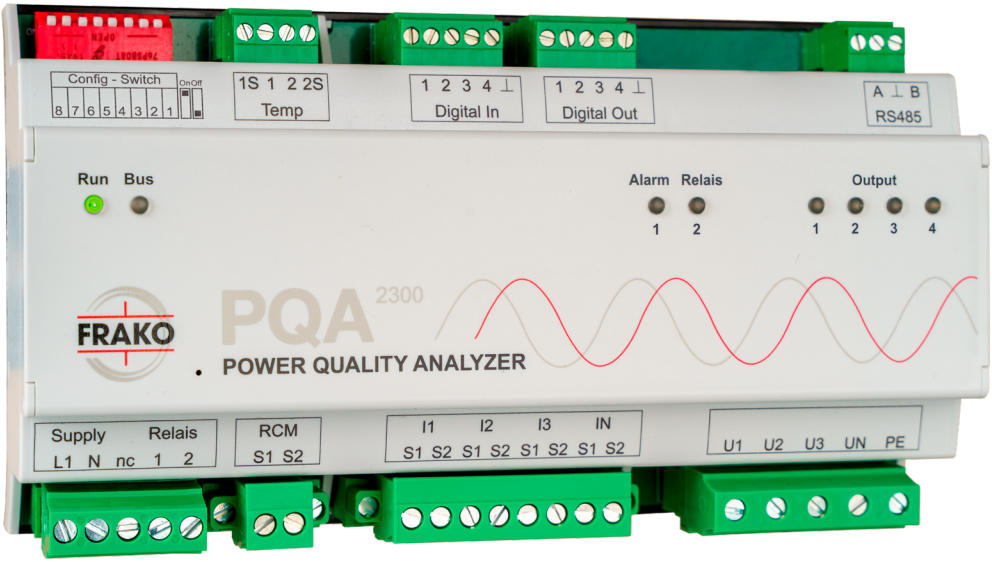
BETRIEBSANLEITUNG

PQA 2300
Power Quality Analyzer

Netzüberwachungsgerät
Mess- und Überwachungsgerät zum Erfassen, Analysieren und Überwachen aller wichtigen, elektrischen Messgrößen in 3-phasigen Niederspannungsnetzen von 115 V bis 690 V



FRAKO Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH
www.frako.com

Inhaltsverzeichnis

1 Zu diesem Dokument 4

1.1 Zielgruppe 4
1.2 Aufbewahrung 4
1.3 Darstellung in diesem Dokument 4
1.4 Mitgeltende Dokumente 5

2 Sicherheitshinweise 6

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung 6
2.2 Gerätespezifische Gefahren 6
2.3 Organisatorisches 7
2.4 Haftungsausschluss 7
2.5 Geltende Normen 8
2.6 Reparatur 8

3 Technische Daten 9

4 Gerätebeschreibung 14

4.1 Funktion 14
4.2 Bedienung 14
4.3 Zugriff auf das Webinterface 14

5 Installation 15

5.1 Montage am Betriebsort 15
5.1.1 Montage vorbereiten 15
5.1.2 Lieferumfang 15
5.1.3 Einbaubedingungen 15
5.1.4 Montage durchführen 16
5.2 Elektrische Installation 17
5.2.1 Elektrische Installation durchführen 17
5.2.2 Elektrische Installation abschließen 18
5.2.3 Bedingungen für den elektrischen Anschluss 18
5.2.4 Versorgungsspannung 18
5.2.5 Messspannung 19
5.2.6 Strommessung 20
5.2.7 Temperaturmessung 21
5.2.8 Alarm 21
5.2.9 Konfigurationsschalter 22
5.2.10 Anschlussbilder 23
5.3 Inbetriebnahme 26
5.3.1 Inbetriebnahme durchführen 26
5.3.2 Ermitteln des Gerätenamens oder der IP-Adresse 26
5.3.3 Verwendung der temporären Notfall-IP 27
5.3.4 Erstmaliges Einloggen im Webinterface 27

6 Webinterface 29

6.1 Grundlegende Bedienung 29
6.2 Hauptmenü 30
6.3 Live Daten 30
6.3.1 Live Daten erweitert (Leistung) 31
6.3.2 Aktive Alarme 32
6.4 Historische Daten 32
6.4.1 Zeitbereich und Intervall konfigurieren 33
6.4.2 Navigation in den angezeigten Daten 33
6.4.3 Hüllkurvendarstellung 34
6.4.4 Daten Export 35
6.4.5 Report 35
6.5 Ereignisse 36
6.5.1 Einbrüche und Überhöhungen 36
6.5.2 Unterbrechungen 36
6.5.3 Transienten 36
6.5.4 Anzeige und Analyse von aufgetretenen Ereignissen 39
6.6 Konfiguration 41
6.6.1 Grundeinstellung 41
6.6.2 Konfiguration 49

7 Betrieb 54

8 Reinigung und Wartung 55

8.1 Sicherheit bei der Reinigung und Wartung 55
8.2 Reinigung 55
8.3 Wartung 55

9 Außerbetriebnahme, Demontage, Lagerung, Entsorgung 56

9.1 PQA 2300 außer Betrieb nehmen 56
9.2 PQA 2300 demontieren 57
9.3 Lagerung 57
9.4 Entsorgung 57

1 Zu diesem Dokument

In dieser Betriebsanleitung wird das Netzüberwachungsgerät „Power Quality Analyzer PQA 2300“ durchgehend als PQA 2300 bezeichnet.

Die aktuelle Version der Betriebsanleitung finden Sie auf unserer Website www.frako.com.

1.1 Zielgruppe

Diese Betriebsanleitung richtet sich an Personen, die den PQA 2300 montieren, installieren, in Betrieb nehmen und betreiben. Vor allen Arbeiten an und mit dem PQA 2300 muss die Betriebsanleitung sorgfältig und vollständig gelesen werden. Bei allen Arbeiten muss entsprechend der Betriebsanleitung vorgegangen werden.

1.2 Aufbewahrung

Diese Betriebsanleitung enthält wichtige Hinweise, um den PQA 2300 sicher, sachgerecht und wirtschaftlich zu betreiben. Sie ist Teil des PQA 2300 und muss jederzeit griffbereit aufbewahrt werden.

1.3 Darstellung in diesem Dokument

Spezielle Hinweise in dieser Betriebsanleitung sind durch Symbole gekennzeichnet und durch Linien vom übrigen Text abgesetzt.

Warnhinweise

Um Unfälle, Personen- und Sachschäden zu vermeiden, müssen die Warnhinweise unbedingt eingehalten werden. Warnhinweise sind mit dem Signalwort „GEFAHR“, „WARNUNG“, „VORSICHT“ oder „ACHTUNG“ und einem gelben Symbol am linken Textrand gekennzeichnet; sie sind folgendermaßen aufgebaut:

WARNUNG!

Gefahrenart!

Beschreibung der Gefahr und möglicher Folgen.

– Maßnahmen, um die Gefahr zu vermeiden.

Symbole und Signalworte klassifizieren die Schwere der Gefahr:

Symbol	Signalwort	Bedeutung
	GEFAHR	Das Signalwort bezeichnet eine Gefährdung mit einem hohen Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.
	WARNUNG	Das Signalwort bezeichnet eine Gefährdung mit einem mittleren Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben kann.
	VORSICHT	Das Signalwort bezeichnet eine Gefährdung mit einem niedrigen Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge haben kann.
	ACHTUNG	Bei Nichtbeachtung der Hinweise können Sachschäden entstehen.

Hinweise

Hinweise nennen zusätzliche Informationen zum Text, zu der korrekten Funktion und dem störungsfreien Funktionieren des PQA 2300. Hinweise sind mit einem blauen Symbol am linken Textrand gekennzeichnet:

Hinweis

Beispiel für einen Hinweis.

1.4 Mitgeltende Dokumente

Weiterführende Informationen zu diesem Dokument finden Sie auf unserer Homepage: www.frako.com/betriebsanleitungen.

2 Sicherheitshinweise

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Power Quality Analyzer PQA 2300 ist im Rahmen der technischen Daten (siehe *Abschnitt 3 „Technische Daten“*) zum Messen und Analysieren des unterlagerten, elektrischen Versorgungsnetzes vorgesehen. Jegliche andere Nutzung widerspricht der bestimmungsgemäßen Verwendung und muss durch den Hersteller freigegeben werden.

2.2 Gerätespezifische Gefahren

Der PQA 2300 ist nach aktuellem Stand der Technik gebaut. Dennoch lassen sich nicht alle Gefahren vermeiden.

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

Gefahr durch elektrische Spannung

Der PQA 2300 führt Netzspannung. Durch das Berühren spannungsführender Teile an den Zuleitungen und Anschlüssen können ernsthafte Verletzungen bis hin zum Tod entstehen.

- Montage, Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme des PQA 2300 dürfen nur von ausgebildeten Fachkräften vorgenommen werden, die auch den Inhalt dieser Betriebsanleitung kennen und verstehen.
- Während der Montage und im Servicefall müssen der PQA 2300 und die Anlage spannungsfrei geschaltet sein.
- Die Anlage ist gegen Wiedereinschalten zu sichern.
- Die Spannungsfreiheit aller Anschlüsse muss geprüft werden.
- Benachbarte, unter Spannung stehende Teile, müssen abgedeckt sein.
- Stromwandler-Stromkreise immer kurzschließen, bevor ein solcher Stromkreis geöffnet wird.
- Nur zugelassene Installationsleitungen verwenden.
- Das Gerät nur bis zur angegebenen Leistungsgrenze belasten. Eine Überlastung kann zur Zerstörung des Gerätes, zu einem Brand oder elektrischen Unfall führen. Die unterschiedliche maximale Belastbarkeit der verschiedenen Anschlüsse beachten.
- PQA 2300 nicht modifizieren oder öffnen.
- USB-Schnittstelle des PQA 2300 im Betrieb nicht berühren.

Gefahr durch Hitze

Klemmanschlüsse können sich im Betrieb erwärmen.

– Nachdem der PQA 2300 in Betrieb war, muss vor Arbeiten an den Klemmanschlüssen dem PQA 2300 und seinen Anschlüssen eine ausreichende Zeit zum Abkühlen gegeben werden.

2.3 Organisatorisches

Qualifikation der Nutzer

Für Arbeiten am PQA 2300 ist folgende Qualifikation der Nutzer notwendig:

– Montage, Inbetriebnahme, Fehlerbehebung (Installation):
  Elektrofachkraft
– Bedienung, Fehlerbehebung (Fehlkonfiguration):
  Personen, die die Bedienungsanleitung gelesen und verstanden haben.
– Fehlerbehebung (Gerätefehler):
  FRAKO Kundendienst

Verantwortung des Betreibers

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 PQA 2300 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.

Der Betreiber muss sicherstellen, dass alle Bediener diese Betriebsanleitung kennen und gemäß dieser Betriebsanleitung handeln.

2.4 Haftungsausschluss

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!

Mit den digitalen Ausgängen und dem Alarmkontakt dürfen keine Verbraucher geschaltet werden, deren beabsichtigtes oder unbeabsichtigtes Schalten eine Gefahr für Personen oder Sachwerte darstellt. Der Betreiber stellt sicher, dass solche Verbraucher nicht angeschlossen werden. Eine Haftung des Herstellers für daraus entstehende Schäden ist ausgeschlossen.

2.5 Geltende Normen

Die Installation und Inbetriebnahme in industriellen Anlagen ist strikt nach den folgenden Normen durchzuführen:

– DIN EN 61508-1:2011-02; VDE 0803-1:2011-02

Für dieses Produkt sind alle weiteren, zum Schutz von Personen und Sachen erforderlichen Gesetze, Normen, Richtlinien, Sicherheitsbestimmungen, etc. (IEC, EN, VDE, Geräte-Sicherheitsgesetz, Berufsgenossenschaftsvorschriften, etc.), zwingend einzuhalten.

2.6 Reparatur

Im Falle einer erforderlichen Reparatur muss sich der Kunde oder der Betreiber des PQA 2300 an den Hersteller wenden: FRAKO Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH, Tscheulinstraße 21A in D-79331 Teningen, www.frako.com.

