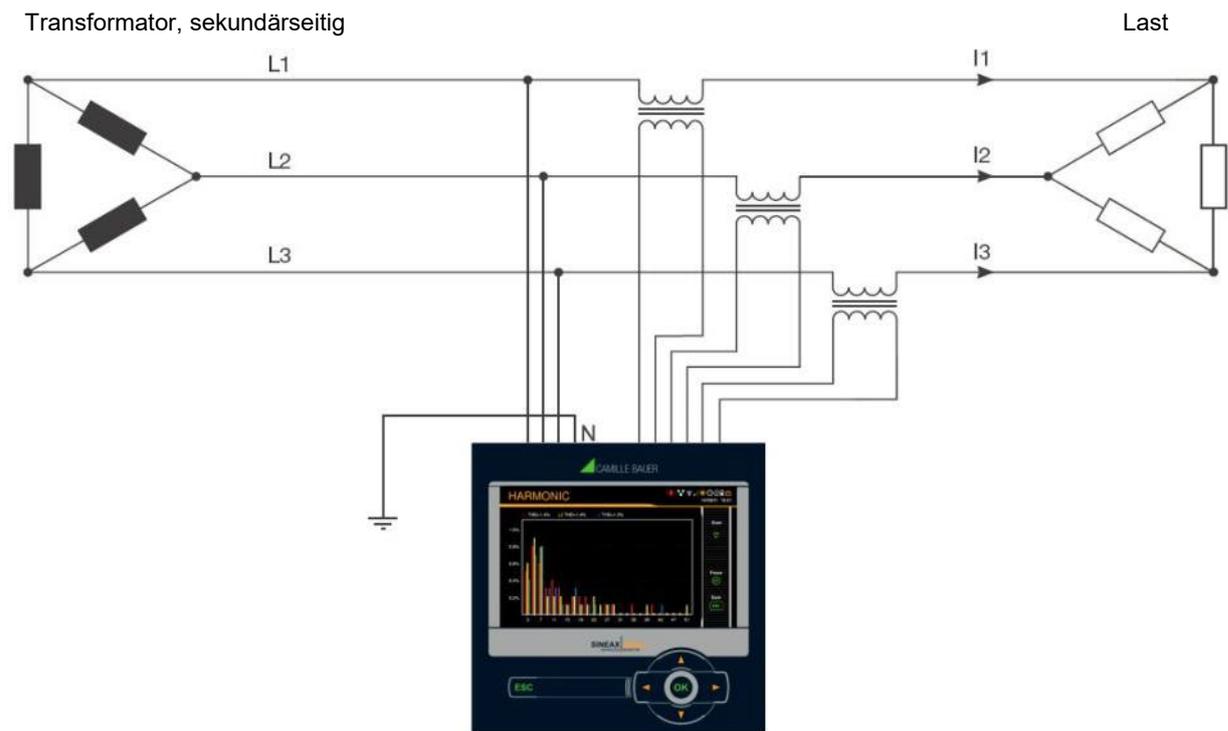
$$U_{NE} = - (U_{1N} + U_{2N} + U_{3N}) / 3$$

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.

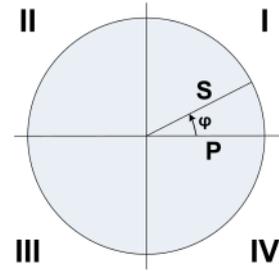
Auch eine Störfallerkennung ist möglich. Die in Kompensationsanlagen eingesetzten Kondensatoren sind Verschleissteile, die oft ausfallen und dann ersetzt werden müssen. Beim Einsatz dreiphasiger Leistungskondensatoren werden alle Phasen gleich kompensiert, was bei nahezu symmetrischer Netzbelastung zu 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

