FLUKE®

1760
Power Quality Recorder

Bedienungshandbuch

June 2006 Rev. 2, 5/10 (German)
© 2006-2010 Fluke Corporation, All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.
All product names are trademarks of their respective companies

BEGRENZTE GEWÄHRLEISTUNG UND HAFTUNGSBESCHRÄNKUNG

Fluke gewährleistet, daß jedes Fluke-Produkt unter normalem Gebrauch und Service frei von Material- und Fertigungsdefekten ist. Die Garantiedauer beträgt 2 Jahre ab Versanddatum. Die Garantiedauer für Teile, Produktreparaturen und Service beträgt 90 Tage. Diese Garantie wird ausschließlich dem Ersterwerber bzw. dem Endverbraucher geleistet, der das betreffende Produkt von einer von Fluke autorisierten Verkaufsstelle erworben hat, und erstreckt sich nicht auf Sicherungen, Einwegbatterien oder andere Produkte, die nach dem Ermessen von Fluke unsachgemäß verwendet, verändert, verschmutzt, vernachlässigt, durch Unfälle beschädigt oder abnormalen Betriebsbedingungen oder einer unsachgemäßen Handhabung ausgesetzt wurden. Fluke garantiert für einen Zeitraum von 90 Tagen, daß die Software im wesentlichen in Übereinstimmung mit den einschlägigen Funktionsbeschreibungen funktioniert und daß diese Software auf fehlerfreien Datenträgern gespeichert wurde. Fluke übernimmt jedoch keine Garantie dafür, daß die Software fehlerfrei ist und störungsfrei arbeitet.

Von Fluke autorisierte Verkaufsstellen werden diese Garantie ausschließlich für neue und nicht benutzte, an Endverbraucher verkaufte Produkte leisten. Die Verkaufsstellen sind jedoch nicht dazu berechtigt, diese Garantie im Namen von Fluke zu verlängern, auszudehnen oder in irgendeiner anderen Weise abzuändern. Der Erwerber hat nur dann das Recht, aus der Garantie abgeleitete Unterstützungsleistungen in Anspruch zu nehmen, wenn er das Produkt bei einer von Fluke autorisierten Vertriebsstelle gekauft oder den jeweils geltenden internationalen Preis gezahlt hat. Fluke behält sich das Recht vor, dem Erwerber Einfuhrgebühren für Ersatzteile in Rechnung zu stellen, wenn dieser das Produkt in einem anderen Land zur Reparatur anbietet, als dem Land, in dem er das Produkt ursprünglich erworben hat.

Flukes Garantieverpflichtung beschränkt sich darauf, daß Fluke nach eigenem Ermessen den Kaufpreis ersetzt oder aber das defekte Produkt unentgeltlich repariert oder austauscht, wenn dieses Produkt innerhalb der Garantiefrist einem von Fluke autorisierten Servicezentrum zur Reparatur übergeben wird.

Um die Garantieleistung in Anspruch zu nehmen, wenden Sie sich bitte an das nächstgelegene und von Fluke autorisierte Servicezentrum, um Rücknahmeinformationen zu erhalten, und senden Sie dann das Produkt mit einer Beschreibung des Problems und unter Vorauszahlung von Fracht- und Versicherungskosten (FOB Bestimmungsort) an das nächstgelegene und von Fluke autorisierte Servicezentrum. Fluke übernimmt keine Haftung für Transportschäden. Im Anschluß an die Reparatur wird das Produkt unter Vorauszahlung von Frachtkosten (FOB Bestimmungsort) an den Erwerber zurückgesandt.Wenn Fluke jedoch feststellt, daß der Defekt auf Vernachlässigung, unsachgemäße Handhabung, Verschmutzung, Veränderungen am Gerät, einen Unfall oder auf anormale Betriebsbedingungen, einschließlich durch außerhalb der für das Produkt spezifizierten Belastbarkeit verursachten Überspannungsfehlern, zurückzuführen ist, wird Fluke dem Erwerber einen Voranschlag der Reparaturkosten zukommen lassen und erst die Zustimmung des Erwerbers einholen, bevor die Arbeiten begonnen werden. Nach der Reparatur wird das Produkt unter Vorauszahlung der Frachtkosten an den Erwerber zurückgeschickt, und es werden dem Erwerber die Reparaturkosten und die Versandkosten (FOB Versandort) in Rechnung gestellt.

DIE VORSTEHENDEN GARANTIEBESTIMMUNGEN STELLEN DEN EINZIGEN UND ALLEINIGEN RECHTSANSPRUCH AUF SCHADENERSATZ DES ERWERBERS DAR UND GELTEN AUSSCHLIESSLICH UND AN STELLE VON ALLEN ANDEREN VERTRAGLICHEN ODER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNGSPFLICHTEN, EINSCHLIESSLICH - JEDOCH NICHT DARAUF BESCHRÄNKT - DER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNG DER MARKTFÄHIGKEIT, DER GEBRAUCHSEIGNUNG UND DER ZWECKDIENLICHKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN EINSATZ.FLUKE HAFTET NICHT FÜR SPEZIELLE, UNMITTELBARE, MITTELBARE, BEGLEIT- ODER FOLGESCHÄDEN ODER VERLUSTE, EINSCHLIESSLICH VERLUST VON DATEN, UNABHÄNGIG VON DER URSACHE ODER THEORIE.

Angesichts der Tatsache, daß in einigen Ländern die Begrenzung einer gesetzlichen Gewährleistung sowie der Ausschluß oder die Begrenzung von Begleit- oder Folgeschäden nicht zulässig ist, kann es sein, daß die obengenannten Einschränkungen und Ausschlüsse nicht für jeden Erwerber gelten.Sollte eine Klausel dieser Garantiebestimmungen von einem zuständigen Gericht oder einer anderen Entscheidungsinstanz für unwirksam oder nicht durchsetzbar befunden werden, so bleiben die Wirksamkeit oder Durchsetzbarkeit irgendeiner anderen Klausel dieser Garantiebestimmungen von einem solchen Spruch unberührt.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
USA

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
Niederlande

11/99

Zur Registrierung der Software register.fluke.com besuchen.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Titel	Seite
1	**Einführung**	**1-1**
	Informationen zum Handbuch	1-3
	Symbole	1-3
	CAT-Identifikation	1-4
	Sicherheitsanleitungen	1-4
	Sicherheitsbestimmung für Gerätegehäuse	1-7
	Netzanschluss	1-7
	Eingangsspannung – Messeingänge	1-8
	Wartung und Instandhaltung	1-8
	Konzipierung und Funktionen	1-8
	Netzanschluss und Schnittstellen	1-8
	Funktionale Beschreibung	1-10
	Grundlegende Messungen	1-18
	Messarten	1-18
	Messungen	1-19
2	**Erste Schritte**	**2-1**
	Gelieferte Artikel	2-3
	Einrichten	2-4
	Installation	2-4
	Einschalten des Geräts	2-4
	Ausschalten des Geräts	2-4
	Einfache Messung – Funktionsprüfung	2-4
	Transport und Lagerung	2-9
	Transport	2-9
	Lagerung	2-9
3	**Betrieb**	**3-1**
	Verbindungen zu Messkreisen	3-3
	Anschlussreihenfolge	3-3
	Anschlusspläne	3-4
	Einphasige Messungen	3-4
	3-Leiternetz mit zwei Stromsensoren (Methode ARON2)	3-5
	3-Leiter-Netz mit zwei Stromsensoren (ARON2-Methode, Dreieckschaltung)	3-7

4-Leiter-Netz: 3-Watt-Meter-Methode 3-8
4-Leiter-Netz: 3-Watt-Meter-Methode mit N-Leiterspannung und N-Leiterstrom 3-9
Zwei Spannungssysteme in Sternschaltung 3-11
Zwei Spannungssysteme in Dreieckschaltung 3-12
Messverfahren/Formeln 3-13
Messwertaggregation 3-13
Berechnung der Leistungsgrößen 3-14
Aggregationen 200 ms und länger: 3-14
Wirkleistung 3-14
Scheinleistung 3-15
Blindleistung 3-15
Leistungsfaktor 3-16
Verschiebungsfaktor cos φ 3-16
Halb- und Vollperiodenaggregation 3-17
Wirkleistung 3-17
Scheinleistung 3-18
Blindleistung 3-18
Leistungsfaktor 3-18
Spannungsereignisse und Flicker 3-18
Harmonischen und Zwischenharmonischen-Messwerte 3-19
Signalspannungen 3-22
Unsymmetrie, Über- und Unterspannungen 3-22
Strom-Unsymmetrie 3-23
Überspannungs- und Unterspannungsabweichung 3-24

4 Wartung 4-1

Einführung 4-3
Akkupflege 4-3
Reinigung 4-3
Austausch des Akkupakets 4-4
Außerbetriebnahme und Entsorgung 4-4
Außerbetriebnahme 4-4
Recycling und Entsorgung 4-5
Garantie 4-5
Neukalibrierung 4-5

5 Technische Spezifikationen 5-1

Allgemeine Spezifikationen 5-3

6 Optionen und Zubehör 6-1

Instruments 6-3
Zubehör 6-3
Standardspannungssensoren für AC und DC 6-4
Flexible Stromzangen für AC 6-5
Stromzangen für AC-Ströme 6-5
Nebenwiderstände für AC und DC 6-6
Sonstiges Zubehör 6-6
Stromzange 1 A/10 A AC 6-6
Stromzange 5 A/50 A AC 6-10
Stromzange 20 A/200 A AC 6-14
Flexi Current Sensor 100 A/500 A 6-17
Flexi Current Sensor 200 A/1000 A 6-21

Flexi Current Sensor 3000 A/6000 A 6-24
GPS-Zeitsynchronisationsmodul-Option 6-27

Tabellen

Tabelle	Titel	Seite
1-1.	Symbole	1-3
1-2.	Steuerelemente und Anzeigen	1-9
3-1.	Symbole der Anschlusspläne	3-4
3-2.	Parameteraggregationsmatrix Matrix	3-25

Abbildungen

Bild	Titel	Seite
1-1.	CAT	1-4
1-2.	Geräteaufkleber	1-7
1-3.	Obere Ansicht	1-8
1-4.	Vorderansicht	1-9
2-1.	Verbindungskabel	2-3
3-1.	Anschlussplan: Einphasige Messungen	3-4
3-2.	Anschlussplan: 3-Leiter-System (Aron 2)	3-6
3-3.	Anschlussplan: Aron 2-Methode/Dreieckschaltung	3-7
3-4.	4-Leitersystem (Sternpunktverbindung)	3-8
3-5.	Anschlussplan: 4-Leiter-System	3-10
3-6.	Anschlussplan: 2-fach-Sternschaltung	3-11
3-7.	Anschlussplan: 2-fach-Dreieckschaltung	3-12

Kapitel 1
Einführung

Titel	Seite
Informationen zum Handbuch	1-3
Symbole	1-3
CAT-Identifikation	1-4
Sicherheitsanleitungen	1-4
Sicherheitsbestimmung für Gerätegehäuse	1-7
Netzanschluss	1-7
Eingangsspannung – Messeingänge	1-8
Wartung und Instandhaltung	1-8
Konzipierung und Funktionen	1-8
Netzanschluss und Schnittstellen	1-8
Funktionale Beschreibung	1-10
Grundlegende Messungen	1-18
Messarten	1-18
Messungen	1-19

Informationen zum Handbuch

Dieses Handbuch besteht aus mehreren Kapiteln.