3 Technische Daten

Spannungsversorgung:

Versorgungs-spannung	100 V DC - 350 V DC (absolute Grenzwerte) oder 90 V AC - 300 V AC (absolute Grenzwerte), Frequenz 45 - 65 Hz
Leistungs-aufnahme	maximal 10 VA
Absicherung	maximal 2 A (träge) vorgeschrieben

Eingänge:

Messeingänge Spannungspfad	– Anzahl: 4 (3x Außenleiterspannung, 1x Neutralleiterspannung) – Messreferenz: PE, interne Umrechnung auf Lx-N-Spannungen – Messbereichsendwert: 700 V bei sinusförmiger Spannung – Resultierender Crest-Faktor bei Nennspannung L-N = 230 V : 4 – Elektrische Sicherheit nach EN 61010: 630 V Cat III, Verschmutzungsgrad 2 – Eingänge hochohmig miteinander und mit dem System verbunden – Externe Absicherung 2 A vorgeschrieben
Messeingänge Strompfad	– Anzahl: 4 (3x Außenleiterstrom, 1x Neutralleiterstrom) – Messbereichsendwert bei /1 A und sinusförmigem Strom: 1,2 A – Resultierender Crest Faktor bei /1 A Betrieb: 4 – Messbereichsendwert bei /5 A und sinusförmigem Strom: 6 A – Resultierender Crest Faktor bei /5 A Betrieb: 4 – Elektrische Sicherheit nach EN 61010: 320 V Cat III, Verschmutzungsgrad 2 – Maximale Leistungsaufnahme je Wandleranschluss: 1VA – Maximale Überlast: 6 A dauerhaft / 10 A max. 10 s
Messeingang RCM	– Vorbereitung für Erweiterung – zurzeit keine Funktion
Digitale Eingänge	– Anzahl: 4 – S0-Standard (DIN 43864 / EN 62053-31) – Gemeinsame Masse für alle digitalen Eingänge aber galvanisch vom System getrennt – Funktion individuell wählbar für Tarifumschaltung, als Impuls- oder Frequenzeingang

Ausgänge:

Digitale Ausgänge	– Anzahl: 4 – S0-Standard (DIN 43864 / EN 62053-31) – maximal zulässige Spannung 27 V – Innenwiderstand 420 Ω – Gemeinsame Masse für alle digitalen Ausgänge aber galvanisch vom System getrennt
Alarmkontakt	– Anzahl: 1 – Potentialfreier Schließer (NO) – AC: <250 V, maximal 3 A – DC: <30 V, maximal 3 A

Temperaturmessung:

Temperatur-messung	– Anzahl: 1 – Typ: Platinfühler (PT100 / PT1000) – Anschluss in Vier- oder Zweileitertechnik – Umschaltung PT100 / PT 1000 am Gerät – Messbereich: -50 °C bis 200 °C, Auflösung 1 °C – keine galvanische Trennung vom System

Schnittstellen:

Netzwerk	100 BASE-T Ethernet über RJ-45 Buchse
RS485	EIA-485 (RS-485) Modbus RTU oder FRAKO Bus, umschaltbar
USB-A	Vorbereitung für Erweiterungen – zurzeit keine Funktion

Leiterquerschnitte:

	Alle Angaben für flexible Leiter über steckbare Schraubklemmen
Versorgung	0,2 mm^2 - 2,5 mm^2
Spannungs-messeingänge	0,2 mm^2 - 2,5 mm^2
Strommess-eingänge	0,2 mm^2 - 2,5 mm^2
RCM-Differenz-stromeingang	0,2 mm^2 - 2,5 mm^2
Alarmkontakt	0,2 mm^2 - 2,5 mm^2
Digitale Ein- und Ausgänge	0,14 mm^2 - 1,5 mm^2

Temperatur-messeingang	0,14 mm^2 - 1,5 mm^2
RS-485	0,14 mm^2 - 1,5 mm^2
Ethernet	Kabel nach TIA-568A/B, mind. Cat 5

Konstruktionsdaten:

Maße (B x H x T)	162 mm x 90 mm x 62 mm Gehäuse
Einbau	Normschiene 35 mm nach DIN EN 50022
Gewicht	ca. 0,4 kg ohne Verpackung
Schutzart	Gehäuse IP30 Klemmen IP10 nach DIN EN 60529 Verschmutzungsgrad 2 nach EN 61010-1:2011-07
Elektrische Ausführung	Gehäuse Schutzklasse II nach DIN EN 61010, Arbeitsspannung Spannungsmesseingänge bis max. 760 VAC Absolutwert. TNV1-Stromkreise, teilweise untereinander verbunden
Gehäuse-ausführung	Brennbarkeitsklasse nach UL 94 V0 nach Angaben des Gehäuseherstellers.
Nutzungsdauer	Bei Umgebungstemperatur +25 °C 10 Jahre
EMV	– Leitungsgebundene Störaussendungen an Netzanschlüssen: EN 55011:2016+A1:2017+A11:2020 – Abgestrahlte Störaussendungen: EN 55011:2016+A1:2017+A11:2020 – ESD (elektrostatische Entladung): EN 61000-4-2:2009 – Störfestigkeitsprüfung gegen gestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder: EN IEC 61000-4-3:2020 – Störfestigkeitsprüfung gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen / Burst: EN 61000-4-4:2012 – Stoßspannungs-Störfestigkeitsprüfung (Surge): EN 61000-4-5:2014+A1:2017 – Störfestigkeitsprüfungen bei Spannungseinbrüchen, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen: EN IEC 61000-4-11:2020

Umgebungsbedingungen:

Temperaturbereich	Lagertemperatur: -25 °C bis +65 °C (nicht kondensierend) Betriebstemperatur: -20 °C bis +50 °C (nicht kondensierend)
Einbauhöhe	Maximale geografische Einbauhöhe 2000 m über NN

Funktionen:

Messwerk	– Auflösung: 14 Bit – Synchrone und lückenlose Abtastung aller Kanäle mit 7,5 kS/s (3,75 kHz Systembandbreite) – Basisintervall: Lückenlos zu 10 Vollwellen (200 ms bei 50 Hz) – Aggregation: 3 Sekunden, 10 Minuten, 15 Minuten, 1 Tag – Berechnung von Min/Max-Werten für alle Aggregationsintervalle – Ablage der Messwerte auf der SD-Karte
Speichertiefen	– 3 Sekunden-Intervall: 24 Stunden – 10 Minuten-Intervall: 30 Tage – 15 Minuten-Intervall: 1 Jahr – Tagesintervall: 10 Jahre
Reporting	Frei wählbares Reporting Intervall nach – EN 50160 – EN 61000- 2-2 – EN 61000-2-4 Class 1 – EN 61000-2-4 Class 2 – EN 61000-2-4 Class 3
Datenexport	– Über Webinterface – Intervall und Aggregat frei wählbar – Zu exportierende Werte frei wählbar – Ausgabe als CSV oder JSON

Verfügbare Messwerte - Übersicht:

Spannung	– RMS-Werte der Phasenspannungen gegen N – RMS-Werte der Phase-Phase Spannungen – RMS-Wert der Neutralleiterspannung gegen PE – Netzfrequenzberechnung nach 61000-4-30 über gleitendes Fenster – THDu aller Phasen als Absolutwert und in Prozent – Anteil Gegen-, Mit-, und Nullsystem als Absolutwert – Asymmetrie bezogen auf das Null- und Gegensystem
Strom	– RMS-Werte der Phasenströme – RMS-Wert des Neutralleiterstroms – THDi aller Phasen als Absolutwert und in Prozent – Anteil Gegen-, Mit-, und Nullsystem als Absolutwert – Asymmetrie bezogen auf das Null- und Gegensystem
Leistung	– Wirk-, Blind-, und Scheinleistung – Wirkleistung Grundwelle – Leistungsfaktor
Energie (Arbeit)	– Wirk-, Blind- und Scheinarbeit – Getrennte Erfassung von Bezug und Einspeisung – Aufsummierung in (rücksetzbaren) Energiezählern – Tarifumschaltung auf separate Zähler konfigurierbar

Oberwellen	– Harmonische Untergruppen bis 51. Ordnung nach EN 61000-4-7 – Zwischenharmonische bis 50. Ordnung nach EN 61000-4-7
Alarme und Ereignisse	– Spannungseinbrüche – Spannungsüberhöhungen – Spannungsunterbrechungen – Spannungstransienten – Konfigurierbare Schwellwerte und Hysterese – Störschrieb aktivierbar mit konfigurierbarem Pre- und Post-Trigger

4 Gerätebeschreibung

4.1 Funktion

Der Power Quality Analyzer PQA 2300 dient zum Messen, Analysieren, Überwachen, Speichern und Weiterleiten relevanter Größen des elektrischen Versorgungsnetzes. Zusätzlich kann der PQA 2300 bei Überschreitung einstellbarer Grenzen über ein Alarmrelais oder seine digitalen Ausgänge einen Alarm ausgeben und Emails versenden.

Reports nach verschiedenen Normen können direkt im Webinterface erzeugt und heruntergeladen werden. Alarme sind frei konfigurierbar und in Gruppen organisiert, für jede Gruppe kann separat bestimmt werden, welche Aktionen ausgelöst werden sollen. Die Erkennung von Ereignissen wie z. B. Transienten detektiert auch kurze Störungen im Netz zuverlässig und erzeugt auf Wunsch einen hochaufgelösten Störschrieb aller Messkanäle. Durch interne Datenreduktion kann das Gerät auch ohne eine übergeordnete Energiemanagement-Software sehr lange Zeiträume erfassen und visualisieren. Die Abwärtskompatibilität mit dem Vorgängergerät EM PQ-2300 ermöglicht einen 1:1-Umbau in bestehenden Anlagen mit Frako Energiemanagement-System.

4.2 Bedienung

Der PQA 2300 wird im unabhängigen Betrieb (ohne EM-System) ausschließlich über die integrierte Webseite konfiguriert und bedient. Zusätzlich dazu ist eine Steuerung über die integrierte REST-API möglich. Hierzu existiert eine separate Dokumentation. Weiterhin kann MQTT genutzt werden, um Livedaten vom Gerät abzurufen.

4.3 Zugriff auf das Webinterface

Das Webinterface des Quality Messgerät PQA 2300 ist unter seiner IP-Adresse oder seinem Netzwerknamen erreichbar.

5 Installation

Die Installation des PQA 2300 erfolgt in drei Schritten:

– Montage am Betriebsort (siehe Abschnitt 5.1.1 „Montage vorbereiten“ und Abschnitt 5.1.4 „Montage durchführen“)
– Elektrischer Anschluss (siehe Abschnitt 5.2.1 „Elektrische Installation durchführen“ und Abschnitt 5.2.2 „Elektrische Installation abschließen“)
– Inbetriebnahme (siehe Abschnitt 5.3.1 „Inbetriebnahme durchführen“)

Die Reihenfolge der Schritte muss eingehalten werden.

5.1 Montage am Betriebsort

5.1.1 Montage vorbereiten

1. Lieferumfang auf Vollständigkeit prüfen (siehe *Abschnitt 5.1.2 „Lieferumfang“*).
2. Gerät auf äußerliche Beschädigungen prüfen.
   Ist das Gerät beschädigt, darf es zur eigenen Sicherheit **nicht** in Betrieb genommen werden. Im Zweifelsfall die Serviceabteilung der Firma FRAKO kontaktieren.
3. Prüfen, ob der Einsatzort des PQA 2300 geeignet ist (siehe *Abschnitt 5.1.3 „Einbaubedingungen“*).

5.1.2 Lieferumfang

Der Lieferumfang des PQA 2300 umfasst:

– 1 PQA 2300
– 7 verpolungssichere Anschlussstecker, separat beigefügt
– 1 Kurzanleitung / Sicherheitshinweise / QR-Code

5.1.3 Einbaubedingungen

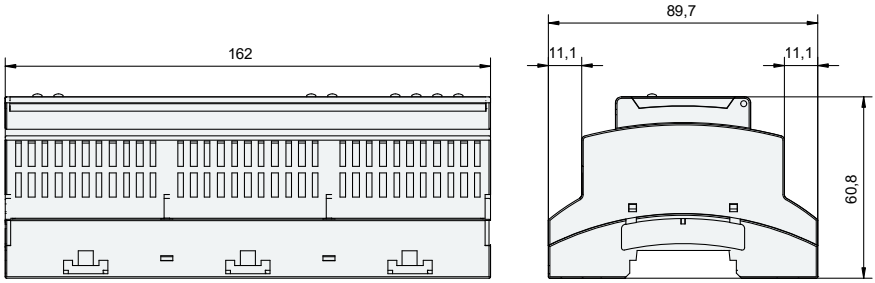
Für den Einsatzort des PQA 2300 müssen folgende Bedingungen eingehalten werden (siehe auch *Abschnitt 2.1 „Bestimmungsgemäße Verwendung“* und *Abschnitt 3 „Technische Daten“*):

– Das Gerät nur in Bereichen verbauen, in denen keine Gefahr einer Gas- oder Staubexplosion besteht.
– Den PQA 2300 nicht direktem Sonnenlicht oder hohen Temperaturen aussetzen. Den PQA 2300 nicht in der Nähe von Wärme erzeugenden Geräten montieren.
– Der PQA 2300 muss in einen ausreichend belüfteten Bereich eingebaut werden. Rück- und Seitenwände dürfen nicht abgedeckt werden.

– Den PQA 2300 nicht Regen, Wasser, Nässe oder hoher Luftfeuchtigkeit aussetzen. Direkten Kontakt mit Wasser auf alle Fälle vermeiden.
– Den PQA 2300 vor Stößen und Schlägen schützen.

Der PQA 2300 ist für den Einbau in ortsfeste und wettergeschützte Schaltschränke und Gehäuse vorgesehen. Wir empfehlen den Einbau in einen metallischen Schaltschrank oder ein geschirmtes Gehäuse zum Schutz vor Umwelteinflüssen wie Korrosion, Verschmutzung und Störstrahlungen.

5.1.4 Montage durchführen



Der PQA 2300 ist für den festen Einbau in Schaltschränke oder Gehäuse vorgesehen, siehe *Abschnitt 5.1.3 „Einbaubedingungen“*.

Der PQA 2300 besitzt ein Normgehäuse zur Montage auf DIN-Norm Tragschiene 35 mm (TS 35 nach EN 50022). Die benötigte Länge der Schiene beträgt 161,6 mm, die Einbaulage ist beliebig.

WARNUNG!

Gefahr durch elektrische Spannung!

Durch das Berühren spannungsführender Teile an den Zuleitungen und Anschlüssen können ernsthafte Verletzungen bis hin zum Tod entstehen.

– Montage, Inbetriebnahme, Außerbetriebnahme und Demontage des PQA 2300 dürfen nur von ausgebildeten Fachkräften vorgenommen werden, die auch den Inhalt dieser Betriebsanleitung kennen und verstehen.
– Während der Montage und Installation den PQA 2300 und die Anlage spannungsfrei schalten.
– Die Anlage gegen Wiedereinschalten sichern.
– Die Spannungsfreiheit aller Anschlüsse prüfen.
– Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken.

Die Montage erfolgt durch Aufschnappen des Gerätes auf eine Tragschiene.

1. Mit einem Schraubendreher alle orangefarbenen Halteklammern aus dem Gehäuseboden ziehen, bis sie einrasten.
2. Das Gerät auf die Tragschiene aufsetzen.

3. Die orangefarbenen Halteklammern in das Gehäuse drücken, sodass sie bündig mit der Vorderseite des Gehäusebodens abschließen. Sie rasten hörbar ein.

5.2 Elektrische Installation

5.2.1 Elektrische Installation durchführen

WARNUNG!

Gefahr durch elektrische Spannung!

Durch das Berühren spannungsführender Teile an den Zuleitungen und Anschlüssen können ernsthafte Verletzungen bis hin zum Tod entstehen.