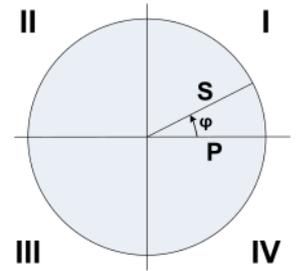
Mit Hilfe dieser Messgröße lässt sich der Langzeit-Effekt des Stromes messen, z.B. zur Überwachung der Erwärmung einer stromdurchflossenen Leitung. Dazu wird eine exponentielle Funktion verwendet, ähnlich der Ladekurve eines Kondensators. Die Einstellzeit der Funktion ist frei wählbar, typischerweise 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 ▼ 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)	(mu)	Mittelwert 1
M2	(m) (p) (q)	(mu)	Mittelwert 2
....	(m) (p) (q)	(mu)	....
M11	(m) (p) (q)	(mu)	Mittelwert 11
M12	(m) (p) (q)	(mu)	Mittelwert 12
TR_M1	(m) (p) (q)	(mu)	Trend Mittelwert 1
TR_M2	(m) (p) (q)	(mu)	Trend Mittelwert 2
....	(m) (p) (q)	(mu)	....
TR_M11	(m) (p) (q)	(mu)	Trend Mittelwert 11
TR_M12	(m) (p) (q)	(mu)	Trend Mittelwert 12
IB	IB	A	Bimetallstrom im Netz
IB1	IB 1	A	Bimetallstrom im Leiter L1
IB2	IB 2	A	Bimetallstrom im Leiter L2
IB3	IB 3	A	Bimetallstrom im Leiter L3

## Minimum- und Maximumwerte von Mittelwerten und Bimetallstrom

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

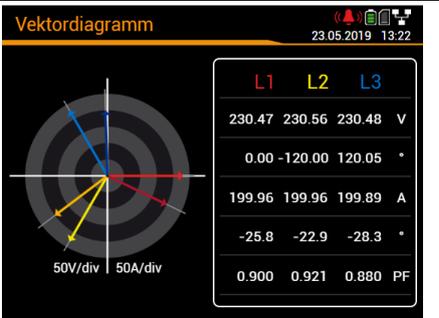
(qg): Grafische Quadranteninformation, z.B.

(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><math>\Sigma</math></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>	$\Sigma$		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>		
$\Sigma$																				
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)	<p>Grafik: Minimaler cos(φ) in allen 4 Quadranten</p>																		
I> m.1 / m.2	<p><b>Fehlerstrom 1</b> 16.05.2018 09:20</p> <p>RCM 1.1      RCM 1.2</p>	<p>Grafik: Aktuelle Messwerte und Zustände der <a href="#">Fehlerstrom-Überwachung</a></p> <p><i>Daten sind nur verfügbar, wenn mindestens ein optionales Fehlerstrom-Modul im Gerät eingebaut ist.</i></p>																		
Θ m.1 / m.2	<p><b>Temperatur 1</b> 15.01.2019 17:27</p> <p>Motorwicklung: 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)	<p>Grafik Mittelwert P (II+III) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>																		
MT_Q_I_II	(wie MT_P_I_IV)	<p>Grafik Mittelwert Q (I+II) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>																		
MT_Q_III_IV	(wie MT_P_I_IV)	<p>Grafik Mittelwert Q (III+IV) Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>																		
MT_S	(wie MT_P_I_IV)	<p>Grafik Mittelwert S: Trend, letzte 5 Intervallwerte, Minimum und Maximum</p>																		

HO_IX		Grafik: Ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Demand Distortion aller Ströme																								
HO_UX	(wie HO_IX)	Grafik: Ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen																								
HE_IX	(wie HO_IX)	Grafik: Gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Demand Distortion aller Ströme																								
HE_UX	(wie HO_IX)	Grafik: Gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen																								
HO_UX_MAX	(wie HO_IX)	Grafik: Maximalwerte ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen																								
HO_IX_MAX	(wie HO_IX)	Grafik: Maximalwerte ungerade Oberschwingungen 3. bis 49. + Total Demand Distortion aller Ströme																								
HE_UX_MAX	(wie HO_IX)	Grafik: Maximalwerte gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Harmonic Distortion aller Spannungen																								
HE_IX_MAX	(wie HO_IX)	Grafik: Maximalwerte gerade Oberschwingungen 2. bis 50. + Total Demand Distortion aller Ströme																								
PHASOR	 <table border="1" data-bbox="598 869 805 1120"> <thead> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230.47</td> <td>230.56</td> <td>230.48</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>-120.00</td> <td>120.05</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>199.96</td> <td>199.96</td> <td>199.89</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>-25.8</td> <td>-22.9</td> <td>-28.3</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0.900</td> <td>0.921</td> <td>0.880</td> <td>PF</td> </tr> </tbody> </table>	L1	L2	L3		230.47	230.56	230.48	V	0.00	-120.00	120.05	°	199.96	199.96	199.89	A	-25.8	-22.9	-28.3	°	0.900	0.921	0.880	PF	Grafik: Alle Strom- und Spannungsvektoren mit aktueller Belastungsinformation
L1	L2	L3																								
230.47	230.56	230.48	V																							
0.00	-120.00	120.05	°																							
199.96	199.96	199.89	A																							
-25.8	-22.9	-28.3	°																							
0.900	0.921	0.880	PF																							