- Einführung
- Erste Schritte
- Betrieb
- Wartung
- Technische Spezifikationen
- Optionen und Zubehör

Symbole

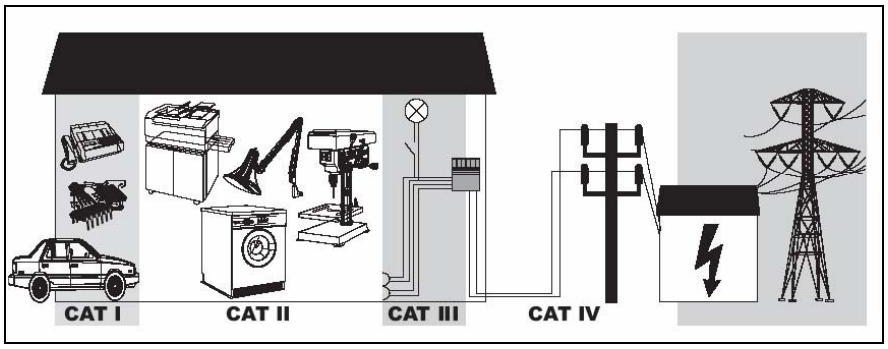
Tabelle 1-1 stellt die Symbole auf dem Instrument und/oder im dazugehörigen Handbuch dar.

Tabelle 1-1. Symbole

Symbol	Beschreibung
	Gefährliche Spannungen. Risiko von Stromschlägen.
	Wichtige Informationen. Siehe Handbuch.
	Kein Anbringen an oder Entfernen von SPANNUNGSFÜHRENDEN Leitern.
	Schutzerde.
	Doppelte Isolation.
	Wechselstrom (AC – Alternating Current).
	Gleichstrom (DC – Direct Current).
	Konformität mit den EU-Anforderungen.
	Die Canadian Standards Association ist die Zertifizierungsstelle für Übereinstimmungsprüfung bezüglich Sicherheitsstandards.
	Dieses Produkt nicht mit dem Hausmüll entsorgen. Recycling-Informationen sind auf der Website von Fluke zu finden.
	Übereinstimmung mit den relevanten australischen Standards.
CAT II	IEC-Überspannungskategorie/Messungskategorie II-Ausrüstung ist so konzipiert, dass sie vor impulsförmigen Störsignalen aus Steckdosen und ähnlichen Punkten schützt.
CAT III	IEC-Überspannungskategorie III-Ausrüstung ist so konzipiert, dass sie vor impulsförmigen Störsignalen in Anlagen wie z. B. Verteilertafeln, Zuleitungen und kurzen Verzweigungsstromkreisen und Beleuchtungssystemen in großen Gebäuden schützt.
CAT IV	IEC-Überspannungskategorie IV-Ausrüstung ist so konzipiert, dass sie vor Spannungsspitzen der Primärversorgungsebene (z. B. Elektrizitätszähler oder Freileitungs- oder Erdleitungsversorgungssysteme) schützt.

CAT-Identifikation

Abb. 1-1 stellt die Positionen der verschiedenen Messungskategorien anhand eines Beispiels dar.



1_1.bmp

Abb. 1-1. CAT

Sicherheitsanleitungen

Die Konzipierung und Herstellung des Geräts stimmen mit dem neuesten Stand der Technologie und den in EN/IEC 61010-1:2001 (2. Ausgabe) spezifizierten Sicherheitsstandards überein. Bei nicht sachgemäßer Verwendung besteht die Gefahr von Sachschäden und Verletzungen.

Diesen Abschnitt sorgfältig durchlesen. Hier werden die wichtigen Sicherheitsanweisungen für die Gerätebedienung des 1760 Power Quality Recorders erläutert. Ein **Warnhinweis** in diesem Handbuch identifiziert Bedingungen und Aktivitäten, die den Bediener möglichen Gefahren aussetzen. In einem **Hinweis** werden Bedingungen und Aktivitäten beschrieben, die den Recorder beschädigen können.

Hinweis

Der 1760 Power Quality Recorder wird im Handbuch als "Recorder" bezeichnet.

⚠⚠ Warnungen

Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen folgende Vorschriften einhalten:

- **Der Power Quality Recorder darf nur durch Fachpersonal bedient werden.**
- **Wartungsarbeiten dürfen nur durch Fachpersonal durchgeführt werden.**
- **Nur vorschriftsmäßige Spannungs- und Stromzangen verwenden. Wenn flexible Stromsensoren verwendet werden, Schutzhandschuhe tragen oder mit stromlosen Leitern arbeiten.**
- **Den Recorder gegen Nässe und Feuchtigkeit schützen.**
- **Die Stromzange nicht vor dem Griffschutz halten.**
- **Um Stromschlag zu vermeiden, die Strommessleitungen stets vor Anschließen an die Last an den Recorder anschließen.**

- **Um Stromschlag zu vermeiden, die Spannungsmess- oder Stromversorgungseingänge nicht an Anlagen mit höherer Spannung gegen Erde als auf dem Recorder angegeben anschließen.**
- **Um Schäden am Recorder zu vermeiden, niemals die Spannungsmesseingänge an verkettete Spannungen anschließen, die den spezifizierten maximalen Spannungswert der Spannungssensoren überschreiten.**
- **Um Schäden am Recorder zu vermeiden, niemals die Versorgungsspannungseingänge an verkettete Spannungen anschließen.**
- **Ausschließlich das gelieferte Originalzubehör oder spezifiziertes Zubehör verwenden.**
- **Dieses Zubehör nur in den definierten Mess-Überspannungskategorien verwenden.**
- **Stromtransformatoren sollten nur unter Verwendung von Hochspannungshandschuhen an stromführende Leiter angeschlossen oder davon entfernt werden.**
- **Flexi-probes (Flexi-Sonden) sollten nicht an gefährliche stromführende Leiter angeschlossen oder davon entfernt werden.**
- **Verwenden Sie die Zangen nur an isolierten Leitern bis max. 600 Urms oder Gleichstrom gegen Erde.**
- **Die Stromversorgungsanschlüsse der Energieversorger der Stromzähler werden als CAT IV-Bereich betrachtet. Der Recorder darf niemals an diesen Anschlüssen versorgt werden, um Stromschläge oder Schäden an der Ausrüstung zu vermeiden.**
- **Zusätzliche von lokalen Regierungsbehörden vorgeschriebene persönliche Schutzmaßnahmen sind erforderlich, wenn die Messsensoren an stromführenden Leitern installiert sind.**
- **Gleichphasigen Anschluss an mehreren Kanälen vermeiden.**

Schutzklasse

Dieses Gerät entspricht gemäß IEC 61140 Schutzklasse I und ist mit einem Schutzleiteranschluss ausgestattet.

Fachpersonal

Das Gerät darf nur von qualifiziertem Personal bedient werden. Die erforderlichen Qualifikationen umfassen:

- Ausgebildet und befugt, die Stromverteilungsschaltkreise und Geräte gemäß Sicherheitsstandards der Elektrotechnik ein-/auszuschalten, zu erden und zu kennzeichnen.
- Schulung/Anweisung in Übereinstimmung mit den Standards der Sicherheitstechnik in Wartung und Gebrauch angemessener Sicherheitsausrüstung.
- Schulung in Erster Hilfe

Sicherer Betrieb

Zur sicheren Verwendung des Recorders:

- Sicherstellen, dass alle Bediener des Geräts das Bedienungshandbuch und die Sicherheitsanweisungen vollständig gelesen und verstanden haben.

- Das Gerät kann nur unter bestimmten Umgebungsbedingungen verwendet werden. Sicherstellen, dass die aktuellen Umgebungsbedingungen den zulässigen Bedingungen unter Kapitel 5, *Allgemeine Spezifikationen*, entsprechen.
- Während der Inbetriebnahme sicherstellen, dass eine ausreichende Luftzirkulation um das Instrument gegeben ist, um die Stauung von Wärme im Gehäuse zu vermeiden.
- Stets die Anweisungen in Kapitel 2, *Transport und Lagerung, befolgen.*

Ordnungsgemäße Nutzung

Das Gerät ausschließlich zum Messen von Spannungen und Strömen innerhalb der Messbereiche und Kategorien, einschließlich Spannung-Erde, gemäß Kapitel 5, *Allgemeine Spezifikationen*, und nicht für andere Zwecke verwenden.

Bei unsachgemäßer Verwendung verfällt jegliche Garantie.

Elektrische Anschlüsse

- Sicherstellen, dass sich die Stromversorgung und die am Gerät angeschlossenen Kabel in betriebsfähigem Zustand befinden.
- Sicherstellen, dass der Schutzleiteranschluss der Stromleitung und der Gehäuseerdanschluss vorschriftsgemäß an das Massekabel mit geringem Widerstand angeschlossen sind.
- Sicherstellen, dass sich die Stromversorgung und die am Gerät angeschlossenen Kabel sowie auch alle mit dem Gerät verwendeten Zubehörartikel in betriebsfähigem und sauberem Zustand befinden.
- Das Gerät so installieren, dass das Stromkabel jederzeit zugänglich ist und mühelos getrennt werden kann. Wenn dies nicht möglich ist, muss ein zweipoliger Leistungsschalter mit Nennstrom in den Stromleitungen installiert sein.

Gefahren bei der Bedienung

Bei Anschlussarbeiten nicht alleine, mindestens zu zweit arbeiten.

