

# Power Quality Controller – PQC

Blindleistungsregler

Betriebsanleitung



# Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitshinweise	5
1.1	Zielgruppe	5
1.2	Sicherheitsvorschriften	5
1.3	Bestimmungsgemäße Verwendung	6
1.4	Bestimmungswidrige Verwendung	7
1.5	Reparatur	7
1.6	Symbolerklärung	7
2	Technische Daten	8
3	Gerätebeschreibung	12
3.1	Funktion	12
3.2	Rückspeisung	12
4	Montage am Betriebsort	12
4.1	Einbaubedingungen	12
4.2	Gerät montieren	13
5	Installation	15
5.1	Elektrischer Anschluss	15
5.2	Schutzleiteranschluss	16
5.3	Versorgungsspannung	17
5.4	Mess-Spannung	17
5.5	Strommessung	18
5.6	Ausgangsrelais (SteuerAusgänge)	20
5.7	Anschlussbilder aller PQC-Gerätetypen	22
5.7.1	Anschlussbild: Typ PQC 1202401-xx	22
5.7.2	Anschlussbild: Typ PQC 1202403-xx	23
5.7.3	Anschlussbild: Typ PQC 0602401-xx	24
5.7.4	Anschlussbild: Typ PQC 1204801-xx	25
5.7.5	Anschlussbild: Typ PQC 1204803-xx	26
5.7.6	Anschlussbild: Typ PQC 0614801-xx	27
5.7.7	Anschlussmöglichkeiten der Versorgung AUX bei Typen PQC xxx480x-xx	28
5.7.7.1	Anschlussbild 400/415 V-Netze ohne Neutralleiter	28
5.7.7.2	Anschlussbild 690 V-Netze mit Neutralleiter	28
6	Inbetriebnahme	29
6.1	Alarm	29
6.1.1	Auflistung der Alarmer und Meldungen	29
6.2	Vor der Inbetriebnahme	30
6.3	Funktionskontrolle	30
6.4	Konfiguration	30
6.5	Automatische Inbetriebnahme	30
6.5.1	Automatische Anschlusserkennung	30
6.5.2	Automatische Erkennung der angeschlossenen Kondensatorstufen	31
6.5.3	Berechnung des c/k-Wertes	32
7	Menübeschreibung	33
7.1	Menü Übersicht	34

8	Hauptmenü	36
8.1	Inbetriebnahme des PQC	36
8.1.1	Inbetriebnahme Sprachauswahl	36
8.1.2	Inbetriebnahme gestartet	39
8.2	Regler Übersicht	40
8.2.1	Angezeigte Messwerte	40
8.3	Regeldiagramm	41
8.3.1	Skalierung	41
8.4	Manuelle Regelung	42
8.4.1	Stufenmenü	43
8.5	Einstellungen	44
8.5.1	Automatische Umschaltung der Regelungsprofile (Profilschaltung)	45
8.5.2	Einstellbare Reglerprofile	46
8.5.3	Anwendungsbeispiele der Reglerprofile	46
8.5.3.1	Einstellung des $\cos \varphi$	47
8.5.3.2	Parallelverschiebung	48
8.5.3.3	Begrenzung	49
8.5.3.4	Schaltverzögerungszeit	51
8.5.3.5	Geregelte Phase auswählen	51
8.5.4	Einstellung Allgemein	51
8.5.4.1	Kondensatorstufen	52
8.5.4.2	Grenzwerte	53
8.5.4.2.1	Überstrom	54
8.5.4.2.2	Netzausfallerkennung	54
8.5.4.3	Alarmmanagement	55
8.5.4.4	Netznennwerte	57
8.5.5	Erweiterungen	57
8.5.5.1	Optionale Modbus-RTU Schnittstelle	57
8.5.5.2	Optionale Temperatur und I/O Erweiterung	58
8.5.5.3	Optionale Service (Ethernetschnittstelle) Erweiterung	58
8.5.6	Werkseinstellungen	58
8.5.7	Passwortschutz	59
8.6	Info Status	60
8.6.1	Regler Status	61
8.6.2	Anlagenleistung	61
8.6.3	C-Stufentabelle	62
8.6.4	Diagramm Stufenleistung	62
8.6.5	Diagramm Stufenzähler	62
8.6.6	Diagramm der Spannungs- und Stromharmonischen	63
8.6.7	Tabelle der Spannungs- und Stromharmonischen	63
8.6.8	Manuelle Frequenzanalyse	63
8.7	Messwertspeicher (Min/Max-Speicher)	64
8.8	Aktive Alarmer	65
8.9	Alarmspeicher (Alarmhistorie)	65
8.10	Über PQC	66
8.11	Werkseinstellungen	67
8.12	Update	69
9	Wartungsarbeiten	70
9.1	Reinigung	70

10 Außerbetriebnahme u. Demontage, Lagerung u. Entsorgung	71
10.1 Außerbetriebnahme und Demontage	71
10.2 Lagerung	72
10.3 Entsorgung	72
11 Betrieb	73
11.1 Fehler im Betrieb	73
12 Lieferumfang	75

# 1 Sicherheitshinweise

## 1.1 Zielgruppe

Diese Betriebsanleitung richtet sich an Personen, die den Power Quality Controller PQC montieren, installieren, in Betrieb nehmen und betreiben.

## 1.2 Sicherheitsvorschriften

---



Bei Schäden, die durch Nichtbeachten dieser Betriebsanleitung verursacht werden, erlischt der Garantieanspruch. Für Folgeschäden übernehmen wir keine Haftung!

Bei Sach- oder Personenschäden, die durch unsachgemäße Handhabung oder Nichtbeachten der Sicherheitshinweise verursacht werden, übernehmen wir keine Haftung. In solchen Fällen erlischt jeder Garantieanspruch!

---



### **GEFAHR!**

Um Gefahren für Leib und Leben sowie Sachschäden auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

Die Installation und Inbetriebnahme in industriellen Anlagen ist strikt nach den Normen IEC 61508 und DIN VDE 0801 durchzuführen.

Eventuelle weitere bestehende, dieses Produkt betreffende einschlägigen zum Schutz von Personen und Sachen bestehenden Gesetzen, Normen, Richtlinien, Sicherheitsbestimmungen etc. (IEC, EN, VDE, Geräte-Sicherheitsgesetz, Berufsgenossenschaftsvorschriften etc.) sind einzuhalten.

Die Montage, Inbetriebnahme, Änderung und Nachrüstung darf nur von einer Fachkraft ausgeführt werden.

Die Sicherheitsvorschriften der Berufsgenossenschaft für elektrische Installationen müssen berücksichtigt werden.

Das Gerät führt Netzspannung und darf nicht geöffnet werden.

Falls das Gerät sichtbar beschädigt ist, darf es nicht installiert, angeschlossen und in Betrieb genommen werden.

Es dürfen nur zugelassene Installationsleitungen verwendet werden.

Falls das Gerät nach der Inbetriebnahme nicht arbeitet, muss es wieder vom Netz getrennt werden.

Belasten Sie das Gerät nur bis zur angegebenen Leistungsgrenze. Eine Überlastung kann zur Zerstörung des Gerätes, zu einem Brand oder elektrischen Unfall führen. Beachten Sie die unterschiedliche maximale Belastbarkeit der verschiedenen Anschlüsse.

Setzen Sie das Gerät nicht direktem Sonnenlicht oder hohen Temperaturen aus, da dies sonst beschädigt werden kann oder sich die Nutzungsdauer verkürzt.

Montieren Sie das Produkt nicht in der Nähe von Wärmequellen wie Heizkörpern oder anderen Wärme erzeugenden Geräten.

Setzen Sie das Gerät nicht Regen, Wasser, Nässe oder hoher Luftfeuchtigkeit aus. Vermeiden Sie auf alle Fälle direkten Kontakt mit Wasser.

Nichtbeachtung der Sicherheitsvorschriften kann zum Tod, schwerer Körperverletzung oder hohen Sachschäden führen.

In gewerblichen Einrichtungen sind die Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften für elektrische Anlagen und Betriebsmittel zu beachten.

Die Sicherheit des Systems, in welches der PQC integriert wird, liegt in der Verantwortung des Errichters des Systems sowie des Betreibers.

Aus Sicherheits- und Zulassungsgründen (CE) ist das eigenmächtige Umbauen und/oder Verändern des Produkts nicht gestattet.


Gehen Sie vorsichtig mit dem Produkt um – durch Stöße, Schläge oder dem Fall aus bereits geringer Höhe wird es beschädigt.

Diese Betriebsanleitung kann ohne Benachrichtigung geändert werden.

Die aktuelle Version der Betriebsanleitung finden Sie auf unserer Website [www.frako.com](http://www.frako.com).

Wenn Arbeiten an den Zuleitungen und den Anschlüssen des Gerätes durchgeführt werden, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren. Die anliegende Spannung kann eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden oben genannte Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben deutlich herabgesetzt werden.

- 
- Der Betreiber muss sicherstellen, dass alle Bediener diese Betriebsanleitung kennen und gemäß dieser Betriebsanleitung handeln.
  - Die Betriebsanleitung muss sorgfältig und vollständig gelesen werden, bevor das Gerät montiert, installiert und in Betrieb gesetzt und betrieben wird und es muss entsprechend der Betriebsanleitung vorgegangen werden.
  - Die Betriebsanleitung ist zum späteren Gebrauch aufzubewahren.
  -  In allen Fällen des Auftretens dieses Symbols ist die Dokumentation zu Rate zu ziehen.

## 1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Power Quality Controller PQC ist im Rahmen der Technischen Daten, siehe [Abschnitt 2 Technische Daten], für folgende Verwendungszwecke bestimmt:

- Stufige Regelung der Blindleistung. Hierzu sind Ausgangsrelais (Schaltausgänge, Stufen) vorhanden, an die über stromverstärkende elektromechanische Elemente (Relais, Schütze) Kondensatoren angeschlossen werden können.
- Messen netzqualitätsrelevanter Daten wie Spannung, Strom, Frequenz je nach Gerätevariante der Phase L1 oder der drei Phasen L1, L2 und L3, siehe [Abschnitt 2 Technische Daten], Anschluss eines Alarmkontakts innerhalb der zulässigen elektrischen Werte, siehe [Abschnitt 2 Technische Daten]
- Betrieb mit optionalen für den PQC zugelassene Funktionserweiterungen.

Der PQC ist für den Einbau in ortsfesten und wettergeschützten Schaltschränken und Gehäusen vorgesehen, die sich innerhalb von Gebäuden befinden, eine Beaufschlagung mit Feuchtigkeit ist nicht zulässig. Der Einbau erfolgt senkrecht in der Regel in einer Außenseite des Schaltschranks oder Gehäuses, damit Bedienelemente und Anzeige vom Betreiber zugänglich sind.

Die USB-Schnittstelle ist eine Service-Schnittstelle und dient ausschließlich dem Update der Firmware des PQC. Der Anwender darf den USB-Anschluss sonstig nicht nutzen, also auch kein Kabel / Gerät damit verbinden. Im Betrieb des PQC darf die USB-Buchse nicht berührt werden. Die USB-Buchse ist für den Anschluss eines autark betriebenen Notebooks vorgesehen, der im Akkubetrieb läuft.

## 1.4 Bestimmungswidrige Verwendung

Jede Verwendung außerhalb der bestimmungsgemäßen Verwendung ist bestimmungswidrig und damit verboten. Wird der PQC in einer nicht in dieser Betriebsanleitung vorgegebenen Weise benutzt, kann der vom Gerät unterstützte Schutz beeinträchtigt sein.

## 1.5 Reparatur

Reparaturen dürfen nicht durch den Kunden oder den Anwender durchgeführt werden. Im Falle einer erforderlichen Reparatur muss sich der Kunde oder der Betreiber des Gerätes an den Hersteller FRAKO Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH, Tscheulinstraße 21A in D-79331 Teningen, [www.frako.com](http://www.frako.com) wenden.

## 1.6 Symbolerklärung

Spezielle Hinweise in dieser Betriebsanleitung sind durch Symbole gekennzeichnet.

Ein Signalwort, das das Ausmaß der Gefährdung zum Ausdruck bringt, begleitet die Hinweise.

Um Unfälle, Personen- und Sachschäden zu vermeiden, müssen die Hinweise unbedingt eingehalten werden.

### Warnhinweise

---



#### **GEFAHR!**

Weist auf unmittelbare Gefahren hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen können, wenn sie nicht gemieden werden.

---



#### **VORSICHT!**

Weist auf unmittelbare Gefahren durch elektrischen Schlag hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen können, wenn sie nicht gemieden werden.

---

### Hinweise zur korrekten Funktion des Geräts

---



#### **VORSICHT!**

Diese Hinweise dienen dazu, Gefahren zu nennen, die zu Sachschäden führen können, wenn die Hinweise nicht beachtet werden.

Zudem können Umweltaspekte genannt werden.

---



#### **HINWEIS!**

Diese Hinweise dienen der korrekten Funktion und dem störungsfreien Funktionieren des Geräts, wenn sie beachtet werden.

---

# 2 Technische Daten

## Spannungsversorgung

- Versorgungsspannung Bei Artikel-Nummern 38-00400, 38-00401, 38-00402:  
85 VAC - 267 VAC (absolute Grenzwerte), Frequenz 45 - 65 Hz  
oder 100 VDC - 377 VDC (absolute Grenzwerte)  
Bei Artikel-Nummern 38-00406, 38-00407, 38-00410:  
85 VAC - 530 VAC (absolute Grenzwerte), Frequenz 45 - 65 Hz  
oder 100 VDC - 750 VDC (absolute Grenzwerte)
- Leistungsaufnahme maximal 5 VA
- Absicherung Extern mit maximal 2 A (träge) vorgeschrieben

## Eingänge

- Messeingänge Spannungspfad PQC-Typ: PQC xxxxxx1-xx: einphasig  
PQC-Typ: PQC xxxxxx3-xx: dreiphasig  
80 VAC - maximal 760 VAC (Außenleiter – Außenleiter, absolute Grenzwerte), dies entspricht 115 VAC - 690 VAC - Netzen, galvanisch hochohmig miteinander verbunden, Mittelspannungsmessung über Wandler .../100V möglich  
Geltungsbereich UL /CSA Normen (PQC Typen: PQC xxx480x-xx): Netze mit Nennspannungen 115 VAC - 600 VAC  
Netzausfallerkennung ab Dauer einer Halbwelle
- Messeingänge Strompfad PQC-Typ: PQC xxxxxx1-xx: einphasig  
PQC-Typ: PQC xxxxxx3-xx: dreiphasig  
x/5 A AC oder x/1 A AC (Wandler-Sekundärstrom  $\geq 15$  mA), galvanisch voneinander getrennt, Leistungsaufnahme maximal 1 VA je Wandleranschluss, dauerüberlastfähig bis 6 A AC, kurzzeitig für 10 Sekunden maximal 10 A AC
- Digitale Eingänge Bis zu fünf digitale Eingänge  
PQC-Typ: PQC xxxxxx-x1: 5-24 VDC, alternativ verwendbar als bis zu fünf Ausgänge 24 VDC, 100 mA  
Galvanisch untereinander und mit Temperaturmesseingang verbunden
- Temperaturmesseingänge PQC-Typ: PQC xxxxxx-x1:  
Ein PT-100 oder PT-1000, Vierleiter- oder Zweileitertechnik, automatische Fühlertyperkennung  
Zwei NTC Typ TDK/Epcos-B57861S0502F040, FRAKO Artikel-Nummer 29-20094  
Messbereich -50°C bis 200°C  
Galvanisch verbunden mit den Digitalausgängen

## Ausgänge

- Ausgangsrelais (Steuerausgänge, Stufen) Schließer mit gemeinsamen Anschluss P  
PQC-Typ: PQC 120xxx-xx: 12 Ausgangsrelais und  
PQC-Typ: PQC 060xxx-xx: 6 Ausgangsrelais,  
AC - 14 250 VAC, maximal 3 A oder DC - 13 30 VDC,  
maximal 3 A, mechanische Lebensdauer  $2 \times 10^7$  Schaltspiele, elektrische Lebensdauer AC - 14 bei 3 A  $1 \times 10^5$  Schaltspiele, AC - 14 bei 0,5 A  $2 \times 10^6$  Schaltspiele.  
PQC-Typ: PQC 061xxx-xx: 6 Ausgangsrelais  
AC - 14 440 VAC, maximal 3 A oder DC - 13 125 VDC, maximal 3 A, mechanische Lebensdauer  $1 \times 10^7$  Schaltspiele,



elektrische Lebensdauer AC- 14 bei 3 A  $1 \times 10^5$  Schaltspiele,  
AC - 14 bei 0,5 A  $2 \times 10^6$  Schaltspiele.

Gemeinsame Zuleitung zu den Ausgangsrelais P maximal 10A  
Hinweis: Gebrauchskategorie AC/DC- gemäß IEC 60947-5-1

Im Geltungsbereich der UL/CSA Normen – alle Typen PQC: 3 A  
250VAC  $\cos \varphi = 1$  bei  $85^\circ\text{C}$ ,  
3 A 30VDC L/R=0 ms bei  $85^\circ\text{C}$

· Alarmkontakt

potentialfreier Schließer,  
AC - 14 250VAC, maximal 3 A oder DC- 13 30VDC,  
maximal 3 A, mechanische Lebensdauer  $2 \times 10^7$  Schaltspiele,  
elektrische Lebensdauer AC- 14 bei 3 A  $1,5 \times 10^5$  Schaltspiele,  
AC - 14 bei 0,5 A  $2 \times 10^6$  Schaltspiele.

Hinweis: Gebrauchskategorie AC-/DC- gemäß IEC 60947-5-1

Im Geltungsbereich der UL/CSA Normen:

3 A 250VAC  $\cos \varphi = 1$  bei  $85^\circ\text{C}$ ,  
3 A 30VDC L/R=0 ms bei  $85^\circ\text{C}$

· Digitale Ausgänge

PQC-Typ: PQC xxxxxxx-x1:

bis zu fünf digitale Ausgänge 24VDC, 100mA, galvanisch  
untereinander und mit Temperaturmesseingang verbunden.  
Alternativ verwendbar als bis zu fünf digitale Eingänge  
5 - 24VDC.

Hinweis: Durch den internen Schaltungsaufbau fließt über die  
Ausgänge ein minimaler Strom von etwa  $1\mu\text{A}$ . Dies kann bei  
z.B. Relais mit low Power LED's zu einem Glimmer führen.

## Schnittstellen

· Ethernet-Schnittstelle

(Modbus-TCP, Webserver)

PQC-Typ: PQC xxxxxxx-3x:

100-Mbit/s-Ethernetstandard 100 BASE-T

· Modbus RTU-Schnittstelle

PQC-Typ: PQC xxxxxxx-2x:

Abschlusswiderstand 120Ohm an den Enden der  
Busverdrahtung erforderlich

## Anschlüsse

· Versorgung AUX

Leiterquerschnitt max.  $2,5\text{mm}^2$ , min.  $0,2\text{mm}^2$

PQC-Typ: PQC xxx240x-xx:

Bemessungsdaten Isolierung: min. 250VAC,  $70^\circ\text{C}$

PQC-Typ: PQC xxx480x-xx:

Bemessungsdaten Isolierung: min. 500VAC,  $70^\circ\text{C}$

· Schutzleiter PE

Über Flachsteckhülse 6,3mm

Leiterquerschnitt mindestens wie bei dem größten vorkommen-  
den Querschnitt der Außenleiter der AUX-Anschlüsse,  
der Spannungsmessanschlüsse, der Ausgangsrelais und der  
Alarmanschlüsse, Farbe der Isolation gelb/grün

· Spannungsmesseingänge

L1, L2, L3, N

Leiterquerschnitt max.  $2,5\text{mm}^2$ , min.  $0,2\text{mm}^2$

Bemessungsdaten Isolierung

Beispiel 1: 230VAC, zu wählen min. 250VAC,  $70^\circ\text{C}$

Beispiel 2: 690VAC, zu wählen min. 750VAC,  $70^\circ\text{C}$

· Strommesseingänge L1, L2, L3,  
jeweils S1, S2

Leiterquerschnitt max.  $2,5\text{mm}^2$ , min.  $0,2\text{mm}^2$

Bemessungsdaten Isolierung: min. 250VAC,  $70^\circ\text{C}$

- Ausgangsrelais (Steuerausgänge, Stufen) Leiterquerschnitt max. 2,5 mm<sup>2</sup>, min. 0,2 mm<sup>2</sup>  
PQC-Typ: PQC xx0xxx-xx: 250 V Relais  
Bemessungsdaten Isolierung: min. 250 VAC, 70° C  
PQC-Typ: PQC xx1xxx-xx: 440 V Relais:  
Bemessungsdaten Isolierung: min. 500 VAC, 70° C
- Alarmkontakt (Service-Schnittstelle) Leiterquerschnitt max. 2,5 mm<sup>2</sup>, min. 0,2 mm<sup>2</sup>  
Bemessungsdaten Isolierung: min. 250 VAC, 70° C
- USB für Update USB-Steckertypen Micro A und Micro B
- Digitale Ein- und Ausgänge PQC-Typ: PQC xxxxxx-x1:  
Leiterquerschnitt max. 1,5 mm<sup>2</sup>, min. 0,14 mm<sup>2</sup>  
Bemessungsdaten Isolierung: 50 VDC, 70° C
- Temperaturmesseingänge PQC-Typ: PQC xxxxxx-x1:  
Leiterquerschnitt max. 1,5 mm<sup>2</sup>, min. 0,14 mm<sup>2</sup>  
Bemessungsdaten Isolierung: min. 50 VDC, 70° C
- Ethernet-Schnittstelle PQC-Typ: PQC xxxxxx-3x:  
Ethernet-Kabel Cat 5 nach TIA-568A/B, Schirmung S/FTP, Stecker RJ45
- ModBus-RTU Schnittstelle PQC-Typ: PQC xxxxxx-2x:  
Leiterquerschnitt max. 1,5 mm<sup>2</sup>, min. 0,14 mm<sup>2</sup>  
Bemessungsdaten Isolierung: min. 50 VDC, 70° C
- Hinweis: 0,14 mm<sup>2</sup> = AWG 26; 0,2 mm<sup>2</sup> ~ AWG 25;  
1,4 mm<sup>2</sup> ~ AWG 16; 2,5 mm<sup>2</sup> = AWG 14

## Konstruktionsdaten

- Maße (B x H x T) 144 mm x 144 mm x 70 mm Gehäuse  
144 mm x 165 mm x 70 mm Gehäuse inklusive Stecker
- Einbau Fronttafeleinbau in Ausschnitt 138 mm x 138 mm nach DIN IEC 61554, Befestigung über vier in den Gehäuseecken integrierten Haltestücken  
Anzugdrehmoment der Schrauben max. 0,4 Nm
- Gewicht ca. 770 g ohne Verpackung
- Schutzart Gehäusefront in Schaltschrank eingebaut IP40, Gehäusefront in Schaltschrank eingebaut mit IP54 Aufrüstsatz (Art. Nr.: 20-50015), Gehäuserückseite und Klemmen IP20 nach DIN EN 60529, Verschmutzungsgrad 2 nach EN 61010-1:2011-07
- Elektrische Ausführung Gehäuse Schutzklasse I nach DIN EN 61140  
Arbeitsspannung Spannungsmesseingänge bis max. 760 VAC Absolutwert.  
TNV1-Stromkreise, teilweise untereinander verbunden: digitale Ein- und Ausgänge, optionale Temperaturmesseingänge; optionale Modbus-Schnittstelle
- Gehäuseausführung Brennbarkeitsklasse nach UL 94 V0 nach Angaben des Herstellers.  
Schlagenergiewert IK06 nach DIN EN 61010-1:2011-07, 8.2.2
- Nutzungsdauer Bei Umgebungstemperatur +25° C 15 Jahre
- EMV EMV nach DIN EN 61326-1  
EN 61000-4-2 Electrostatic Discharge Air 8 kV and Conductive 6 kV mit horizontaler und vertikaler Koppelplatte

EN 61000-4-3 EMS Radiated 80MHz - 1 GHz, horizontal und vertikal, Level 10V/m = Einstrahlung Industriebereich Class A  
 Hardware-Version V1.0: EN 55022A EMI 30MHz - 1 GHz = Industriebereich Class A. Dies ist eine Einrichtung der Klasse A. Diese Einrichtung kann im Wohnbereich Funkstörungen verursachen; in diesem Fall kann vom Betreiber verlangt werden, angemessene Maßnahmen durchzuführen und dafür aufzukommen.  
 Ab Hardware-Version V1.2: EN 55022A EMI 30MHz – 1 GHz = Wohn- und Bürobereich Class B.  
 EN 61000-4-6, Einkopplung leitungsgebunden, Pegel 10V RMS, 150 kHz - 80 MHz<sup>1</sup>.  
 PQC-xxxxxxx-3x: EN 55022A EMI 30 MHz – 1 GHz = Wohn- und Bürobereich Class A  
 EN 61000-4-4 Burst 1 kV kapazitiv auf Anschlusskabel, 2 kV galvanisch auf Netzzuleitung und Spannungsmesseingänge.  
 EN 61000-4-5 Surge 2 kV galvanisch auf Netzzuleitung und Spannungsmesseingänge.