# B1 Anzeige-Matrizen Einphasennetz

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																								
<p>Momentanwerte</p>	<table border="1"> <tr> <td>U UNE F</td> <td>U_MM UNE_MAX F_MM</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I IN IMS</td> <td>I_MAX IN_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P Q S PF P_TRIANGLE</td> <td>P_MAX Q_MAX S_MAX</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>I&gt; 3.1 / 3.2</td> <td>I&gt; 4.1 / 4.2</td> </tr> <tr> <td>ϑ 1.1 / 1.2</td> <td>ϑ 2.1 / 2.2</td> <td>ϑ 3.1 / 3.2</td> <td>ϑ 4.1 / 4.2</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	I> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2	ϑ 1.1 / 1.2	ϑ 2.1 / 2.2	ϑ 3.1 / 3.2	ϑ 4.1 / 4.2
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	I> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2																						
ϑ 1.1 / 1.2	ϑ 2.1 / 2.2	ϑ 3.1 / 3.2	ϑ 4.1 / 4.2																						
<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 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> <td rowspan="12"> <p>Beim CU5000 auf zwei Bilder aufgeteilt</p> </td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	<p>Beim CU5000 auf zwei Bilder aufgeteilt</p>	M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																	
M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	<p>Beim CU5000 auf zwei Bilder aufgeteilt</p>																							
M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																								
M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																								
<p>Energie</p> <p>Bimetallstrom</p>	<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 / P1_MAX</td> <td rowspan="4">Beim CU5000 auf zwei Bilder aufgeteilt</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>P2</td> <td>Q_MAX / P2_MAX</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>Q1</td> <td>S_MAX / Q1_MAX</td> </tr> <tr> <td>PF</td> <td>Q2</td> <td>F_MM / 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>I &gt; 3.1 / 3.2</td> <td>I &gt; 4.1 / 4.2</td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> <td>∅ 3.1 / 3.2</td> <td>∅ 4.1 / 4.2</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	Beim CU5000 auf zwei Bilder aufgeteilt	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 > 3.1 / 3.2	I > 4.1 / 4.2	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2
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	Beim CU5000 auf zwei Bilder aufgeteilt																																																											
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 > 3.1 / 3.2	I > 4.1 / 4.2																																																											
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2																																																											
<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 / TR_M1</td> <td>M1_MM</td> </tr> <tr> <td>M2 / TR_M2</td> <td>M2_MM</td> </tr> <tr> <td>M3 / TR_M3</td> <td>M3_MM</td> </tr> <tr> <td>M4 / TR_M4</td> <td>M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5</td> <td>M5_MM</td> </tr> <tr> <td>M6 / TR_M6</td> <td>M6_MM</td> </tr> <tr> <td>M7 / TR_M7</td> <td>M7_MM</td> </tr> <tr> <td>M8 / TR_M8</td> <td>M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9</td> <td>M9_MM</td> </tr> <tr> <td>M10 / TR_M10</td> <td>M10_MM</td> </tr> <tr> <td>M11 / TR_M11</td> <td>M11_MM</td> </tr> <tr> <td>M12 / TR_M12</td> <td>M12_MM</td> </tr> </table>	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>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																												
<p>Momentanwerte</p>	<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>I I_MAX IMS</td> <td colspan="3">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> <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>I&gt; 3.1 / 3.2</td> <td>I&gt; 4.1 / 4.2</td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> <td>∅ 3.1 / 3.2</td> <td>∅ 4.1 / 4.2</td> </tr> </table>	U12 U23 U31 F	UNE UNE_MAX  1)	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX	I I_MAX IMS	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> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2
U12 U23 U31 F	UNE UNE_MAX  1)	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX																										
I I_MAX IMS	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> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2																										
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2																										
<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 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> <td rowspan="12">Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt</td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt	M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																					
M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt																											
M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																												
M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																												
<p>Energie</p> <p>Bimetallstrom</p>	<table border="1"> <tr> <td>IB IB_MAX</td> </tr> </table>		IB IB_MAX																										
IB IB_MAX																													