Das Gerät nicht verwenden, wenn das Gehäuse oder ein Betriebselement beschädigt ist.

Sicherstellen, dass die angeschlossenen Geräte korrekt funktionieren.

Messsensoren dürfen nicht an ungesicherte Schaltkreise angeschlossen werden.

Verbindungsstecker mit Verschlussmechanismus müssen fest verschlossen sein.

Wartung und Reparatur

Das Gehäuse nicht öffnen.

Keine Reparaturen durchführen und mit Ausnahme der austauschbaren Batterie keine Komponententeile des Geräts auswechseln.

Beschädigte Stromleitungen müssen durch einen befugten Servicetechniker repariert oder ersetzt werden.

Nur befugte, spezialisierte Techniker dürfen beschädigte bzw. defekte Geräte reparieren.

Zubehör

Ausschließlich mit dem Gerät geliefertes oder speziell als Option für das verwendete Modell konzipiertes Zubehör verwenden.

Sicherstellen, dass Zubehör von Drittherstellern gemäß IEC 61010-031/-2-032-Standard in Verbindung mit dem Gerät verwendet wird und für den jeweiligen Spannungsmessbereich geeignet ist.

Gerätabschaltung

Wenn Beschädigung an Gehäuse, Bedienelementen, Steuerelementen, Netzkabel, angeschlossenen Messleitungen oder angeschlossenen Geräten festgestellt wird, die Messeingänge unverzüglich von der Einheit und der Stromversorgung trennen.

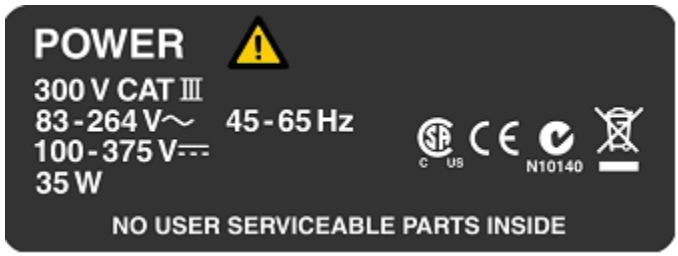
Wenn Zweifel hinsichtlich der Betriebssicherheit des Geräts bestehen, die Einheit und das jeweilige Zubehör unverzüglich abschalten, sicherstellen, dass die Geräte nicht versehentlich eingeschaltet werden, und das verdächtige Gerät an ein Servicezentrum einsenden.

Sicherheitsbestimmung für Gerätegehäuse

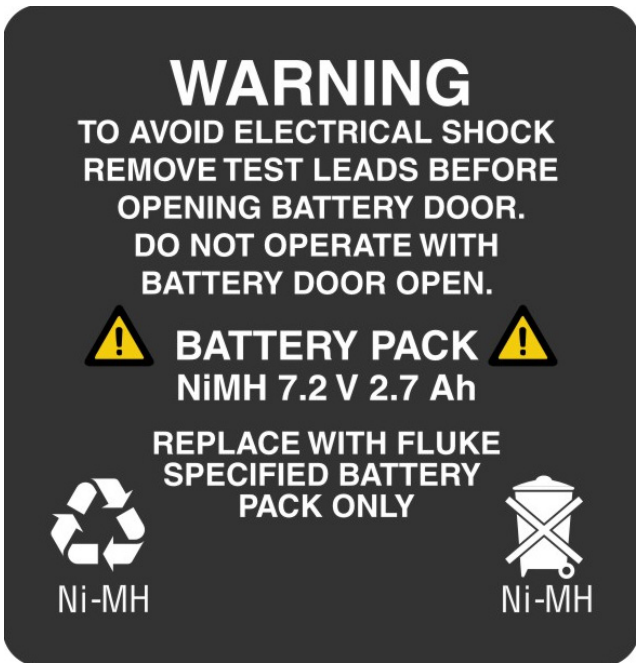
Netzanschluss

Der Netzanschluss muss den Messbereichen/Angaben auf den Geräteaufklebern entsprechen.

Abb. 1-2 zeigt die Geräteaufkleber.



schild-mains.wmf



schild-akku.wmf

Abb. 1-2. Geräteaufkleber

⚠⚠ Warnung

Gefahr von Spannungsspitzen in höheren Kategorien. Netzkabel des Geräts nur an Versorgungsspannungen der Messkategorie CAT I, II oder III anschließen (siehe Abschnitt "Funktionale Beschreibung"). Spannung gegen Erde darf 300 U nicht überschreiten.

Eingangsspannung – Messeingänge

Die Messkategorie (siehe Abschnitt *Funktionale Beschreibung*) und die maximale Spannung gegen Erde der Sensoren müssen mit dem Stromnetz kompatibel sein (siehe Beschriftung und technische Spezifikationen des Zubehörs).

Wartung und Instandhaltung

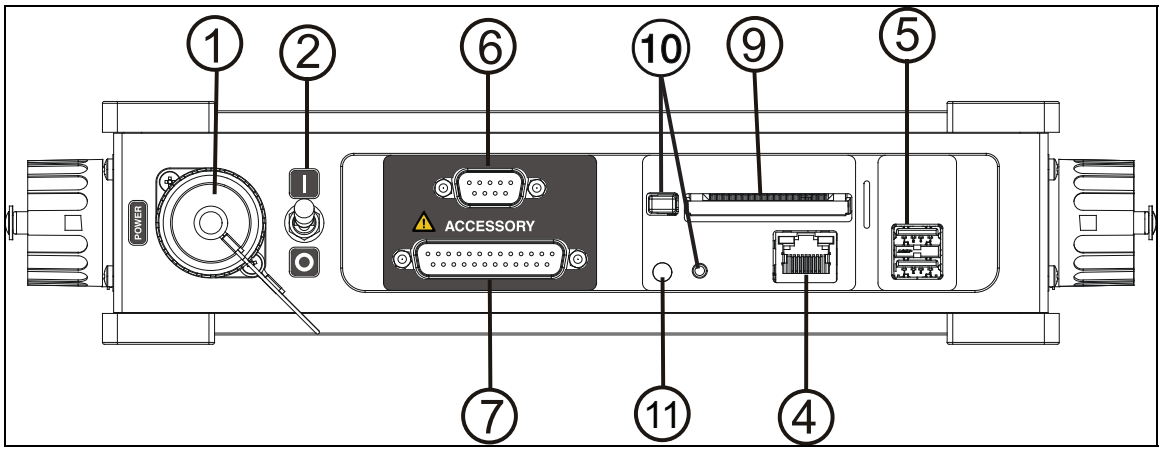
- Das Gehäuse soll nicht entfernt werden.
- Wartung darf nur von qualifiziertem Personal vorgenommen werden.
- Der Anwender kann das Akkupaket (siehe Kapitel 4, *Wartung*) auswechseln.

Konzipierung und Funktionen

Dieser Abschnitt bietet einen Überblick über die Klemmen, Anschlüsse und Schnittstellen des Recorders sowie auch eine Liste von Anzeige- und Betriebsgeräten und eine kurze Einführung in die Grundfunktionen des Geräts.

Netzanschluss und Schnittstellen

Die Abb. 1-3 bzw. 1-4 zeigen die obere bzw. vordere Ansicht des Recorders.



grafikview.eps

Abb. 1-3. Obere Ansicht

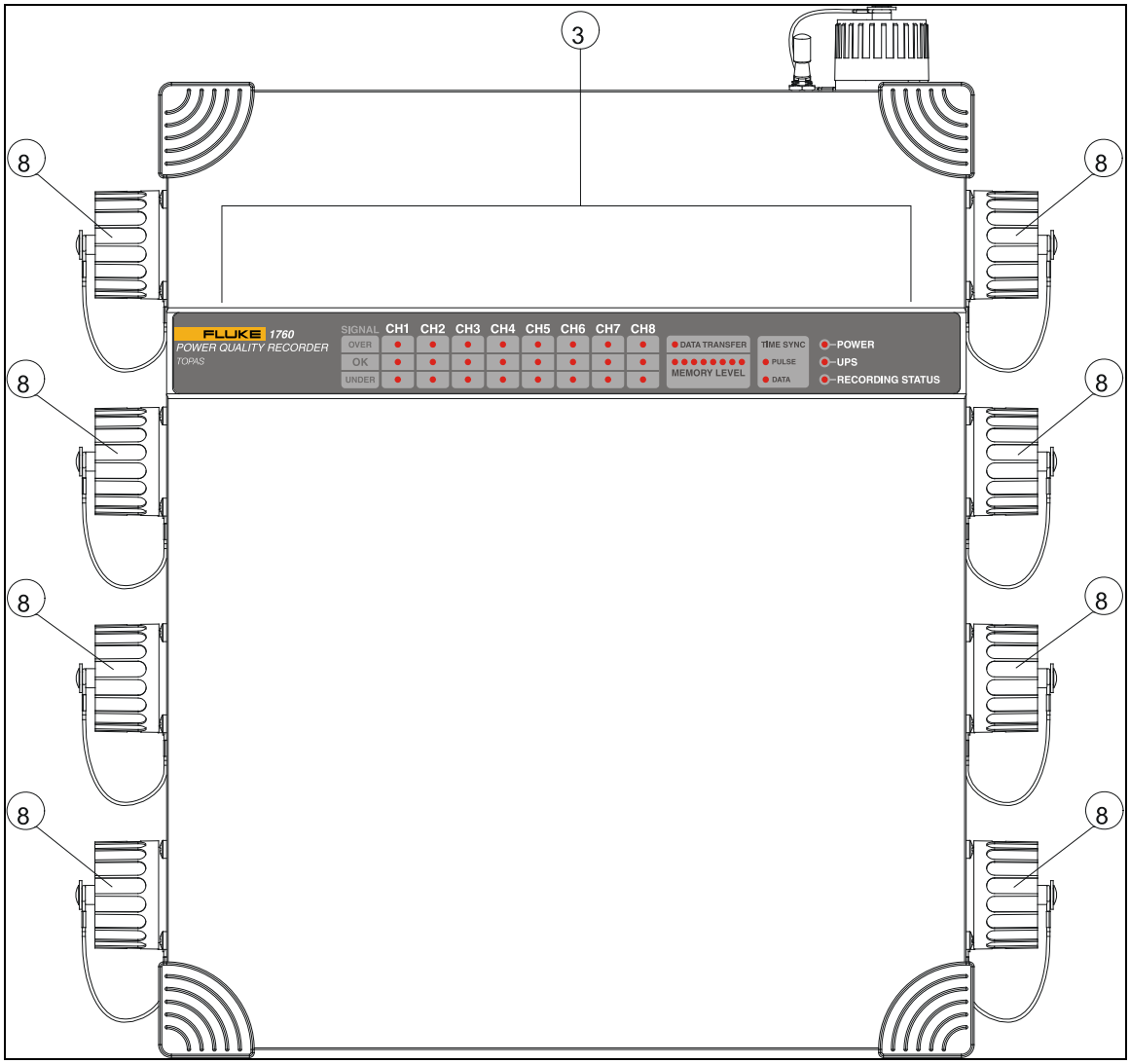


Abb. 1-4. Vorderansicht

Tabelle 1-2 enthält die Steuerelemente und Anzeigen des Recorders.