**Umgebungsbedingungen**

- Temperaturbereich -25° C bis +65° C, keine Betauung
- Einbauhöhe Maximale geografische Einbauhöhe 2000 m über NN

**Messwerk**

- Genauigkeit Spannung- und Strommessung ± 1 % bei 50/60 Hz und bei 25° C Umgebungstemperatur.
- Mittelwertbildung Mittelwertbildung über 1 Sekunde, aktualisiert alle 100 ms
- Oberschwingungen Werden über Lx - N gebildet.  
Alle geradzahigen und ungeradzahigen bis zur 19. Harmonischen.

<sup>1</sup> Die Standard-Einstrahlungsmessung nach EN 61000-4-6 (EMV-Festigkeit) erfolgt mit Amplitudenmodulation mit einer Modulationsfrequenz von 1 kHz. Diese Frequenz liegt im bestimmungsgemäßen Messbereich des Gerätes (zwanzigste Oberwelle von 50 Hz = 1 kHz). Es ist zu erwarten, dass der Messkreis bei der Standard-Einstrahlungsmessung deutlich anspricht. Somit kann die Einstrahlungsmessung nur ohne Amplitudenmodulation durchgeführt werden.

# 3 Gerätebeschreibung

## 3.1 Funktion

Der Blindleistungs- und Wirkleistungsanteil des Netzes wird im Blindleistungsregler aus den gemessenen Werten von Strompfad (Wandler) und Spannungspfad (U-Mess-Anschluss) kontinuierlich ermittelt. Übersteigt der Blindleistungsanteil gewisse Schwellwerte die der Blindleistungsregler beim Einmessen ermittelt hat, oder die gemäß Beschreibung eingestellt wurden, wird eine Schalthandlung an den Schaltausgängen ausgeführt. Bei einer größeren induktiven Blindleistung als die, welche in der Konfiguration voreingestellt wurde ( $\cos \varphi$  Vorwahl), werden nach einer einstellbaren Verzögerungszeit ein oder mehrere Ausgangsrelais des Blindleistungsreglers geschlossen. Damit schaltet der PQC je nach Bedarf Kondensatorstufen zu, um den eingestellten  $\cos \varphi$  zu erreichen. Reduziert sich der induktive Blindleistungsanteil der Verbraucher wieder, bewirkt dies eine Abschaltung der Kondensatorstufen. Der PQC erlaubt vielfältige Einstellmöglichkeiten, die auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittenen sind. Eine wirkungsvolle Überwachung der Blindleistungs-Kompensation ist durch die Übersichtsdarstellung gegeben. Als besonders anlagenschonend zeichnet sich die so genannte „Kreisschaltung“ aus. Sie bewirkt, dass im Mittel alle leistungsgleichen Kompensationsstufen gleich häufig geschaltet werden.

## 3.2 Rückspeisung

Der PQC verfügt über eine Vierquadranten-Regelung. Wird Wirkleistung ins Netz zurückgespeist, z.B. durch Blockheizkraftwerke, kompensiert der Regler weiterhin die aus dem Netz bezogene Blindleistung. Die angezeigte Wirkleistung  $P$ , bei Rückspeisung, wird mit negativem Vorzeichen dargestellt. Zusätzlich, wird dies in der Reglerübersicht per Symbol gekennzeichnet.

# 4 Montage am Betriebsort

## 4.1 Einbaubedingungen

Siehe *[Kapitel 1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung]*.

Hardware-Version V1.0: Dies ist ein Klasse A Produkt. Im Wohn- und Bürobereich kann dieses Gerät zu Störungen beim Funkempfang führen. In diesem Fall kann es erforderlich sein, entsprechende Installationsvorkehrungen zu treffen.

## 4.2 Gerät montieren

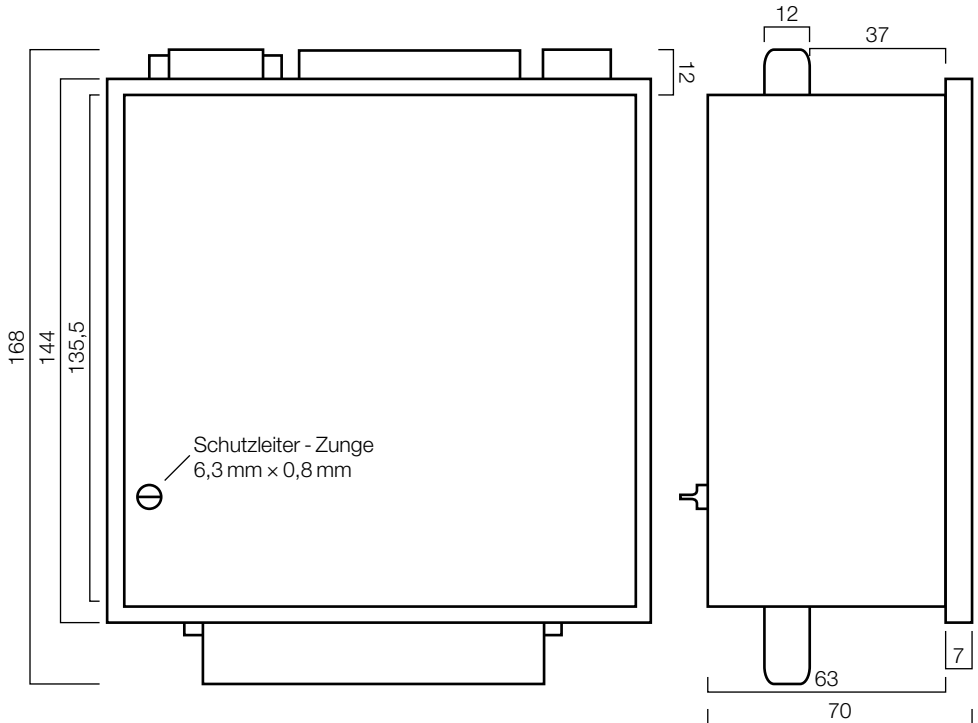


Abbildung 1 PQC Abmessungen in mm

**IP54 Aufrüstsatz (UL / CSA Standard (PQC Typen: PQC xx480x-xx) ist dieser Dichtring enthalten und muss angebracht werden)**

Als Zubehör (Artikel-Nummer 20-50015) ist ein Dichtring erhältlich, welcher für den Einbau des PQC in Schaltschränken mit Schutzart IP54 verwendet werden muss. Der Dichtring wird in die Nut auf der Rückseite der Gehäusefront eingelegt, bevor der PQC in den Schaltschrank eingebaut wird. Der Dichtring schließt den Spalt zwischen Gehäusefront des PQC und der Montagefläche.



### GEFAHR!

Der PQC ist von der Rückseite her betrachtet ein Einbaugerät in der Schutzart IP20. Ein ausreichender Schutz gegen das Berühren von spannungsführenden Teilen sowie Schutz gegen das Eindringen von Staub und Wasser sind durch den Einbau in ein geeignetes Gehäuse sicherzustellen (z.B. Schaltschrank oder Verteilerkasten).



### GEFAHR!

Der PQC darf nicht in einem explosionsgefährdeten Bereich eingesetzt werden, da bei Schaltvorgängen Funken entstehen, die brennbare Gase entzünden können.

Das Gerät nur in Bereichen verbauen, in denen keine Gefahr einer Gas- oder Staubexplosion besteht.

Der PQC ist für den Fronttafeleinbau in einen Ausschnitt der Größe 138 mm × 138 mm nach DIN IEC 61554 vorgesehen. Die Befestigung erfolgt über vier in den Gehäuseecken integrierten Haltestücken.

### Montage:

- Vorbereitung: Die vier Haltestücke in den Geräteecken werden durch Drehen der Befestigungsschrauben, die von der Frontseite aus zugänglich sind, in die Gehäusekontur eingeschwenkt, so dass sie nicht vorstehen. Den Schraubendreher dazu gegen den Uhrzeigersinn drehen.
- Den PQC mit der Blech-Rückwand in den dafür vorgesehenen Ausschnitt des Schaltschranks bis zum Anschlag einstecken. Ggf. ist vorher der Dichtring aus dem Zubehörset in die hintere Nut der Kunststoff-Front einzulegen.
- Den PQC leicht gegen den Schaltschrank drücken und die vier Schrauben in den Gehäuseecken mit dem Anzugmoment  $\leq 0,4 \text{ Nm}$  anziehen. Den Schraubendreher dazu im Uhrzeigersinn drehen. Dabei schwenken die Haltestücke aus, bewegen sich auf den Schrauben Richtung Schaltschrank-Tafel und verriegeln sich hinter dieser.



### GEFAHR!

Um Gefahren auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Der PQC muss vor dem Zuschalten von Spannungen bestimmungsgemäß eingebaut sein.
- Alle mitgelieferten Stecker müssen montiert sein.

Werden oben genannte Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben deutlich herabgesetzt werden.

---



### GEFAHR!

Um eine Überhitzung des PQC zu vermeiden, ist folgendes zu beachten:

- Der PQC muss in einen ausreichend belüfteten Bereich eingebaut werden. Rück- und Seitenwände dürfen nicht abgedeckt werden.
- In der Nähe dürfen sich keine Wärmequellen befinden.
- Der PQC darf nicht direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden.

Werden oben genannte Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Sachschäden sowie für Leib und Leben deutlich herabgesetzt werden.

---



### SICHERHEITSHINWEIS!

Um Gefahren auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

Die vier Befestigungsschrauben des FRAKO-Einbaugerätes könnten beim bestimmungsgemäßen Einbau des Gerätes in die Front eines Schaltschranks gefährlich aktiv werden, wenn ein Fehler in der das FRAKO-Einbaugerät umgebenden Verdrahtung des Schaltschranks auftritt. Sollte sich im Schaltschrank ein gefährlich aktiver Draht lösen, könnte dieser eine der vier Befestigungsschrauben berühren. Damit ist nicht ausgeschlossen, dass der Schraubenkopf, der außerhalb des Schaltschranks berührbar ist, gefährlich aktiv werden könnte. In seltenen Fällen könnte eine Gefahr für Leib und Leben entstehen.

Am Installationsort (z.B. Schaltschrank, Gehäuse) des FRAKO-Einbaugerätes müssen alle Drähte / Litzen befestigt oder gebündelt und damit so gesichert werden, dass ein sich fehlerhafterweise lösender oder abspringender Draht keinesfalls eine oder mehrere der Befestigungsschrauben des FRAKO-Einbaugerätes berühren kann und diese dadurch gefährlich aktiv werden könnte/n.

Werden oben genannte Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben deutlich herabgesetzt werden

---

# 5 Installation

## 5.1 Elektrischer Anschluss

Der Anschluss erfolgt gemäß der Anschlussbilder in [Abschnitt 5.7]



### GEFAHR!

Um Gefahren für Leib und Leben auszuschließen, ist folgendes zu beachten:



- Während der Montage und im Servicefall sind das Gerät und die Anlage spannungsfrei zu schalten.
- Die Anlage ist gegen Wiedereinschalten zu sichern.
- Die Spannungsfreiheit aller Anschlüsse muss geprüft werden!
- Der Schutzleiter muss als erstes angeschlossen werden, siehe [Kapitel 5.2 Schutzleiteranschluss].
- Die Versorgungs- und Messspannungsanschlüsse sind berührungsempfindlich! Bei Berührung besteht die Gefahr eines Stromschlags.
- Die Messanschlüsse L1, L2, L3, N sowie die Versorgungsanschlüsse AUX und die beiden Alarmkontakte müssen während jeglicher Arbeiten am Gerät kurz geschlossen sein.
- Benachbarte unter Spannung stehende Teile müssen abgedeckt sein.
- Eine höhere Versorgungsspannung und eine höhere Messspannung als die oben in dieser Betriebsanleitung und auf dem Gerät angegebenen Werte können zu Schäden am Gerät führen. Folgeschäden am Installationsort sind möglich.
- Die Zuleitung der Versorgungsspannung AUX ist extern mit jeweils einer Sicherung 2AT, 250VAC abzusichern. Es ist eine Sicherung erforderlich, wenn der Anschluss an L – N erfolgt. Zwei Sicherungen sind zu verwenden, wenn der Anschluss an L – L erfolgt.
- Eine Trennvorrichtung ist vorzusehen, um die Anschlüsse des PQC von der Anlagen- / Gebäudeinstallation trennen zu können.
- An alle Anschlüsse dürfen nur die hierfür vorgesehenen und geeigneten Spannungen und Signale aufgelegt werden.
- Es sind Zuleitungen ausreichenden Querschnitts zu verwenden.
- Es müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um netzspannungsführende Zuleitungen gegen versehentliches Herausreißen und Verdrehen zu schützen.
- In der Gebäudeinstallation muss eine Trennvorrichtung wie ein Schalter oder ein Leistungsschalter vorhanden sein, die geeignet angeordnet und vom Benutzer erreichbar sein muss und als Trennvorrichtung für dieses Gerät gekennzeichnet sein muss. Diese Trennvorrichtung muss alle netzspannungsführenden Zuleitungen vom Gerät trennen können.
- Werden für den Anschluss Litzen verwendet, bei denen der Gesamtquerschnitt aus mehreren dünnen Drähten gebildet wird, müssen Aderendhülsen verwendet werden. Es ist sicherzustellen, dass kein einzelner dünner Draht abgesplissen wurde.

Wenn Arbeiten an den Zuleitungen und den Anschlüssen des Gerätes durchgeführt werden, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren. Die anliegende Spannung kann bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden oben genannte Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben deutlich herabgesetzt werden.

Um *Gefahren* auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

Am Installationsort (z.B. Schaltschrank, Gehäuse) des PQC müssen alle Drähte/ Litzen befestigt oder gebündelt und damit so gesichert werden, dass ein sich lösender abspringender Draht keinesfalls eine oder mehrere der Befestigungsschrauben des PQC berühren kann und diese dadurch gefährlich aktiv werden könnten.

Wird die dort genannte Vorsichtsmaßnahme beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben sowie Sachschäden deutlich herabgesetzt werden.

---



#### HINWEIS!

Das Gerät kann durch falschen Betrieb beschädigt werden.

- An alle Anschlüsse dürfen nur die hierfür vorgesehenen und geeigneten Spannungen und Signale aufgelegt werden.
- Es sind Zuleitungen ausreichenden Querschnitts zu verwenden.
- Im [Abschnitt 2 Technische Daten] sind die vorgeschriebenen Leitungstypen angegeben.

Auf die falschen Klemmen aufgelegte Leitungen, Spannungen und Signale können zu Schäden am PQC und der Installation führen. Wenn der Anschluss des PQC mittels Litzen erfolgt, sind isolierte Aderendhülsen „kurz“ mit einer Schaftlänge von 6 mm zu verwenden.

---

## 5.2 Schutzleiteranschluss

---



#### GEFAHR!

Um Gefahren auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Der Schutzleiter PE ist unbedingt mit dem Gehäuse des PQC zu verbinden, bevor weitere Anschlüsse erfolgen.
- Leiterquerschnitt mindestens wie bei dem größten vorkommenden Querschnitt der Außenleiter der AUX-Anschlüsse, der Spannungsmessanschlüsse, der Schaltausgänge und der Alarmanschlüsse. Farbe der Isolation gelb/grün. Schutzleiteranschlüsse für Netzstromkreise müssen zumindest eine gleichwertige Strombelastbarkeit wie die Netzstromkreise aufweisen.
- Sollte die Schutzleiterzunge abgebrochen sein, darf der PQC nicht in Betrieb gesetzt werden. Es ist eine Reparatur oder ein Austausch des PQC erforderlich.
- Der PQC darf nur mit angeschlossenem Schutzleiter in Betrieb genommen werden.

Werden diese Maßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben sowie Sachschäden deutlich herabgesetzt werden.

---



Der Schutzleiter PE ist unbedingt mit dem Gehäuse des PQC zu verbinden.

Hierzu dient die an der Gehäuserückwand angebrachte Schutzleiter-Zunge. Sie ist durch das Schutzleitersymbol gemäß DIN EN 60617-2 wie links gezeigt gekennzeichnet.



## 5.3 Versorgungsspannung

Die Zuleitung der Versorgungsspannung AUX ist extern mit jeweils einer Sicherung

- 2 A träge, 250 VAC (PQC Typ: PQC xxx240x-xx) oder
- 2 A 500 VAC Time Delay (PQC Typ: PQC xxx480x-xx), abzusichern.

Es ist eine Sicherung erforderlich, wenn der Anschluss an L – N erfolgt. Zwei Sicherungen sind zu verwenden, wenn der Anschluss an L – L erfolgt.

Eine Trennvorrichtung ist vorzusehen, um die Anschlüsse des PQC von der Anlagen- /Gebäudeinstallation trennen zu können.

In den Anschlussbildern, siehe [Abschnitt 5.7], ist jeweils der Anschluss der Geräte mit 6 und 12 Ausgangsrelais dargestellt.

---



### GEFAHR!

Um Gefahren auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Die Sicherheitshinweise unter [Abschnitt 5.1 Elektrischer Anschluss].
- Der Anschluss der Versorgungsspannung muss bestimmungsgemäß erfolgen
- Die maximale Arbeitsspannung der Versorgungsanschlüsse AUX ist zu beachten, siehe [Abschnitt 2 Technische Daten].

Wenn Arbeiten an den Zuleitungen und den Anschlüssen des Gerätes durchgeführt werden, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren. Die anliegende Spannung kann bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden die hier genannten Maßnahmen sowie die im [Kapitel 1.2 Sicherheitsvorschriften] genannten Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben sowie Sachschäden deutlich herabgesetzt werden.

---

Sofern die Grenzwerte der PQC Typen nicht überschritten werden, ist bei diesen Gerätetypen ein Anschluss „Phase – Phase“ oder „Phase – Neutraleiter“ möglich. Beispiele hierzu, siehe [Abbildung 9 Ausschnitt Anschlussbild 690 V-Netze mit Neutraleiteranschluss] und [Abbildung 8 Ausschnitt Anschlussbild 400/415 V-Netze ohne Neutraleiteranschluss].

---



### VORSICHT!

- Die Zuleitungen sowie der Schutzleiteranschluss sind fest anzubringen. Eine Steckverbindung in der Zuleitung ist abgesehen von mitgelieferten Geräte-Anschlusssteckern nicht zulässig.
  - In der Versorgungszuleitung ist eine externe Trennvorrichtung wie ein Schalter oder ein Leistungsschalter vorzusehen. Diese soll sich in der Nähe des PQC befinden. Diese Trennvorrichtung muss die Leiter trennen, welche mit den AUX-Anschlüssen des PQC verbunden sind. Die Trennvorrichtung muss die Anforderungen nach IEC 60947-1 und IEC 60947-3 erfüllen und für die Anwendung geeignet sein. Seine Funktion muss mittels Aufschrift gekennzeichnet sein. Diese Trennvorrichtung darf den Schutzleiter nicht unterbrechen.
- 

## 5.4 Mess-Spannung

Der PQC kann je nach Gerätevariante, eine oder bis zu drei Wechselspannungen messen. Die Spannungsmesseingänge sind hochohmig galvanisch miteinander verbunden. Messbereiche, siehe [Abschnitt 2 Technische Daten]. Gleichspannungen können nicht gemessen werden.

Die Spannungsmesseingänge des PQC sind für 100 VAC- bis 690 VAC-Netze vorgesehen.

Eine Mittelspannungsmessung über einen Wandler x/100V ist möglich.

Eine externe Absicherung der Spannungsmesseingänge ist nicht erforderlich, da diese als Schutzimpedanz ausgeführt sind. In diesem Fall ist eine kurzschluss sichere Litze (doppelt isolierte Litze) zum Anschluss der Spannungsmesseingänge zu verwenden.