## B4 Anzeige-Matrizen Dreiphasennetz gleichbelastet in Kunstschaltung

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																																																
Momentanwerte	<table border="1"> <tr> <td>U</td> <td>U_MM</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>I_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>P_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F_MM</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>P_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>Q_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>S_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PF</td> <td></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>I&gt; 3.1 / 3.2</td> <td>I&gt; 4.1 / 4.2</td> </tr> <tr> <td>ϑ 1.1 / 1.2</td> <td>ϑ 2.1 / 2.2</td> <td>ϑ 3.1 / 3.2</td> <td>ϑ 4.1 / 4.2</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	I> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2	ϑ 1.1 / 1.2	ϑ 2.1 / 2.2	ϑ 3.1 / 3.2	ϑ 4.1 / 4.2
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	I> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2																																														
ϑ 1.1 / 1.2	ϑ 2.1 / 2.2	ϑ 3.1 / 3.2	ϑ 4.1 / 4.2																																														
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 / TR_M1</td> <td>M1_MM</td> </tr> <tr> <td>M2 / TR_M2</td> <td>M2_MM</td> </tr> <tr> <td>M3 / TR_M3</td> <td>M3_MM</td> </tr> <tr> <td>M4 / TR_M4</td> <td>M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5</td> <td>M5_MM</td> </tr> <tr> <td>M6 / TR_M6</td> <td>M6_MM</td> </tr> <tr> <td>M7 / TR_M7</td> <td>M7_MM</td> </tr> <tr> <td>M8 / TR_M8</td> <td>M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9</td> <td>M9_MM</td> </tr> <tr> <td>M10 / TR_M10</td> <td>M10_MM</td> </tr> <tr> <td>M11 / TR_M11</td> <td>M11_MM</td> </tr> <tr> <td>M12 / TR_M12</td> <td>M12_MM</td> </tr> </table> <p>Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt</p>	M1 / TR_M1	M1_MM	M2 / TR_M2	M2_MM	M3 / TR_M3	M3_MM	M4 / TR_M4	M4_MM	M5 / TR_M5	M5_MM	M6 / TR_M6	M6_MM	M7 / TR_M7	M7_MM	M8 / TR_M8	M8_MM	M9 / TR_M9	M9_MM	M10 / TR_M10	M10_MM	M11 / TR_M11	M11_MM	M12 / TR_M12	M12_MM																								
M1 / TR_M1	M1_MM																																																
M2 / TR_M2	M2_MM																																																
M3 / TR_M3	M3_MM																																																
M4 / TR_M4	M4_MM																																																
M5 / TR_M5	M5_MM																																																
M6 / TR_M6	M6_MM																																																
M7 / TR_M7	M7_MM																																																
M8 / TR_M8	M8_MM																																																
M9 / TR_M9	M9_MM																																																
M10 / TR_M10	M10_MM																																																
M11 / TR_M11	M11_MM																																																
M12 / TR_M12	M12_MM																																																
Energie Bimetallstrom	<table border="1"> <tr> <td>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  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 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 colspan="2">1) Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert</td> </tr> <tr> <td>P_TRIANGLE</td> <td></td> <td colspan="2"></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>I&gt; 3.1 / 3.2</td> <td>I&gt; 4.1 / 4.2</td> </tr> <tr> <td>I∅ 1.1 / 1.2</td> <td>I∅ 2.1 / 2.2</td> <td>I∅ 3.1 / 3.2</td> <td>I∅ 4.1 / 4.2</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 IPE	I1_MAX I2_MAX I3_MAX IPE_MAX	IR1 IR2 IR2R1 IR21_MAX		P Q S PF	P_MAX Q_MAX S_MAX	1) Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert		P_TRIANGLE				PF_MIN	Cφ_MIN			I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2	I> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2	I∅ 1.1 / 1.2	I∅ 2.1 / 2.2	I∅ 3.1 / 3.2	I∅ 4.1 / 4.2
U12 U23 U31 F	UNE UNE_MAX  1)	U12_MM U23_MM U31_MM F_MM	UR1 UR2 UR2R1 UR21_MAX																										
I1 I2 I3 IPE	I1_MAX I2_MAX I3_MAX IPE_MAX	IR1 IR2 IR2R1 IR21_MAX																											
P Q S PF	P_MAX Q_MAX S_MAX	1) Nur falls Messung der homopolaren Spannung aktiviert																											
P_TRIANGLE																													
PF_MIN	Cφ_MIN																												
I> 1.1 / 1.2	I> 2.1 / 2.2	I> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2																										
I∅ 1.1 / 1.2	I∅ 2.1 / 2.2	I∅ 3.1 / 3.2	I∅ 4.1 / 4.2																										
<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 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> <td rowspan="12">Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt</td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt	M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																					
M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt																											
M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																												
M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / 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																										
<p>Momentanwerte</p>	<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="2">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> <td colspan="2"></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>I&gt; 3.1 / 3.2</td> <td>I&gt; 4.1 / 4.2</td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> <td>∅ 3.1 / 3.2</td> <td>∅ 4.1 / 4.2</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> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2
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> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2																								
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2																								
<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 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> <td rowspan="12">Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt</td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt	M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																			
M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt																									
M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																										
M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / 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																										