Tabelle 1-2. Steuerelemente und Anzeigen

S1 No.	Beschreibung
①	Netzanschluss
②	Netzschalter
③	LED-Anzeigen
④	Ethernetanschluss
⑤	USB-Anschlüsse Typ A
⑥	COM1 – serieller Anschluss (RS232)
⑦	Optionen Stecker (GPS, DCF 77, COM2, Alarme usw.)
⑧	Messeingangsanschlüsse
⑨	Compact Flash-Steckplatz
⑩	Compact Flash-Auswurftaste und LED
⑪	Reset-Taste

Hinweis

Kanäle CH1 bis CH4 sind gekennzeichnet:

Schild CH1.wmf

TRANSIENT bedeutet, dass diese Kanäle mit einer schnellen Transientenoption ausgestattet werden können.

Die Kanäle CH5 bis CH8 können nicht für schnelle Transientenaufzeichnungen verwendet werden und sind folgendermaßen gekennzeichnet:

schild ch5.wmf

Funktionale Beschreibung

① MAINS (Netzanschluss)

Das Gerät an 83 U–264 U AC – 47 Hz–65 Hz oder 100 U–375 U Gleichstrom anschließen, Leistungsaufnahme ca. 30 W.

Hinweis

Netzkabel des Geräts nur an Versorgungsspannungen der Messkategorie CAT I, II oder III anschließen. Spannung gegen Erde darf 300 U nicht überschreiten.

② Netzschalter

Betätigen Sie den Netzschalter, um das Gerät an- bzw. auszuschalten.

Hinweis

Der Schalter ist mechanisch gegen unbeabsichtigtes Betätigen geschützt. Ziehen Sie den Knopf leicht heraus, bevor Sie ihn in eine andere Position bringen.

Das Gerät kann nur angeschaltet werden, wenn es an das Stromnetz angeschlossen ist und die Versorgungsspannung im angegebenen Messbereich liegt.

Wenn der Netzschalter in Position I ist, wird das Gerät automatisch angeschaltet, sobald eine entsprechende Versorgungsspannung in den Netzanschluss eingespeist wird.

Falls keine Netzversorgung verfügbar ist und die Akkukapazität zu niedrig ist, wird das Gerät automatisch abgeschaltet.

Neustarten des Geräts

Neustarten des Geräts:

1. Stellen Sie den Netzschalter auf Position 0.
2. Warten Sie, bis alle LEDs aus sind.
3. Schließen Sie das Gerät an den Netzstrom an und stellen Sie den Netzschalter auf Position I.

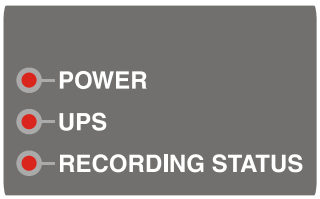
Hinweis

Wenn die Reset-Taste während des Neustarts gedrückt wird, werden die auf dem Recorder gespeicherten Daten gelöscht. Dies kann nützlich sein, wenn der Speicher des Recorders voll ist und wenn Verbindungsprobleme zu beheben sind.

③ LED-Anzeigen

led-schild gesamt.wmf

LEDs im Feld *Leistung*:



led-power.wmf

Übersicht

Bedingung	LED POWER	LED UPS
Gerät wird gestartet	Grün	OFF
Netzstrom ist an, Akku ist nicht geladen	Grün	Grün, gelb oder rot entsprechend der Kapazität
Netzstrom ist an, Akku ist geladen	Grün	Langsam grün, gelb oder rot blinkend entsprechend der Kapazität
Batteriebetrieb	OFF	Grün, gelb oder rot entsprechend der Kapazität
Batterieentladungsmodus	OFF	Grün, gelb oder rot blinkend, Speicher-LEDs zeigen "abnehmendes" gelbes Blinken
Gerät wird heruntergefahren	Grün, blinkend	Grün, gelb oder rot blinkend entsprechend der Kapazität
	Abwechselnd blinkend	

Einzelheiten

Diese LEDs informieren über die Stromversorgung:

LED POWER:

- Kontinuierlich grün: Gerät erhält Netzstrom
- OFF (aus): Stromversorgung durch Akkupaket

LED UPS:

Zeigt den Ladezustand des UPS-Akkus an:

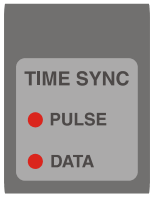
- *Grün*: Akku ist zu 80–100 % der Nennkapazität aufgeladen
- *Geld*: Kapazität liegt zwischen 30 % und 80 %, Betrieb ohne Netzstrom ist für mehr als 3 Minuten möglich
- *Rot*: Kapazität liegt zwischen 25 % und 30 % der Nennkapazität, Betrieb ohne Netzstrom ist für weniger als 3 Minuten möglich
- *Blinkend*: Die LED blinkt während des Ladevorgangs je nach aktuellem Ladezustand rot, gelb oder grün und leuchtet ununterbrochen grün, sobald der Ladevorgang abgeschlossen ist

LED RECORDING STATUS:

Diese Anzeige gibt Auskunft über den Aufzeichnungsstatus der Messkampagne

Bedingung	LED RECORDING STATUS
Gerät wurde noch nicht für eine Messkampagne initialisiert	OFF
Messinitialisierung wird durchgeführt, Gerät ist noch nicht zur Datenaufzeichnung bereit	Grün, schnell blinkend
Messkampagne wurde initialisiert, aber noch nicht gestartet	Grün
Messkampagne ist aktiv, Daten werden aufgezeichnet	Grün, langsam blinkend
Messkampagne ist aktiv, Daten werden aufgezeichnet, aber einige Speicherbereiche sind voll, d. h. einige virtuelle Geräte zeichnen nicht mehr auf	Gelb, langsam blinkend
Messkampagne ist abgeschlossen, keine weitere Kampagne programmiert, Daten bereit für Upload auf PC, Gerät zeichnet keine Daten mehr auf	Gelb
Ein Fehler ist aufgetreten	Rot

LEDs Time Sync:



led-timesync.wmf

Diese Anzeigen geben Auskunft über die zeitliche Synchronisierung des Geräts. *LED PULSE:*

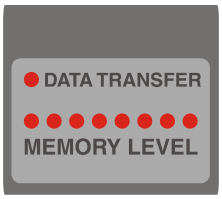
Diese LED zeigt die Rezeption von Synchronimpulsen an. Wenn das Gerät ordnungsgemäß synchronisiert ist, leuchtet die LED grün und blinkt jedesmal gelb auf, wenn ein Impuls festgestellt wird.

Wenn externe Impulse ohne GPS-Zeitangaben verwendet werden, ist die LED aus und blinkt jedesmal rot, wenn ein Synchronimpuls festgestellt wird (um diese Funktion zu aktivieren, wählen Sie das Protokoll "Impuls" unter "Zeitsynchronisierung Einstellungen" in der PQ Analyze-Software aus).

LED DATA:

- *Grün*: Der Recorder ist für Zeitsynchronisation konfiguriert (Service-Menü), ein Zeitsynchronisationsadapter (GPS oder DCF77) ist angeschlossen, und die empfangenen Zeitinformationen sind gültig.
- *Gelb*: Der Recorder ist für Zeitsynchronisation konfiguriert, ein Zeitsynchronisationsadapter ist angeschlossen, aber die empfangenen Zeitinformationen sind fehlerhaft. Mögliche Ursachen: Keine Satelliten oder Zeitquellen gefunden oder Adapter synchronisiert noch nach dem Einschalten.
- *Rot*: Der Recorder ist für Zeitsynchronisation konfiguriert, aber es ist kein Zeitsynchronisationsadapter angeschlossen bzw. der Zeitsynchronisationsadapter funktioniert nicht ordnungsgemäß.
- *Off (aus)*: Der Recorder ist nicht für Zeitsynchronisation konfiguriert.

LEDs für Datentransfer und Speicherung:



led-data.wmf

LED DATA TRANSFER:

Die DATA TRANSFER-LED zeigt den Datentransfer über externe Schnittstellen oder an die Compact Flash-Karte an.

- *Off (aus)*: Keine Verbindung zwischen PQ Analyze-Software und Recorder vorhanden
- *Grün*: Verbindung zwischen PQ Analyze-Software und Recorder besteht
- *Gelb blinkend*: Daten werden auf interne CF-Karte, externe CF-Karte, USB-Stick geschrieben oder Datentransfer über eine der Schnittstellen (USB, RS232 oder Ethernet)

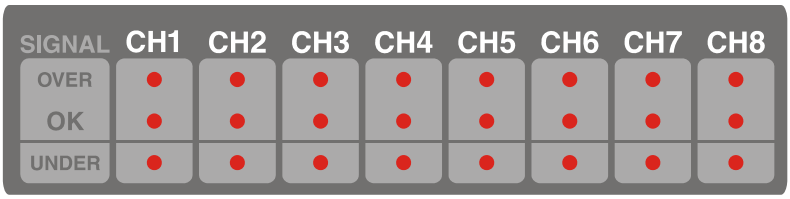
LEDs MEMORY LEVEL:

Die MEMORY LEVEL-LEDs zeigen die Größe des freien/belegten Messdatenspeicherplatzes auf der Compact Flash-Karte an.

Belegte Blöcke werden durch leuchtende LEDs angezeigt, 5 grüne LEDs links und 3 rote LEDs rechts zeigen an, dass der Speicherplatz bald voll ist.

Während einer forcierten Akkuentladung blinken diese LEDs gelb, die Anzahl der leuchtenden LEDs gibt die restliche Kapazität in Minuten wieder.

LEDs CH1 bis CH8:



led-kanäle.wmf

Drei LEDs sind jeweils einem der acht Eingangskanäle des Recorders zugeordnet. Die Anzeigen beziehen sich auf Halb- und Vollperiodeneffektivwerte des Eingangssignals (gemäß den Einstellungen).