- Montage, Inbetriebnahme, Änderung und Nachrüstung des PQA 2300 dürfen nur von ausgebildeten Fachkräften vorgenommen werden, die auch den Inhalt dieser Betriebsanleitung kennen und verstehen.
- Während der Montage und Installation den PQA 2300 und die Anlage spannungsfrei schalten.
- Die Anlage gegen Wiedereinschalten sichern.
- Die Spannungsfreiheit aller Anschlüsse prüfen.
- Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken.

WARNUNG!

Gefahr durch Hitze

Klemmanschlüsse können sich im Betrieb erwärmen, das kann zu Verbrennungen führen.

- Nachdem der PQA 2300 in Betrieb war und vor Arbeiten an den Klemmanschlüssen: dem PQA 2300 und seinen Anschlüssen eine ausreichende Zeit zum Abkühlen geben.

Den elektrischen Anschluss gemäß der Anschlussbilder in *Abschnitt 5.2.10 „Anschlussbilder“* und der Bedingungen in *Abschnitt 5.2.3 „Bedingungen für den elektrischen Anschluss“* durchführen:

1. Versorgungsspannung mit externer Trennvorrichtung und Sicherung anschließen (siehe *Abschnitt 5.2.4 „Versorgungsspannung“*).
2. Messspannung anschließen (siehe *Abschnitt 5.2.5 „Messspannung“*).
3. Strommessung anschließen (siehe *Abschnitt 5.2.6 „Strommessung“*).
4. Bei Bedarf Alarmrelais für externe Meldung von Alarmen anschließen (siehe *Abschnitt 5.2.8 „Alarm“*).
5. Bei Bedarf Temperaturfühler, Digitaleingänge, Digitalausgänge und RS485 anschließen (siehe *Abschnitt 5.2.7 „Temperaturmessung“*).
6. Konfigurationsschalter passend zu den Anschlüssen einstellen (siehe *Abschnitt 5.2.9 „Konfigurationsschalter“*).

5.2.2 Elektrische Installation abschließen

WARNUNG!

Gefahr durch elektrische Spannung!

Die vier Befestigungsschrauben des PQA 2300 können bei einer fehlerhaften, umgebenden Verdrahtung im Schaltschrank gefährlich aktiv werden. Durch das Berühren spannungsführender Teile an den Zuleitungen und Anschlüssen können ernsthafte Verletzungen bis hin zum Tod entstehen.

– Am Installationsort (z. B. Schaltschrank, Gehäuse) des PQA 2300 die umgebende Verdrahtung sichern.

Prüfen, ob am Installationsort (z. B. Schaltschrank, Gehäuse) des PQA 2300 alle Drähte / Litzen befestigt oder gebündelt und damit gesichert sind und ein sich lösender oder abspringender Draht keinesfalls eine oder mehrere der Befestigungsschrauben des PQA 2300 berühren kann.

5.2.3 Bedingungen für den elektrischen Anschluss

– Für die Verdrahtung sind zugelassene Leitungen bzw. Litzen in ausreichendem Querschnitt und mit ausreichender Spannungsfestigkeit vorzusehen.
– Bei der Verwendung von mehrdrähtigen Litzen sind Aderendhülsen mit einer Schaftlänge von 6 mm zu verwenden.
– Es müssen geeignete Maßnahmen zur Zugentlastung der zum PQA 2300 führenden Adern und Leitungen getroffen werden.
– Weitere Steckverbindungen in den zum PQA 2300 führenden Adern und Leitungen sind nicht zulässig.
– Die mitgelieferten Anschlussstecker müssen auch bei Nichtverwendung montiert sein und sofern vorhanden, durch Befestigung der Halteschrauben am Gerät fixiert werden.

5.2.4 Versorgungsspannung

Externe Trennvorrichtung

In der Versorgungszuleitung ist eine externe Trennvorrichtung wie ein Schalter oder ein Leistungsschalter vorzusehen. Diese soll sich in der Nähe des PQA 2300 befinden. Diese Trennvorrichtung muss die Leiter trennen, welche mit den L1/N-Anschlüssen des PQA 2300 verbunden sind. Diese Trennvorrichtung darf den Schutzleiter nicht unterbrechen.

Sicherung

Die Zuleitung der Versorgungsspannung L1/N ist extern mit einer Sicherung 2 A träge, 250 V AC abzusichern.

Bei Anschluss zwischen **Phase – Neutralleiter** ist die Sicherung im Außenleiter zu platzieren. Bei Anschluss **Phase – Phase** ist in beiden Außenleitern eine Sicherung zu platzieren. Weitere Informationen entnehmen Sie den Anschlussbildern in *Abschnitt 5.2.10 „Anschlussbilder“*.

Hinweis

Bei einem Anschluss Phase-Phase ist auf die maximal zulässige Spannung zu achten. Falls die Phase-Phase Spannung zu hoch ist, ist ein Steuertrafo zu verwenden.

5.2.5 Messspannung

Der PQA 2300 kann vier Spannungen messen. Die Spannungsmesseingänge sind hochohmig galvanisch miteinander verbunden. Messbereiche, siehe *Abschnitt 3 „Technische Daten“*. Referenz für alle Messeingänge ist PE, dieser ist **zwingend** anzuschließen. Neben den drei Außenleiterspannungen wird auch die Neutralleiterspannung erfasst. Aus der gemessenen Spannung eines Außenleiters gegen PE und des Neutralleiters gegen PE wird geräteintern die Spannung Außenleiter gegen Neutralleiter berechnet und für alle weiteren Berechnungen herangezogen.

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

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

Der dreiphasige Anschluss erfolgt an den Klemmen **L1**, **L2**, **L3**, **N**, **PE** gemäß Anschlussbildern in *Abschnitt 5.2.10 „Anschlussbilder“.* Die Phasen **L1**, **L2** und **L3** müssen phasenrichtig angeschlossen werden.

In einem Vierleiternetz wird dringend empfohlen, den Neutralleiter anzuschließen. Im Falle eines Dreileiternetzes ohne Neutralleiter wird der Eingang **N** auf **PE** gebrückt.

PE ist in allen Fällen zu verbinden, da er als Messreferenz dient.

Hinweis

Um eine möglichst genaue Messung zu erhalten, sollte die Verbindung zu **PE** möglichst ungestört sein. Hierzu so nah wie möglich an der Trennung **PEN**-**PE** abzweigen und den Leiter ausschließlich zum PQA 2300 führen. Ableitströme können sonst die Messgenauigkeit beeinflussen.

5.2.6 Strommessung

Der PQA 2300 ist für den Anschluss von externen, galvanisch getrennten Stromwandlern x/1 A und x/5 A vorgesehen. Der zulässige Messbereich ist zu beachten. Weitere Informationen siehe *Abschnitt 3 „Technische Daten“*.

WARNUNG!

Gefahr durch elektrische Spannung!

Bei Unterbrechung von Wandlerstromkreisen 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.

– Die seitlichen Sicherungsschrauben der Stecker anziehen, um die Stecker gegen versehentliches Lösen zu schützen.
– Die Sekundäranschlüsse der Stromwandler kurzschließen, bevor die Zuleitungen zum PQA 2300 unterbrochen werden oder der Stecker abgezogen wird.

Hinweis

Ist für die Erdung der Sekundärseite der Stromwandler ein Anschluss vorgesehen, so muss dieser mit Erde verbunden werden! Wir empfehlen grundsätzlich, jeden Wandlerstromkreis zu erden.

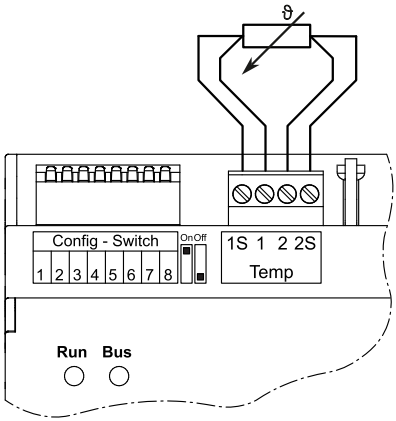
Die Wandlerstromkreise müssen gemäß Anschlussbild an den Klemmen **L1 S1-S2**, **L2 S1-S2**, **L3 S1-S2** phasenrichtig angeschlossen werden (siehe *Abschnitt 5.2.10 „Anschlussbilder“*).

Hinweis

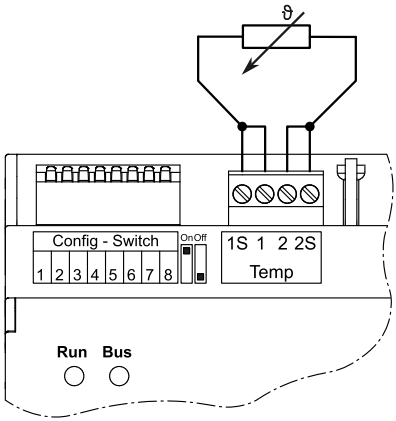
Bei Netzen mit einer Nennspannung von 1000 V und mehr ist eine Erdung der Wandlerstromkreise vorgeschrieben.

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

5.2.7 Temperaturmessung



Anschluss in Vierleitertechnik



Anschluss in Zweileitertechnik

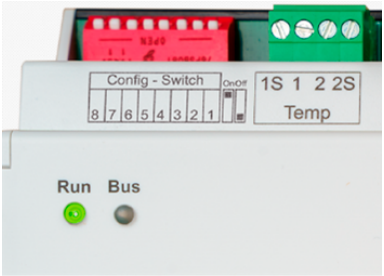
Der PQA 2300 verfügt über einen Eingang zur Temperaturmessung. Dieser kann wahlweise mit einem PT100- oder PT1000 Platinfühler betrieben werden. Ein Anschluss in Vier- oder Zweileitertechnik ist möglich.

Für die Umschaltung von PT1000 auf PT100 wird der Konfigurationsschalter 5 am Gerät gesetzt. **OFF**: PT1000, **ON**: PT100 (siehe *Abschnitt 5.2.9 „Konfigurationsschalter“*).

5.2.8 Alarm

Der PQA 2300 ist mit einem potentialfreien Kontakt zur externen Meldung von Alarmen ausgestattet. Der Anschluss erfolgt an den Klemmen **Relais 1** und **Relais 2** gemäß der Anschlussbilder in *Abschnitt 5.2.10 „Anschlussbilder“*. Die Belastbarkeit des Kontaktes gemäß technischen Daten ist zu beachten (siehe *Abschnitt 3 „Technische Daten“*).

5.2.9 Konfigurationsschalter

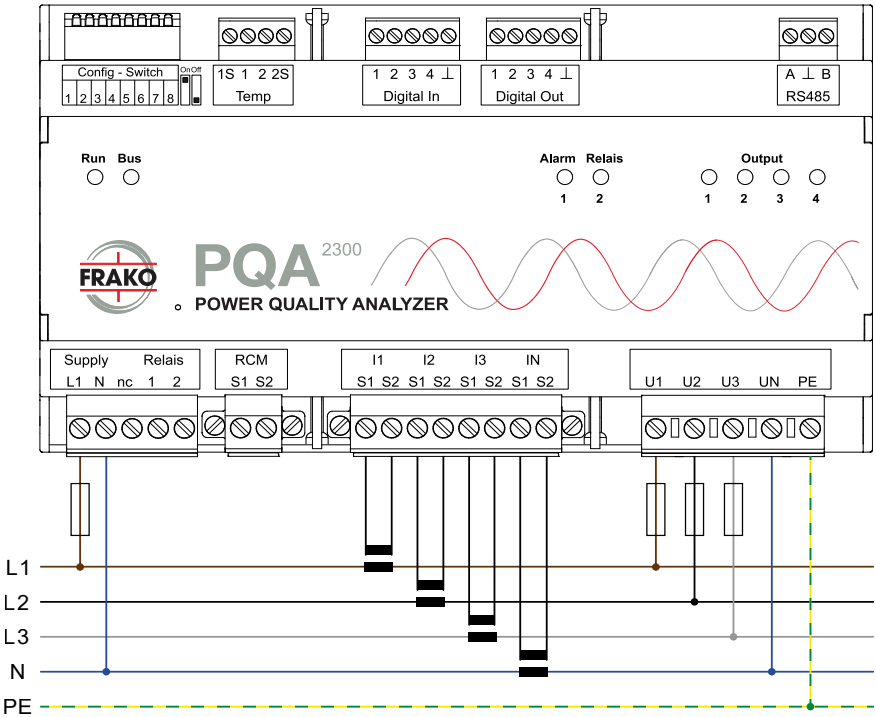


Mit den Konfigurationsschaltern am Gerät werden eingestellt:

1	ON	feste Notfall-IP wird verwendet
	OFF	keine Notfall-IP
2	ON	reserviert für zukünftige Funktionen
	OFF	
3	ON	reserviert für zukünftige Funktionen
	OFF	
4	ON	reserviert für zukünftige Funktionen
	OFF	
5	ON	Temperaturfühler PT100
	OFF	Temperaturfühler PT1000
6	ON	nicht belegt
	OFF	
7	ON	nicht belegt
	OFF	
8	ON	nicht belegt
	OFF	