## B7 Anzeige-Matrizen Vierleiternetz gleichbelastet

Anzeigemenu	Zugehörige Matrix																																																
<p>Momentanwerte</p>	<table border="1"> <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>I</td> <td>I_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F_MM</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>P_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>Q_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>S_MAX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PF</td> <td></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>I&gt; 3.1 / 3.2</td> <td>I&gt; 4.1 / 4.2</td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> <td>∅ 3.1 / 3.2</td> <td>∅ 4.1 / 4.2</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	I> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2
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	I> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2																																														
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2																																														
<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 / TR_M1</td> <td>M1_MM</td> </tr> <tr> <td>M2 / TR_M2</td> <td>M2_MM</td> </tr> <tr> <td>M3 / TR_M3</td> <td>M3_MM</td> </tr> <tr> <td>M4 / TR_M4</td> <td>M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5</td> <td>M5_MM</td> </tr> <tr> <td>M6 / TR_M6</td> <td>M6_MM</td> </tr> <tr> <td>M7 / TR_M7</td> <td>M7_MM</td> </tr> <tr> <td>M8 / TR_M8</td> <td>M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9</td> <td>M9_MM</td> </tr> <tr> <td>M10 / TR_M10</td> <td>M10_MM</td> </tr> <tr> <td>M11 / TR_M11</td> <td>M11_MM</td> </tr> <tr> <td>M12 / TR_M12</td> <td>M12_MM</td> </tr> </table> <p>Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt</p>	M1 / TR_M1	M1_MM	M2 / TR_M2	M2_MM	M3 / TR_M3	M3_MM	M4 / TR_M4	M4_MM	M5 / TR_M5	M5_MM	M6 / TR_M6	M6_MM	M7 / TR_M7	M7_MM	M8 / TR_M8	M8_MM	M9 / TR_M9	M9_MM	M10 / TR_M10	M10_MM	M11 / TR_M11	M11_MM	M12 / TR_M12	M12_MM																								
M1 / TR_M1	M1_MM																																																
M2 / TR_M2	M2_MM																																																
M3 / TR_M3	M3_MM																																																
M4 / TR_M4	M4_MM																																																
M5 / TR_M5	M5_MM																																																
M6 / TR_M6	M6_MM																																																
M7 / TR_M7	M7_MM																																																
M8 / TR_M8	M8_MM																																																
M9 / TR_M9	M9_MM																																																
M10 / TR_M10	M10_MM																																																
M11 / TR_M11	M11_MM																																																
M12 / TR_M12	M12_MM																																																
<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																															
Momentanwerte	<table border="1"> <tr> <td>U1N U2N U3N UNE</td> <td>U12 U23 U31 F</td> <td>U1N_MM / U12_MM U2N_MM / U23_MM U3N_MM / U31_MM F_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 / IN_MAX I2_MAX / IPE_MAX I3_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> <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>I&gt; 3.1 / 3.2</td> <td>I&gt; 4.1 / 4.2</td> </tr> <tr> <td>∅ 1.1 / 1.2</td> <td>∅ 2.1 / 2.2</td> <td>∅ 3.1 / 3.2</td> <td>∅ 4.1 / 4.2</td> </tr> </table>	U1N U2N U3N UNE	U12 U23 U31 F	U1N_MM / U12_MM U2N_MM / U23_MM U3N_MM / U31_MM F_MM / UR21_MAX	UR1 UR2 U0 UNB_UR2_UR1	I1 I2 I3 F	IN IPE IMS	I1_MAX / IN_MAX I2_MAX / IPE_MAX I3_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> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2	∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2
U1N U2N U3N UNE	U12 U23 U31 F	U1N_MM / U12_MM U2N_MM / U23_MM U3N_MM / U31_MM F_MM / UR21_MAX	UR1 UR2 U0 UNB_UR2_UR1																													
I1 I2 I3 F	IN IPE IMS	I1_MAX / IN_MAX I2_MAX / IPE_MAX I3_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> 3.1 / 3.2	I> 4.1 / 4.2																													
∅ 1.1 / 1.2	∅ 2.1 / 2.2	∅ 3.1 / 3.2	∅ 4.1 / 4.2																													
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 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table> <p>Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt</p>	M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																									
M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM																															
M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																															
M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / 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																															