Die folgenden Informationen gelten, falls ein gültiger Sensor festgestellt wird.

Bedingung	**LED UNDER**	**LED OK**	**LED OVER**
Signal im Nennbereich	Off (aus)	Grün	Off (aus)
Signal zu schwach (Spannungseinbruch)	Gelb	Off (aus)	Off (aus)
Signal zu stark (Spannungsüberhöhung)	Off (aus)	Off (aus)	Gelb
Außerhalb Messbereich (ADC-Überlauf.)	Off (aus)	Off (aus)	Rot blinkend
Phasenfolge fehlerhaft	Off (aus)	LEDs blinken in Abfolge L3 – L2 – L1	Off (aus)

Die folgenden Informationen gelten, falls kein gültiger Sensor festgestellt wird.

Bedingung	**LED UNDER**	**LED OK**	**LED OVER**
Signal im Nennbereich	Off (aus)	Rot	Off (aus)
Signal zu schwach	Gelb	Rot	Off (aus)
Signal zu stark	Off (aus)	Rot	Gelb
Außerhalb Messbereich	Off (aus)	Rot	Rot blinkend

Hinweis

Die LED OK leuchtet rot, wenn kein gültiger Sensor festgestellt werden kann.

Die Grenzwerte für "Signal zu schwach" und "Signal zu stark" entsprechen den Schwellenwerten für Spannungseinbrüche und Spannungsüberhöhungen (z. B. ±10 % Un).

Für Stromeingänge wird "Signal zu schwach" angezeigt, wenn Halb- oder Vollperiodeneffektivwerte unter 10 % des unter "Hardware-Einstellungen" konfigurierten Sensorenbereichs liegen (wenn für Sensor "Auto" eingestellt ist, ist die Anzeige "Signal zu schwach" deaktiviert).

"Außerhalb Messbereich" wird angezeigt, wenn das Eingangssignal außerhalb des gültigen Messbereichs liegt.

Die Phasenspannungen UL1, UL2 und UL3 eines Dreiphasensystems werden durch die symmetrischen Komponenten überwacht (Null-, Mit- und Gegensystem). Wenn das Gegensystem einen oberen Schwellenwert überschreitet, wird eine falsche Phasenfolge angezeigt (z. B. zwei vertauschte Abgänge); die entsprechenden LEDs blinken in der Abfolge L3 – L2 – L1.

⚠⚠ Warnung

Die LEDs geben keine Auskunft über die Spannung. Verlassen Sie sich nicht auf die LEDs, um herauszufinden, ob das zu prüfende Gerät unter Spannung steht.

④ Ethernet-Anschluss

Für die Verbindung des Recorders mit einem Ethernet-Anschluss eines PCs oder mit einem Ethernet-Netzwerk (LAN). Um eine Verbindung mit einem Ethernet-Netzwerk herzustellen, verwenden Sie das mitgelieferte Ethernet-Kabel. Um das Gerät direkt mit dem PC zu verbinden, verwenden Sie ein gekreuztes Ethernet-Kabel (roter Stecker).

⑤ 2 USB-Anschlüsse

Die USB-Typ-A-Anschlüsse zur Verbindung mit einem USB-Speichermedium, USB-Version 2.0 wird unterstützt

USB-Anschlüsse haben folgende Funktion:

- USB-Stick-Unterstützung zur Speicherung von Messdaten (wie externe CF-Karte).

CF-Karten-LED-Verhalten während des USB-Kopiervorgangs:

- Kopiervorgang gestartet –> LED blinkt
- Kopiervorgang abgeschlossen und alle Daten kopiert –> LED aus
- Kopiervorgang abgeschlossen, aber nicht alle Daten kopiert –> LED leuchtet statisch
- Bei Fehler –> LED blinkt schnell für ca. 3 Sekunden, leuchtet dann statisch

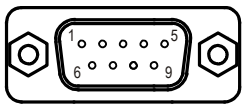
Hinweis

USB-Stick darf nicht entfernt werden, während CF-Karten-LED blinkt. Andernfalls kann das Speichermedium dauerhaft beschädigt werden. CF-Karte/USB-Stick nur entfernen, wenn die CF-Karten-LED aus ist oder statisch leuchtet. CF-Karte und Datenverbindung nicht gleichzeitig verwenden.

⑥ Serieller Anschluss COM1 (RS232)

Serieller Anschluss zur Verbindung des Geräts mit dem seriellen Anschluss eines PCs.

Die Standardeinstellungen sind 57.600 Baud, 8 Daten-Bits, 1 Stop-Bit, keine Parität.



com_stecker.wmf

Steckerbelegung:

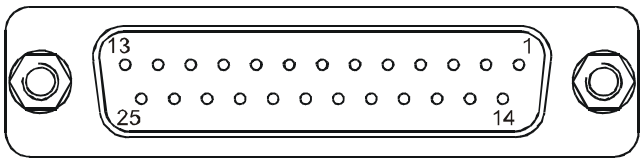
Stift	Signal	Beschreibung
1	DCD	Datenträgersignal
2	RxD	Empfangsleitung
3	TxD	Sendeleitung
4	DTR	Datenstation bereit
5	GND	Masse
6	DSR	Betriebsbereitschaft
7	RTS	Sendeanforderung
8	CTS	Sendebereitschaft
9	RI	Ringindikator

⑦ Optionen Stecker

Spezifikation der Aus-/Eingänge:

Bedingung	Spannungspegel
Schwach (inaktiv)	0–0,8 U
Stark (aktiv)	2,5–5 U

Maximaler Laststrom: 5 mA.



stecker lpt.wmf

Steckerbelegung:

Stift	Signal	Beschreibung
1	+ 15 U	Netzspannung, max. 300 mA
2	TxD	Ausgang, Sendeleitung COM2
3	RxD	Eingang, Empfangsleitung COM2
4	RTS	Ausgang, Sendeanforderung COM2
5	CTS	Eingang, Sendebereitschaft COM2
6	Service	Ausgang, interne Verwendung
7	GND	Signalmasse
8	Service	Ausgang, interne Verwendung
9	Überwachungssignal	Ausgang, CPU-Überwachungssignal
10	O1	Alarmausgang, Rücksetzen mit Eingang RES 1
11	O2	Alarmausgang, Rücksetzen mit Eingang RES 1
12	O3	Alarmausgang, Rücksetzen mit Eingang RES 2
13	O4	Alarmausgang, Rücksetzen mit Eingang RES 2
14	+5 V	Versorgungsspannung
15	GPS PPS+	Eingang für GPS-Zeitsynchronisation
16	GPS PPS –	Eingang für GPS-Zeitsynchronisation
17	GPS-Transmit+	Eingang für GPS-Zeitsynchronisation
18	GPS Transmit-	Eingang für GPS-Zeitsynchronisation
19–23	Service	Ausgang, interne Verwendung
24	RES1	Reset-Eingang für Alarmausgänge O1, O2
25	RES2	Reset-Eingang für Alarmausgänge O3, O4

⑧ Messkanäle

Steckplätze für 8 isolierte Messkanäle. Nur Originalzubehör wie Spannungs- und Stromsensoren anschließen (Zangen, Flexi-Set, Nebenwiderstände usw.). Der Stecker ist durch einen Bajonettmechanismus gesichert.

Hinweis

Nicht verwendete Eingänge sollen mit den mitgelieferten Schutzkappen abgedeckt werden, um Verschmutzungen zu vermeiden.

Beim Analysieren von Transienten mit 500-kHz-Transient-Option oder 10 MHz -Transient-Option wird das Potential gegen Erde gemessen.

⑨ ⑩ Compact Flash-Karte

Austauschbare Compact Flash-Karte zur Speicherung von Messdaten. ⑩ Compact Flash-Auswurftaste und -LED. Nicht verwenden, wenn Datentransfer aktiv ist (LED zeigt Aktivität an).

CF-Karten-LED-Verhalten während CF-Kopiervorgang:

- CF-Karte eingesetzt und erkannt –> kurzes Blinken (Doppelimpulse)
- Kopiervorgang gestartet –> LED blinkt
- Kopiervorgang abgeschlossen und alle Daten kopiert –> LED aus
- Kopiervorgang abgeschlossen, aber nicht alle Daten kopiert –> LED leuchtet statisch
- Bei Fehler –> LED blinkt schnell für ca. 3 Sekunden, leuchtet dann statisch

Hinweise

- *CF-Karte darf nicht entfernt werden, während CF-Karten-LED blinkt. Andernfalls kann das Speichermedium dauerhaft beschädigt werden. CF-Karte/USB-Stick nur entfernen, wenn CF-Karten-LED aus ist oder statisch leuchtet. CF-Karte und Datenverbindung nicht gleichzeitig verwenden.*
- *Gespeicherte Daten können gelöscht werden, wenn beim Starten des Geräts die Reset-Taste⑪ gedrückt wird. Dies kann nützlich sein, wenn der Speicher voll ist oder wenn Verbindungsprobleme zu beheben sind.*

Grundlegende Messungen

Das Gerät verfügt über die erforderlichen Funktionen zur Durchführung von Netzwerkanalysen und Qualitätskontrollen/-evaluierungen und zum Auffinden von Störungsquellen. Der große Compact Flash-Datenspeicher ermöglicht langfristige Aufzeichnungen. Alle Daten werden auch ohne Verbindung des Geräts mit einem Evaluierungscomputer gespeichert. Es gehen keine Informationen verloren. Die Aufzeichnungen sind die Grundlage für detaillierte Evaluierungen und Analysen hinsichtlich Störungen und Netzstromqualität. Das Gerät zeichnet Informationen zu Vergangenheitsdaten, Schutzgeräten oder Schutzschaltern und Leistung der Betriebsmittel auf und stellt diese zur Verfügung.