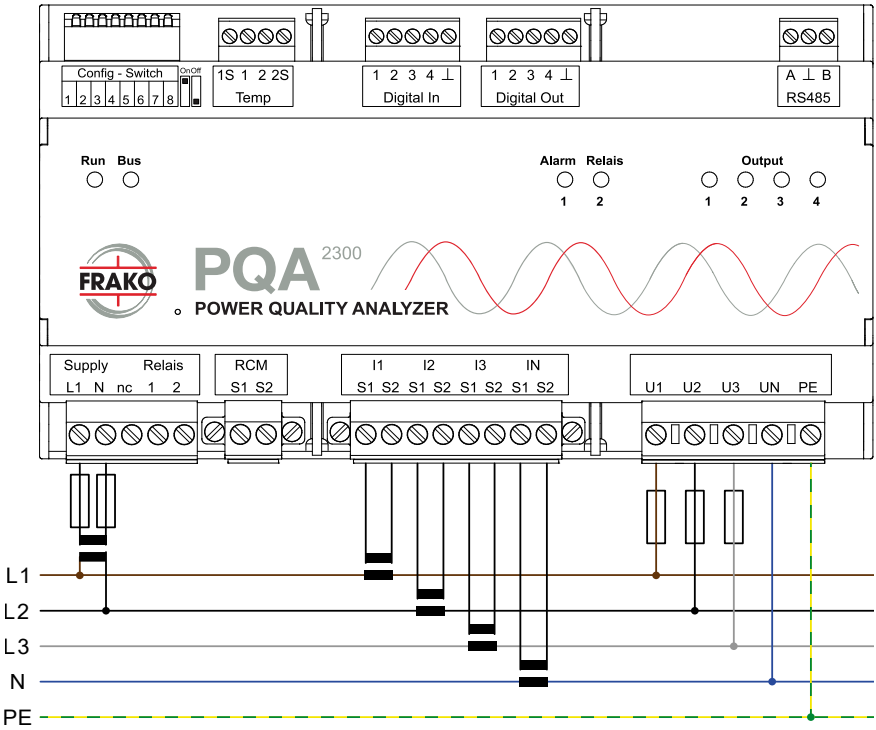
5.2.10 Anschlussbilder

5.2.10.1 Anschlussbild 1



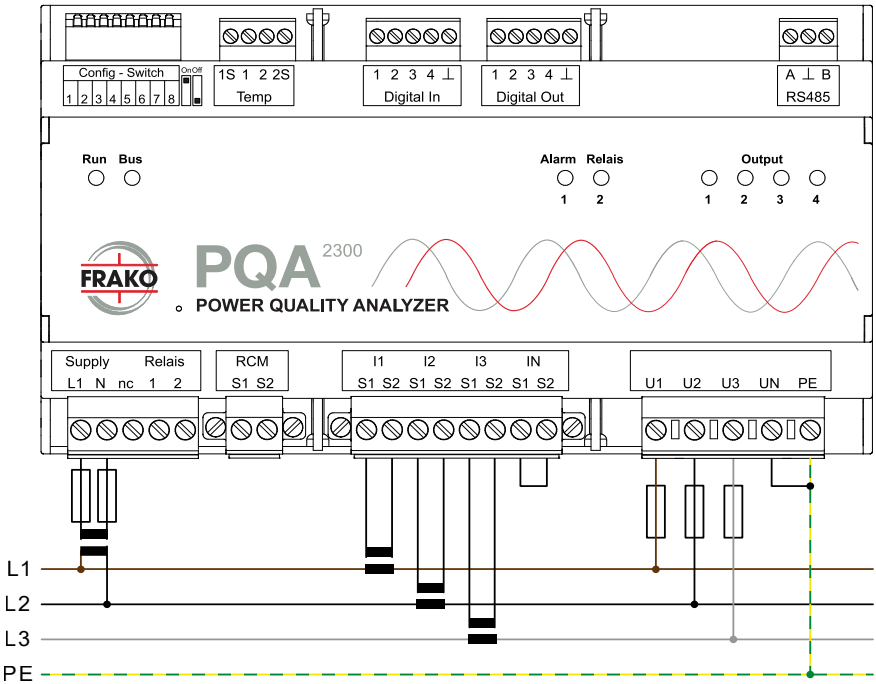
Versorgung über eine Phase und Neutralleiter. Messung in einem Vierleiternetz mit Neutralleiter.

5.2.10.2 Anschlussbild 2



Versorgung über einen Steuertransformator mit zwei Phasen. Messung in einem Vierleiternetz mit Neutralleiter.

5.2.10.3 Anschlussbild 3



Versorgung über einen Steuertransformator mit zwei Phasen. Messung in einem Dreileiternetz ohne Neutralleiter.

5.3 Inbetriebnahme

5.3.1 Inbetriebnahme durchführen

WARNUNG!

Gefahr durch elektrische Spannung!

Durch das Berühren spannungsführender Teile an den Zuleitungen und Anschlüssen können ernsthafte Verletzungen bis hin zum Tod entstehen.

– Vor dem Zuschalten von Spannungen prüfen, ob der PQA 2300 bestimmungsgemäß eingebaut und angeschlossen ist.

– Anschlussklemmen des Geräts abdecken.

ACHTUNG!

Gefahr von Sachschäden!

Auf die falschen Klemmen aufgelegte Leitungen, Spannungen und Signale können zu Schäden am PQA 2300 und der Installation führen.

– Vor dem Anlegen von Spannung die Anschlüsse auf Korrektheit prüfen.

1. Prüfen, ob der PQA 2300 gemäß der beschriebenen Vorgehensweise in den *Abschnitt 5.1 „Montage am Betriebsort“* und *Abschnitt 5.2 „Elektrische Installation“* korrekt montiert und angeschlossen wurde und alle mitgelieferten Stecker montiert sind.
2. Anschlussklemmen des Geräts abdecken, z. B. durch eine verschlossene Tür oder eine Abdeckhaube.
3. Versorgungsspannung zuschalten.
4. Erstinbetriebnahme durchführen (siehe *Abschnitt 5.3.4 „Erstmaliges Einloggen im Webinterface“*).

5.3.2 Ermitteln des Gerätenamens oder der IP-Adresse

Der PQA 2300 ist ab Werk so konfiguriert, dass es versucht von einem DHCP-Server im Netzwerk eine IP-Adresse zu erhalten. Sollte DHCP in Ihrem Netzwerk aktiv sein, erfragen Sie die IP-Adresse oder besser den DNS-Eintrag des Geräts bei ihrem Netzwerkadministrator. Der PQA 2300 meldet sich mit folgendem Namen beim DHCP-Server: pqa2300-snXXXXXX wobei XXXXXX hier der auf dem Gerät aufgedruckten Seriennummer entspricht. Hieraus ergibt sich in einem Netzwerk „example.com“ und Seriennummer 23456 der beispielhafte Netzwerkname:

pqa2300-sn023456.example.com

5.3.3 Verwendung der temporären Notfall-IP

Der PQA 2300 kann mithilfe der Konfigurationsschalter am Gerät so eingestellt werden, dass es eine feste Notfall-IP verwendet. Die primäre Netzwerkkonfiguration bleibt hiervon unberührt. Hierzu muss Schalter 1 am Gerät auf **ON** gestellt werden. Das Gerät ist dann zusätzlich unter der IP-Adresse 192.168.0.66 erreichbar (siehe *Abschnitt 5.2.9 „Konfigurationsschalter“*).

Hinweis

Wird die Nofall-IP zur Konfiguration einer statischen IP-Adresse verwendet, so ist diese nach Abschluss zwingend wieder zu deaktivieren, um Adresskonflikte zu vermeiden.

5.3.4 Erstmaliges Einloggen im Webinterface

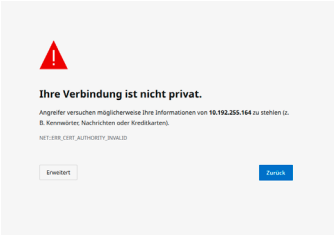
Nach dem Zuschalten der Versorgungsspannung bootet das Betriebssystem des PQA 2300. Der Abschluss des Bootvorgangs ist an einer blinkenden **RUN**-LED zu erkennen. Zu diesem Zeitpunkt sollte das Gerät über sein Webinterface erreichbar sein.

Hinweis

Sollte das Gerät nicht starten, ist es freizuschalten und die Verdrahtung zu kontrollieren.

1. Das Webinterface des PQA 2300 auf einem PC oder Tablet öffnen, das sich im gleichen Netzwerk wie das Messgerät befindet. Zur Ermittlung der IP-Adresse oder des Netzwerknamens siehe *Abschnitt 5.3.2 „Ermitteln des Gerätenamens oder der IP-Adresse“*.

Abhängig vom verwendeten Browser erscheint die folgende oder ähnlich lautende Meldung:



Diese Meldung kann gefahrlos bestätigt werden. Sie kommt daher, dass der PQA 2300 ausschließlich über eine SSL-verschlüsselte Verbindung kommuniziert, jedoch kein eigenes Zertifikat hinterlegt wurde. Aus diesem Grund wird ein im Gerät generiertes, selbstsigniertes Zertifikat verwendet, dem ihr Browser nicht vertraut. Durch das Hinzu-

fügen einer Ausnahme in ihrem Browser erscheint diese Meldung jedoch nur einmalig.

2. Mit dem Benutzer **admin** anmelden, das Standardpasswort ab Werk ist **admin**.

ACHTUNG!

Gefahr von Sachschäden!

Falsche Grundeinstellungen des PQA 2300 können im Betrieb zur Zerstörung des Gerätes und ggf. am Relais-Ausgang oder den digitalen Ausgängen angeschlossenen Geräten führen.

– Standardpasswörter nach dem ersten Login ändern.

– Passwörter nicht an unbefugte Personen weitergeben.

---

3. Nach dem ersten Login im Menü **Grundeinstellungen > Passwort ändern** die Standardpasswörter ändern und speichern.
4. Im Menü **Grundeinstellungen > Anschlussart** die Anschlussart und Wandlerverhältnisse einstellen und speichern.
5. Im Menü **Grundeinstellungen > Ethernet / Zeitsynchronisation** die Adressen der Netzwerkeinstellungen einstellen und speichern.
6. Im Menü **Grundeinstellungen > Mail** den Mailserver nach Vorgaben der IT-Abteilung einrichten.
7. Bei Bedarf weitere Grundeinstellungen vornehmen.

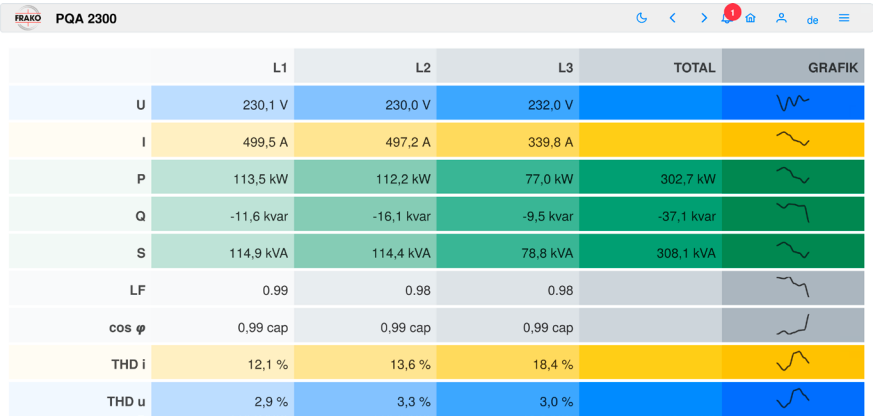
Hinweis

Weitere Erläuterungen zum Menü **Grundeinstellungen** siehe *Abschnitt 6.6.1 „Grundeinstellung“*.

---

6 Webinterface

6.1 Grundlegende Bedienung

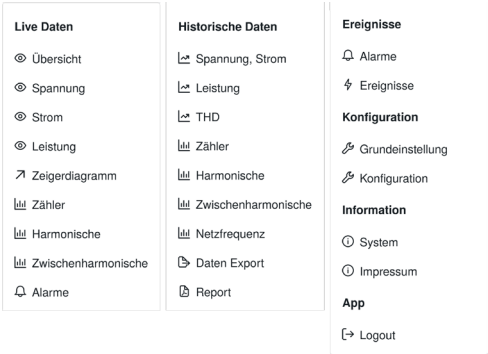


	L1	L2	L3	TOTAL	GRAFIK
U	230,1 V	230,0 V	232,0 V		
I	499,5 A	497,2 A	339,8 A		
P	113,5 kW	112,2 kW	77,0 kW	302,7 kW	
Q	-11,6 kvar	-16,1 kvar	-9,5 kvar	-37,1 kvar	
S	114,9 kVA	114,4 kVA	78,8 kVA	308,1 kVA	
LF	0.99	0.98	0.98		
cos φ	0,99 cap	0,99 cap	0,99 cap		
THD i	12,1 %	13,6 %	18,4 %		
THD u	2,9 %	3,3 %	3,0 %		

Das Webinterface des PQA 2300 blendet dauerhaft eine Navigationsleiste ein. Über diese kann zwischen den einzelnen Funktionen navigiert werden. Jedes Symbol ist hierbei anklickbar:

	Umschaltung dunkler / heller Modus
	Navigation vorwärts / rückwärts
	Anzeige anstehender Alarme (siehe *Abschnitt 6.3.2 „Aktive Alarme“)*
	Zurück zur Übersicht
	Benutzermenü (Ausloggen, Passwort ändern)
de	Sprache ändern
	Hauptmenü (siehe *Abschnitt 6.2 „Hauptmenü“)*
230,5 V	Shortcuts zu den Live Daten (siehe *Abschnitt 6.3 „Live Daten“*)
	Shortcuts zur Historie (siehe *Abschnitt 6.4 „Historische Daten“*)

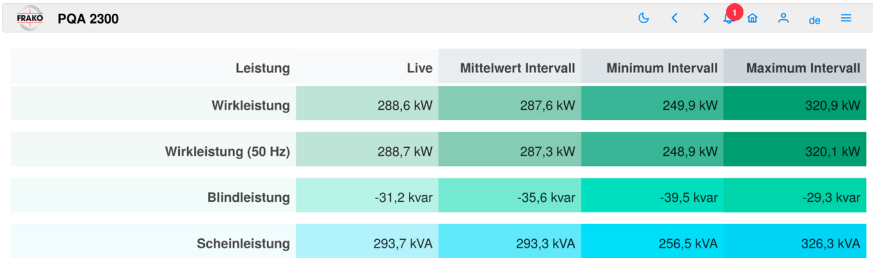
6.2 Hauptmenü



Über das Hauptmenü können alle Funktionen des Geräts erreicht werden. Es ist aufgeteilt in:

- Live Daten (siehe Abschnitt 6.3 „Live Daten“)
- Historische Daten (siehe Abschnitt 6.4 „Historische Daten“)
- Ereignisse (siehe Abschnitt 6.5 „Ereignisse“)
- Konfiguration (siehe Abschnitt 6.6 „Konfiguration“)
- Information (System und Impressum)
- App (Ausloggen)

6.3 Live Daten



Leistung	Live	Mittelwert Intervall	Minimum Intervall	Maximum Intervall
Wirkleistung	288,6 kW	287,6 kW	249,9 kW	320,9 kW
Wirkleistung (50 Hz)	288,7 kW	287,3 kW	248,9 kW	320,1 kW
Blindleistung	-31,2 kvar	-35,6 kvar	-39,5 kvar	-29,3 kvar
Scheinleistung	293,7 kVA	293,3 kVA	256,5 kVA	326,3 kVA

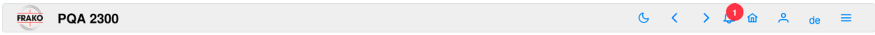
Live Daten gibt es für folgende Ansichten:

- Übersicht
- Spannung (Spannung, Netzfrequenz, THDu und Drehfeld)
- Strom (Strom, THDi und Drehfeld)
- Leistung (Wirkleistung, Blindleistung und Scheinleistung)
- Zeigerdiagramm

– Zähler (Wirkarbeit Bezug, Wirkarbeit Rückspeisung, Blindarbeit induktiv, Blindarbeit kapazitiv und Arbeit)
– Harmonische (ungerade/gerade)
– Zwischenharmonische (L1/L2/L3)
– aktive Alarme (siehe Abschnitt 6.3.2 „Aktive Alarme“)

Die Bilder zeigen exemplarisch die Livedatenansicht der Leistungen.