## 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 / U12_MM U2N_MM / U23_MM U3N_MM / U31_MM UNE_MAX / F_MM</td> <td colspan="2">Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt</td> </tr> <tr> <td>I1 I2 I3 F</td> <td>IN IPE IMS</td> <td>I1_MAX / IN_MAX I2_MAX / IPE_MAX I3_MAX / IR21_MAX</td> <td colspan="2">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></td> <td></td> <td>Q1_MAX Q2_MAX Q3_MAX Q_MAX</td> <td colspan="2">S1_MAX S2_MAX S3_MAX S_MAX</td> </tr> <tr> <td colspan="2">P_TRIANGLE</td> <td>P1_TRIANGLE</td> <td colspan="2">P2_TRIANGLE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PF_MIN</td> <td colspan="3">Cφ_MIN</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> &gt; 1.1 / 1.2</td> <td colspan="2"> &gt; 2.1 / 2.2</td> <td> &gt; 3.1 / 3.2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">∅ 1.1 / 1.2</td> <td colspan="2">∅ 2.1 / 2.2</td> <td>∅ 3.1 / 3.2</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td> &gt; 4.1 / 4.2</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>∅ 4.1 / 4.2</td> </tr> </table>	U1N U2N U3N UNE	U12 U23 U31 F	U1N_MM / U12_MM U2N_MM / U23_MM U3N_MM / U31_MM UNE_MAX / F_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt		I1 I2 I3 F	IN IPE IMS	I1_MAX / IN_MAX I2_MAX / IPE_MAX I3_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		PF_MIN		Cφ_MIN			> 1.1 / 1.2		> 2.1 / 2.2		> 3.1 / 3.2	∅ 1.1 / 1.2		∅ 2.1 / 2.2		∅ 3.1 / 3.2					> 4.1 / 4.2					∅ 4.1 / 4.2
U1N U2N U3N UNE	U12 U23 U31 F	U1N_MM / U12_MM U2N_MM / U23_MM U3N_MM / U31_MM UNE_MAX / F_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt																																																
I1 I2 I3 F	IN IPE IMS	I1_MAX / IN_MAX I2_MAX / IPE_MAX I3_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																																																
PF_MIN		Cφ_MIN																																																	
> 1.1 / 1.2		> 2.1 / 2.2		> 3.1 / 3.2																																															
∅ 1.1 / 1.2		∅ 2.1 / 2.2		∅ 3.1 / 3.2																																															
				> 4.1 / 4.2																																															
				∅ 4.1 / 4.2																																															
<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 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4</td> <td>M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM</td> <td rowspan="12">Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt</td> </tr> <tr> <td>M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8</td> <td>M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM</td> </tr> <tr> <td>M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12</td> <td>M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM</td> </tr> </table>	M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt	M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM	M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / TR_M12	M9_MM M10_MM M11_MM M12_MM																																											
M1 / TR_M1 M2 / TR_M2 M3 / TR_M3 M4 / TR_M4	M1_MM M2_MM M3_MM M4_MM	Beim CU5000 auf jeweils zwei Bilder aufgeteilt																																																	
M5 / TR_M5 M6 / TR_M6 M7 / TR_M7 M8 / TR_M8	M5_MM M6_MM M7_MM M8_MM																																																		
M9 / TR_M9 M10 / TR_M10 M11 / TR_M11 M12 / 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>				A B Y	Funktion ist wahr falls alle Eingangsbedingungen erfüllt sind
				0 0 0	
				0 1 0	
				1 0 0	
				1 1 1	
<b>NAND</b>				A B Y	Funktion ist wahr falls mindestens eine der Eingangsbedingungen <b>nicht</b> erfüllt ist
				0 0 1	
				0 1 1	
				1 0 1	
				1 1 0	
<b>OR</b>				A B Y	Funktion ist wahr falls mindestens eine der Eingangsbedingungen erfüllt ist
				0 0 0	
				0 1 1	
				1 0 1	
				1 1 1	
<b>NOR</b>				A B Y	Funktion ist wahr falls <b>keine</b> der Eingangsbedingungen erfüllt ist
				0 0 1	
				0 1 0	
				1 0 0	
				1 1 0	