---



#### **GEFAHR!**

**Um Gefahren auszuschließen, ist folgendes zu beachten:**

- Die Sicherheitshinweise unter *[Abschnitt 5.1 Elektrischer Anschluss]* sind zu beachten.
- Der Anschluss der Ausgangsrelais muss bestimmungsgemäß erfolgen
- Die maximale Arbeitsspannung der Relaiskontakte ist zu beachten, siehe *[Abschnitt 2 Technische Daten]*.

Wenn Arbeiten an den Zuleitungen und den Anschlüssen des Gerätes durchgeführt werden, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren. Die anliegende Spannung kann bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden die hier genannten Maßnahmen sowie die im *[Kapitel 1.2 Sicherheitsvorschriften]* genannten Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben sowie Sachschäden deutlich herabgesetzt werden.

---

**Gerätetypen mit einphasiger Messung, siehe *[Kapitel 9 Gerätevarianten]*:**

Der einphasige Anschluss erfolgt an den Klemmen „L“ und „L/N“ gemäß Anschlussbildern in *[Abschnitt 5.7 Anschlussbilder aller PQC-Gerätetypen]*. Die Messung kann sowohl zwischen 2 beliebigen Phasen als auch zwischen einer beliebigen Phase und dem Neutralleiter erfolgen.

**Gerätetypen mit dreiphasiger Messung, siehe *[Kapitel 9 Gerätevarianten]*:**

Der dreiphasige Anschluss erfolgt an den Klemmen „L1“, „L2“, „L3“, „N“ gemäß Anschlussbildern in *[Abschnitt 5.7 Anschlussbilder aller PQC-Gerätetypen]*. Die Phasen L1, L2 und L3 müssen phasenrichtig angeschlossen werden.

Soll ein dreiphasig messender Gerätetyp nur einphasig messen, sind die Klemmen „L1“ und „N“ zu verwenden. Die Klemmen „L2“ und „L3“ sind dabei mit der Klemme „N“ zu verbinden, um Fehlmessungen auszuschließen.

Bei dreiphasiger Messung empfiehlt es sich, den „N“ mit anzuschließen. Damit erzielt man die hohe Messgenauigkeit des PQC bei den Phase-N-Spannungen und den daraus abgeleiteten Werten. Steht ein N nicht zur Verfügung, kann die Klemme N offen gelassen werden, dies ist aber nur bei einer symmetrischen Belastung der Phasen sinnvoll.

---



#### **HINWEIS!**

Bei dreiphasig messenden Gerätetypen müssen nicht verwendete Spannungsmesseingänge mit dem Anschluss „N“ verbunden werden. Dies ist z.B. bei ein- und zweiphasigem Anschluss erforderlich.

Anderenfalls ist es möglich, dass für die nicht angeschlossenen Eingänge Phantommesswerte angezeigt werden.

Bei dreiphasiger Messung ist die automatische Anschlusserkennung nicht möglich.

---

## 5.5 Strommessung

Der PQC ist für den Anschluss von Stromwandlern x/1 A und x/5 A vorgesehen. Es können nur Wechselströme, keine Gleichströme gemessen werden. Je nach Gerätevariante können eine oder bis zu drei Wechselströme gemessen werden. Messbereiche, siehe *[Abschnitt 2 Technische Daten]*.



### GEFAHR!

Bei Unterbrechung von Stromwandlerkreisen besteht die Gefahr der Entstehung von Lichtbögen. Diese können zu einem elektrischen Schlag führen, Verbrennungen hervorrufen und die Augen schädigen. Auch können glühende Metallteile verspritzt werden, die neben den Gefahren für die Gesundheit zusätzlich eine Brandgefahr darstellen können.

Um Gefahren auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Die Sicherheitshinweise unter [Abschnitt 5.1 Elektrischer Anschluss.]
- Der Anschluss der Strommesseingänge muss bestimmungsgemäß erfolgen.
- Die Sicherungsschrauben der Stecker sind anzuziehen, um die Stecker gegen versehentliches lösen zu schützen.
- Die Sekundäranschlüsse der Stromwandler müssen kurzgeschlossen sein, bevor die Zuleitungen zum PQC unterbrochen oder der Stecker abgezogen wird!

Wenn Arbeiten an den Zuleitungen und den Anschlüssen des Gerätes durchgeführt werden, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren. Die anliegende Spannung kann bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden die hier genannten Maßnahmen sowie die im [Kapitel 1.2 Sicherheitsvorschriften] genannten Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben sowie Sachschäden deutlich herabgesetzt werden.

---



### GEFAHR!

Die seitlichen Sicherungsschrauben des Steckers zum Anschluss der Stromwandlerkreise sind unbedingt vor Inbetriebnahme des Gerätes anzuziehen.

Ein Anziehen der seitlichen Sicherungsschrauben des Steckers verhindert ein versehentliches Lösen des Steckers und reduziert damit die Gefahr von Lichtbögen.

---



### GEFAHR!

Ist für die Erdung der Sekundärseite der Stromwandler ein Anschluss vorgesehen, so muss dieser mit Erde verbunden werden!

Wir empfehlen grundsätzlich, jeden Stromwandlerkreis zu erden.

---



### VORSICHT!

Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, ist folgendes zu beachten:

- Der Anschluss der Strommess-Eingänge muss über externe galvanisch trennende Stromwandler erfolgen.
- Eine Überlastung der im Gerät eingebauten Stromwandler ist zu vermeiden. Der maximal zulässige Dauerstrom beträgt 6 AAC, der kurzzeitige Spitzenstrom 10 A.

Durch diese Maßnahmen werden Beschädigungen des Gerätes vermieden.

---



### VORSICHT!

Klemmanschlüsse können sich im Betrieb erwärmen.

- Nachdem der PQC in Betrieb war, muss vor Arbeiten an den Klemmanschlüssen dem PQC und seinen Anschlüssen eine ausreichende Zeit zum Abkühlen gegeben werden.

Durch diese Maßnahme wird die Gefahr von Verbrennungen vermieden.

---

### Gerätetypen mit einphasiger Messung:

Über einen externen galvanisch trennenden Stromwandler wird der Strom einer beliebigen Phase L angeschlossen.

Wertebereich, siehe [Abschnitt 2 Technische Daten].

Der Anschluss erfolgt an den Klemmen „L – S1-S2“ gemäß dem Anschlussbild in [Abbildung 2].

### Gerätetypen mit dreiphasiger Messung:

Über externe galvanisch trennende Stromwandler werden die Ströme der drei Phasen L1, L2 und L3 phasenrichtig angeschlossen. Wertebereich, siehe [Abschnitt 2 Technische Daten].

Der Anschluss erfolgt an den Klemmen „L1 – S1-S2“, „L2 – S1-S2“, „L3 – S1-S2“, gemäß Anschlussbild in [Abbildung 3 Anschlussbild]. Der Anschluss muss phasenrichtig erfolgen.

Nicht verwendete Strommesseingänge können unbeschaltet bleiben.



#### HINWEIS!

Bei Netzen mit einer Nennspannung von 1000V und mehr ist eine Erdung der Stromwandlerkreise vorgeschrieben.

Ohne Erdung bei Netzen mit einer Nennspannung von 1000V und mehr können Schäden am Gerät entstehen.

Bei dreiphasiger Messung ist die automatische Anschlusserkennung nicht möglich.

## 5.6 Ausgangsrelais (Steuerausgänge)



#### GEFAHR!

Um Gefahren auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Die Sicherheitshinweise unter [Abschnitt 5.1 Elektrischer Anschluss] sind zu beachten.
- Der Anschluss der Ausgangsrelais muss bestimmungsgemäß erfolgen
- Die maximale Arbeitsspannung der Relaiskontakte ist zu beachten, siehe [Abschnitt 2 Technische Daten].

Wenn Arbeiten an den Zuleitungen und den Anschlüssen des Gerätes durchgeführt werden, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren. Die anliegende Spannung kann bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden die hier genannten Maßnahmen sowie die im [Kapitel 1.2 Sicherheitsvorschriften] genannten Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben sowie Sachschäden deutlich herabgesetzt werden.



#### VORSICHT!

Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, ist folgendes zu beachten:

- Jeder Anschluss Q1 bis Q12 der Ausgangsrelais darf mit maximal 3 AAC belastet werden, siehe [Abschnitt 2 Technische Daten].
- Der gemeinsame Anschluss P der Ausgangsrelais darf bis maximal 10 AAC belastet werden, siehe hierzu [Abschnitt 2 Technische Daten].

Durch Beachtung dieser Punkte werden Brandgefahren sowie mögliche Beschädigungen des Gerätes vermieden.



## VORSICHT!

Klemmanschlüsse können sich im Betrieb erwärmen.

- Nachdem das PQC in Betrieb war, muss vor Arbeiten an den Klemmanschlüssen dem PQC und seinen Anschlüssen eine ausreichende Zeit zum Abkühlen gegeben werden.

**Durch diese Maßnahme wird die Gefahr von Verbrennungen vermieden.**

---

Der PQC ist je nach Gerätetyp mit 6 oder 12 Ausgangsrelais (Steuerausgänge) ausgestattet. An diese Ausgangsrelais werden über stromverstärkende elektromechanische Elemente (Relais, Schütze) Kondensatoren angeschlossen.

Der Anschluss erfolgt an den Klemmen „Ausgangsrelais Q1 bis Q12, P“, gemäß den Anschlussbildern auf den folgenden Seiten in *[Abschnitt 5.7 Anschlussbilder aller PQC-Gerätetypen]*.

Bei der sechsstufigen Variante erfolgt der Anschluss an den Klemmen „Ausgangsrelais Q1 bis Q6 und P“.

Der Kontakt „P“ dient dem Anschluss der gemeinsamen Zuleitung zu den Ausgangsrelais.

Werden nicht alle zur Verfügung stehenden Ausgangsrelais verwendet, empfiehlt es sich, die Beschaltung von Ausgang 1 beginnend lückenlos durchzuführen.

## 5.7 Anschlussbilder aller PQC-Gerätetypen

### 5.7.1 Anschlussbild: Typ PQC 1202401-xx

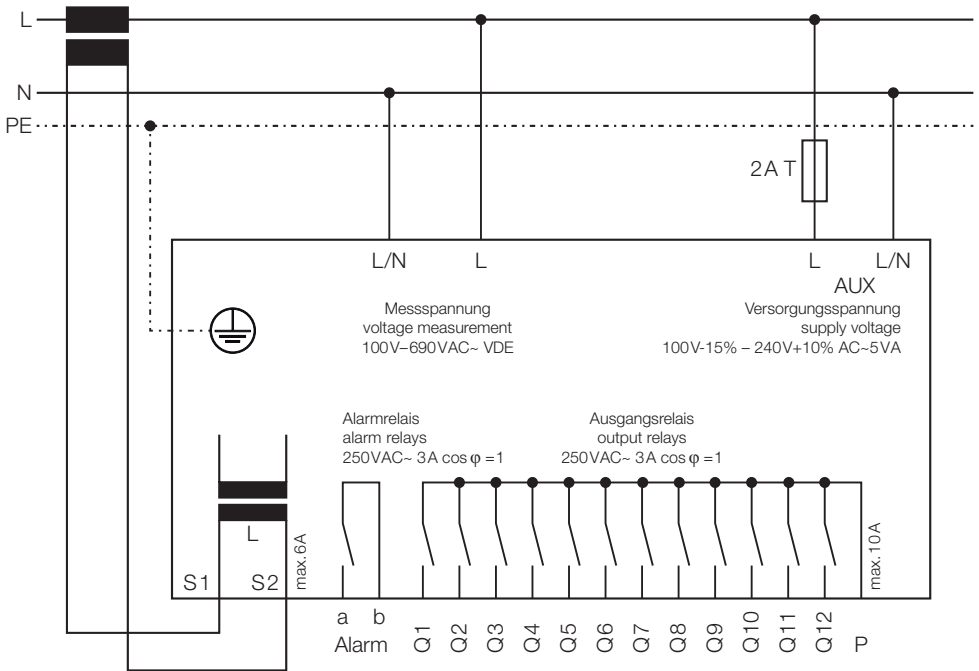


Abbildung 2 Anschlussbild: Typ PQC 1202401-xx

### 5.7.2 Anschlussbild: Typ PQC 1202403-xx

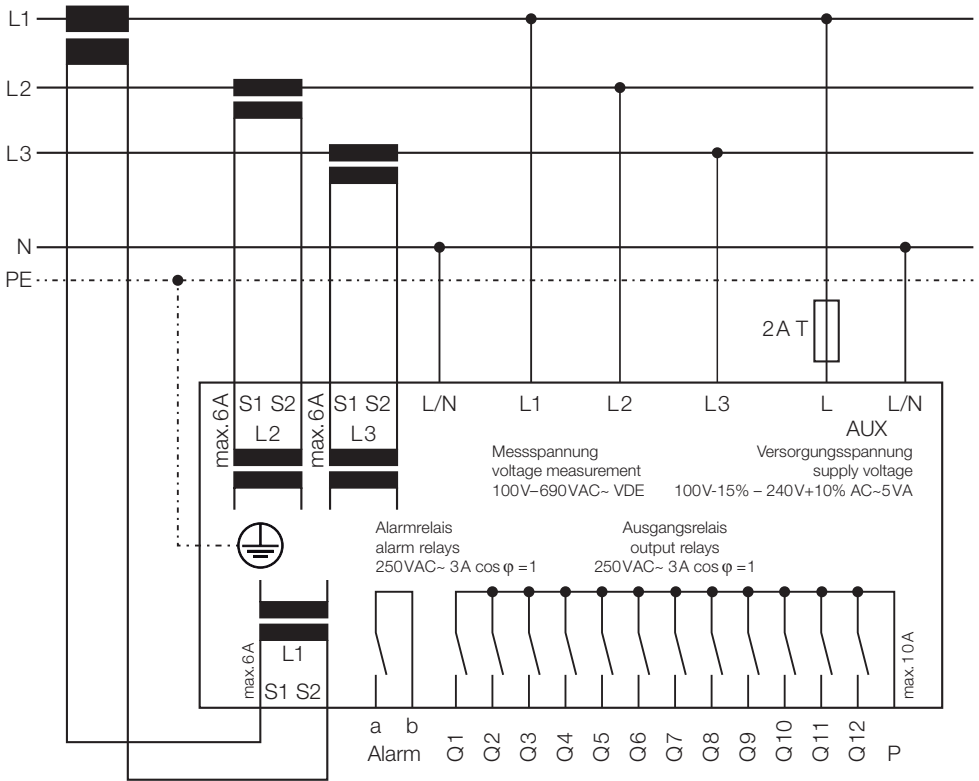


Abbildung 3 Anschlussbild: Typ PQC 1202403-xx

### 5.7.3 Anschlussbild: Typ PQC 0602401-xx

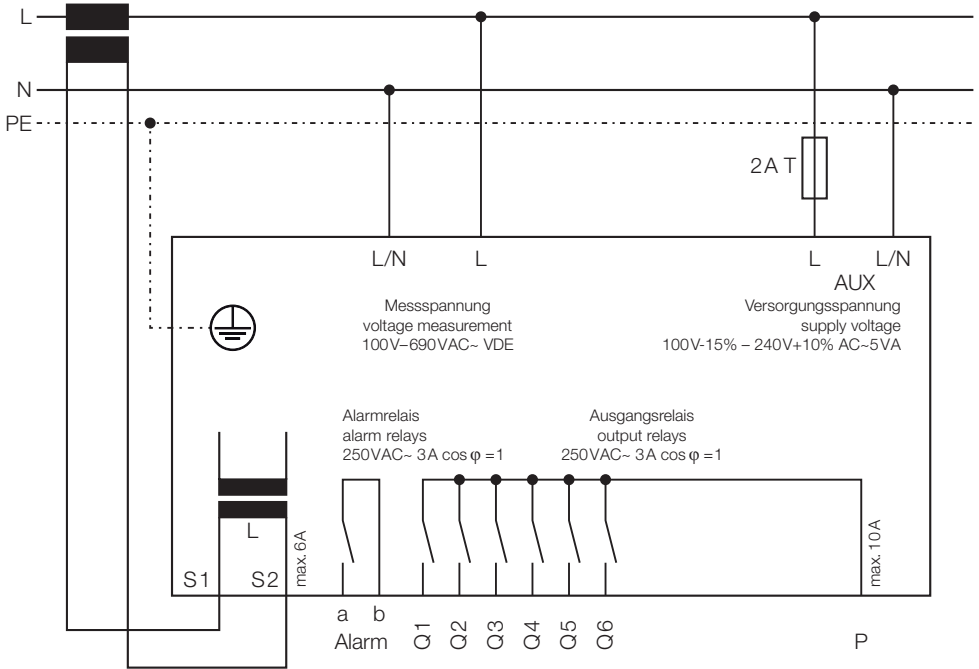


Abbildung 4 Anschlussbild: Typ PQC 0602401-xx



### 5.7.4 Anschlussbild: Typ PQC 1204801-xx

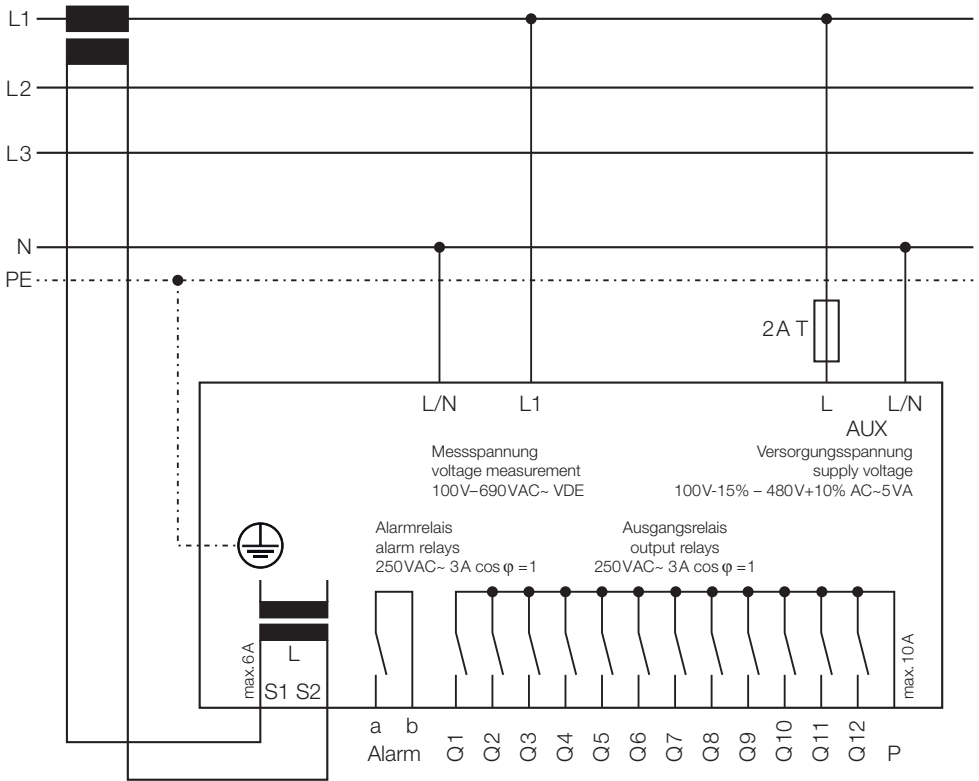


Abbildung 5 Anschlussbild: Typ PQC 1204801-xx

### 5.7.5 Anschlussbild: Typ PQC 1204803-xx

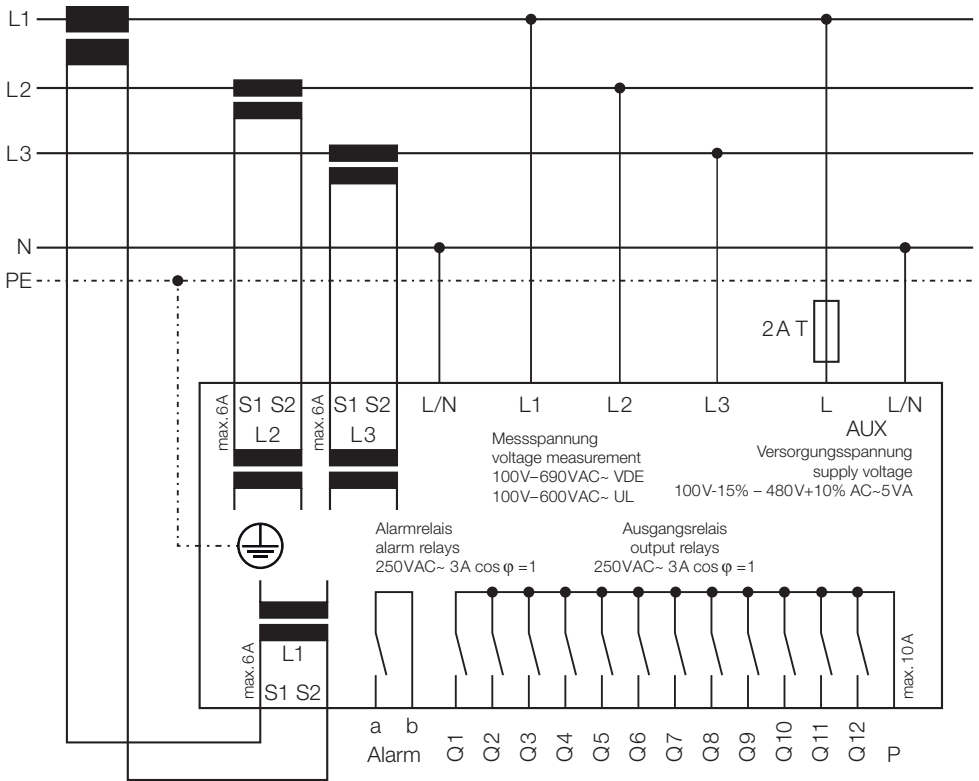


Abbildung 6 Anschlussbild: Typ PQC 1204803-xx

### 5.7.6 Anschlussbild: Typ PQC 0614801-xx

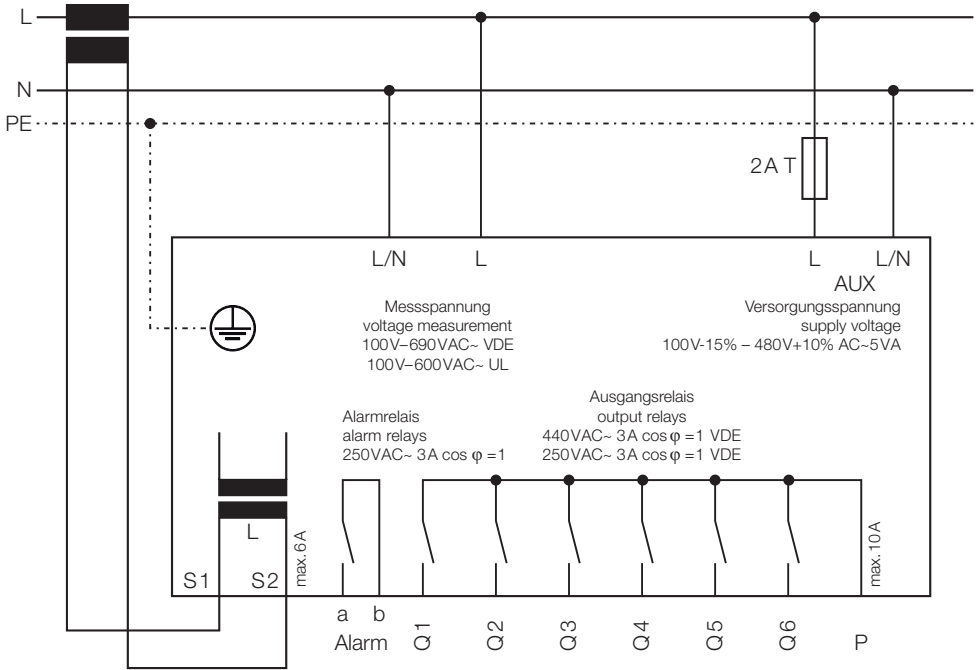


Abbildung 7 Anschlussbild: Typ PQC 0614801-xx

## 5.7.7 Anschlussmöglichkeiten der Versorgung AUX bei Typen PQC xxx480x-xx

Anschlussmöglichkeit der Versorgung AUX mit einer Versorgungsspannung von 100VAC bis 480VAC.