6.3.1 Live Daten erweitert (Leistung)

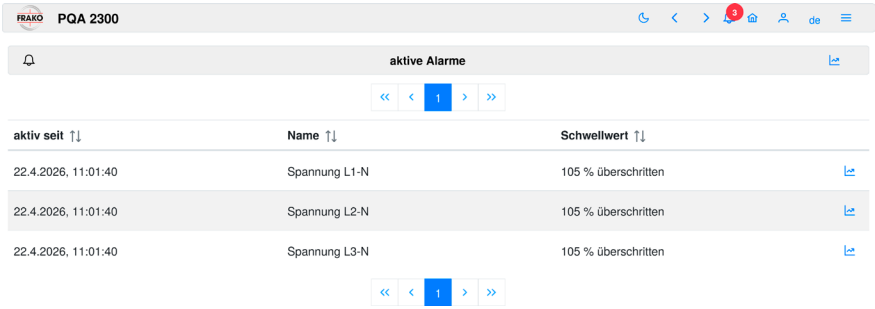


Leistung	Live	Mittelwert Intervall	Minimum Intervall	Maximum Intervall
Wirkleistung	279,8 kW	287,6 kW	249,9 kW	320,9 kW
L1	98,2 kW	108,2 kW	90,9 kW	124,4 kW
L2	107,2 kW	110,7 kW	93,6 kW	126,0 kW
L3	74,5 kW	69,1 kW	56,0 kW	87,9 kW
Leistungsfaktor L1	0.99	0.99	0.98	0.99
Leistungsfaktor L2	0.98	0.98	0.97	0.99
Leistungsfaktor L3	0.97	0.97	0.96	0.98
Wirkleistung (50 Hz)	279,9 kW	287,3 kW	248,9 kW	320,1 kW
Blindleistung	-32,7 kvar	-35,6 kvar	-39,5 kvar	-29,3 kvar
Scheinleistung	285,3 kVA	293,3 kVA	256,5 kVA	326,3 kVA

Standardmäßig ist die Livedatenansicht der Leistungen reduziert, so dass die einzelnen Phasen nicht dargestellt werden. Diese können durch einen Klick auf eine Zeile erweitert und auch wieder reduziert werden.

Für jeden Wert werden neben dem aktuellen Messwert auch die Extrema und der Mittelwert im 10-Minuten Intervall dargestellt.

6.3.2 Aktive Alarme



Ein Klick auf die Glocke in der Navigationsleiste oder im Menü **Live Daten > Alarme** öffnet die Liste der aktuell anstehenden Alarme. Im Fall von aktuell anstehenden Alarmen befindet sich hinter jeder Zeile ein Symbol das beim Anklicken zur Alarmhistorie führt. Diese wird hierbei automatisch entsprechend gefiltert, z. B. auf die 15. Harmonische Spannung.

6.4 Historische Daten

Historische Daten gibt es für folgende Ansichten:

- Spannung, Strom (Spannung, Strom und cos φ für Phase N, Phase Phase und Neutralleiter)
- Leistung (Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung und Leistungsfaktor für gesamt und alle Phasen)
- THD (THDu und THDi)
- Zähler (Wirkarbeit Bezug, Wirkarbeit Rückspeisung, Blindarbeit induktiv, Blindarbeit kapazitiv, Scheinarbeit für intern gesamt und intern alle Phasen)

– Harmonische (ungerade/gerade, Spannung/Strom, L1/L2/L3)
– Zwischenharmonische (H1 - H50, Spannung/Strom, L1/L2/L3)
– Netzfrequenz

Jede Ansicht von historischen Daten ist mit einer Steuerleiste ausgestattet, über welche die Ansicht konfiguriert werden kann. Die hier getätigte Einstellung des Zeitbereichs und des Intervalls bleiben über die verschiedenen Unterseiten erhalten. Wird z. B. in den historischen Spannungsdaten ein Zeitraum und ein Intervall eingestellt, so wird dieses auch in den historischen Leistungsdaten genutzt.

Die wichtigsten Elemente der Bedienleiste für historische Daten sind:

Phase N	Auswahl verschiedener Datensätze
Hüllkurve	Spezielle Ansicht Hüllkurve
← →	Schieben der Ansicht im ausgewählten Zeitraum
	Zoomen der Ansicht im ausgewählten Zeitraum
	Festlegen des angezeigten Zeitraums und des Intervalls
||	Pausieren der automatischen Aktualisierung des Zeitfensters
	Datenexport der aktuellen Ansicht
U L1-N	Übergeordnete Legende, Ein- und Ausblenden einzelner Datenreihen

6.4.1 Zeitbereich und Intervall konfigurieren

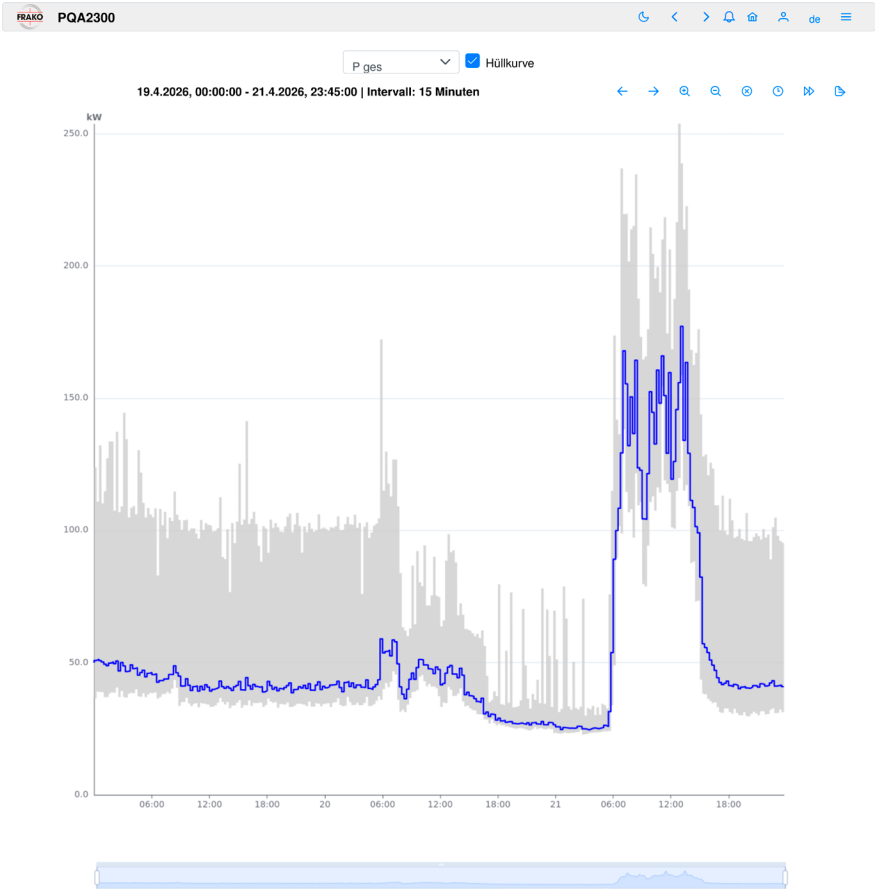
Durch Klicken auf das Uhrsymbol wird das Menü “Zeitbereich” geöffnet. Hier kann entweder aus vorgefertigten Zeitbereichen gewählt werden, oder eine eigener Zeitbereich definiert werden. Für das Aggregationsintervall können je nach Größe des gewählten Zeitbereichs zwischen 3 Sekunden und einem Tag ausgewählt werden.

6.4.2 Navigation in den angezeigten Daten

Der angezeigte Zeitbereich kann auf verschiedene Arten angepasst werden:

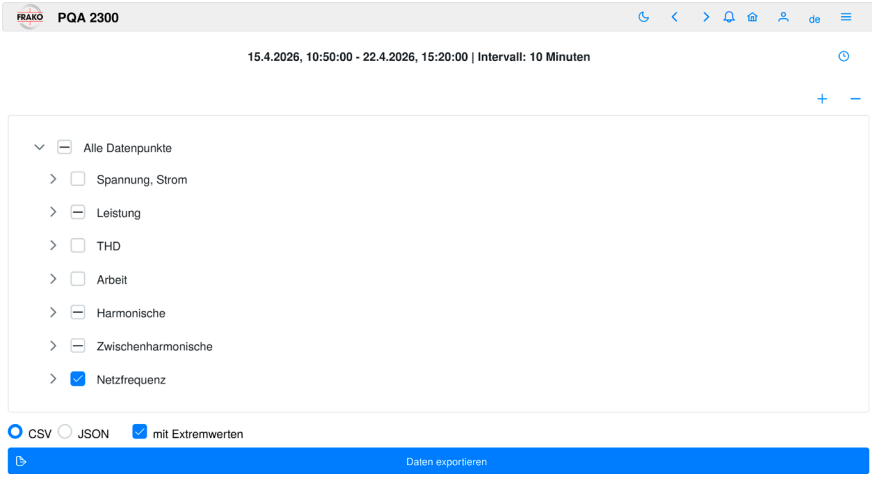
– Mit den Bedienknöpfen in der Steuerleiste (Pfeile und Lupe)
– Mit dem Mauscursor über einem Diagramm das Mausrad drehen, um zu vergrößern oder durch Klicken und Halten verschieben
– Durch Interaktion mit der Übersichtsleiste unterhalb der Diagramme
– Auf Touch-Geräten mit der Zwei-Finger-Geste und durch Wischen über das Diagramm

6.4.3 Hüllkurvendarstellung



Für ausgewählte Daten steht die Darstellung mittels einer Hüllkurve zur Verfügung. Da hier die Minima und Maxima mit angezeigt werden, können Ausreißer sehr gut erkannt werden, beispielhaft gezeigt für eine Wirkleistung über einen Tag.

6.4.4 Daten Export



Der PQA 2300 bietet die Möglichkeit, historische Daten direkt zu exportieren. Als Formate stehen CSV oder JSON zur Verfügung. Zeitbereich, Intervall und zu exportierende Datenreihen können frei gewählt werden.

6.4.5 Report

Der PQA 2300 bietet die Möglichkeit einen Report nach Folgenden Normen erzeugen zu lassen:

- EN 50160
- EN 61000-2-2
- EN 61000-2-4 Class 1
- EN 61000-2-4 Class 2
- EN 61000-2-4 Class 3

Der Zeitbereich ist frei wählbar. Nach einstellen des Zeitbereichs und einem Klick auf **Report erzeugen** werden die Messdaten auf dem Gerät analysiert, ein Report im PDF-Format erzeugt und zum Download angeboten.

6.5 Ereignisse

Ereignisse sind temporär auftretende Veränderungen der Versorgungsspannung, welche das PQA 2300 erkennen und aufzeichnen kann. Hierzu gehören Einbrüche, Überhöhungen, Unterbrechungen sowie Spannungstransienten. Jeder Ereignistyp kann konfiguriert werden und zeichnet auf Wunsch einen hochaufgelösten Störschrieb mit der maximalen Samplerate des Geräts auf. Die Vor- und Nachlaufzeit sind einstellbar. Es werden alle Messkanäle aufgezeichnet, auch die Ströme.

Im Menü **Konfiguration** kann definiert werden, ab welchen Grenzwerten ein Ereignis erkannt wird (siehe *Abschnitt 6.6.2.2 „Ereignisse Spannung“*) und welche Aktion erfolgen soll (siehe *Abschnitt 6.6.2.3 „Alarm Management“*).

6.5.1 Einbrüche und Überhöhungen

Die drei Außenleiterspannungen werden für Spannungseinbrüche und Spannungsüberhöhungen nach den Kriterien der DIN EN 61000-4-30 Klasse A bewertet. Der anzugebende Schwellwert in Prozent bezieht sich auf die konfigurierte Netznennspannung. Ein Spannungseinbruch oder eine Spannungsüberhöhung beginnt mit der ersten Phase, die den Schwellwert unterschreitet und endet mit der letzten Phase die den Schwellwert (plus Hysterese) wieder überschreitet. Wurde der Störschrieb konfiguriert, so wird jeweils der Beginn und das Ende des Ereignisses aufgezeichnet.