Messarten

Das Gerät kombiniert viele verschiedene Messarten, auch als "virtuelle Geräte" bezeichnet:

- Digitale Aufzeichnung von Messdaten (Datenlogger)
- Strommessgerät (Aufzeichnung von Lastprofilen)
- Aufzeichnung der Stromfrequenz
- Power Quality Analyzer (einschließlich statistischer Evaluierung)
- Schnelle Transienten-Recorder (optional)
- Rundsteuersignalanalyse
- Oberschwingungenanalyse
- Spannungsstörungsanalyse (Ereignisse)

Messungen

Die folgenden Messungen können vorgenommen werden:

- Effektivwerte für Spannung und Strom sowie Leistungswerte mit programmierbarer Mittelungszeit
- Oszilloskopdaten (Momentanwert, Abtastwerte)
- Leistungsstarke Triggerungseinrichtung
- Belastungs- und Energiemessungen
- Harmonischenanalyse von Spannungen und Strömen
- Analyse von Spannungs- und Strom-Interharmonischen
- Schnelle Transientenanalyse
- Signalspannungs- und Rundsteuersignalanalyse
- Netzspannungsqualitätsanalyse gemäß EN 50160

Kapitel 2
Erste Schritte

Titel **Seite**

Gelieferte Artikel 2-3
Einrichten 2-4
Installation 2-4
Einschalten des Geräts 2-4
Ausschalten des Geräts 2-4
Einfache Messung – Funktionsprüfung 2-4
Transport und Lagerung 2-9
Transport 2-9
Lagerung 2-9

Gelieferte Artikel

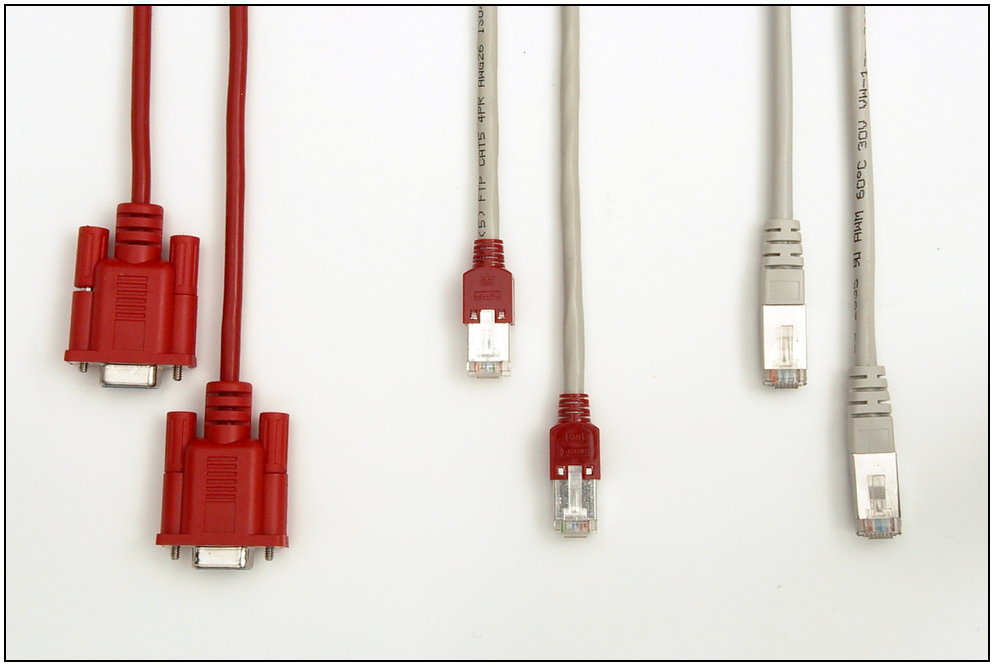
Prüfen Sie vor der Inbetriebnahme des Geräts anhand der folgenden Liste und der Lieferspezifikationen, ob die Lieferung vollständig ist.

- 1 Power Quality Recorder-Gerät
- 1 Einleitungshandbuch
- CD-ROM mit PQ Analyze-Anwendungssoftware, Handbüchern, Datenblättern und Demodaten
- 1 Netzkabel für Netzanschluss
- 1 Adapterset für Netzanschluss
- 1 gekreuztes RS232-Verbindungskabel
- 1 Ethernetkabel zur Direktverbindung mit einem PC
- 1 Ethernetkabel für die Netzwerkverbindung

Optional:

- 4 Spannungssensoren
- 4 Flexi-Stromsensoren
- Transporttasche
- GPS-Empfängermodul

Abb. 2-1 zeigt die Netzwerkkabel.



ph_interfacecables.bmp

Abb. 2-1. Verbindungskabel

Einrichten

Installation

Die Sicherheitsanweisungen hinsichtlich der Umgebungsbedingungen und des Standorts der Installation befolgen.

⚠⚠ Warnung

Als Erstes das Gerät mit dem Netzkabel und dem kompatiblen Adapter an das Stromnetz anschließen. Die Spezifikationen auf dem Typenschild am Gerät beachten.

Das Gerät ist an das Stromnetz angeschlossen, und einige interne Komponenten stehen unter gefährlich hoher Spannung. Um die Sicherheit während des Betriebs zu gewährleisten, muss das Gerät niederohmig geerdet sein. Prüfen Sie daher unbedingt die Steckdose und ihre Verdrahtung!

Verbinden Sie das Netzkabel des Geräts nur mit Spannungsversorgungen der Messkategorie CAT I, II oder III. Die Spannung gegen Erde darf 300 V nicht überschreiten.

Einschalten des Geräts

Die Stromversorgung für das Gerät anschalten (Schaltknopf ② leicht herausziehen und in Position "I" bringen). LED POWER leuchtet. Das Starten dauert ca. 40 Sekunden, danach ist das Gerät betriebsbereit.

Ausschalten des Geräts

Schaltknopf ② leicht ziehen und in Position "0" bringen. Die LED POWER geht aus, wenn alle internen Daten geschlossen sind.

Hinweis

Das Gerät kann nur ausgeschaltet werden, wenn der Startvorgang abgeschlossen ist (Dauer ca. 40 Sekunden).

Einfache Messung – Funktionsprüfung

Die folgende Prozedur ermöglicht es Anwendern, die Messfunktionen des Geräts kennenzulernen und alle grundlegenden Gerätefunktionen zu testen.

Installation: Die Geräte SW PQ Analyze installieren, siehe *Referenzhandbuch PQ Analyze.*

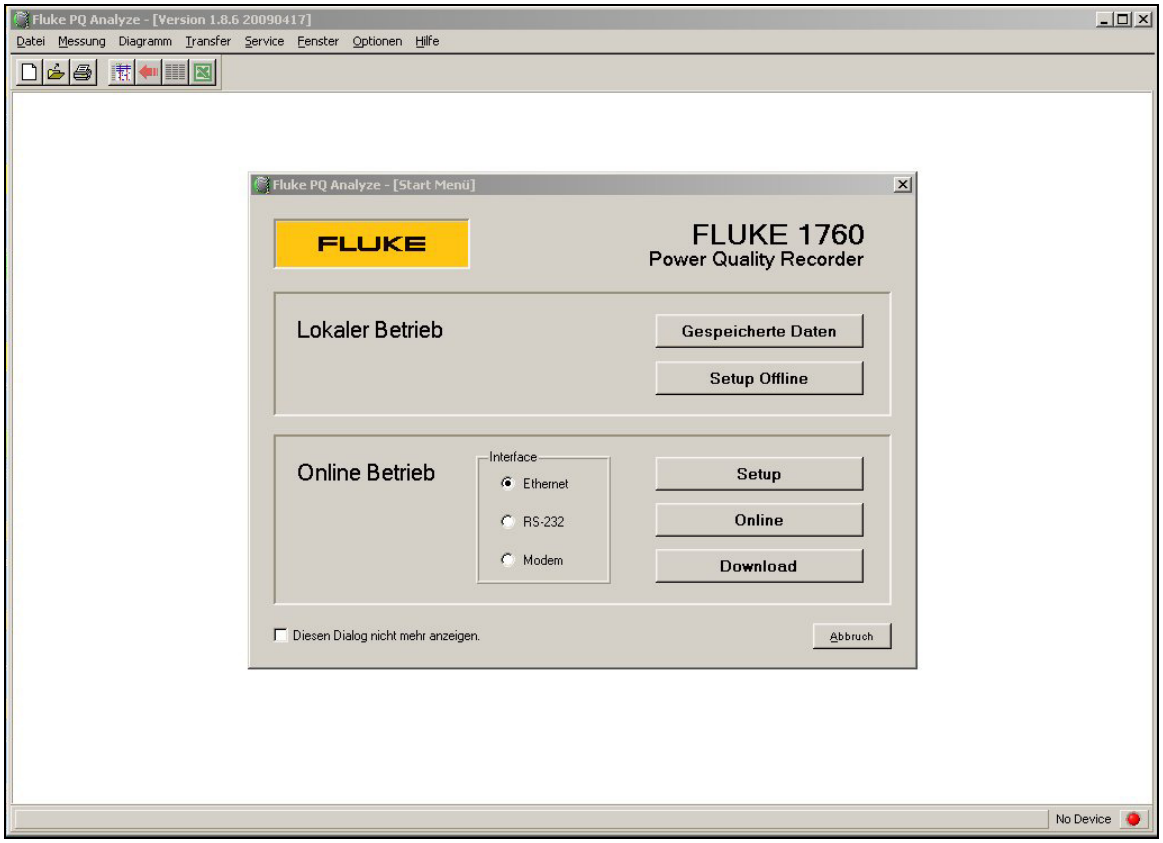
Anschluss des Geräts: Gerät an Netzstrom anschließen and einschalten.

Computer und Recorder über das rote Ethernetkabel für eine direkte Verbindung verbinden. Kurze Zeit warten (siehe *1760 Referenzhandbuch*, "Direkte Peer-to-Peer-Kommunikation über gekreuztes Ethernetkabel").