Gerätetyp: PQC xxx480x-xx

400VAC / 415VAC – Netze ohne Neutraleiter N

### 5.7.7.1 Anschlussbild 400/415 V-Netze ohne Neutraleiter

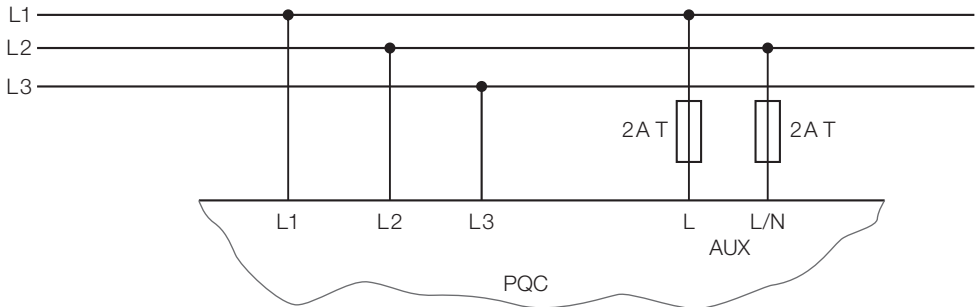


Abbildung 8 Ausschnitt Anschlussbild 400/415 V-Netze ohne Neutraleiteranschluss

Gerätetyp: PQC xxx480x-xx:

690 VAC - Netze mit Neutraleiter N (Spannungs Phase - Neutraleiter N = 400 VAC)

### 5.7.7.2 Anschlussbild 690 V-Netze mit Neutraleiter

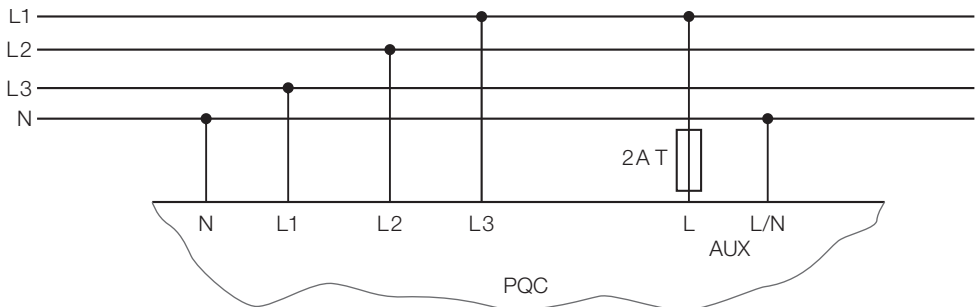


Abbildung 9 Ausschnitt Anschlussbild 690 V-Netze mit Neutraleiteranschluss

# 6 Inbetriebnahme



## GEFAHR!

Um Gefahren auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

Der PQC muss vor dem Zuschalten von Spannungen bestimmungsgemäß eingebaut sein. Alle mitgelieferten Stecker müssen montiert sein. Der Schutzleiter muss angeschlossen sein.

Es ist dafür zu sorgen, dass die Anschlussklemmen des Geräts vor der Inbetriebnahme nicht mehr berührbar sind, z.B. durch eine verschlossene Tür oder eine Abdeckhaube.

Wenn Zuleitungen und Anschlüsse des Gerätes während des Betriebs offen liegen, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren. Die anliegende Spannung kann bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden die hier genannten Maßnahmen sowie die im [Kapitel 1.2 Sicherheitsvorschriften] genannten Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben sowie Sachschäden deutlich herabgesetzt werden.

## 6.1 Alarm

Dem potentialfreien Kontakt des Alarmrelais können geräteintern erfasste Alarmsignale zugeordnet werden. Diese Alarmsignale können Zustandswerte, Zustände der optionalen digitalen Eingänge, überschrittene Alarmgrenzen oder Gerätestörungen sein.

Die Zuordnung der PQC internen Alarmwerte zum Alarmrelais erfolgt über die Menüsteuerung, siehe [8.5.4.3 Alarmmanagement].

Der Anschluss erfolgt an den Klemmen „Alarm a“ und „Alarm b“, gemäß den Anschlussbildern in [Abschnitt 5.7 Anschlussbilder aller PQC-Gerätetypen]. Belastbarkeit, siehe [Kapitel 2 Technische Daten].

### 6.1.1 Auflistung der Alarme und Meldungen

- $\cos \varphi$  – Alarm                      Löst aus, wenn Regler nicht in das Regelband regeln konnte.
- Unterspannung                         Löst aus, wenn Messspannung kleiner als der eingestellte Grenzwert ist.
- Unterstrom                             Löst aus, wenn Messstrom kleiner als 15 mA ist.
- Überstrom                              Löst aus, wenn Verhältnis  $I_{\text{eff}}/I_{50\text{Hz}/60\text{Hz}}$  Grenzwert überschreitet.
- TDHI                                      Löst aus, wenn THDI den eingestellten Grenzwert überschreitet.
- Schaltspiele                            Löst aus, wenn die Schaltspiele der Schütze den eingestellten Grenzwert überschreiten.
- U-Harmonische                        Löst aus, wenn eine Spannungsharmonische den eingestellten Grenzwert überschreitet.
- I-Harmonische                         Löst aus, wenn eine Stromharmonische den eingestellten Grenzwert überschreitet.
- Nullstufe /defekte Stufe erkannt    Löst aus, wenn eine Kondensatorstufe im laufenden Betrieb mehr Leistung als der eingestellte Grenzwert verliert.
- Netzausfall erkannt                  Löst aus, wenn eine Netzunterbrechung länger als  $x \cdot \frac{1}{4}$  Perioden anhält.

- Anschluss nicht erkannt      Löst aus, wenn der Anschluss während der Inbetriebnahme nicht erkannt wurde.
- Stufen nicht erkannt          Löst aus, wenn die Stufenleistung während der Inbetriebnahme nicht erkannt wurde.

## 6.2 Vor der Inbetriebnahme

Nachdem die Installationen, wie in *[Abschnitt 5 Installation]* beschrieben, durchgeführt und dem oben genannten Hinweis entsprechend stattgefunden haben, darf die Spannung zugeschaltet und der PQC in Betrieb genommen werden.

## 6.3 Funktionskontrolle

Nachdem die Spannung angelegt wurde, dauert es einige Sekunden, bis das PQC startet. Der Start beginnt mit dem Aktivieren der Hintergrundbeleuchtung der LCD. Nach ca. 5 Sekunden ist der PQC betriebsbereit. Das LCD zeigt Informationen an, der PQC kann per Taster bedient werden.



Abbildung 10 PQC Startbild (Firmware Versionsnummer kann ggf. abweichen)

## 6.4 Konfiguration

Die Konfiguration des PQC erfolgt über die Menübedienung mithilfe der Tastatur, siehe *[Tabelle 3 Bedienung mithilfe der Tastatur]*.

## 6.5 Automatische Inbetriebnahme

Ist das Gerät im Hauptmenü „Inbetriebnahme“ auf „Erkennung Stufe + Anschluss“ eingestellt, führt der Regler nach Bestätigung mit „Weiter“ im „Inbetriebnahme“ Dialog, selbstständig die Anschluss- und Stufenenerkennungen durch.

### 6.5.1 Automatische Anschlusserkennung

Beim erstmaligen Anlegen der Betriebsspannung und Bestätigung auf „weiter“ im Inbetriebnahme Dialog ist es möglich, dass der Regler eine selbständige Anschlusserkennung durchführt, d.h. er erkennt selbst, in welchem Phasenwinkel Strom- und Spannungspfad angeschlossen sind. Sollte es dem Regler z.B. durch ein sehr unruhiges Netz nicht gelingen, den Anschluss selbst zu erkennen, sollte der Einmessvorgang bei stabileren Netzverhältnissen wiederholt werden. Es besteht auch die Möglichkeit, die Phasenlage (Anschlussart) manuell einzugeben, siehe *[Abschnitt 8.1 Inbetriebnahme]*. Die entsprechenden Anschlussarten sind der Tabelle 1 im *[Kapitel 6.5.1]* zu entnehmen.

Bei der dreiphasigen Messung ist eine vollautomatische Anschlusserkennung nicht möglich. Spannung- und Stromeingänge müssen phasenrichtig angeschlossen sein.

Tabelle 1 Anschlussarten bei I-Wandler in: L1, L2 und L3

Anschlussart	Anschluss am Spannungspfad		
	L/N – L	L/N – L	L/N – L
0	L1 – N	L2 – N	L3 – N
1	L1 – L3	L2 – L1	L3 – L2
2	N – L3	N – L1	N – L2
3	L2 – L3	L3 – L1	L1 – L2
4	L2 – N	L3 – N	L1 – N
5	L2 – L1	L3 – L2	L1 – L3
6	N – L1	N – L2	N – L3
7	L3 – L1	L1 – L2	L2 – L3
8	L3 – N	L1 – N	L2 – N
9	L3 – L2	L1 – L3	L2 – L1
10	N – L2	N – L3	N – L1
11	L1 – L2	L2 – L3	L3 – L1
<b>Stromwandler in:</b>	↑ L1	↑ L2	↑ L3

## 6.5.2 Automatische Erkennung der angeschlossenen Kondensatorstufen

Nachfolgend an die Anschlusserkennung führt der PQC die automatische Stufenerkennung (c/k-Wert-Erkennung) durch. Während des Einmessvorganges werden alle Ausgangsrelais des Reglers mehrmals zu- und wieder abgeschaltet. Daraus wird die Schaltfolge erkannt. Dieser Vorgang kann mehrere Minuten dauern.

Im späteren normalen Betrieb überprüft der PQC in bestimmten Zeitintervallen seine gespeicherten Werte. Bei Ausfall einer Kondensatorstufe wird diese nach einiger Zeit als „Nullstufe“ (Stufe ohne Leistung) erkannt und nicht mehr in den normalen Regelprozess einbezogen.

Hinweis: Wird das Niederspannungsnetz von mehreren parallel geschalteten Transformatoren gespeist, verteilt sich der Kondensatorstrom auf alle Transformatoren. Wird nicht über Summenstromwandler gemessen, ist die vom Regler messbare Stromänderung beim Zuschalten der Kondensatorstufen zu klein, was zu Fehlern bei der automatischen Stufenerkennung führen kann. Wir empfehlen daher, in solchen Situationen die automatische Stufenerkennung auszuschalten und die entsprechenden Werte (c/k-Wert, Schaltfolge und Anzahl der Kondensatorstufen) manuell zu programmieren siehe hierzu [Kapitel 8.1].

## 6.5.3 Berechnung des c/k-Wertes

### Formel 1 Berechnung des c/k-Wertes

$$I_A = 0,65 \cdot \frac{Q_{\text{kleinste Stufe}}}{U \cdot \sqrt{3} \cdot k} \cdot 1000 \approx 0,375 \cdot \frac{Q_{\text{kleinste Stufe}}}{U \cdot k} \cdot 1000 \text{ [mA]}$$

- $I_A$  = einzustellender Ansprechstrom in mA  
 $Q_{\text{kleinste Stufe}}$  = Kondensatorleistung der kleinsten Stufe in var (nicht Gesamtleistung der Anlage)  
 $U$  = Netzspannung in V auf der Primärseite des Spannungswandlers  
 $k$  = Wandlerübersetzungsverhältnis (Primärseite / Sekundärseite)






Tabelle 2 c/k-Wert Tabelle bei 400VAC 50Hz

c/k-Wert bei Netzspannung 400 V 50 Hz ~															
Strom	k	Stufenleistung (nicht Gesamtleistung) der Blindleistungs-Regelanlage in kvar													
		2,5	5	6,25	7,5	10	12,5	15	20	25	30	40	50	60	100
30/5	6	400	800	980	1200	1600									
40/5	8	300	600	740	900	1200	1500								
50/5	10	240	480	590	720	960	1200	1440							
60/5	12	200	400	490	600	800	1000	1200	1600						
75/5	15	160	320	390	480	640	800	960	1280	1600	1920				
100/5	20	120	240	300	360	480	600	720	960	1200	1440	1920			
150/5	30	80	160	200	240	320	400	480	640	800	960	1280	1600	1920	
200/5	40	60	120	150	180	240	300	360	480	600	720	960	1200	1440	
250/5	50	50	100	120	140	190	240	290	380	480	580	770	960	1150	1920
300/5	60	40	80	100	120	160	200	240	320	400	480	640	800	960	1600
400/5	80	30	60	80	90	120	150	180	240	300	360	480	600	720	1200
500/5	100	20	50	60	70	100	120	140	190	240	290	380	480	580	960
600/5	120		40	50	60	80	100	120	160	200	240	320	400	480	800
750/5	150		30	40	50	60	80	100	130	160	190	260	320	380	640
1000/5	200		20	30	40	50	60	70	100	120	140	190	240	290	480
1500/5	300			20	20	30	40	50	60	80	100	130	160	190	320
2000/5	400					20	30	40	50	60	70	100	120	140	240
2500/5	500						20	30	40	50	60	80	100	120	190
3000/5	600							20	30	40	50	60	80	100	160
4000/5	800								20	30	40	50	60	70	120
5000/5	1000									20	30	40	50	60	100
6000/5	1200										20	30	40	50	80
7000/5	1400											20	30	40	70

Falls die Stufengröße, der Stromwandler oder die Nennspannung der Kompensationsanlage nicht mit den Werten in der Tabelle übereinstimmen, muss die Formel zur Berechnung des c/k-Wertes benutzt werden.








# 7 Menübeschreibung

Taste					
Aktion	Regler Übersicht	Auswahl	Auswahl	Start Untermenü	Anzeige von Infotexten

Das Gerät wird durch folgende Tasten bedient:

Tabelle 3 Tastenbelegung

Icon	Taster	Funktion
	Escape	Eine Ebene im Systembaum zurück.
	Up	Einen angewählten Wert inkrementieren. Verschieben einer selektierten Auswahl nach oben.
	Down	Einen angewählten Wert dekrementieren. Verschieben einer selektierten Auswahl nach unten.
	Return/Eingabe	Eine Ebene tiefer in den Systembaum (z.B. Auswahl eines selektierten Parameters). Auswahl und Bestätigung eines selektierten Elementes (z.B. Wert übernehmen).
	Info	Textuelle Hilfe

Der Regler unterstützt folgende Sprachen die unter Hauptmenü **Inbetriebnahme** ausgewählt werden können:

- **Deutsch**
- **Englisch**
- **Französisch**

# 7.1 Menü Übersicht

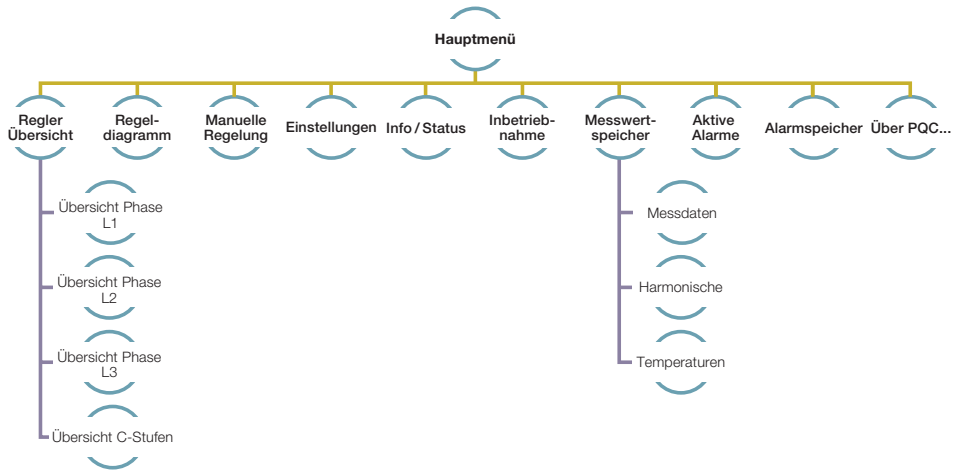
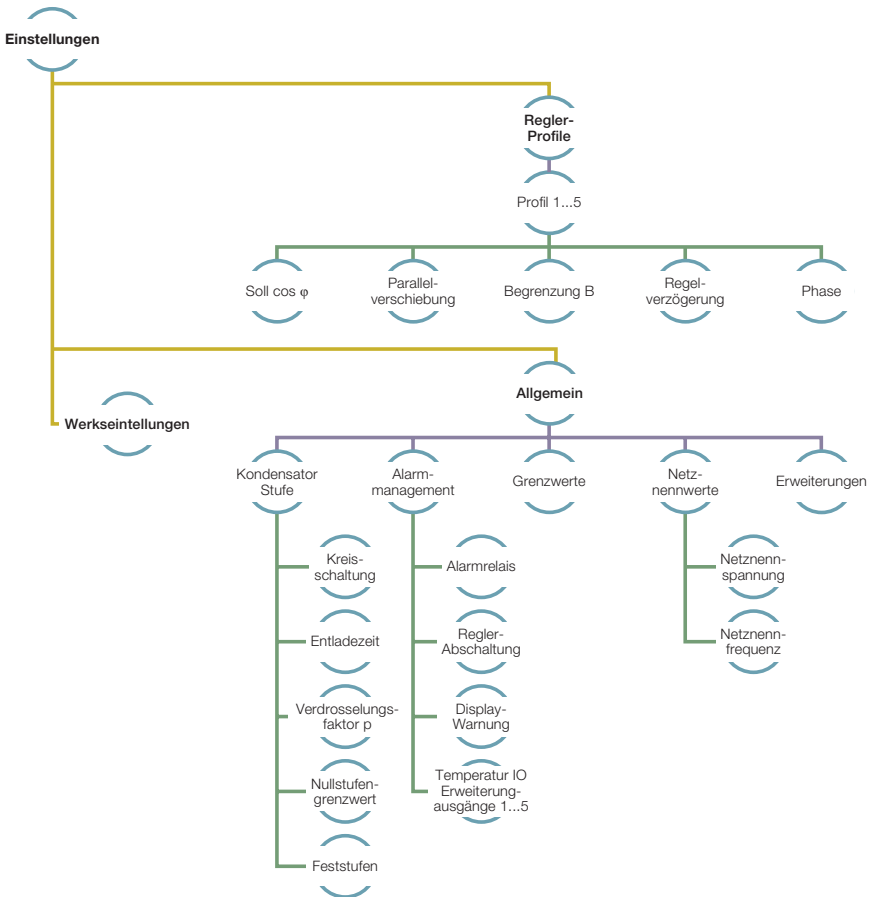


Abbildung 11 Menüstruktur 1



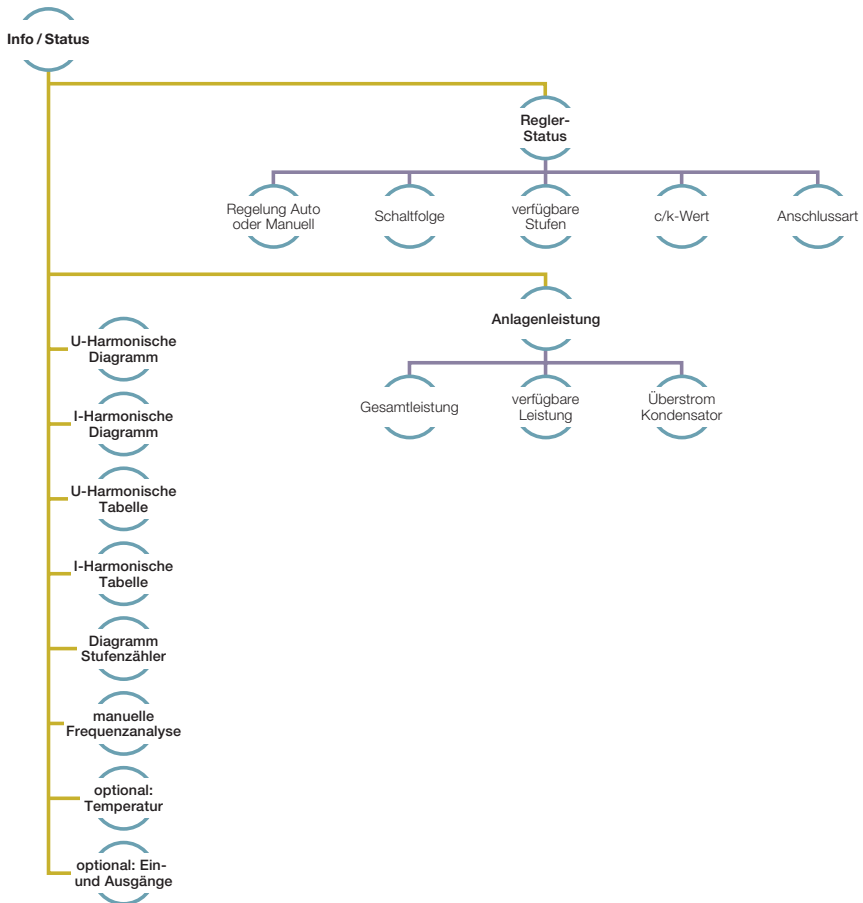


Abbildung 12 Menüstruktur 2

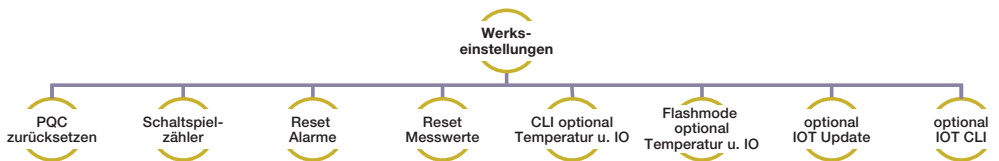


Abbildung 13 Menüstruktur 3

# 8 Hauptmenü

Folgende Untermenüs sind im Hauptmenü auswählbar:

- **Regler Übersicht**
- **Regeldiagramm**
- **Manuelle Regelung (passwortgeschützt)**
- **Einstellungen (passwortgeschützt)**
- **Info / Status**
- **Inbetriebnahme (passwortgeschützt)**
- **Messwertspeicher**
- **Aktive Alarme**
- **Alarmspeicher**
- **Über PQC...**











Taste					
Aktion	Regler Übersicht	Auswahl	Auswahl	Start Untermenü	-



Abbildung 14 Hauptmenü

## 8.1 Inbetriebnahme des PQC

Taste					
Aktion	Hauptmenü	Sprachwahl dt – en – fr	Sprachwahl dt – en – fr	Übernahme Sprache und zurück Parameter- Auswahl	-

## 8.1.1 Inbetriebnahme Sprachauswahl

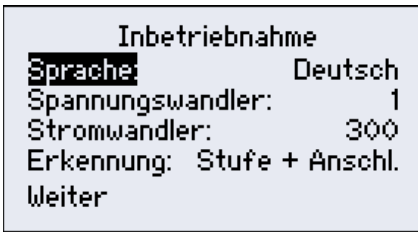


Abbildung 15 Ändern der Sprache

Regler Inbetriebnahme mit folgenden änderbaren Parametern:

- **Sprache** Deutsch, Englisch (Werkseinstellung), Französisch
- **Spannungswandler** Bereich 1 bis 300 (Übersetzungsverhältnis:  $\frac{U_{\text{primär}}}{U_{\text{sekundär}}}$ )
- **Stromwandler** Bereich 1 bis 7000 (Übersetzungsverhältnis:  $\frac{I_{\text{primär}}}{I_{\text{sekundär}}}$ )  
Beispiel: Stromwandler 500A /5A  
Übersetzungsverhältnis:  $k = \frac{I_{\text{primär}}}{I_{\text{sekundär}}} = \frac{500A}{5A} = 100$
- **Erkennung** Stufe + Anschluss, Stufe, Anschluss oder Manuell



### HINWEIS!

Der PQC erwartet ganzzahlige vielfache der kleinsten Kondensatorstufen an seinen Schaltausgängen. An welchem Schaltausgang die kleinste Kondensatorstufe angeschlossen ist, ist irrelevant.