6.5.2 Unterbrechungen

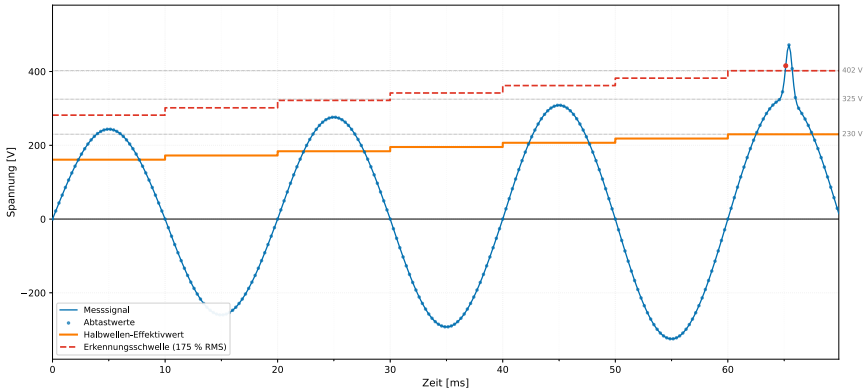
Die drei Außenleiterspannungen werden für Spannungsunterbrechungen nach den Kriterien der DIN EN 61000-4-30 Klasse A bewertet. Der anzugebende Schwellwert in Prozent bezieht sich auf die konfigurierte Netznennspannung. Eine Unterbrechung beginnt, wenn alle drei Außenleiter den konfigurierten Grenzwert unterschreiten und endet, wenn mindestens eine Außenleiterspannung wieder über den Grenzwert (plus Hysterese) ansteigt.

6.5.3 Transienten

Transienten sind kurzzeitige, schnelle Änderungen der Spannung auf einem oder mehreren Außenleitern.

Der PQA 2300 stellt zwei Methoden zur Detektion von Spannungstransienten zur Verfügung. Beide können parallel betrieben werden. Bei beiden Methoden wird jeder Abtastwert (Samplerate siehe *Abschnitt 3 „Technische Daten“*) der drei Außenleiterspannungen überwacht. Im Gegensatz zur Erkennung von Einbrüchen, Überhöhungen und Unterbrechungen existiert hier kein Beginn und Ende eines Ereignisses. Ein Störschrieb besteht damit auch nur aus einer Aufzeichnung.

6.5.3.1 Absolutwert-Modus



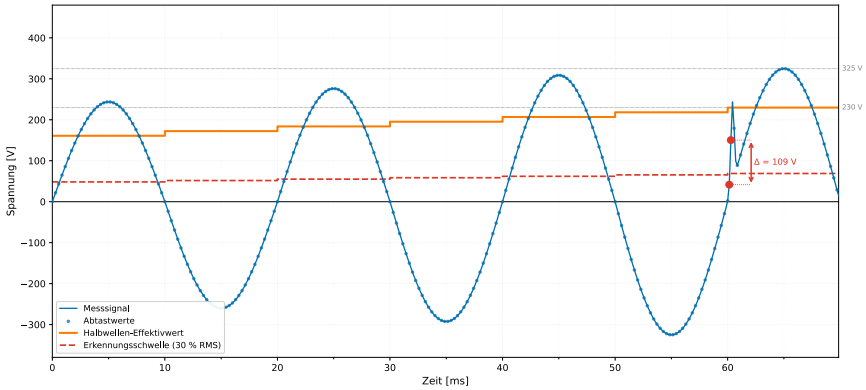
Ein transientes Ereignis liegt vor, wenn der Betrag eines Abtastwerts um den konfigurierten Schwellwert über dem letzten Halbwellen-Effektivwert liegt.

Die Abbildung zeigt einen eingestellten Schwellwert von 175% des letzten Halbwellen-Effektivwerts. Die daraus resultierende Erkennungsschwelle und der auslösende Abtastwert sind in Rot dargestellt. Dieser Modus ist in der Lage Transienten mit geringer Flankensteilheit aber hohem Pegel zu detektieren.

Hinweis

Bei angenommenen rein sinusförmigen Spannungen liegt die Spitze der Sinuswelle um den Faktor 1,41 (Wurzel 2) über dem Effektivwert. Bei einem (theoretischen) eingestellten Schwellwert für die Erkennung einer Transienten von 141% würde für jede Sinuswelle eine Transiente detektiert werden. Aus diesem Grund ist der kleinste einstellbare Schwellwert auf 150% festgelegt. Dieser Wert ist abhängig von den Netzverhältnissen weiter zu erhöhen, um nicht erwünschte Erkennungen zu unterdrücken.

6.5.3.2 Delta-Modus



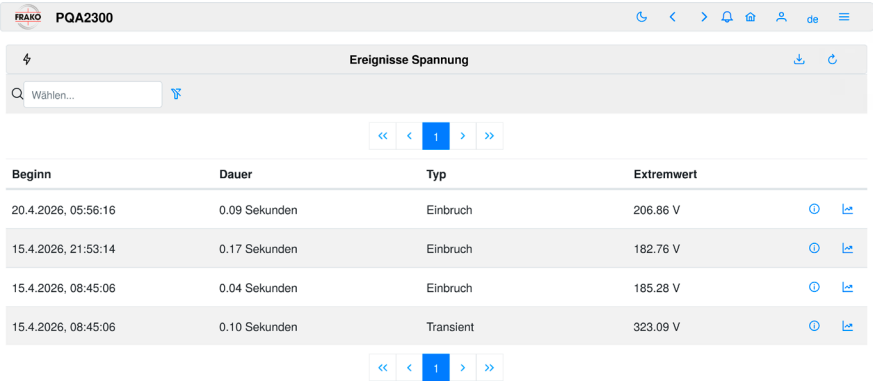
Ein transientes Ereignis liegt vor, wenn die Differenz von zwei aufeinanderfolgenden Abtastwerten um den konfigurierten Schwellwert über dem letzten Halbwellen-Effektivwert liegt.

Die Abbildung zeigt einen eingestellten Schwellwert von 30% des letzten Halbwellen-Effektivwerts. Die daraus resultierende Erkennungsschwelle und die auslösenden Abtastwerte sind in Rot dargestellt. Dieser Modus ist in der Lage Transienten mit hoher Flankensteilheit unabhängig von ihrem absoluten Pegel zu detektieren.

Hinweis

Bei angenommenen rein sinusförmigen Spannungen befindet sich die maximale Steilheit im Nulldurchgang. Bei einer Außenleiterspannung von 230 V und einer Abtastrate von 7,5 kS/s beträgt die Spannungsdifferenz zwischen zwei Abtastwerten nahe des Nulldurchgangs ungefähr 15 V. Dies entspricht ca. 6,5 % der Netznennspannung. Bei einem Schwellwert für die Erkennung einer Transienten von 6,5 % würde für jeden Nulldurchgang eine Transiente detektiert werden. Erhöhte Außenleiterspannungen oder Oberwellen können die maximale Flankensteilheit des legitimen Spannungsverlaufs erheblich steigern. Aus diesem Grund wurde der kleinste einstellbare Schwellwert auf 25 % festgelegt. Dieser Wert ist abhängig von den Netzverhältnissen weiter zu erhöhen, um nicht erwünschte Erkennungen zu unterdrücken.

6.5.4 Anzeige und Analyse von aufgetretenen Ereignissen

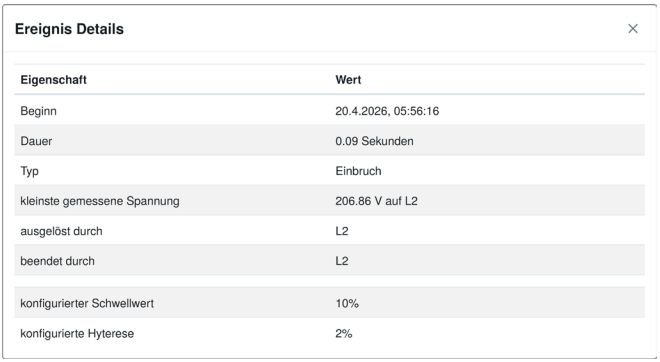


Über das Webinterface des PQA 2300 können aufgetretene Ereignisse eingesehen werden.

Es wird eine Liste aller aufgezeichneten Ereignisse angezeigt. Die Liste kann per Freitext beliebig gefiltert werden, beispielsweise mit einer Jahreszahl, einem vollständigen Datum oder einem Ereignistyp.

- Ereignis Details (siehe *Abschnitt 6.5.4.1 „Ereignis Details“*)
- Störschrieb (siehe *Abschnitt 6.5.4.2 „Störschrieb“*)

6.5.4.1 Ereignis Details

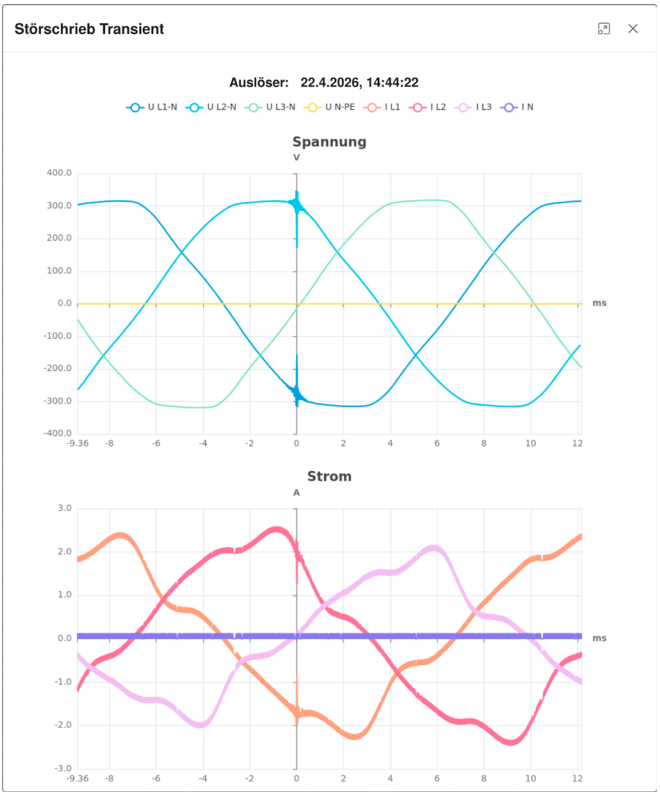


Ereignis Details

Eigenschaft	Wert
Beginn	20.4.2026, 05:56:16
Dauer	0.09 Sekunden
Typ	Einbruch
kleinste gemessene Spannung	206.86 V auf L2
ausgelöst durch	L2
beendet durch	L2
konfigurierter Schwellwert	10%
konfigurierte Hyterese	2%

Ein Klick auf das Infosymbol am Ende einer Zeile blendet die Details zum jeweiligen Ereignis ein. Da sich im Lauf der Zeit die Konfiguration von Schwellwerten ändern können, werden diese hier ebenfalls mit angezeigt.

6.5.4.2 Störschrieb



Ein Klick auf das Diagrammsymbol am Ende einer Zeile blendet den aufgezeichneten Störschrieb ein. Er kann wie die Kurvenformen von historischen Daten zur Analyse gezoomt und verschoben werden. Einzelne Wertereihen können ein- und ausgeblendet werden. Bei allen Ereignissen außer Transienten kann zwischen den Aufzeichnungen von Anfang und Ende des Ereignisses umgeschaltet werden.

6.6 Konfiguration

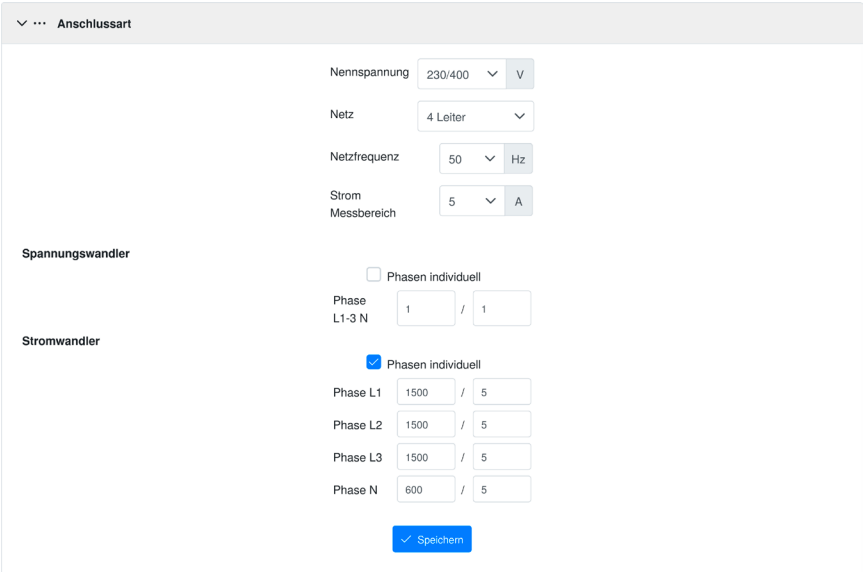
6.6.1 Grundeinstellung

Die Grundeinstellungen können nur von dem Benutzer **admin** verändert werden. Es gibt folgende Menüs:

- Anschlussart (siehe Abschnitt 6.6.1.1 „Anschlussart“)
- Ethernet / Zeitsynchronisation (siehe Abschnitt 6.6.1.2 „Ethernet / Zeitsynchronisation“)
- Firewall (siehe Abschnitt 6.6.1.3 „Firewall“)
- Mail (siehe Abschnitt 6.6.1.4 „Mail“)
- Serielle Schnittstelle (siehe Abschnitt 6.6.1.5 „Serielle Schnittstelle“)
- Digitale Ausgänge (siehe Abschnitt 6.6.1.6 „Digitale Ausgänge“)

– Digitale Eingänge (siehe Abschnitt 6.6.1.7 „Digitale Eingänge“)
– Daten löschen (einzelne oder alle Daten löschen)
– Firmware Update (nach Updates suchen und Updates installieren)
– Passwort ändern (siehe Abschnitt 6.6.1.8 „Passwort ändern“)

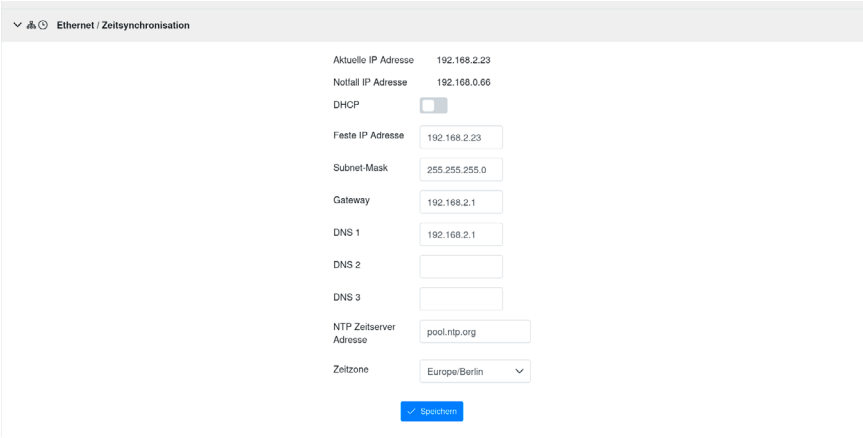
6.6.1.1 Anschlussart



Die Angabe von Strom- und Spannungswandlerverhältnis ist Voraussetzung für die korrekte Anzeige von Spannungs-, Strom- und daraus resultierenden Leistungswerten.