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

<b>DIRECT</b>		A Y	Die Überwachungsfunktion wird auf einen Eingang reduziert. Der Zustand des Ausgangs entspricht dem Eingang.
		0 0	
		1 1	
<b>INVERT</b>		A Y	Die Überwachungsfunktion wird auf einen Eingang reduziert. Der Zustand des Ausgangs entspricht dem invertierten Eingang.
		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

Anzeige-Matrizen ..... 112

## B

Bedienelemente ..... 55  
Blindleistung ..... 106

## C

CODESYS ..... 76  
cosφ ..... 105  
Cyber Security Ausserbetriebnahme ..... 95  
Cyber Security Hinweise ..... 6  
Cyber Security Richtlinien ..... 38

## D

Demontage ..... 10

## E

Einbau ..... 9  
Elektrische Anschlüsse  
  Analogausgang ..... 29  
  Aron-Schaltung ..... 22  
  Digitalausgang ..... 28  
  Digitaleingang ..... 27  
  Eingänge ..... 14  
  Hilfsenergie ..... 26  
  I/O-Erweiterungen ..... 12  
  Leiterquerschnitte ..... 13  
  Modbus-Schnittstelle ..... 33  
  Open-Y ..... 24  
  Relais ..... 27  
  Rogowski-Stromeingänge ..... 26  
  Split phase ..... 25  
Ethernet  
  LEDs ..... 45  
Ethernet installation ..... 41

## F

FCC statement ..... 127  
Fehlerstrom ..... 30  
Firewall ..... 44

## G

Geräte-Übersicht ..... 7  
GPS ..... 34  
Grundwellenblindleistung ..... 104

## H

HTTPS ..... 52

## I

I, II, III, IV ..... 57  
IEC61850 ..... 46  
Inbetriebnahme ..... 37  
Instandhaltung und Wartung ..... 95  
IRIG-B ..... 36

## K

Konfiguration  
  Menü ..... 58

## L

Lieferumfang ..... 5  
Logikbausteine  
  AND ..... 126  
  DIRECT ..... 126

INVERT ..... 126  
NAND ..... 126  
NOR ..... 126  
OR ..... 126  
Logikfunktionen ..... 126

## M

Massbild ..... 103  
Mechanischer Einbau ..... 9  
Menübedienung ..... 55  
Messgrössen ..... 104  
  Bimetalstrom ..... 110  
  Erdschlussüberwachung ..... 107  
  Grundgrössen ..... 104  
  Leistungsfaktoren ..... 106  
  Mittelwerte und Trend ..... 110  
  Netz-Unsymmetrie ..... 109  
  Nullpunkt-Verlagerungsspannung ..... 107  
  Oberschwingungs-Analyse ..... 108  
  Zähler ..... 111  
Messwertanzeigen ..... 56  
Messwerte  
  Rücksetzen ..... 58

## N

Netz-Unsymmetrie ..... 109  
NTP ..... 43  
Nullpunktunterdrückung ..... 97

## R

RCM ..... 30  
Römische Zahlen ..... 57  
Rücksetzen von Messwerten ..... 58

## S

Sammelalarm ..... 64  
SD-Card ..... 72  
  Austausch ..... 72  
  LED ..... 72  
Sicherheitshinweise ..... 6  
Sicherheitssystem ..... 46, 50  
Störschreiber ..... 69  
Symbole ..... 57  
Symmetrische Komponenten ..... 109  
SYSLOG ..... 53

## T

Technische Daten ..... 96  
Temperatureingänge ..... 32

## U

Überprüfen der Installation ..... 39  
USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung) ..... 33

## V

Verzerrungsblindleistung ..... 104

## W

Whitelist ..... 52

## Z

Zeitsynchronisation  
  GPS ..... 34  
  IRIG-B ..... 36  
  NTP ..... 43