Die Schaltfolge bezeichnet welche Reihenfolge und welche Wertigkeit (Kapazitive Blindleistung) die angeschlossenen Kondensatorstufen besitzen:

Bsp.: Schaltfolge 1:1:2:2:4:4

Schaltausgang eins (Q1) und zwei (Q2) haben die Wertigkeit 1, die absolute Wertigkeit (kvar) wird durch den c/k-Wert definiert [siehe Kapitel 6.5.3]. Q3 und Q4 haben die doppelte Wertigkeit der Stufen Q1 und Q2 und so weiter.

### Erkennungen Modies:

#### Modus: Stufe +Anschluss

Der Regler führt die automatische Stufen-Anschlusserkennung durch, siehe [Abbildung 16 Erkennung: Stufe + Anschluss].

#### Modus: Stufe

Der Regler führt die automatische Stufenerkennung durch.

Der Anschluss muss manuell eingestellt werden, siehe [Abbildung 19 und Abbildung 20].

Einzustellen ist die Anschlussart gemäß Tabelle 1 Anschlussarten bei I-Wandler in L1, L2 und L3.

#### Modus: Anschluss

Der Regler führt die automatische Anschlusserkennung durch.






Die Parameter der Stufenerkennung müssen manuell eingestellt werden, siehe [Abbildung 17 und Abbildung 18].

Einzustellen ist:

1. der c/k-Wert gemäß Tabelle 2 oder Formel 1
2. die Schaltfolge  
 1:1:1:1:1... 1:1:2:4:4... 1:2:3:4:4...  
 1:1:2:2:2... 1:1:2:4:8... 1:2:3:6:6...  
 1:1:2:2:4... 1:2:2:2:2... 1:2:4:4:4...  
 1:1:2:3:3... 1:2:3:3:3... 1:2:4:8:8...
3. die Anzahl der verwendeten Kondensatorstufen

**Modus: Manuell**

Es müssen alle Parameter der Anschluss und Stufenerkennung manuell eingestellt werden, siehe [Abbildung 21 und Abbildung 22].

Taste					
Aktion	Hauptmenü	Wahl Parameter +	Wahl Parameter -	Auswahl	-

Alle Inbetriebnahme-Varianten und deren Untermenüs

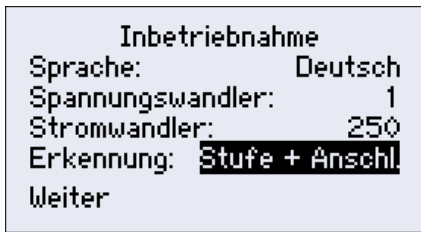


Abbildung 16 Erkennung: Stufe + Anschluss

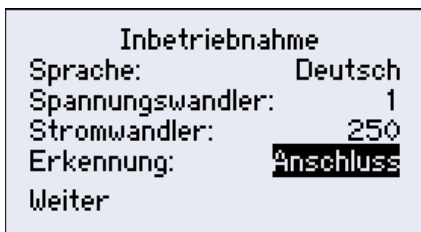


Abbildung 17 Erkennung: Anschluss

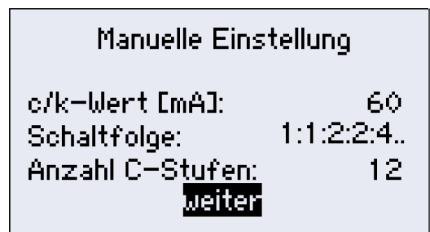


Abbildung 18 Erkennung: Anschluss Untermenü

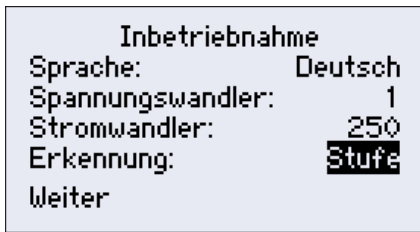


Abbildung 19 Erkennung: Stufe

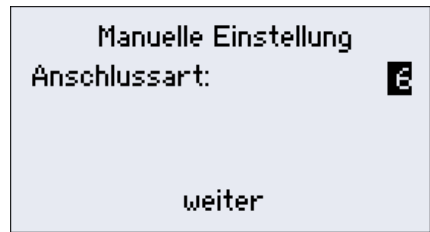


Abbildung 20 Erkennung: Stufe Untermenü

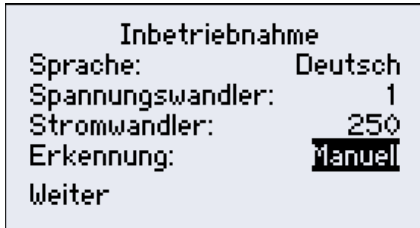


Abbildung 21 Erkennung: Manuell

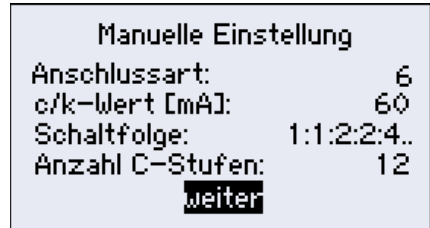


Abbildung 22 Erkennung: Manuell Untermenü

### 8.1.2 Inbetriebnahme gestartet

Es wird im 1. Schritt mithilfe der Phasenwinkel die Anschlussart bestimmt.

In Schritt 2 werden die angeschlossenen Kondensatorstufen ermittelt.

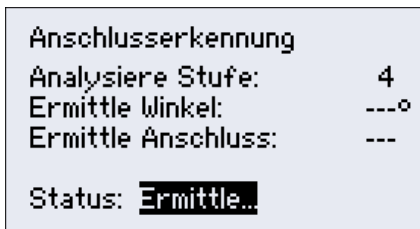


Abbildung 23 Gestartete Anschlusserkennung

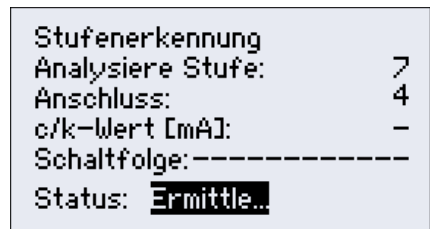


Abbildung 24 Gestartete Stufenerkennung

Sobald die Stufenerkennung abgeschlossen ist, werden die ermittelten Daten angezeigt. Mit Eingabe drücken gelangt man in die Regler Übersicht.

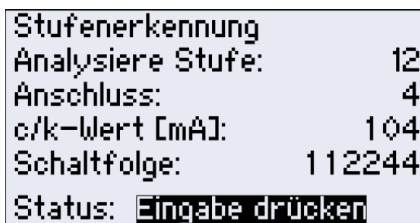







Abbildung 25 Abgeschlossene Inbetriebnahme

Falls die Inbetriebnahme mit ESC abgebrochen wird, oder die Inbetriebnahme nicht erfolgreich beendet wurde, wird dies über eine Displaymeldung angezeigt. Der PQC ist in diesem Zustand nicht in der Lage zu regeln. Die Inbetriebnahme muss neu gestartet (automatisch oder manuell) werden.

## 8.2 Regler Übersicht

Bei Gerätetypen mit dreiphasiger Messung ist die mit einem „Stern“ angezeigte Phase die Phase auf die, der PQC regelt, siehe [Abbildung 27 und Abbildung 29]. Soweit die Autoinbetriebnahme abgeschlossen ist, gelangt man in die Regler Übersicht. Mit Betätigung der Taste „ESC“ gelangt man wieder in das Hauptmenü. Bei Gerätetypen mit einer einphasigen Messung wird immer L1 als geregelte Phase angezeigt, unabhängig in welcher Phase der Strom tatsächlich gemessen wird, siehe [Abbildung 26 und Abbildung 28].

Taste					
Aktion	Hauptmenü	-	-	Registerkarten durchschalten (vorselektiert Regelphase)	aktive Alarmliste

### 8.2.1 Angezeigte Messwerte

- $\cos \varphi$  Anzeige des aktuellen  $\cos \varphi$  Wertes
- $U_{\Delta}/U$   $U_{\Delta}$  Außenleiterspannung / U Sternspannung
- P Anzeige der aktuellen Wirkleistung
- Q Anzeige der aktuellen Blindleistung
- I Anzeige des aktuellen Stromes
- $\Sigma$  Summe aller Phasen (L1-L3). Wenn einphasiger Regler, theoretische Ermittlung der Summenwerte
- Rückspeisung Bei negativer Wirkleistung besteht Rückspeisung
- Alarm Kontrollfeld für detektierte Alarmer. Wenn ein aktiver Alarm ansteht, können mit der "info Taste" zusätzliche Informationen zu den aktiven Alarmer abgerufen werden

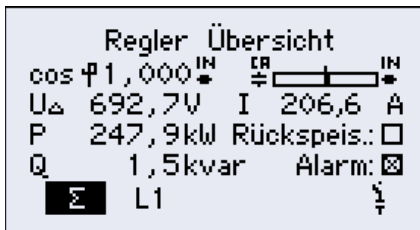


Abbildung 26 Regler Übersicht L1 (1-phasig)

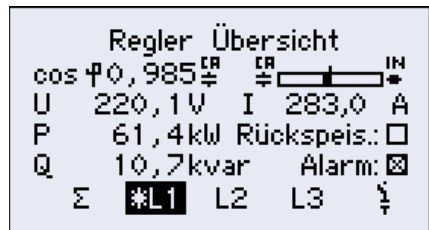


Abbildung 27 Regler Übersicht L1 (3-phasig)



Das Übersichtsbild „Status C-Stufen“ zeigt den aktuellen Status aller Kondensatorstufen an.

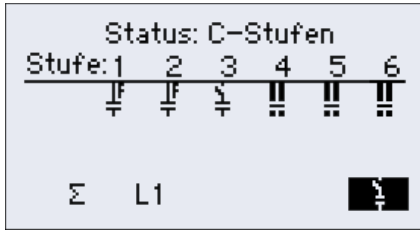


Abbildung 28 Status C-Stufen  
(1-phasig, 6-stufig)

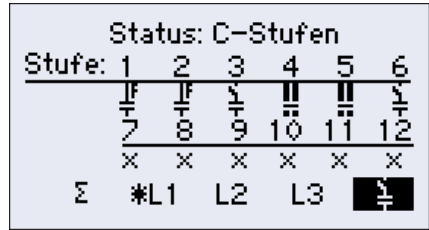


Abbildung 29 Status C-Stufen  
(3-phasig, 12-stufig)

**Zu Abbildung 28 Status C-Stufen (1-phasig, 6-stufig)**

- Stufe 1 und 2**      Dauerhaft geschaltete Feststufen
- Stufe 3**            Abgeschaltete aktive Stufe
- Stufe 4 bis 6**      Eingeschaltete aktive Stufe

**Zu Abbildung 30 Status C-Stufen (3-phasig, 12-stufig)**






- Stufe 1 und 2**      Dauerhaft geschaltete Feststufen
- Stufe 3 und 6**      Abgeschaltete aktive Stufe
- Stufe 4 und 5**      Eingeschaltete aktive Stufe
- Stufe 7 bis 12**    Inaktive Stufen

### 8.3 Regeldiagramm

Das Regeldiagramm zeigt das aktuell eingestellte Regelverhalten (aktives Reglerprofil) und visualisiert den aktuellen Betriebspunkt.

#### 8.3.1 Skalierung

Ein Teilstrich der Y-Achse (Q-Achse) entspricht  $\frac{2}{3} \times$  kleinste Kondensatorstufe:

Taste					
Aktion	Zurück ins Hauptmenü	Zoom +	Zoom -	-	Zusatzinfo

Zoom +	In Regeldiagramm hineinzoomen
Zoom -	Aus Regeldiagramm herauszoomen
Zusatzinfo	Es werden folgende Infos in einem separaten Dialog dargestellt: cos $\varphi_{\text{Soll}}$ , Begrenzung B, Parallelverschiebung PV und den Zoomfaktor

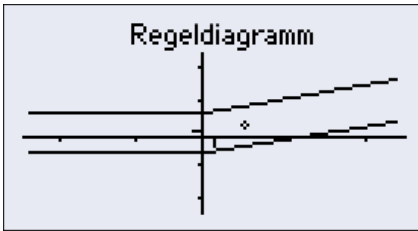


Abbildung 30 Regeldiagramm

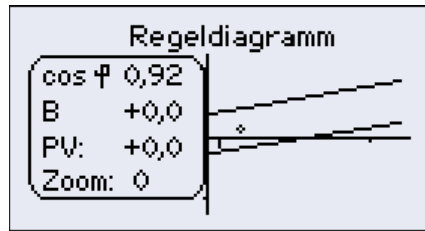


Abbildung 31 Regeldiagramm mit Zusatzinfo

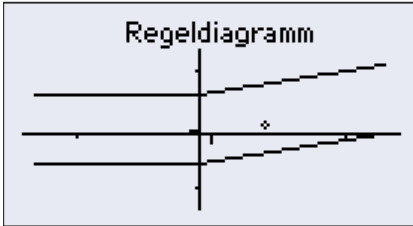


Abbildung 32 Regeldiagramm Zoom

## 8.4 Manuelle Regelung



### VORSICHT!

Beim manuellen Zuschalten von Stufen kann es zu einer Überkompensation der Anlage kommen. Dies kann u.a. zu Risiken wie resonanzbedingten Spannungserhöhungen im Versorgungsnetz und / oder zur Schädigung von Kondensatorstufen führen.

Das Versorgungsnetz, an dem die vom PQC gesteuerten Kondensatorstufen betrieben werden, ist bei manuellem Zuschalten von Stufen auf Resonanzbedingungen und Spannungserhöhungen zu überwachen.

Durch diese Maßnahme werden Beschädigungen der Kondensatorstufen sowie am Versorgungsnetz angeschlossener Verbraucher vermieden.

Nach Auswahl der manuellen Regelung im Hauptmenü wird folgendes Menü dargestellt.

#### $\Delta Q$ -Leistung

Fehlende Blindleistung zu soll  $\cos \varphi$

- fehlende kapazitive Blindleistung wird positiv,
- fehlende induktive Blindleistung wird negativ dargestellt.

#### Verfügbare Q-Leistung

Kondensatorleistung die noch zum Zuschalten bereitsteht

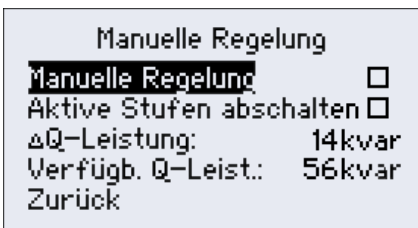







Abbildung 33 Manuelle Regelung

Taste					
Aktion	-	Auswahl	Auswahl	Setzen / Auswahl	-

- **Manuelle Regelung:** Durch Aktivierung kommt man über „Weiter“ in das Stufenmenü
- **Aktive Stufen abschalten:** Diese Funktion schaltet alle zugeschalteten Stufen wieder ab

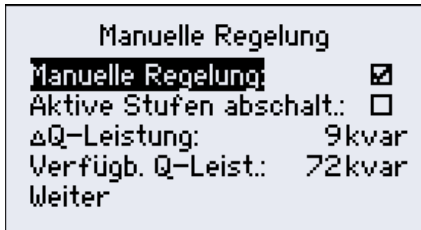


Abbildung 34 Manuelle Regelung eingeschaltet

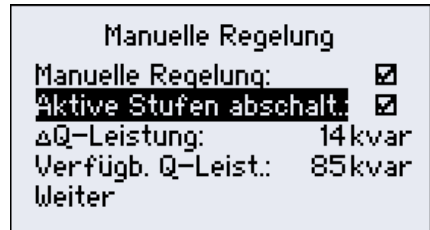


Abbildung 35 Manuelle Regelung Stufenabschaltung

### 8.4.1 Stufenmenü

Dieses Menü zeigt die Nummern der Stufen (1...12), den Status der betreffenden Stufe (EIN/AUS), die Leistung der betreffenden Stufe (automatisch ermittelt oder manuell eingestellt) und die Schaltspiele der betreffenden Stufe.

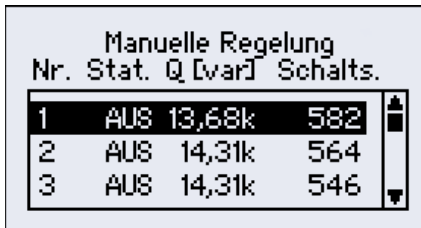







Abbildung 36 Manuelle Regelung Stufenmenü

Taste					
Aktion	Zum Dialog Manuelle Regelung zurück	Auswahl Stufe	Auswahl Stufe	Stufe auf EIN oder AUS setzen	-

Nr.	Stat. (Status)	Q[var]	Schaltspiele
Nr. der Stufe [1..12]	EIN / AUS / [x-Sekunden]	aktuelle Leistungsfähigkeit Stufe in var	Schaltspiel der Stufe
	EIN → Schaltet Stufe manuell ein AUS → Schaltet Stufe manuell aus [x- Sekunden] → verbleibende Zeit, bis die Kondensatorstufe wieder einschaltbar ist	Es handelt sich um die 3-phasige Stufenleistung.	

Manuelle Regelung		
Nr.	Stat. Q [var]	Schalts.
1	EIN 13,68k	582
2	AUS 14,31k	564
3	AUS 14,31k	546

Abbildung 37 Beispiel einer Stufenauswahl

Wird eine Stufe wieder ausgeschaltet, erfolgt die Ausschaltung unmittelbar. Bevor diese Stufe wieder eingeschaltet werden kann, muss zuerst die eingestellte Entladezeit des Kondensators abgewartet werden. Dies wird durch ein Herunterzählen der Entladezeit in der Spalte Status visualisiert. Erst danach, kann die Stufe wieder eingeschaltet werden. Wird trotz ablaufender Entladezeit die Stufe wieder eingeschaltet, erscheint die Meldung „nicht möglich“, siehe [Abbildung 38], im Display (eine automatische Zuschaltung, nach Ablauf der Entladezeit, erfolgt nicht).

Manuelle Regelung		
Nr.	Stat. Q [var]	Schalts.
1		
2		
3	AUS 14,31k	546

nicht möglich

Abbildung 38 Hinweismeldung bei erneutem Schalten der Stufe

## 8.5 Einstellungen

Aus dem Hauptmenü ist das Menü „Einstellungen“ erreichbar. Hier sind folgende Untermenüs auswählbar:

- **Reglerprofile**
  - Profil:** 5 Profile, siehe [Abschnitt 8.5.2 Einstellbare Reglerprofile]
  - Profilumschaltung:** Automatische Umschaltung der Profile nach U, P, Digitaleingang
- **Allgemein** Kondensatorstufen, Grenzwerte, Alarmmanagement, Erweiterungen
- **Werkseinstellungen** PQC zurücksetzen, Schaltspiele löschen

Hinweis: Mit einem optionalen Eingang kann zwischen den Profilen 1 und 2 umgeschaltet werden.






Taste					
Aktion	Hauptmenü	Auswahl	Auswahl	Start Untermenü	-



Abbildung 39 Einstellung



Abbildung 40 Reglerprofile

### 8.5.1 Automatische Umschaltung der Regelungsprofile (Profilumschaltung)

Mithilfe der automatischen Umschaltung lassen sich die Profile des PQC selbstständig umschalten. Hiermit kann eine Q(U) bzw. Q(P) Regelung mit 5 Stützstellen realisiert werden (siehe PQC Application Note).