Es können individuelle Werte hinterlegt werden, z. B. wenn unterschiedliche Wandlerverhältnisse pro Phase benötigt werden oder die Nennspannung nicht 400V oder 690V beträgt. Hierzu für die Nennspannung den Punkt **manuell** wählen, worauf weitere Einstellungen eingeblendet werden. Dies gilt analog für die Wandlerverhältnisse.

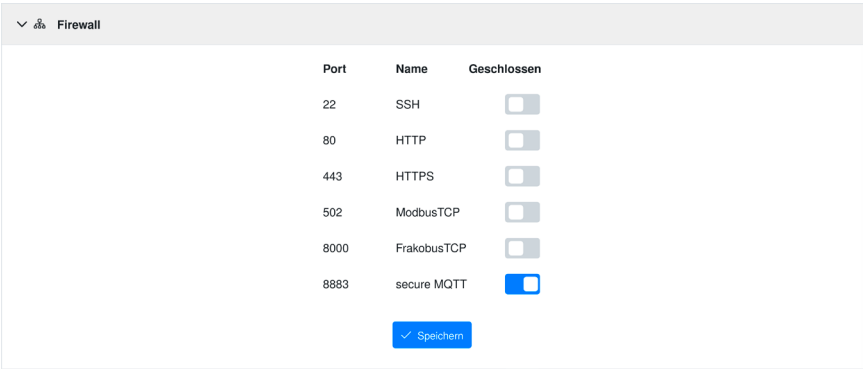
6.6.1.2 Ethernet / Zeitsynchronisation



Um die Uhrzeit korrekt nachzuführen, ist ein NTP-Zeitserver obligatorisch. Ohne Zeitstempel ist der PQA 2300 nicht in der Lage den Gangfehler seiner internen Echtzeituhr zu korrigieren, was zur falschen Zuordnung von Messdaten und Zeit führt.

Wichtig ist, dass der hinterlegte Zeitserver korrekt und für das Messgerät erreichbar ist. Die IT-Abteilung sollte hierüber Auskunft geben können. Als Standardwert ist pool.ntp.org hinterlegt. Dieser funktioniert sehr zuverlässig, das Gerät benötigt dann jedoch Internetzugriff.

6.6.1.3 Firewall



Im Menüpunkt Firewall können einzelne Dienste des Gerätes gesperrt werden. Diese Funktion wird benötigt, um etwaige Richtlinien der IT-Abteilung umzusetzen.

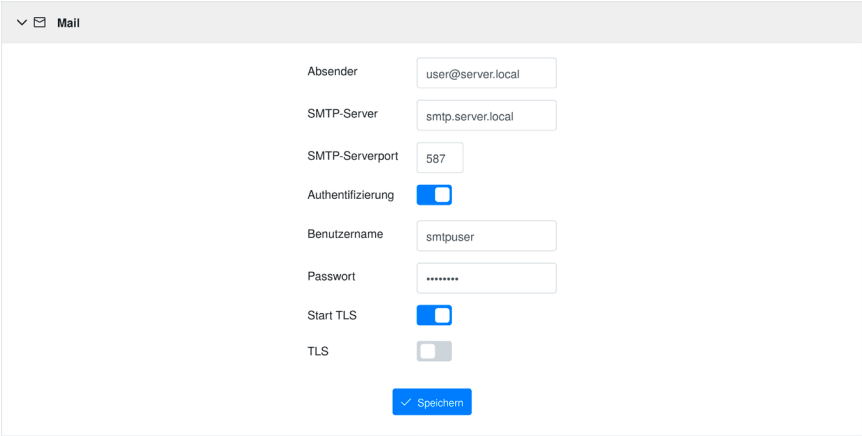
Hinweis

Falsche Einstellungen in der Firewall können den Zugang zum PQA 2300 dauerhaft verhindern. Sollten Port 443 und 22 geschlossen werden ist es auch für FRAKO Servicemitarbeiter nicht mehr möglich, auf das Gerät zuzugreifen und es muss zur Reparatur eingesendet werden.

Die Ports sind mit folgenden Diensten verbunden:

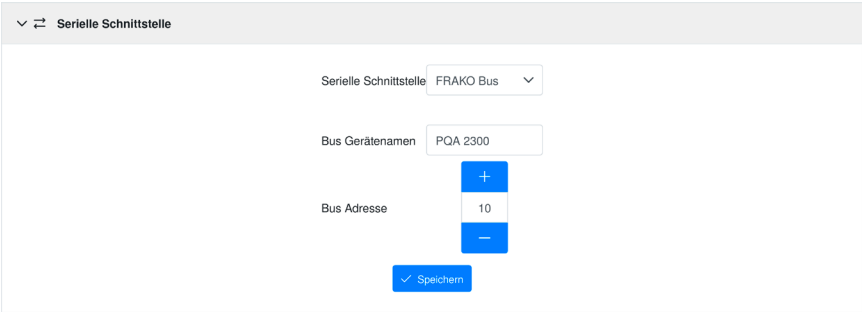
- Port 22 – SSH
  Ein Protokoll über das im Servicefall mit Zustimmung des Kunden auf das Gerät zugegriffen werden kann. Der Zugriff ist der Firma FRAKO vorbehalten. Eine Verbindung ist ausschließlich lokal (aus demselben Netzwerk heraus) möglich. Ein Zugriff auf das Gerät von außen ist technisch nicht möglich. FRAKO kann diese Schnittstelle jedoch in einer Fernwartung (z. B. per TeamViewer) nutzen, um eine tiefgehende Fehleranalyse durchzuführen.
- Port 80 – HTTP
  Der unverschlüsselte Port des Webinterfaces. Dieser leitet auf den verschlüsselten Port 443 um und kann gefahrenlos geschlossen werden. Ein direkter Zugriff per https://IP_ADDRESSE/ ist dann noch immer möglich.
- Port 443 – HTTPS
  Auf diesen Port läuft das Webinterface. Wird er geschlossen, ist das Gerät nicht mehr über das Webinterface erreichbar.
- Port 502 – Modbus TCP
  Wenn Modbus TCP nicht genutzt wird, kann dieser Port gefahrlos geschlossen werden.
- Port 8883 – Secure MQTT
  Wenn MQTT nicht genutzt wird, kann dieser Port gefahrlos geschlossen werden.

6.6.1.4 Mail



Der PQA 2300 unterstützt Authentifizierung, sowie TLS.

6.6.1.5 Serielle Schnittstelle



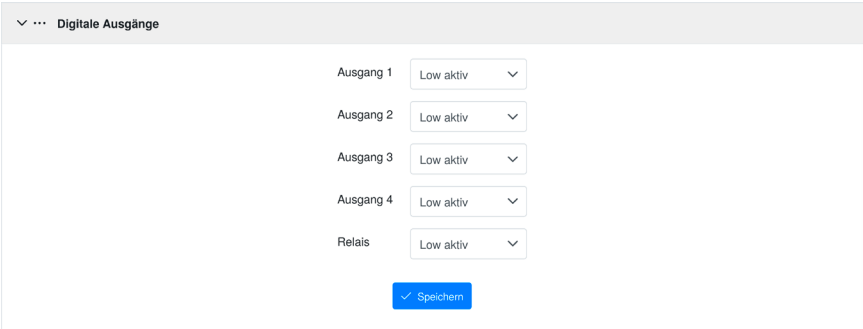
In diesdem Menü wird der RS485 Bus konfiguriert. Der PQA 2300 unterstützt zwei Protokolle:

- Modbus RTU
  (Remote Terminal Unit), ein weit verbreitetes serielles Kommunikationsprotokoll für Datenübertrageung über RS485-Schnittstellen.
- FRAKO Bus
  stellt die Kompatibilität der Datenpunkte mit dem Vorgängergerät EM PQ-2300 her. Es kann damit 1:1 durch einen PQA 2300 ersetzt werden und ein vorhandenes FRAKO EM-System erhält seine Daten nun vom PQA 2300.

Hinweis

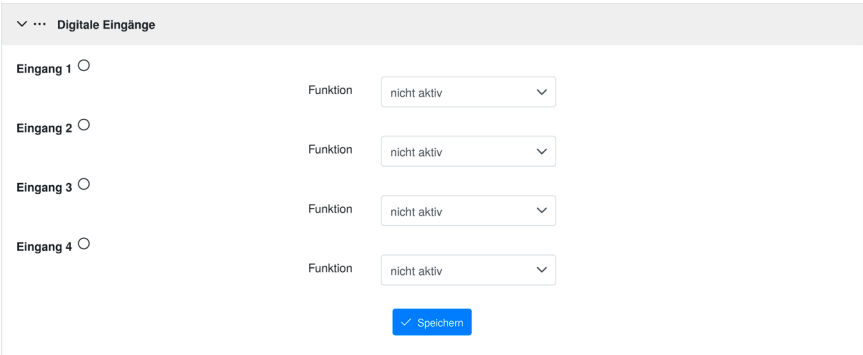
Im Gegensatz zum EM PQ-2300 ist der Zugriff auf der PQA 2300 per FRAKO Bus nur lesend möglich. Eine Gerätekonfiguration über die FRAKO System SW ist nicht vorgesehen. Der Bus Gerätename und die Bus Adresse müssen über das Webinterface konfiguriert werden.

6.6.1.6 Digitale Ausgänge



Unter diesem Menüpunkt werden die Digitalausgänge des PQA 2300 konfiguriert. Jeder Ausgang kann in seinem Verhalten invertiert werden.

6.6.1.7 Digitale Eingänge



In diesem Menü wird die Funktion der digitalen Eingänge eingestellt. Der Kreis nach den Namen der Eingänge zeigt den aktuellen Status des Eingangs live an:

weiß „aus“ = Eingang offen

grün „an“ = Eingang geschlossen

Falls beim jeweiligen Eingang „Invertierung“ aktiv ist, verhalten sich die Kreise umgekehrt.

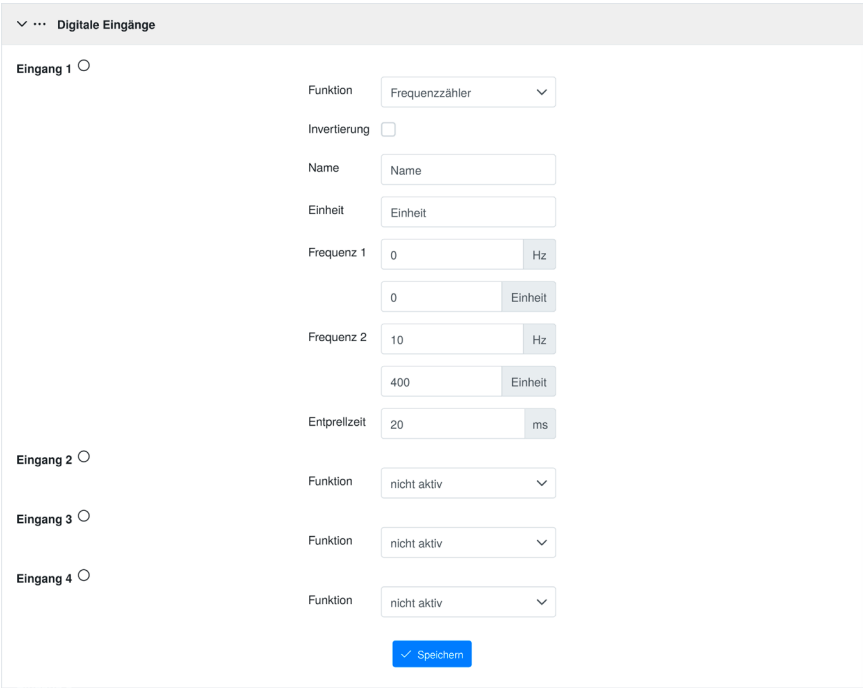
Es gibt folgende Funktionen:

– Nicht aktiv
  Der Eingang wird nicht verwendet.
– Tarifumschaltung
  Der Eingang schaltet den Energiezähler von Tarif 1 auf Tarif 2 um. Durch Setzen von Invertierung wird die negative Signalflanke detektiert, also ein Wechsel von Eins auf Null.
– Mengenzähler
  Ein Impuls am Eingang entspricht einer definierten Einheit und Menge. Im Beispiel entspricht jede Signalflanke von Null auf Eins einer Wertigkeit von 0,1m³. Durch Setzen von Invertierung wird die negative Signalflanke ausgewertet, also ein Wechsel von Eins auf Null. In der Regel sollte die eingestellte Entprellzeit von 20ms ausreichen, um die Signalintegrität sicherzustellen. Sollten doppelt gezählte Flanken auftreten, kann hier die Entprellzeit erhöht werden. Ein Wert von 20ms bedeutet, dass ein Impuls erst dann gezählt wird, wenn er mindestens 20ms stabil angelegen hat.