Gerätekanäle wie unter "*Verbindungen zu Messkreisen" beschrieben verbinden.*

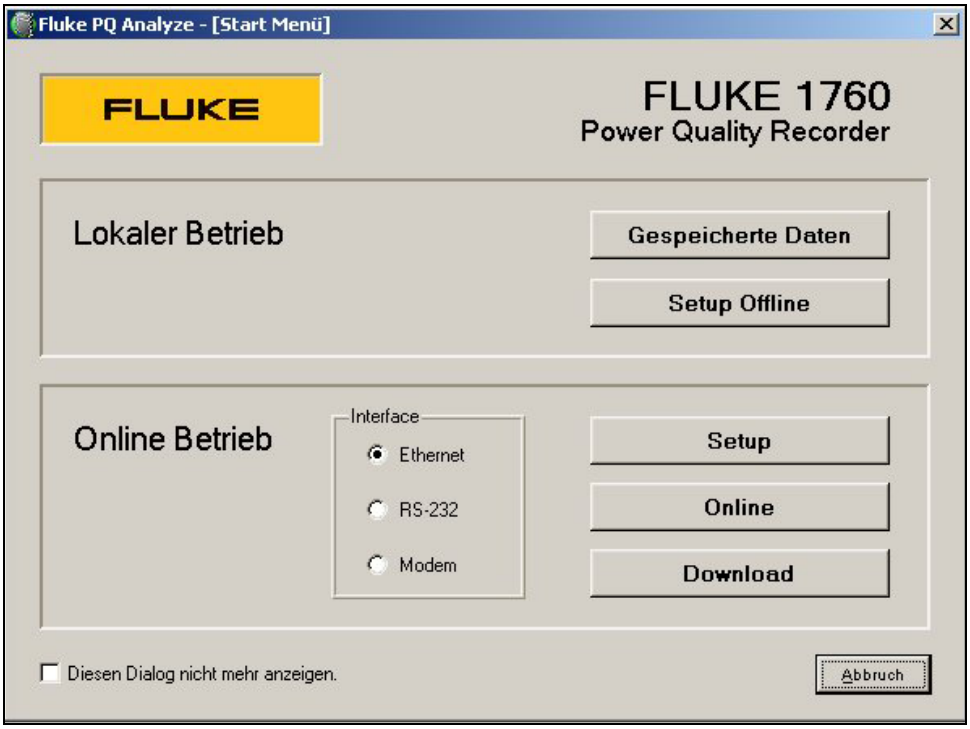
2_1.bmp

Kommunikation: PQ Analyze starten



g2_2.bmp

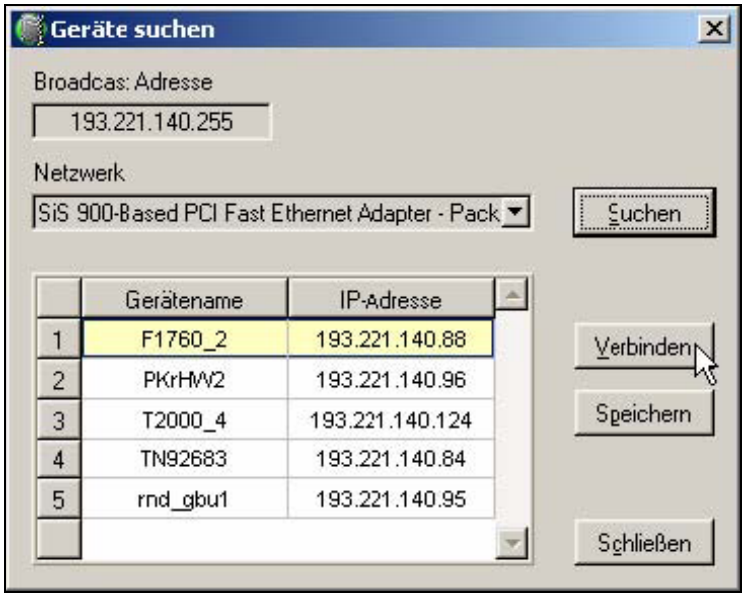
Klicken Sie im Bereich "Online-Betrieb" (Live Modes) auf "Setup".



g2_3.bmp

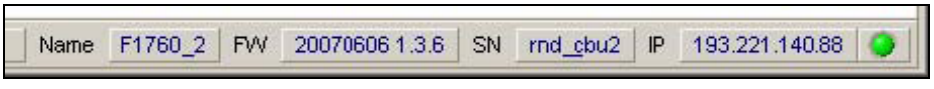
Klicken Sie im Dialogfeld "Geräte suchen" (Search Devices) auf "Suchen" (Search).

Wählen Sie Ihr Gerät in der Liste aus und klicken Sie auf "Verbinden" (Connect).



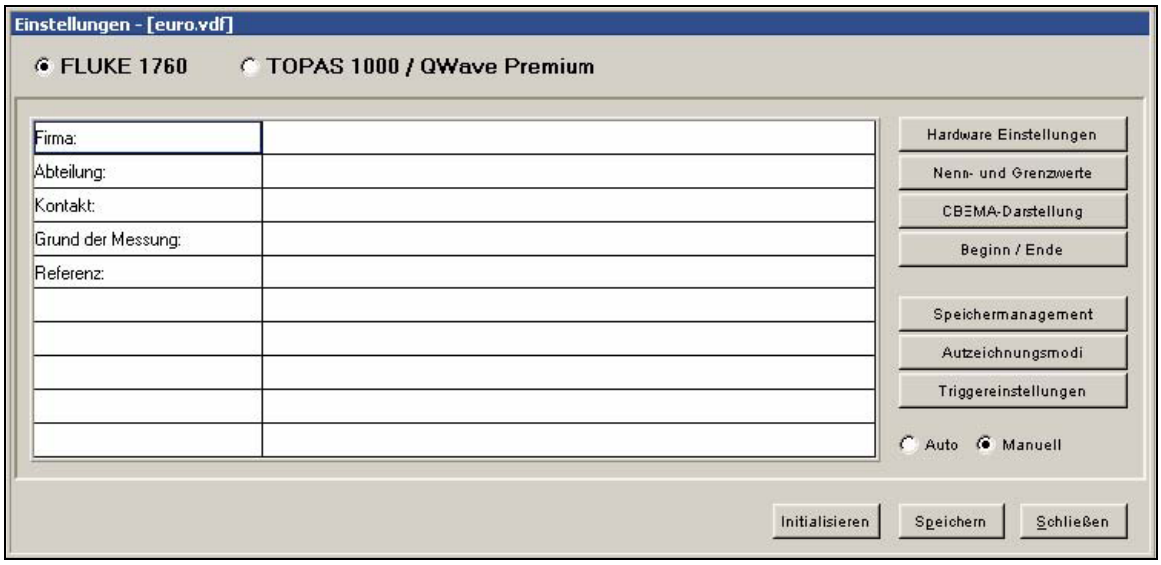
g2_4.bmp

Wenn die Verbindung aufgebaut ist, erscheint in der unteren rechten Ecke neben den Statusinformationen zum Gerät ein grünes Licht.



2_5.bmp

Initialisierung: Das Fenster "Einstellungen" (Settings) ist Ausgangspunkt für alle Messeinstellungen. Behalten Sie vorerst die Standardeinstellungen bei und klicken Sie auf "Initialisieren" (Initialize).



g2_6.bmp

Wählen Sie einen Namen aus oder übernehmen Sie den Standardnamen. Klicken Sie auf "OK".

g2_7.bmp

Warten Sie, während die Messung initialisiert wird.

g2_8.bmp

g2_9.bmp

Klicken Sie auf "OK" und beachten Sie die "RECORDING STATUS"-LED am Gerät. Sie müsste anfangen, langsam zu blinken, um die Messaktivität zu signalisieren.

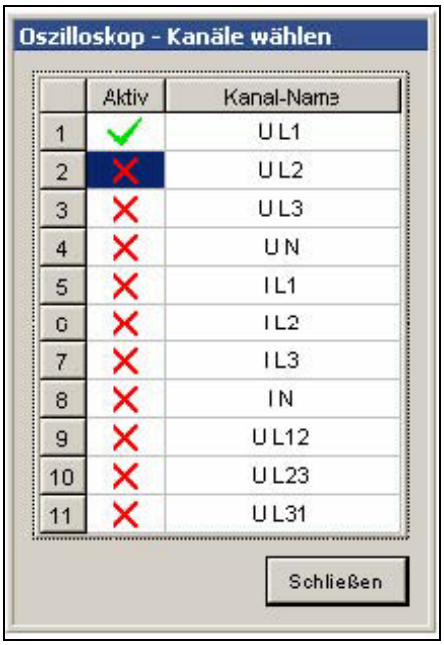
Schließen Sie das Fenster "Einstellungen" (Settings).

Messung: Wählen Sie im Menü "Übertragen" (Transfer) > "Online-Betrieb" (Live Mode) aus.

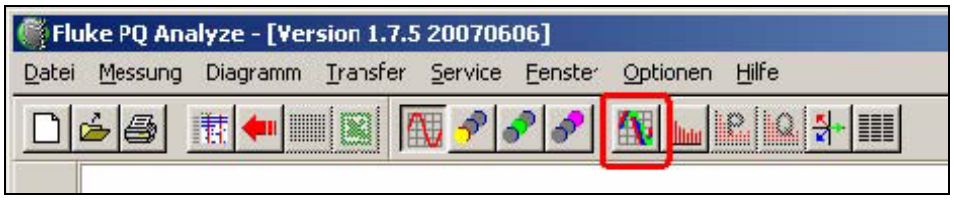
Klicken Sie auf "Oszilloskop" (Oscilloscope).

g2_10.bmp

Wählen Sie alle Kanäle aus, die angezeigt werden sollen, und klicken Sie auf das Symbol "Pegel-Zeit-Diagramm" (Timeplot).

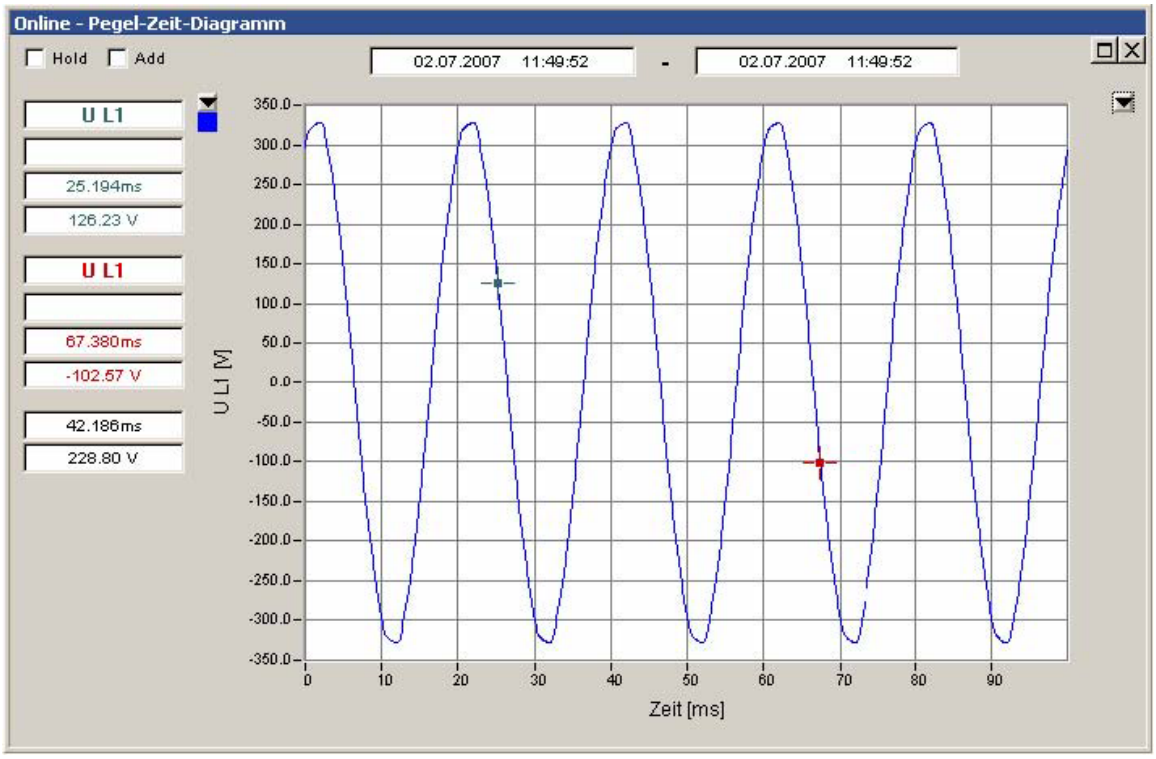


g2_11.bmp



g2_12.bmp

Wenn alles ordnungsgemäß funktioniert, erscheint ein Oszilloskop, das die Aufzeichnung der in die Eingangskanäle eingespeisten Signale wiedergibt. Alle Verbindungen und Sensoren funktionieren ordnungsgemäß.