Folgende Parameter lassen sich zur Umschaltung heranziehen:

- Spannung (L-N) und (L-L)
- Wirkleistung (Phasenleistung, Gesamtleistung)
- Digitale Eingänge der Variante Temp-IO

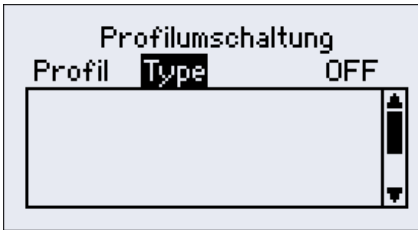


Abbildung 41 auto. Profilumschaltung (ausgeschaltet)

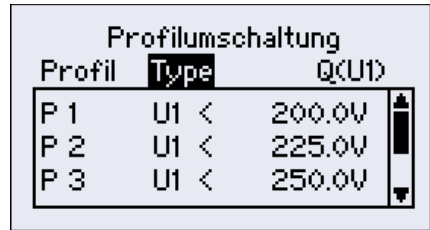







Abbildung 42 auto. Profilumschaltung Q(U)

Taste					
Aktion	Reglereinstellung	-	Umschaltungseinstellungen	Umschaltungstyp (Q(U1) usw.)	-

## 8.5.2 Einstellbare Reglerprofile






Es können 5 Reglerprofile individuell ausgewählt und editiert werden. Folgende Einstellungen sind als Werkseinstellungen bereits eingestellt:

Profil	1	2	3	4	5
cos $\varphi_{\text{soll}}$	0,92 ind	1,0	1,0	0,92 ind	0,96 cap
Parallelverschiebung	-1,0	0,0	+1,0	-1,0	-1,0
Begrenzung	+1,0	Aus	Aus	Aus	Aus
Regelverzögerung	45 sec	45 sec	45 sec	45 sec	45 sec
Phase	L1	L1	L1	L1	L1

## 8.5.3 Anwendungsbeispiele der Reglerprofile

- Profil 1 beschreibt die Idealkennlinie für alle **Verbrauchernetze**, bei denen ein **induktiver** cos  $\varphi$  gefordert wird.
- Profil 2 Geeignet für **Verbrauchernetze** bei denen ein mittlerer cos  $\varphi = 1$  erreicht werden soll.
- Profil 3 Geeignet für **Verbrauchernetze** bei denen ein cos  $\varphi$  nahe 1 und gleichzeitig eine Überkompensation vermieden werden soll.
- Profil 4 Geeignet für **Verbrauchernetze**, wie in Profil 1 beschrieben, mit Eigenstromerzeugung (z.B. BHKW) mit permanenter oder häufiger **Rückspeisung**.
- Profil 5 Geeignet für **Erzeugernetze**, wie Wasser- oder Windkraftanlagen, in denen ein kapazitiver cos  $\varphi$  gefordert wird.

Weiteres ist in der **FRAKO PQC Application Note** beschrieben.

Taste					
Aktion	Reglereinstellung	-	Profileinstellungen	Profilauswahl	-

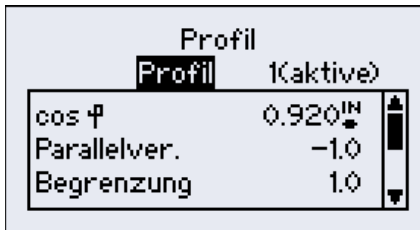












Abbildung 43 Reglerprofil Parameter (Profil ändern)    Abbildung 44 Reglerprofil parametrieren

Taste					
Aktion	Profilauswahl (Speichern ja/nein)	Wahl Parameter	Wahl Parameter	Selektion Parameter zurück zur Parameterauswahl	-

Taste					
Aktion	Profilauswahl (Speichern ja/nein)	Wert- änderung +	Wert- änderung -	zurück zur Parameterauswahl	-

- **cos  $\varphi_{\text{soll}}$**  0.90 kapazitiv bis 0.80 induktiv (Schrittweite = 0,01)
- **Parallelverschiebung** -2.0 ... +4.0 (in 0.5 Schritten)
- **Begrenzung** -2.0 ... +2.0 (in 0.5 Schritten) und Aus, sowie mit der Option SP (Parallel Shift (Spiegelung der Kennlinie an der Y-Achse in die Rückspeise Quadranten)). Zusätzliche Informationen finden Sie in der PQC Application Note
- **Regelverzögerung** 5...500 Sekunden (Schrittweite = 1)
- **Phase** L1, L2, L3 Wahl der zu regelnden Phase
- **Aktiv** Reglerprofil aktivieren (Es kann nur ein Reglerprofil aktiv sein)

### 8.5.3.1 Einstellung des soll cos $\varphi$

Der gewünschte Soll cos  $\varphi$  kann von induktiv 0,80 bis kapazitiv 0,90 in Schritten von 0,01 eingestellt werden.

Die Wirkungsweise dieser Möglichkeit wird in [Abbildung 45] und [Abbildung 46] gezeigt.

Befindet sich der Betriebszustand des Reglers innerhalb des gezeigten Regelbandes, werden keine Schalthandlungen ausgelöst.

Liegt der Betriebszustand jedoch außerhalb des gezeigten Bandes, wird der PQC versuchen, mit möglichst wenigen Schalthandlungen das Regelband wieder zu erreichen.

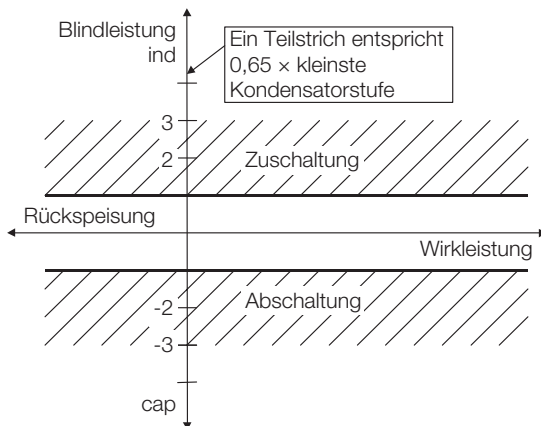


Abbildung 45 Regelverhalten bei cos  $\varphi_{\text{soll}} = 1$ ; Begrenzung = 0; Parallelverschiebung = 0

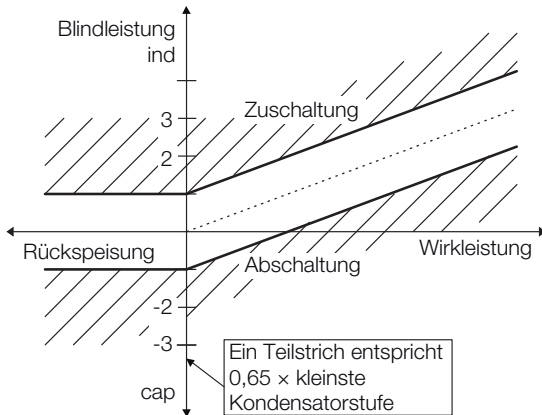


Abbildung 46 Regelverhalten bei  $\cos \varphi_{\text{soll}} = 0,92$  ind; Begrenzung = 0; Parallelverschiebung = 0

In [Abbildung 46] kann das Verhalten des Reglers im Rückspeisebetrieb erkannt werden. Das abgeknickte Regelband (Kennlinie), wird **nicht** in den Rückspeisebetrieb gespiegelt, sondern wird am Schnittpunkt der Blindleistungsachse (Y-Achse) in den Rückspeisebetrieb verlängert.

Durch Verschieben des Regelbandes in den kapazitiven Bereich, siehe [Abbildung 48], lässt sich eine induktive Blindleistung während des Rückspeisebetriebs fast völlig vermeiden.

Bei einer kapazitiven Sollvorgabe wird das Regelband auf der Bezugsseite auf die Rückspeiseite gespiegelt, siehe [Abbildung 51].

### 8.5.3.2 Parallelverschiebung

Diese Einstellung bewirkt eine Parallelverschiebung der oben gezeigten Kennlinie um den eingestellten Wert, und zwar bei positivem Vorzeichen in Richtung induktiv und bei negativem Vorzeichen in Richtung kapazitiv.

Es sind die Werte -2 bis +4 in 0,5 Schritten einstellbar. Die Wirkung dieser Einstellung kann anhand von zwei Beispielen der [Abbildung 47] und [Abbildung 48] entnommen werden.

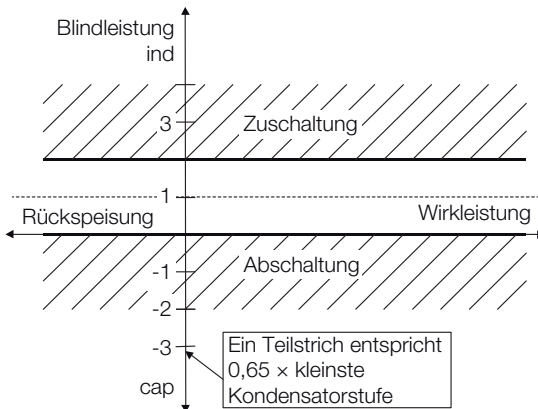


Abbildung 47 Regelverhalten bei  $\cos \varphi_{\text{soll}} = 1$ ; Begrenzung = 0; Parallelverschiebung = +1,0



Der eingestellte soll  $\cos \varphi$  ist somit die obere Grenze des Regelbands. Eine Überkompensation wird vermieden.

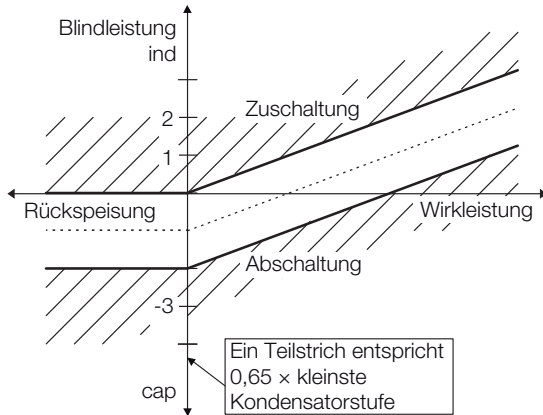


Abbildung 48 Regelverhalten bei  $\cos \varphi_{soll} = 0,92 \text{ ind}$ ; Begrenzung = AUS; Parallelverschiebung = -1,0

Der eingestellte soll  $\cos \varphi$  bildet die untere Grenze (induktivere) des Regelbands. Im Rückspeisebetrieb, bildet die induktivere Grenze (untere) einen soll  $\cos \varphi$  von 1, dies bedeutet, dass im Rückspeisebetrieb keine induktive Blindleistung auftreten kann.

**(Empfohlene Einstellung wenn Asynchron-Generatoren im Netzparallelbetrieb eingesetzt werden)**

### 8.5.3.3 Begrenzung

Diese Einstellung eröffnet Möglichkeiten, die bisher aufgrund einander widersprechender Forderungen nicht gegeben waren.

Die einstellbaren Werte für B sind -2 bis +2 in Schritten zu 0,5 und die Einstellung AUS. Der Begrenzungswert 1 bewirkt bei einem soll  $\cos \varphi = 1.00$  genau dasselbe, wie die vorher beschriebene Parallelverschiebung. Bei einer anderen Einstellung als soll  $\cos \varphi = 1$  ergibt sich ein Abknicken der Kennlinie wie es z.B. in [Abbildung 49] ersichtlich ist. Die Begrenzung gibt somit eine absolute Blindleistungsgrenze vor, die nicht überschritten werden darf.

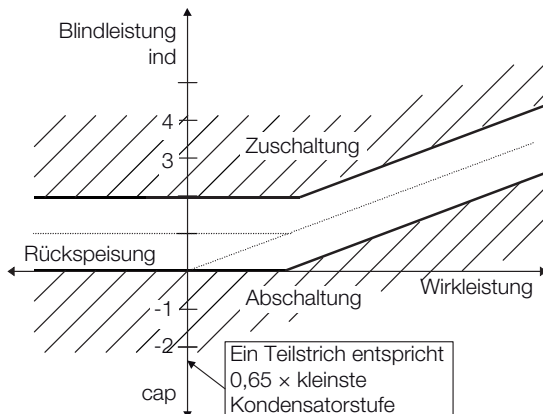


Abbildung 49 Regelverhalten bei  $\cos \varphi_{soll} = 0,92 \text{ ind}$ ; Begrenzung = +1.0; Parallelverschiebung = 0.0

Eine Einstellung wie in [Abbildung 49] bewirkt:

- Im oberen Leistungsbereich wird der eingestellte Soll  $\cos \varphi$  im Mittel erreicht.
- Im Schwachlastbereich wird die meist störende Überkompensation (Netz wird kapazitiv belastet) vermieden.

Eine sinnvolle Kombination von „Parallelverschiebung“ und „Begrenzung“ ist der [Abbildung 50] zu entnehmen.

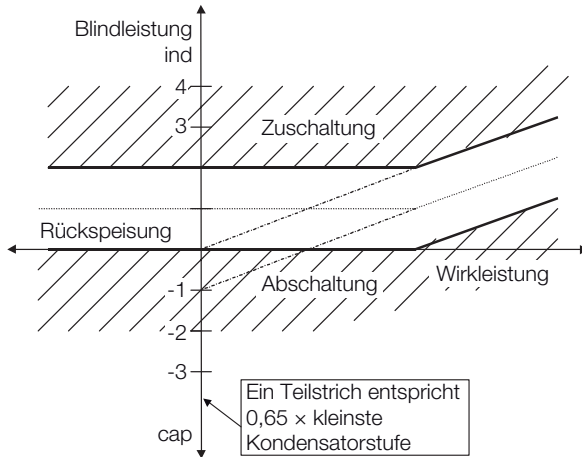


Abbildung 50 Regelverhalten bei  $\cos \varphi_{\text{soll}} = 0,92 \text{ ind}$ ; Begrenzung =  $+1,0$ ; Parallelverschiebung =  $-1,0$

Hierbei wird:

- im „oberen“ Leistungsbereich der eingestellte  $\cos \varphi$  als unterer Grenzwert (induktiverer) vorgegeben.
- im Schwachlastbereich eine Überkompensation vermieden.

Das nachstehende Bild zeigt der Vollständigkeit halber den Verlauf des Regelbandes bei kapazitiver Soll  $\cos \varphi$  Einstellung. In diesem Fall wird das Regelband nicht am Schnittpunkt der Blindleistungsachse in den Rückspeisebetrieb verlängert, sondern wird von der Bezugsseite auf die Rückspeiseseite gespiegelt.

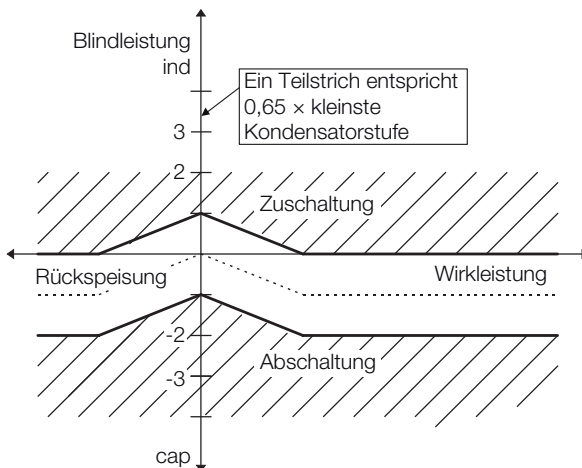


Abbildung 51  
 Regelverhalten  
 bei  $\cos \varphi_{\text{soll}} = 0,95 \text{ cap}$ ;  
 Begrenzung =  $-1,0$ ;  
 Parallelverschiebung =  $0$

### 8.5.3.4 Schaltverzögerungszeit

Die Schaltverzögerungszeit von Schaltvorgang zu Schaltvorgang kann auf die Werte 5 bis 500 Sekunden in 5 Sekundenschritten eingestellt werden. Bei einem Zu- oder Abschaltbedarf von einer Stufe wird der Regler die eingestellte Schaltverzögerungszeit abwarten, bevor ein Schaltvorgang erfolgt. Bei einem höheren Bedarf verkürzt sich die Schaltverzögerungszeit in Abhängigkeit von den benötigten Stufen (z.B.: Bedarf 2 Stufen = Schaltverzögerungszeit/2 oder Bedarf 3 Stufen = Schaltverzögerungszeit/3).

Um den Verschleiß an den Schützkontakten möglichst gering zu halten, sollte die Schaltverzögerungszeit nur in Ausnahmefällen kleiner als 45 Sekunden eingestellt werden. Der Schaltverzögerungszeit übergeordnet ist die Entladezeit, welche die Entladung der Kondensatoren vor erneutem Zuschalten sicherstellt.

### 8.5.3.5 Geregelte Phase auswählen

Im Menü Reglerprofile gibt es den Einstellparameter: Phase. Mit dieser Einstellung wählt man die vom Regler geregelte Phase aus (nur bei 3-phasigen POCs editierbar).

Es stehen die Phasen L1, L2, L3 zur Auswahl (beim einphasigen Regler ist hier fest die Phase L1 eingestellt).

In der „Regler Übersicht“ wird die eingestellte Phase mit einem „Stern“ links von der ausgewählten Phase gekennzeichnet.

**Hinweis:** Bei 1-phasig messenden POCs wird immer auf die angeschlossene Phase geregelt.

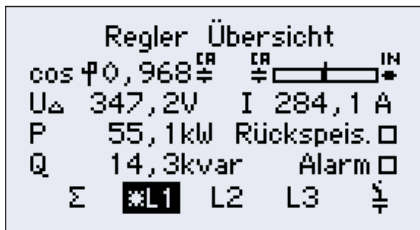


Abbildung 52 Phase L1 wird geregelt

### 8.5.4 Einstellung Allgemein

Aus dem Hauptmenü „Einstellungen“ ist das Menü Regler Allgemein erreichbar. Hier sind folgende Untermenüs auswählbar:

- **Kondensatorstufen**      Kreisschaltung, Entladezeit, Feststufen, Verdrosselungsfaktor, Nullstufengrenze
- **Grenzwerte**              Einstellungen der Grenzwerte
- **Alarmmanagement**      Alarmrelais, Regler-Abschaltung und Display-Warnungen
- **Netzennennwerte**        Netzennennspannung, Netzennfrequenz
- **Erweiterungen**            Für jede optionale Funktionserweiterung gibt es ein Untermenü

Taste					
Aktion	Zurück zum Einstellungsmenü	Auswahl	Auswahl	Start Untermenü	-

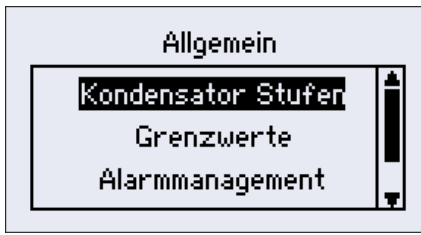


Abbildung 53 Einstellung Regler Allgemein

### 8.5.4.1 Kondensatorstufen

- **Kreisschaltung** EIN / AUS (empfohlen = EIN). Die Kreisschaltung dient dazu, die Schaltspiele von Stufen gleicher Wertigkeit gleichmäßig zu verteilen.
- **Entladezeit** 5...900 Sekunden (Schrittweite =1 Sekunde) Entladezeit der C-Stufen. Die Entladezeit muss mindestens der längsten Entladezeit der verwendeten Kondensatoren entsprechen.
- **Feststufen** Nicht in die Regelung mit einbezogene Stufen, die immer geschaltet sind
- **Verdrosselungsfaktor** Verdrosselung der Kompensationsanlage (Wert muss für eine korrekte Berechnung eingestellt werden, falls die Anlage nicht verdrosselt ist, 0% eingeben)
- **Nullstufengrenze** Grenzwert für die Nullstufendetektionsgrenze. Bei wieviel Prozent, der Leistung, bezogen auf den zuletzt eingemessenen Wert, wird die Stufe aus dem Regelungsprozess entfernt.

**Bsp.:** Grenzwert: 85%






Die Leistung der Stufe 1 wurde bei der Inbetriebnahme (Einmessvorgang) mit 50 kvar ermittelt. Ein Kondensator der Stufe 1 ist defekt. Es fehlen nun 12,5 kvar, somit hat die Stufe 1 nur noch 37,5 kvar.  
 – Dies entspricht einem Stufenleistungsabbau von:

$$\text{Leistungsabfall} = \left(1 - \frac{37,5 \text{ kvar}}{50 \text{ kvar}}\right) \cdot 100 = 25\%$$

– Somit ist die Restleistung der Stufe bezogen auf die Inbetriebnahme:

$$\text{Restleistung in \%} = 1 - \text{Leistungsabfall} = 75\%$$

Ergebnis: Der Alarm (Grenzwert: 85%) löst in diesem Beispiel aus, da Restleistung in % < Grenzwert

Taste					
Aktion	Zurück zu Regler Allgemein	Auswahl Parameter	Auswahl Parameter	Editierwunsch Parameter	–

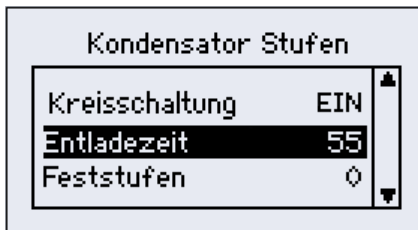


Abbildung 54 Kondensatorstufen

Taste					
Aktion	Kondensator Stufenmenü	Änderung Parameter	Änderung Parameter	Speichern Parameter	-

### 8.5.4.2 Grenzwerte

Folgende Parameter lassen sich in Grenzwerte anpassen:

- **Schaltspielzähler** 10k...500k (Schrittweite:1 k), Standard = 80k
- **THDi** 5%... 500% (Schrittweite: 1%)
- **U/I Harmonische** 0%...100% (Schrittweite: 0,01%)
- **Überstrom** 1 ... 2,00 (Schrittweite: 0,01)
- **Netzausfallspannung** 50%...93% (Schrittweite: 1%)
- **Anzahl der 1/4 Perioden** 2...4 (Schrittweite: 1)
- **Erkennende Phase** L1,L2,L3

Taste					
Aktion	Regler Einstellung	Auswahl Grenzwert	Auswahl Grenzwert	Editierwunsch Grenzwert	-



Abbildung 55 Grenzwerte 1/2



Abbildung 56 Grenzwerte 2/2

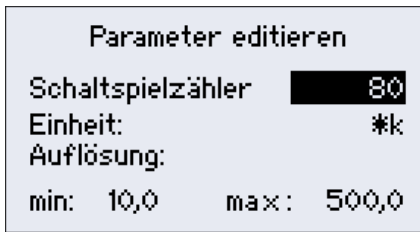


Abbildung 57 Schaltspielzähler Grenzwert ändern

### 8.5.4.2.1 Überstrom

Der Überstrom ist das theoretisch ermittelte Verhältnis zwischen Stromeffektivwert und Grundwellenstrom im Kondensator ( $I_{\text{eff}} / I_{50\text{Hz},60\text{Hz}}$ ). Er zeigt somit an, wie groß der Anteil der Oberschwingungsströme im Vergleich zum Grundwellenstrom ist.