Hinweis

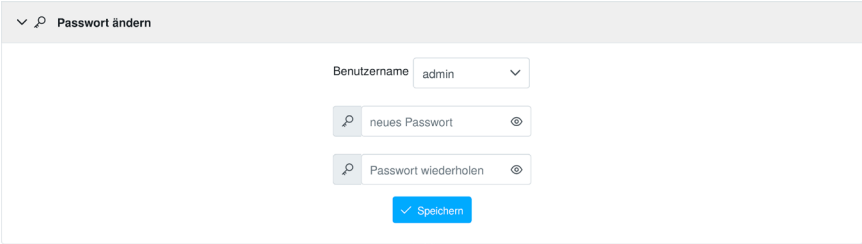
Eine Erhöhung der Entprellzeit führt zur Reduktion der maximal erfassbaren Impulsfrequenz. Deshalb musss immer die höchste zu erwartende Impulsfrequenz beachtet werden.

– Frequenzzähler
  Die Impulsfrequenz des Eingangs entspricht einer bestimmtem Wertigkeit. Der PQA 2300 unterstützt nur lineare Zusammenhänge, das bedeutet dass die doppelte Frequenz immer der doppelten Wertigkeit entspricht. Es können zwei Punkte definiert werden, wobei in den allermeisten Fällen Frequenz 1 auf Null steht.



In dieser beispielhaften Konfiguration führt eine Frequenz von 10Hz am digitalen Eingang zu einer Wertigkeit von 400 Einheiten. Eine Frequenz von 0Hz entspricht einem Wert von 0 Einheiten. Hieraus folgt z. B., dass eine Frequenz von 5Hz einer Wertigkeit von 200 Einheiten entspricht.

6.6.1.8 Passwort ändern



Es existieren zwei feste, nicht veränderbare Benutzer: admin und user. Der Benutzer **admin** hat ab Werk das Passwort **admin**. Der Benutzer **user** hat das Passwort **user**.

Der Benutzer **user** hat eingeschränkte Rechte und kann keine Einstellungen verändern.

Das Webinterface fordert im Fall von gesetzten Standardpasswörtern prominent zur Änderung auf!

ACHTUNG!

Gefahr von Sachschäden!

Falsche Grundeinstellungen des PQA 2300 können im Betrieb zur Zerstörung des Gerätes und ggf. am Relais-Ausgang oder den digitalen Ausgängen angeschlossenen Geräten führen.

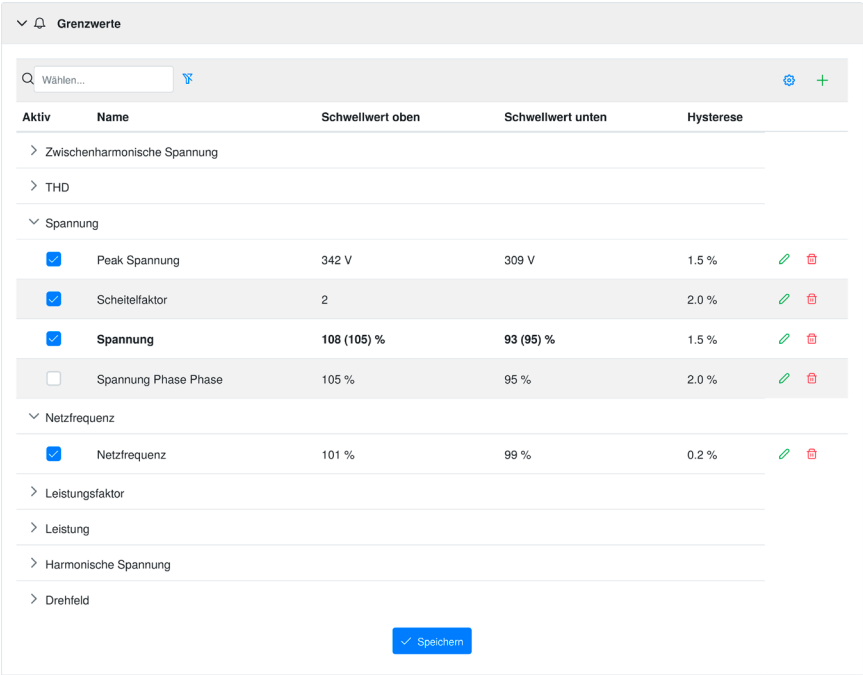
– Standardpasswörter nach dem ersten Login ändern.

– Passwörter nicht an unbefugte Personen weitergeben.

6.6.2 Konfiguration

Der PQA 2300 bietet die Möglichkeit, Alarmgruppen zu definieren, auf deren Grundlage individuelle Aktionen ausgeführt werden. Es kann definiert werden, welche Ausgänge im Alarmfall geschalten und ob eine E-Mail versendet werden soll.

6.6.2.1 Grenzwerte



Unter diesem Menüpunkt kann für jeden Messwert ein Schwellwert hinterlegt werden. Es besteht die Möglichkeit, alle Grenzwerte auf Werkseinstellungen zurückzusetzen oder vordefinierte Standardeinstellungen für Harmonische zu laden. Alle Änderungen müssen durch einen Klick auf **Speichern** an das Messgerät gesendet werden.

Vordefinierte Sätze von Grenzwerten oder Werkseinstellungen laden

Bei einem Klick auf Übernehmen werden die entsprechenden schon konfigurierten Grenzwerte überschrieben.

Hinzufügen und Löschen von individuellen Grenzwerten

Bereits konfigurierte Messwerte werden nicht angezeigt. Die Schwellwerte werden mit den Standardwerten ausgefüllt. Diese können jetzt oder auch später jederzeit verändert werden.

Aktivieren und Deaktivieren von individuellen Grenzwerten

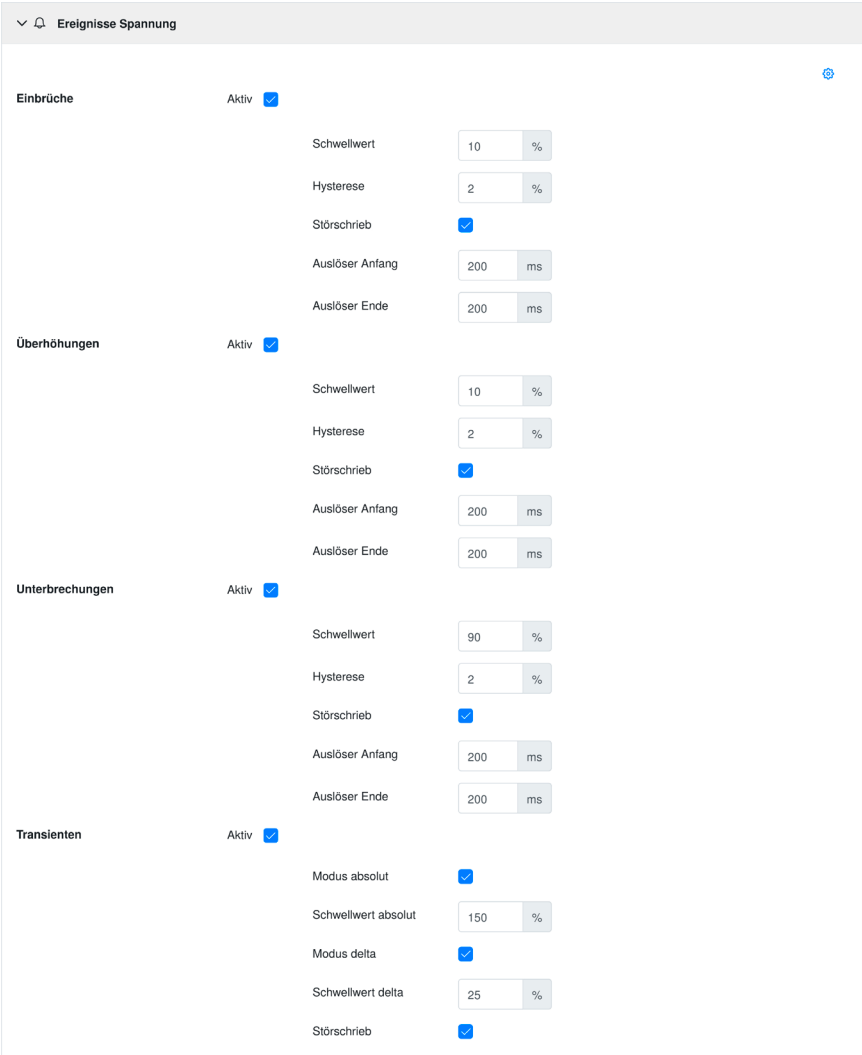
Grenzwerte können „aktiviert“ oder „deaktiviert“ hinzugefügt werden, dafür muss der Haken vor dem Wert gesetzt oder entfernt werden.

Grenzwerte die nicht dem hinterlegten Standardwert entsprechen werden automatisch hervorgehoben und der Standardwert in Klammern mit angezeigt.

Grenzwert bearbeiten

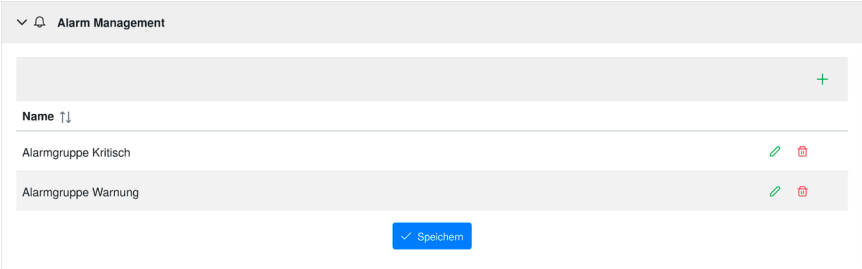
Grenzwert löschen

6.6.2.2 Ereignisse Spannung



Dieses Menü beinhaltet die Einstellungen für die Erkennung und Aufzeichnung von Spannungsereignissen. Für jeden Ereignistyp kann separat entschieden werden, ob ein Störschrieb erstellt werden soll und wie viel Vor- und Nachlaufzeit dieser beinhalten soll. Die Ereignistypen und die Funktion der Schwellwerte sind ausführlich in Kapitel 6.5 beschrieben.

6.6.2.3 Alarm Management



Alarmgruppen definieren die auszulösenden Aktionen beim Überschreiten eines oder mehrerer Grenzwerte.

+ Anlegen von Alarmgruppen

  Es können Namen vergeben, aus vordefinierten Gruppen und Einzelwerten ausgewählt werden, auf welche Werte die Gruppe reagieren soll und die auszuführenden Aktionen festlegt werden.

Alarmgruppe **bearbeiten**

Alarmgruppe **löschen**

7 Betrieb

Beim Betrieb des Gerätes sind folgende Punkte zu beachten:

- Das Gerät immer im geschlossenen Schaltschrank 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.

8 Reinigung und Wartung

8.1 Sicherheit bei der Reinigung und Wartung

WARNUNG!

Gefahr durch elektrische Spannung!

Im Inneren des Gehäuses liegen lebensgefährliche Spannungen an. Durch das Berühren spannungsführender Teile an den Zuleitungen und Anschlüssen können ernsthafte Verletzungen bis hin zum Tod entstehen.

- Das Gehäuse nicht öffnen.
- Während der Reinigung und Wartung den PQA 2300 und die Anlage spannungsfrei schalten.
- Die Anlage gegen Wiedereinschalten sichern.
- Die Spannungsfreiheit aller Anschlüsse prüfen.
- Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken.

8.2 Reinigung

Das Gerät darf nur mit einem trockenen Tuch gereinigt werden. Von der Verwendung von aggressiven oder scheuernden Reinigungs- oder Lösungsmitteln ist abzusehen.

8.3 Wartung

Der PQA 2300 enthält keine Bauteile, die einer Wartung unterzogen werden müssen.

9 Außerbetriebnahme, Demontage, Lagerung, Entsorgung

9.1 PQA 2300 außer Betrieb nehmen

WARNUNG!

Gefahr durch elektrische Spannung!

Durch das Berühren spannungsführender Teile an den Zuleitungen und Anschlüssen können ernsthafte Verletzungen bis hin zum Tod entstehen.

– Montage, Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme des PQA 2300 dürfen nur von ausgebildeten Fachkräften vorgenommen werden, die auch den Inhalt dieser Betriebsanleitung kennen und verstehen.

– Zur Außerbetriebnahme den PQA 2300 und die Anlage spannungsfrei schalten.

– Die Anlage gegen Wiedereinschalten sichern.

– Die Spannungsfreiheit aller Anschlüsse prüfen.

– Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken.

VORSICHT!

Gefahr durch Hitze

Klemmanschlüsse können sich im Betrieb erwärmen, das kann zu Verbrennungen führen.

– Nachdem der PQA 2300 in Betrieb war, vor Arbeiten an den Klemmanschlüssen, dem PQA 2300 und seinen Anschlüssen eine ausreichende Zeit zum Abkühlen geben.

ACHTUNG!

Gefahr von Sachschäden!

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

– Alle abgetrennten Leitungen einzeln isolieren und gegen versehentliches Berühren von spannungsführenden sowie von elektrisch leitfähigen Teilen schützen.

1. Stromwandler kurzschließen.
2. Alle spannungsführenden Zuleitungen vom Gerät trennen.
3. Alle abgetrennten Leitungen untereinander einzeln isolieren und gegen versehentliches Berühren von spannungsführenden sowie von elektrisch leitfähigen Teilen schützen.

9.2 PQA 2300 demontieren

Der PQA 2300 ist mit vier orangenen Clips auf der Hutschiene befestigt.

1. Mit einem Schraubendreher die vier Haltenasen lösen bis sie hörbar einrasten.
2. PQA 2300 von der Tragschiene entnehmen.

9.3 Lagerung

– Der PQA 2300 muss an einem sauberen staubfreien und trockenen Ort gelagert werden.
– Die Lagertemperatur darf im Bereich von –20 °C bis +80 °C liegen.

9.4 Entsorgung

Ein nicht mehr benötigtes elektronisches Gerät muss fachgerecht entsorgt werden.

ACHTUNG!

Gefahr von Sachschäden!

Umweltschäden bei falscher Entsorgung.

– Gerät umweltgerecht entsprechend den landesspezifischen Vorschriften entsorgen.

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

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
www.frako.com

FRAKO 55-02820/06/26 Technische Änderungen vorbehalten