Der Verdrosselungsfaktor  $p$  der Kompensationsanlage wird in diesen theoretischen Wert miteinberechnet.

- Der Überstrom im Kondensator kann nur richtig berechnet werden, wenn der Verdrosselungsfaktor der Anlage richtig angegeben ist. Falls es sich um eine unverdrosselte Anlage handelt, ist der Wert  $p = 0\%$  anzugeben.

### 8.5.4.2.2 Netzausfallerkennung

Die Netzausfallerkennung dient zum Schutz der Kondensatoren und Schütze vor kurzzeitigen Spannungsunterbrechungen, die kurz genug sind, um das Kondensatorschütz abfallen und sofort wieder anziehen zu lassen.

Die Netzausfallerkennung hat folgende Einstelloptionen:

- Erkennende Phase: Phase an der die Betätigungsspule des Kondensatorschütz angeschlossen ist
- Anzahl der  $\frac{1}{4}$  Perioden: Zeit bis zum Auslösen eines Unterspannungsalarmes.  
Einstellbar von  $\frac{1}{2}$ -Welle bis zu einer Vollwelle des Spannungssinussignales in  $\frac{1}{4}$  Wellenschritten

**Bsp. 50Hz:**  $\frac{1}{2}$  Welle = 10ms,  $\frac{3}{4}$  Welle: 15ms, Vollwelle ( $\frac{1}{4}$ ): 20ms

Netzausfallspannung in % (100% entspricht der Netzennspannung):

Diese Einstellung beschreibt den Spannungseffektivgrenzwert bei dem die Netzausfallerkennung reagieren soll.

Voreinstellungen: Halbwellenerkennung, Auslösen des Alarmes, wenn Spannung an L1 85% der Nennspannung unterschreitet

Einstellungen:

- Netzausfallspannung 85%
- Anzahl  $\frac{1}{4}$  Perioden: 2 ( $\frac{1}{2}$  Welle)
- Erkennende Phase: L1

Für die ordnungsgemäße Arbeitsweise dieser sehr wichtigen Funktion ist es zwingend erforderlich, dass die gewählte Phase für die Steuerspannung der Schaltausgänge identisch ist mit der gewählten Phase der Messspannung.

### 8.5.4.3 Alarmmanagement

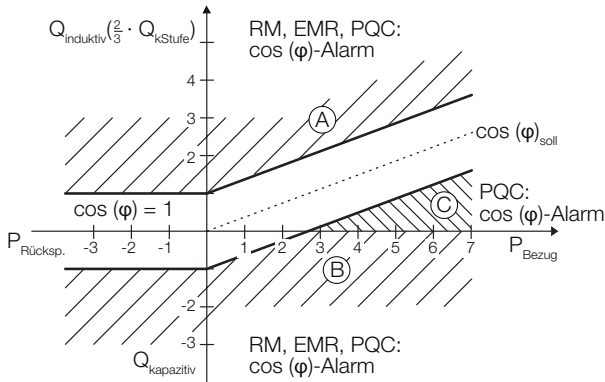
Folgende Alarmwege sind in diesem Untermenü einstellbar:

- **Alarm Relais** (Internes Alarmrelais (Anschluss: Alarm a,b), zieht an, solange Alarm ansteht)
- **Regler-Abschaltung** (Regelung wird, so lange der Alarm ansteht, unterbrochen und alle Kondensatorstufen abgeschaltet)
- **Display-Warnung**
- **Regelbandalarm (on/off)**
- **Polarität Alarmrelais (on/off)**

#### Regelbandalarm:

Der PQC liefert einen  $\cos(\varphi)$ -Alarm unter folgenden Umständen:

- Der gemessene  $\cos(\varphi)$  ist induktiver als das Regelband und alle Kapazitäten sind zugeschaltet. Der PQC kann also keine Kapazitäten mehr zuschalten um den  $\cos(\varphi)$  kapazitiver werden zu lassen (siehe A).
- Der gemessene  $\cos(\varphi)$  ist kapazitiver als das Regelband und alle Kapazitäten sind abgeschaltet. Der PQC kann also keine Kapazitäten mehr abschalten um den  $\cos(\varphi)$  induktiver werden zu lassen (siehe B und C).
- Mit der Option Regelbandalarm off kann das Verhalten des  $\cos(\varphi)$  im Bereich C unterdrückt werden.
- Dieser Bereich ist in den meisten Anwendungen unkritisch. Da hier der  $\cos(\varphi)$  unterhalb der  $\cos(\varphi)$  liegt.



Polarität Alarmrelais (on/off): Mit dieser Option kann das Verhalten des Alarmrelais verändert werden.

Polarität Alarmrelais off: Das Relais zieht an, wenn ein Alarm ansteht (Schließerfunktionalität)

Polarität Alarmrelais on: Das Relais zieht an, wenn das Gerät eingeschaltet wird und fällt ab, wenn ein Alarm ansteht (Öffnerfunktionalität)











Taste					
Aktion	Einstellung Regler Allgemein	Auswahl Alarmweg	Auswahl Alarmweg	Start Einstellung Alarmweg	-



Abbildung 59 Alarmmanagement

Einstellung in Untermenü Alarmrelais Regler-Abschaltung und Display-Warnung:

Taste					
Aktion	Alarm- management	Auswahl Alarmquelle	Auswahl Alarmquelle	setzen „EIN-AUS“ wird sofort gespeichert	-

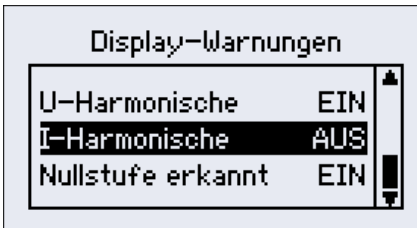


Abbildung 60 Alarmmanagement am Beispiel Display-Warnung

Folgende Alarme / Aktionen können in allen Untermenüs des Alarmmanagement aktiviert / deaktiviert werden:

- **cos  $\varphi$  Alarm** (siehe Abschnitt Regelbandalarm)
- **Unterspannung** (Löst aus, wenn Messspannung unter 10% der eingestellten Netznominalspannung liegt)
- **Unterstrom** (Löst aus, wenn Messstrom 10mA unterschreitet)
- **Überstrom**
- **THDI**
- **Schaltspiele**
- **U-Harmonische (Spannungsharmonische)**
- **I-Harmonische (Stromharmonische)**
- **Nullstufe erkannt (defekte Stufe erkannt)**
- **Netzausfall erkannt**

Im Falle dass einer dieser Alarme zur Reglerabschaltung führt, werden die Kondensatorstufen für die Dauer der eingestellten Entladezeit abgeschaltet. Im Falle der Alarme U-Harmonische und Überstrom-Alarm wird die Wiedereinschaltsperrzeit auf 240 Sekunden gesetzt.








## 8.5.4.4 Netznennwerte

Folgende Parameter lassen sich in Netznennwerte anpassen:

- **Netznennspannung** 100V...80KV (Schrittweite: 1V, Standard = 400V)
- **Netznennfrequenz** auto/50Hz/60Hz  
(genauere Erläuterung hierzu in den PQC Application Notes)

## 8.5.5 Erweiterungen

### 8.5.5.1 Optionale Modbus-RTU Schnittstelle

Taste					
Aktion	Hauptmenü	Auswahl Parameter	Auswahl Parameter	Parameter editieren	-

Das Modbus Einstellungsmenü befindet sich in **Einstellungen / Regler Allgemein / Erweiterungen / Modbus**

Diese Einstellungen sind nur bei den PQC-Typen: xxxx-2x möglich.

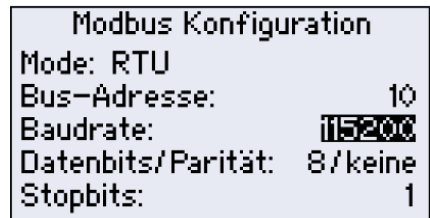
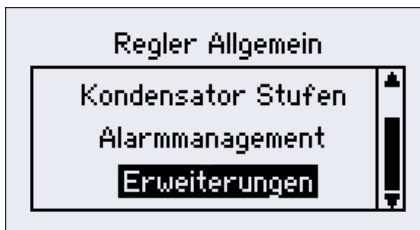


Abbildung 61 Menü: Erweiterungen

Abbildung 62 Modbus Konfiguration

Folgende Parameter können in Modbus Konfiguration eingestellt werden:

- **Bus-Adresse** unter der eingestellten Adresse ist das Gerät im Bus ansprechbar
- **Baudrate** 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
- **Datenbits** 5 bis 8
- **Stopbits** 1 oder 2
- **Parität** gerade, ungerade oder keine

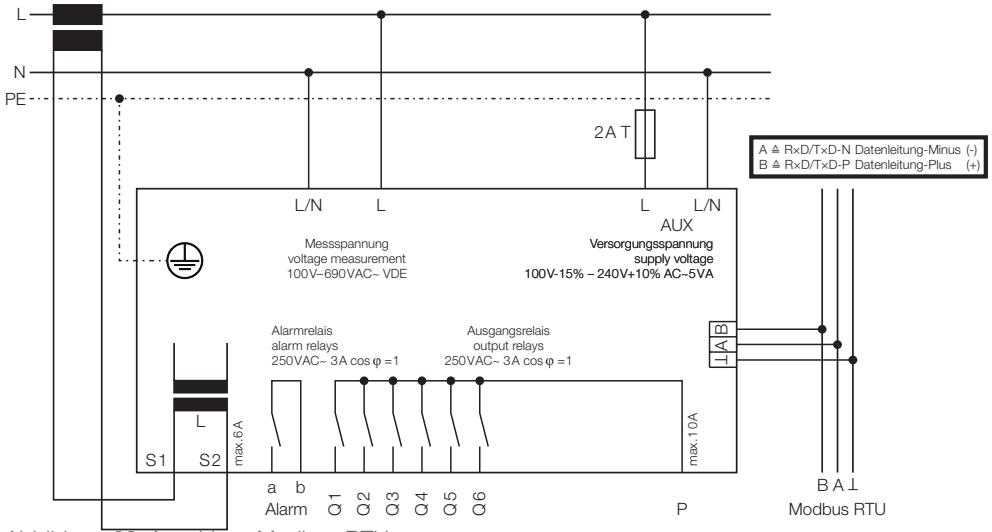


Abbildung 63 Anschluss Modbus RTU

Weitere Details sind in der Modbus specification beschrieben.

### 8.5.5.2 Optionale Temperatur und I/O Erweiterung






siehe Application Notes PQC

### 8.5.5.3 Optionale Service (Ethernetschnittstelle) Erweiterung

siehe Application Notes PQC

## 8.5.6 Werkseinstellungen

- **PQC zurücksetzen** den PQC auf Werkseinstellung zurücksetzen
- **Schaltspielzähler** Schaltspielzähler aller Stufen (einzeln oder gesamt) rücksetzbar (Servicepasswort erforderlich) [Kapitel 8.5.7].  
**Hinweis:** Die Schaltspielzähler dürfen nur nach einem Schützwechsel zurückgesetzt werden!
- **Reset Alarmsp.** Rücksetzen der bisher gespeicherten Alarme
- **Reset Messwertsp.** Rücksetzen von allen Min/Max-Werten
- **Temp-E/A Update** (optional) Softwareupdate-Mode für Temp-IO
- **Temp-E/A CLI** (optional) für FRAKO-Service
- **IOT Update** (optional) Softwareupdate-Mode für IOT
- **IOT CLI** (optional) für FRAKO-Service

Taste					
Aktion	Einstellung Regler Allgemein	Auswahl Rücksetzart	Auswahl Rücksetzart	Auswahl Rücksetzart	-

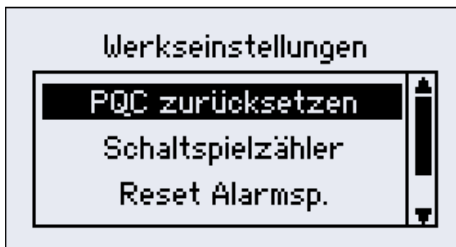







Abbildung 64 Werkseinstellung

Taste					
Aktion	Menü Werkseinstellung	Up	Down	Ausführung bestätigen	-

## 8.5.7 Passwortschutz

Der PQC verfügt über einen Passwortschutz um sensible Menüpunkte vor nicht berechtigtem Zugriff zu schützen.

Dieser lässt sich mit den Tasten „Up“ und „Down“ eingeben.

Gesicherte Menüpunkte:

- **Einstellungen** Sicherheitslevel 1
- **Manuelle Regelung** Sicherheitslevel 1
- **Inbetriebnahme** Sicherheitslevel 1
- **Schaltspielzähler zurücksetzen** Sicherheitslevel 2

### Sicherheitslevel 1:

Passwort: Die letzten vier Stellen der Seriennummer, siehe Aufkleber auf PQC oder [Kapitel 8.10]

**Bsp.:** Seriennummer: 11024  
→ Passwort: 1024

### Sicherheitslevel 2:

Passwort: 3725

Die Passwortabfrage erscheint, sobald eines der in [Kapitel 8 Hauptmenü] genannten Menüs aufgerufen wird.

Mit den Tasten UP/DOWN lässt sich eine Ziffer einstellen, mit der Taste Return wird diese bestätigt. Nach der Bestätigung der 4. Ziffer mit Return, werden die Menüs mit dem gleichen Sicherheitslevel für eine Stunde freigeschaltet.



Abbildung 65 Passwortabfrage

## 8.6 Info Status

- **Regler Status** Überblick aller notwendigen Einstellparameter
- **Anlagenleistung** Summe der Q-Leistung und die aktuelle zur Verfügung stehende Q-Leistung
- **C-Stufentabelle** Tabelle mit Einzelstatus Stufe
- **Diagr. C-Stufen** Überblick der Stufenleistung in % zum Inbetriebnahme Einmessvorgang
- **Diagr. / Tab.-Harmonische U/I** Analyse bis zur 19. Oberschwingung von Spannung und Strom in Diagrammen und Tabellenformat
- **Diagr. Stufenzähler** Grafische Übersicht des Stufenzählers
- **Manuelle Frequenz Analyse** Analyse von 10 Hz bis 2500 Hz manuell einstellbar






Taste					
Aktion	Hauptmenü	Auswahl Untermenü	Auswahl Untermenü	Start Untermenü	-



Abbildung 66 Info Status 1/3

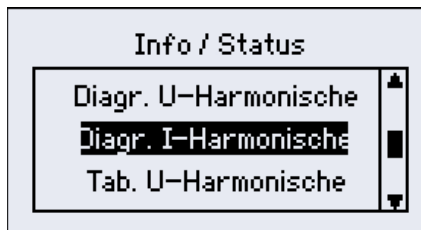


Abbildung 67 Info Status 2/3

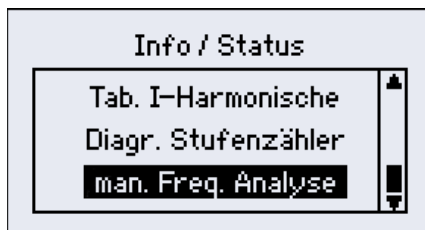


Abbildung 68 Info Status 3/3

## 8.6.1 Regler Status

Regler Status: Überblick über alle notwendigen Einstellparameter.

Innerhalb des Regler Status sind folgende Parameter ersichtlich:

- **Regler Status** Automatisch oder manuell geregelt
- **Schaltfolge** Anzeige der ermittelten Kondensatorstufen.  
Die Verteilung der Wertigkeit (Schaltfolge) auf die verfügbaren Stufen ist beliebig. Die höchste zulässige Wertigkeit ist 16, die kleinste 0.
- **Verfügbare Stufen** Anzahl der ermittelten Kondensatorstufen
- **c/k-Wert [mA]** Der c/k- Wert wird aus der kleinsten erkannten Kondensatorstufe ermittelt
- **Anschlussart** siehe [Tabelle 1 Anschlussarten bei I-Wandler in: L1, L2 und L3]

Info / Status	
Regler Status:	Auto geregelt
Schaltfolge:	112244
Verfügbare Stufen:	6
c/k-Wert [mA]:	90
Anschlussart:	0

Abbildung 69 Regler Status Übersicht

## 8.6.2 Anlagenleistung

Anlagenleistung	
Q Leistung:	145.49kvar
Verfügb. Q:	145.49kvar
Überstrom:	1.0025

Abbildung 70 Gesamt Q-Leistung

- **∑ Q-Leistung** Dieser Wert zeigt die Summe aus allen angeschlossen 3-phasigen Kondensatorstufenleistungen an
- **Verfügbare Q-Leistung** Dieser Wert zeigt die noch zuschaltbare 3-phasige Kondensatorleistung an
- **Überstrom** Dieser Wert zeigt das Überstromverhältnis  $I_{\text{eff}}/I_{50\text{Hz},60\text{Hz}}$  an  
Der Überstrom ist das theoretisch ermittelte Verhältnis zwischen Stromeffektivwert und Grundwellenstrom im Kondensator. Der Verdrosselungsfaktor  $p$  der Kompensationsanlage wird in diesen Wert mit einberechnet.  
– Der Überstrom im Kondensator kann nur richtig berechnet werden, wenn auch der Verdrosselungsfaktor der Anlage richtig angegeben ist.

### 8.6.3 C-Stufentabelle

C-Stufen Tabelle		
Nr.	Stat. Q [var]	Schaltz.
1	AUS 13,68k	582
2	AUS 14,31k	564
3	AUS 14,31k	546

Abbildung 71 C-Stufen Tabelle

### 8.6.4 Diagramm Stufenleistung

Das Menü „Diagramm Stufenleistung“ zeigt die aktuellen Stufenleistungen in [%] an. Nach der Inbetriebnahme zeigt diese Grafik bei allen erkannten Stufen 100 % an. Durch den Verschleiß der Kondensatoren nimmt die Leistung im Laufe der Zeit ab. Sobald der Wert unter eine Grenze von 80% sinkt, gibt der PQC einen Alarm aus.

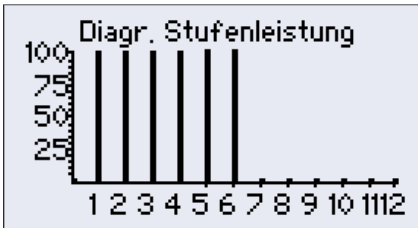


Abbildung 72 Diagramm C-Stufenleistung alle 100%

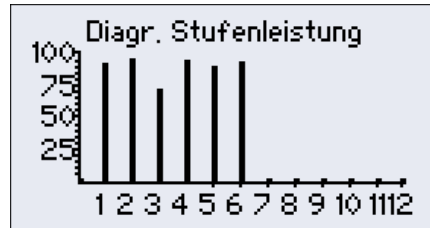


Abbildung 73 Diagramm C-Stufenleistung

### 8.6.5 Diagramm Stufenzähler

Dieses Diagramm zeigt die Schaltspielzähler aller Stufen in einem Balkendiagramm dar. 100% entspricht hierbei dem eingestellten Schaltspielzählergrenzwert.

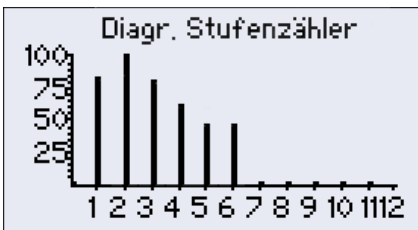







Abbildung 74 Diagramm Stufenzähler

## 8.6.6 Diagramm der Spannungs- und Stromharmonischen

Taste					
Aktion	Zurück in das Anzeige Menü	Zoom +	Zoom -	Wechseln zwischen H1-12 und H8-19	Zusatzinfo

100% entspricht der Grundwelle bei 50/60 Hz. Jeder Teilstrich auf der Y-Achse entspricht 5%. Die Harmonischen werden grafisch ausgegeben

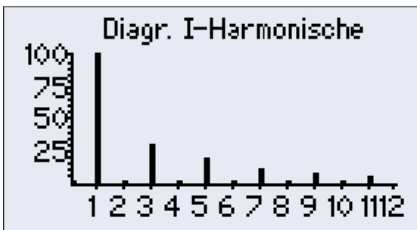


Abbildung 75 Diagramm I-Harmonische, 100%

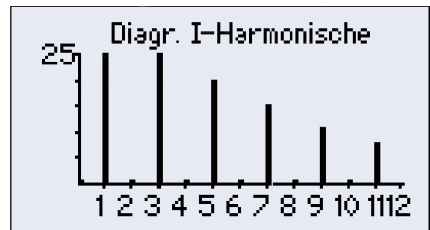


Abbildung 76 Diagramm I-Harmonische, mit Skalierung auf 25%






## 8.6.7 Tabelle der Spannungs- und Stromharmonischen

In diesem Menüpunkt werden alle Harmonischen bis zur 19ten in einer Tabelle in % bezogen auf die Grundwelle ausgegeben.

U-Harmonische	
1. Harmonische	100,00
2. Harmonische	0,68
3. Harmonische	31,96

Abbildung 77 Tabelle U-Harmonische

## 8.6.8 Manuelle Frequenzanalyse

Taste					
Aktion	Info Status	Frequenz +10Hz	Frequenz -10Hz	Auswahl Phase	-

- **Phase** Messung an  $L_x$  [  $1 \leq X \leq 3$  ]
- **Frequenz** 10 Hz bis 2500 Hz in 10 Hz Schritten
- **U(f)** Spannungsmagnitude der eingestellten Frequenz bezogen auf die Grundschiwingung  $U_G$  (f = 50/60 Hz)
- **I(f)** Strommagnitude der eingestellten Frequenz bezogen auf die Grundschiwingung  $I_G$  (f = 50/60 Hz)
- **Winkel  $\varphi$**  Winkel zwischen  $U_{(f)}$  und  $I_{(f)}$  in Grad
- **Winkel  $\gamma$**  Winkel zwischen  $U_{(\text{Grundwelle})}$  und  $I_{(f)}$  in Grad

Hinweis:  $U_G, I_G$ : Magnitude der Grundschiwingung f = 50Hz oder f = 60Hz

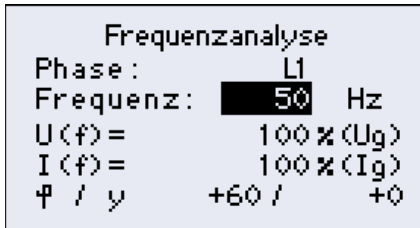


Abbildung 78 Manuelle Frequenzanalyse

## 8.7 Messwertspeicher (Min/Max-Speicher)

Der Min/Max-Speicher beinhaltet, wie in [Abbildung 80] dargestellt, die Min/Max-Werte folgender Messdaten:

- Messdaten:**
- Spannung
  - Strom
  - Leistungen (Wirk-, Blind-, Scheinleistung)
  - Netzfrequenz
  - Überstrom
- Harmonische:**
- Spannungsharmonische
  - Stromharmonische
- Temperaturen:** (nur mit optionaler Temperatur und I/O Erweiterung verfügbar)
- PT
  - NTC1
  - NTC2



Abbildung 79 Min/Max Werte



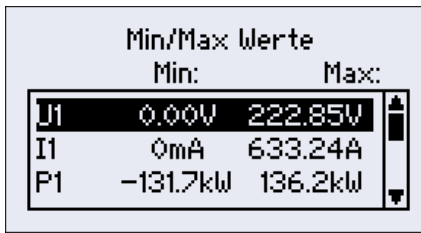


Abbildung 80 Min/Max Messdaten



Abbildung 81 Zeiten seit Auftritt des Min/Max

Durch Betätigen der  $\square$ -Taste kann die vergangene Zeit, seit Auftreten des im Display markierten Min/Max, angezeigt werden [Abbildung 81].

## 8.8 Aktive Alarme

Alle aktuell anstehenden Alarme werden in einer Liste angezeigt [siehe Abbildung 82]. Durch markieren eines Alarms und Betätigen der  $\square$ -Taste können Details (z.B. aktueller Messwert) angezeigt werden.



Abbildung 82 Liste der aktiven Alarme

Das Menü „Aktive Alarme“ kann auch in der „Regler Übersicht“ durch Betätigen der  $\square$ -Taste angezeigt werden.

## 8.9 Alarmspeicher (Alarmhistorie)

Der Alarmspeicher zeigt die letzten 10, die in der Vergangenheit aufgetretenen, Alarme an. Hierbei steht der neuste Alarm an erster und der älteste Alarm an letzter Stelle (zeitlich sortiert, siehe Abbildung 82). Die angezeigten Alarme können durch markieren der entsprechenden Zeile und Betätigen der  $\square$ -Taste in Klartext angezeigt werden [siehe Abbildung 83].



Abbildung 83 Alarmhistorie



Abbildung 84 Klartext Alarmhistorie

## 8.10 Über PQC

Der Dialog zeigt Informationen über das Gerät

- **FW** Firmwareversionsnummer
- **HW** Hardwareversionsnummer
- **MAIN-PCB** Leiterplattennummern der Hauptplatine
- **FRONT-PCB** Leiterplattennummern der Frontplatine
- **SN** Seriennummer
- **SYSTIME** Betriebsstunden

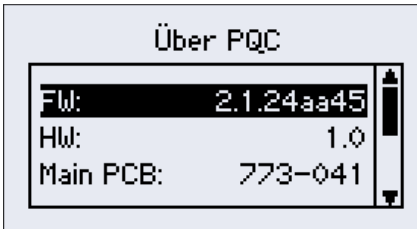


Abbildung 85 Über PQC

## 8.11 Werkseinstellungen

Tabelle 4 Werkseinstellungen

Inbetriebnahme	Anschlussart	0 (L1-N)
	c/k-Wert	2000 mA
	Schaltfolge	1;1;1;1;1;
	Anzahl C-Stufen	6 oder 12 (je nach Ausführung)
Einstellungen Reglerprofil 1	$\cos \varphi$	0,92 ind
	Parallelverschiebung	-1
	Begrenzung	1
	Verzögerungszeit	45
	Phase	L1
	Aktive	Ja
Einstellungen Reglerprofil 2	$\cos \varphi$	1,0
	Parallelverschiebung	0
	Begrenzung	AUS
	Verzögerungszeit	45
	Phase	L1
	Aktive	Nein
Einstellungen Reglerprofil 3	$\cos \varphi$	1
	Parallelverschiebung	+1
	Begrenzung	AUS
	Verzögerungszeit	45
	Phase	L1
	Aktive	Nein
Einstellungen Reglerprofil 4	$\cos \varphi$	0,92 ind
	Parallelverschiebung	-1
	Begrenzung	AUS
	Verzögerungszeit	45
	Phase	L1
	Aktive	Nein
Einstellungen Reglerprofil 5	$\cos \varphi$	0,96 cap
	Parallelverschiebung	-1
	Begrenzung	AUS
	Verzögerungszeit	45
	Phase	L1
	Aktive	Nein

Einstellungen → Allgemein → Kondensatorstufen	Kreisschaltung	EIN	
	Entladezeit	60sec	
	Feststufen	0	
	Verdrosselungsfaktor	7%	
	Nullstufengrenze	80%	
	Nennspannung	400V	
Einstellungen → Allgemein → Grenzwerte	Schaltspielzähler	80 000	
	THDI	50%	
	U-Harmonische	<b>Harmonische</b>	<b>Grenzwert in %</b>
		2	2
		3	100
		4	1
		5	6
		6	100
		7	5
		8	0,5
		9	100
		10	0,5
		11	3,5
		12	100
		13	3
		14	0,43
15		100	
16		0,41	
17		2	
18		100	
19		1,76	
I-Harmonische	100% (alle)		
Überstromfaktor	1.2		
Netzausfallspannung	85%		
Anzahl ¼ Periode	2 (Halbwelle)		
Erkennende Phase	L1		
Einstellungen → Allgemein → Alarmmanagement	Alarmrelais	<b>Alarm Ein/Aus</b>	
		cos φ Alarm EIN	
		Unterspannung EIN	
		Unterstrom AUS	
		Überstrom EIN	
		THDI AUS	
		Schaltspiele EIN	
		U-Harmonische AUS	
		I-Harmonische AUS	
		Nullstufe (defekte) erkannt EIN	
Netzausfall erkannt EIN			

Einstellungen → Allgemein → Alarmmanagement	Regler-Abschaltung	<b>Alarm</b>	<b>Ein/Aus</b>
		cos φ Alarm	AUS
		Unterspannung	EIN
		Unterstrom	EIN
		Überstrom	EIN
		THDI	AUS
		Schaltspiele	AUS
		U-Harmonische	AUS
		I-Harmonische	AUS
		Nullstufe (defekte) erkannt	AUS
		Netzausfall erkannt	EIN
	Display-Warnung	<b>Alarm</b>	<b>Ein/Aus</b>
		cos φ Alarm	EIN
		Unterspannung	EIN
		Unterstrom	EIN
		Überstrom	EIN
		THDI	AUS
		Schaltspiele	EIN
		U-Harmonische	EIN
		I-Harmonische	AUS
		Nullstufe (defekte) erkannt	EIN
		Netzausfall erkannt	EIN

## 8.12 Update



### GEFAHR!

Um Gefahren für Leib und Leben auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Das Update darf nur von einer Fachkraft ausgeführt werden.
- Die Sicherheitsvorschriften der Berufsgenossenschaft für elektrische Installationen müssen berücksichtigt werden.
- Vor Beginn des Updates und damit auch des Aufstecken des USB-Kabels sind das Gerät und die Zuleitungen spannungsfrei zu schalten.
- Die Anlage ist gegen Wiedereinschalten zu sichern.
- Die Umgebung ist abzudecken.
- Der PQC darf erst jetzt mit dem USB-Stecker verbunden werden.
- Der Update-Anleitung ist genau zu folgen. Wenden Sie sich für weitere Informationen an den Hersteller FRAKO Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH, Tscheulinstraße 21A in D-79331 Teningen, [www.frako.com](http://www.frako.com)

Wenn Arbeiten in der Nähe der Zuleitungen und den Anschlüssen des Gerätes durchgeführt werden, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren. Die anliegende Spannung kann bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden oben genannte Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben deutlich herabgesetzt werden.

Die USB-Schnittstelle ist eine Service-Schnittstelle und dient ausschließlich dem Update der Firmware des PQC. Der Anwender darf den USB-Anschluss sonstig nicht nutzen, also auch kein Kabel / Gerät damit verbinden. Im Betrieb des PQC darf die USB-Buchse nicht berührt werden. Die USB-Buchse ist für den Anschluss eines autark betriebenen Notebooks vorgesehen, der im Akkubetrieb läuft.

Zum Update ist ein USB-Kabel mit Micro-Stecker (Typ A oder B) auf der PQC-Seite erforderlich. Die USB-Buchse befindet sich auf der Unterseite des PQC im Inneren des Schaltschranks. Obige Sicherheitshinweise sind vor dem Öffnen des Schaltschranks zu beachten!

Die USB-Schnittstellenbuchse des PQC könnte je nach Einbauort des Gerätes schwierig erreichbar sein.

Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen an den Hersteller FRAKO Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH, Tscheulinstraße 21A in D-79331 Teningen, [www.frako.com](http://www.frako.com).

## 9 Wartungsarbeiten

Der PQC benötigt keine Wartung.

---



### **GEFAHR!**

Um Gefahren für Leib und Leben auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Das Gehäuse darf nicht geöffnet werden.

Im Inneren befinden sich lebensgefährliche Spannungen, die bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

---

### 9.1 Reinigung

---



### **GEFAHR!**

Um Gefahren für Leib und Leben auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Während der Reinigung sind das Gerät und die Zuleitungen spannungsfrei zu schalten.

- Die Anlage ist gegen Wiedereinschalten zu sichern.

- Die Umgebung ist abzudecken.

- Die Spannungsfreiheit aller Anschlüsse muss geprüft werden!

- Spannungen erst wieder zuschalten, wenn die Reinigungsarbeiten beendet sind.

Werden Arbeiten in der Nähe der Zuleitungen und den Anschlüssen des Gerätes durchgeführt, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren.

Die Berührung kann auch über ein feuchtes Tuch erfolgen, das leitfähig ist. Die anliegende Spannung kann bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden oben genannte Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben deutlich herabgesetzt werden.

---

Das Gerät darf nur mit einem trockenen Tuch gereinigt werden. Dabei sind oben aufgeführte Gefahrhinweise zu beachten.

# 10 Außerbetriebnahme und Demontage, Lagerung und Entsorgung

## 10.1 Außerbetriebnahme und Demontage

Bei Arbeiten zur Außerbetriebnahme und Demontage sind folgende Punkte zu beachten:

---



### GEFAHR!

Um Gefahren für Leib und Leben sowie Sachschäden auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Während der Demontage sind das Gerät und die Anlage spannungsfrei zu schalten.
- Die Anlage ist gegen Wiedereinschalten zu sichern.
- Die Spannungsfreiheit aller Anschlüsse muss geprüft werden!
- Benachbarte unter Spannung stehende Teile müssen abgedeckt sein.

Wenn Arbeiten an den Zuleitungen und den Anschlüssen des Gerätes durchgeführt werden, besteht die Möglichkeit, spannungsführende Teile zu berühren. Die anliegende Spannung kann bei Berührung eine gesundheits- oder gar lebensgefährdende Wirkung haben.

Werden oben genannte Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben sowie Sachschäden deutlich herabgesetzt werden.

---



### GEFAHR!

Um Gefahren für Leib und Leben sowie Sachschäden auszuschließen, ist folgendes zu beachten:



- Die Stromwandler müssen kurzgeschlossen werden.
- Alle spannungsführenden Zuleitungen sind vom Gerät zu trennen.
- Alle abgetrennten Leitungen müssen untereinander einzeln isoliert und gegen versehentliches Berühren von spannungsführenden sowie von elektrisch leitfähigen Teilen geschützt werden.
- Sollen vom Gerät abgetrennte Verbindungsleitungen nach Demontage des Gerätes wieder unter Spannung gesetzt werden, so sind diese ausreichend gegen versehentliches Berühren von spannungsführenden sowie von elektrisch leitfähigen Teilen zu schützen.

Offene berührbare elektrische Leitungen stellen eine Gefahr für Leib und Leben dar. Auch können sie andere elektrisch leitfähige Komponenten bei Berührung unter Spannung setzen. Zudem können für Kleinspannung bestimmte Leitungen bei Berührung mit netzspannungsführenden Leitungen lebensgefährlich hohe Spannungen annehmen.

Um die Gefahr für Leib und Leben zu vermeiden, müssen offene Leitungsenden einzeln fachgerecht isoliert werden. Leitungsenden dürfen nicht miteinander verbunden werden. Es muss sichergestellt werden, dass Leitungsenden nicht berührbar sind, sich nicht gegenseitig berühren oder andere Komponenten berühren.

---



### VORSICHT!

Die Verbindung von offenen demontierten Leitungsenden kann zu Kurzschlüssen und Überlastungen in der Installation und damit zu Sachschäden führen.

Alle abgetrennten Leitungen müssen untereinander einzeln isoliert und gegen versehentliches Berühren von spannungsführenden sowie von elektrisch leitfähigen Teilen geschützt werden.

---

#### Demontage:



### GEFAHR!

Um Gefahren für Leib und Leben sowie Sachschäden auszuschließen, ist folgendes zu beachten:

- Der gesamte Schaltschrank ist vor Demontage des PQC spannungsfrei zu schalten!



Werden die hier genannten Maßnahmen sowie die im [Kapitel 1.2 Sicherheitsvorschriften] genannten Vorsichtsmaßnahmen beachtet, kann die Gefahr für Leib und Leben sowie Sachschäden deutlich herabgesetzt werden.

- 
- Der PQC ist mit vier Haltestücken hinter der Frontwand verriegelt, welche über Schrauben in den Gehäuseecken gelöst werden können. Hierzu mit einem Schraubendreher jede der vier Schrauben einige Umdrehungen gegen den Uhrzeigersinn drehen. Dabei lösen sich die Haltestücke und schwenken in die Gehäusekonturen ein, so dass der PQC aus der Schalttafel entnommen werden kann.

## 10.2 Lagerung

- Der PQC muss an einem sauberen staubfreien und trockenen Ort gelagert werden.
- Die Lagertemperatur darf im Bereich von -20 °C bis +80 °C liegen.

## 10.3 Entsorgung

Ein nicht mehr benötigtes elektronisches Gerät muss fachgerecht entsorgt werden.



### VORSICHT!

**Umweltschäden bei falscher Entsorgung.**

**Elektroschrott und Elektronikkomponenten unterliegen in der EU der Elektroschrottverordnung. Diese Komponenten dürfen nicht im Haus- oder Gewerbemüll entsorgt werden.**

**Werden diese Punkte nicht beachtet, besteht die Gefahr von Umweltschäden. Zudem wird ein Verstoß gegen die Elektroschrottverordnung begangen.**

---

Für die Entsorgung von elektronischen Geräten sind die landesspezifischen Vorschriften zu beachten. Die Geräte sind in einem spezialisierten Entsorgungszentrum zu entsorgen.

Geräte können zwecks sachgerechter Entsorgung der FRAKO Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH in D-Teningen oder deren Vertretung zurückgegeben werden. Alternativ können die Geräte einem Fachbetrieb für die Entsorgung von elektronischen Geräten übergeben werden.





# 11 Betrieb

Beim Betrieb des Gerätes sind folgende Punkte zu beachten:

- Das Gerät ist immer im geschlossenen Schaltschrank wie in [Abschnitt 4 Montage am Betriebsort] zu betreiben.
- Alle angelegten Spannungen dürfen niemals die in den technischen Daten angegebenen Grenzwerte überschreiten.
- Die Umgebungstemperaturen müssen sich immer in dem in den technischen Daten angegebenen Bereich befinden.

## 11.1 Fehler im Betrieb

Beim Betrieb des PQC können Störungen auftreten. Die folgende Tabelle soll bei der Fehlererkennung und -behebung unterstützen.

Hinweis: In den PQC Application Notes sind weitere Fehlermeldungen beschrieben.

Alarmmeldung	Fehler	mögliche Ursache	notwendige Maßnahmen
	PQC arbeitet nicht; keinerlei Anzeigen an der PQC Frontseite.	Es liegt keine oder eine falsche Betriebsspannung an.	Kontrollieren, ob Betriebsspannung in der richtigen Höhe am PQC anliegt. Ist die vorzuschaltende Sicherung in Ordnung?
Spannung < Grenzwert	PQC zeigt / meldet: Spannung kleiner Grenzwert Alarm, obwohl eine Spannung im Display angezeigt wird.	Grenzwert Netzennspannung ist nicht auf das Netz angepasst. Standard: 400V Netze	Grenzwert Netzennspannung korrekt einstellen [Abschnitt: 8.5.4.4].
Spannung < Grenzwert + Strom < Grenzwert	PQC zeigt keine Messspannung und keinen Strom an, obwohl sichergestellt wurde, dass Spannung anliegt und Strom fließt.	Multiple Spannungsnulldurchgänge in Messspannung.	Einstellung der Netzennparameter -> Netzennfrequenz von auto auf die entsprechende Netzfrequenz (50Hz oder 60Hz) umstellen.
cos $\phi$ unerreichtbar	PQC liefert einen cos $\phi$ Alarm obwohl der cos $\phi$ besser als eingestellt ist.	siehe Kapitel 8.5.4.3. <b>Alarmmanagement</b> – Einstellung Regelbandalarm	siehe Kapitel 8.5.4.3. <b>Alarmmanagement</b> – Einstellung Regelbandalarm
Nullstufe erkannt	Der PQC hat eine oder mehrere Stufen erkannt, deren Nennleistung abgefallen ist.	Kondensatorstufe hat Leistung verloren	Kondensator/en tauschen
		Durch ein unruhiges Netz hat der PQC einen Stufenleistungsabfall fälschlicherweise detektiert.	Stufenleistungserkennung deaktivieren

Alarmmeldung	Fehler	mögliche Ursache	notwendige Maßnahmen
	Die LCD-Hintergrundbeleuchtung geht kurz an und dann wieder aus, während die LCD nichts oder das Startlogo anzeigt – das Gerät startet regelmäßig neu	Versorgungsspannung zu niedrig	Prüfen, ob Versorgungsspannung in der richtigen Höhe am PQC anliegt. Gibt es einen Übergangswiderstand in den Zuleitungen?
	Stufenanzeige in der Kondensatorübersicht aktiv, jedoch werden Kondensatorschütze nicht angezogen	Steuerkreis ist nicht richtig angeschlossen oder Steuerspannung fehlt.	Steuerkreis gemäß Anschlussschaltbild kontrollieren; Sicherung prüfen
		Neutralleiter an den Schützen fehlt.	
	PQC kann den automatischen Einmessvorgang nicht abschließen	Neutralleiter an den Schützen fehlt.	Stabilere Netzverhältnisse abwarten; c/k-Wert und Anschlussart manuell eingeben
	Während des automatischen Einmessvorgangs wird im Display angezeigt: <i>Alarm erkannt</i> <i>Keine Stufe</i>	Fehler im Steuercyklus (Schütze schalten nicht)	Steuercyklus gemäß Anschlussschaltbild kontrollieren; Sicherung prüfen.
		Sicherungen der Kondensatorstufen fehlen oder sind defekt	Prüfen, ob die Kondensatoren nach dem Schaltvorgang an Spannung liegen.
		Stromwandler ist an der falschen Stelle eingebaut	Überprüfen, ob die Position des Stromwandlers mit dem Anschlussbild übereinstimmt.
	Im Display wird kein Stromwert (0 Ampere) angezeigt (Alarmmeldung Strom kleiner Grenzwert erscheint).	Stromwandlerleitung unterbrochen oder kurzgeschlossen	Mit Amperemeter Strom im Strompfad kontrollieren ( $I_{\min}^3 \geq 0,015 \text{ A}$ ). Gefahr: siehe [Abschnitt 5.5 Strommessung]
		Der Strom im Strompfad ist zu gering	( $I_{\min}^3 \geq 0,015 \text{ A}$ ) Kleineren Stromwandler installieren.
		Stromwandler defekt	Überprüfen des Stromwandlers

Alarm-meldung	Fehler	mögliche Ursache	notwendige Maßnahmen
	Bei Automatikbetrieb erfolgt trotz induktiver Last keine Stufen-zuschaltung	Beim Programmieren des PQC c/k-Wert, Regelverzögerung oder Entladezeit zu hoch eingestellt.	Programmierung des PQC kontrollieren und ggf. ändern.
		Der c/k-Wert wurde im automatischen Betrieb nicht richtig erkannt.	Steuerkreis gemäß Anschlussschaltbild kontrollieren und Einmessvorgang wiederholen.
		Anderes Messgerät (z.B. Ampere-Meter) sind zum Reglerstrompfad parallel geschaltet.	Strompfade verschiedener Messgeräte grundsätzlich in Reihe schalten.
	Bei Automatik-Betrieb wird laufend eine Stufe zu- und wieder abgeschaltet.	Beim Programmieren des PQC c/k-Wert zu niedrig eingestellt.	c/k-Wert gemäß Tabelle richtig einstellen.
		Hohe Lastwechsel; Verzögerungszeit zu niedrig eingestellt.	Verzögerungszeit höher einstellen.
	Angezeigter $\cos \varphi$ ist geringer als Soll $\cos \varphi$ , obwohl der PQC alle Stufen eingeschaltet hat.	Falsche Anschlussart eingegeben.	Anschlussart neu wählen.
		Fehler im Steuercyklus.	Kontrollieren, ob die Kondensatorschütze angezogen sind.
		Fehler im Kondensatorstromkreis.	Sicherungen und Kontakte der Kondensatorschütze und evtl. Stromaufnahme der einzelnen Kondensatorstufen mit Zangenstrommesser prüfen
	PQC schaltet bei Schwachlast oder Betriebsstillstand nicht alle Stufen zurück.	c/k-Wert zu hoch eingestellt.	c/k-Wert nach Tabelle einstellen.
		PQC ist im Manuell-Betrieb	Manuelle Regelung deaktivieren
		Falsches Reglerprofil gewählt	Reglerprofil den Anforderungen anpassen

## 12 Lieferumfang

- 1 PQC
- 4 unterschiedliche Anschluss-Stecker, separat beigelegt
- 1 Betriebsanleitung

Leistungs-Kondensatoren

**Blindleistungsregler**

Blindleistungs-Regelanlagen

Module

EMS Systemkomponenten

Messgeräte und Netzanalysatoren

Power-Quality

EMS ISO 50001



FRAKO Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH

Tscheulinstraße 21a

D-79331 Teningen

Tel: +49 7641 453-0

Fax: +49 7641 453-535

[vertrieb@frako.de](mailto:vertrieb@frako.de)

[www.frako.com](http://www.frako.com)