Genauere Anweisungen finden Sie im *Referenzhandbuch PQ Analyze*.

Nächste Schritte: Zur Übertragung der Messdaten vom Gerät auf den PC und zur Evaluierung der Daten entsprechend Ihren Anforderungen siehe *Referenzhandbuch PQ Analyze*.

Transport und Lagerung

Transport

- Transportieren Sie das Gerät nur in der Originalverpackung.
- Bewahren Sie das mit dem Gerät gelieferte Handbuch für zukünftige Referenzzwecke auf.
- Schützen Sie das Gerät während des Transports vor Hitze und Feuchtigkeit. Die Temperatur sollte im Bereich zwischen –20 °C und +60 °C liegen, die Feuchtigkeit bei 85 %.
- Schützen Sie das Gerät vor Erschütterungen und Belastungen.

Lagerung

- Bewahren Sie die Originalverpackung für spätere Transportzwecke oder zur Einsendung des Geräts zur Reparatur auf. Nur die Originalverpackung gewährleistet ordnungsgemäßen Schutz vor Erschütterungen.
- Lagern Sie das Gerät in einem trockenen Raum; der Temperaturbereich sollte zwischen –20 °C und +60 °C liegen, die Luftfeuchtigkeit maximal 85 % betragen.

  Bewahren Sie das mit dem Gerät gelieferte Handbuch für zukünftige Referenzzwecke auf.
- Schützen Sie das Gerät vor direktem Sonnenlicht, Hitze, Feuchtigkeit und Erschütterungen.

Kapitel 3
Betrieb

Titel **Seite**

Verbindungen zu Messkreisen 3-3
Anschlussreihenfolge 3-3
Anschlusspläne 3-4
Einphasige Messungen 3-4
3-Leiternetz mit zwei Stromsensoren (Methode ARON2) 3-5
3-Leiter-Netz mit zwei Stromsensoren (ARON2-Methode, Dreieckschaltung) 3-7
4-Leiter-Netz: 3-Watt-Meter-Methode 3-8
4-Leiter-Netz: 3-Watt-Meter-Methode mit N-Leiterspannung und N-Leiterstrom 3-9
Zwei Spannungssysteme in Sternschaltung 3-11
Zwei Spannungssysteme in Dreieckschaltung 3-12
Messverfahren/Formeln 3-13
Messwertaggregation 3-13
Berechnung der Leistungsgrößen 3-14
Aggregationen 200 ms und länger: 3-14
Wirkleistung 3-14
Scheinleistung 3-15
Blindleistung 3-15
Leistungsfaktor 3-16
Verschiebungsfaktor cos φ 3-16
Halb- und Vollperiodenaggregation 3-17
Wirkleistung 3-17
Scheinleistung 3-18
Blindleistung 3-18
Leistungsfaktor 3-18
Spannungsereignisse und Flicker 3-18
Harmonischen und Zwischenharmonischen-Messwerte 3-19
Signalspannungen 3-22
Unsymmetrie, Über- und Unterspannungen 3-22
Strom-Unsymmetrie 3-23
Überspannungs- und Unterspannungsabweichung 3-24

Verbindungen zu Messkreisen

⚠⚠ Warnung

Durch den Anschluss von Messkreisen gelangen gefährliche Spanungen an die Anschlussklemmen und ins Geräteinnere. Die Verwendung von Anschlussleitungen und Zubehörteilen, die die relevanten Sicherheitsstandards nicht erfüllen, kann zu schweren Verletzungen oder Tod durch Stromschlag führen.

Folgende Punkte sind für die Betriebssicherheit zu beachten:

Verbinden Sie das Gerät zunächst mit der Schutzerde und dem Energieversorgungsnetz.

Schalten Sie den Messkreis spannungsfrei, bevor Sie ihn an das Gerät anschließen. Stellen Sie vor Anschluss der Messkreise sicher, dass die maximale Messspannung und die maximale Spannung gegen Erde nicht überschritten werden und die Kategorie des Verteilersystems der Aufschrift des Sensors entspricht "oder" die landesspezifischen Normen erfüllt.

Anschlussreihenfolge

Beim Anschluss des Geräts an einen Messkreis ist aus Sicherheitsgründen die folgende Reihenfolge zu beachten:

1. Überprüfen Sie die Netzsteckdose auf eine Schutzleiterverbindung. Schließen Sie das Gerät an das Netz an. Der Power Quality Recorder ist jetzt mit der Schutzerde verbunden (Ausstattung Sicherheitsklasse 1).
2. Schließen Sie den Messkreis gemäß den Anschlussplänen an.
3. Schalten Sie den Recorder ein.
4. Stellen Sie sicher, dass die Leistungsrichtung (Lastflussrichtung) korrekt ist.

Anschlusspläne

Die Auswahl des Messkreises erfolgt über das Menü *"Datei" (File) > "Neu" (New) / "Hardware-Einstellungen" (Hardware Settings)* der PQ Analyze-Software. Schließen Sie die Sensoren in der Lastflussrichtung an (Pfeile beachten).

Tabelle 3-1. Symbole der Anschlusspläne

Symbol	Bedeutung
	Die Flexi-Stromsensoren in der korrekten Richtung anschließen. Der Pfeil muss vom Versorgungsnetzwerk zur Last zeigen.
	Roter Anschluss
	Schwarzer Anschluss

Hinweis

Verwenden Sie Kanal CH4 als Steuereingang zur Triggerung auf externe Signale.

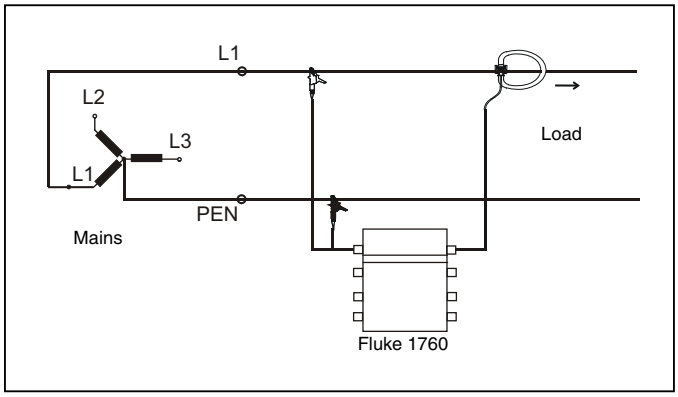
Hinweis

Schnelle Spannungstransienten werden immer zwischen dem roten Stecker des Spannungssensorenanschlusses und dem Schutzerdeanschluss gemessen.

Beachten Sie, dass die Spannungssensoren im Messbereich von >100 V mit der Transienten-Funktion ausgestattet sind (wenn Transient-Option installiert ist).

Einphasige Messungen

Abb. 3-1 zeigt den Anschlussplan für einphasige Messungen.

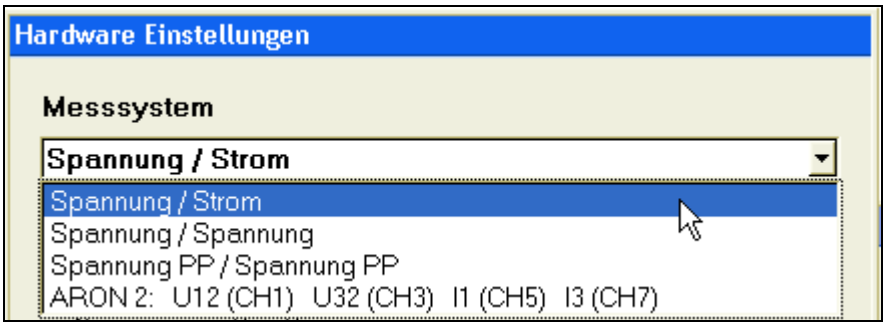


g1wattm1.eps

Abb. 3-1. Anschlussplan: Einphasige Messungen

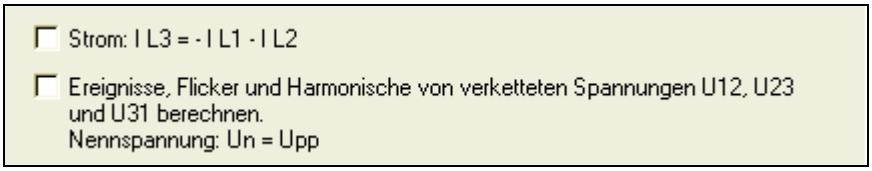
Zugehörige Einstellungen der PC-Software:

Anschluss an Einphasen-2-Leiter-Netz:



gmesssystem1 u-i.bmp

und



gmesssystem1 u-i-1.bmp

Die Option *Ereignisse, Flicker und Harmonische von verketteten Spannungen U12, U23 und U31 berechnen (Calculation of Events, Flicker, and Harmonics with delta voltage U12, U23 and U31)* für verkettete Spannungen hat hier keine Bedeutung.

Hinweis

Es werden alle 8 Kanäle gemessen. Beachten Sie diesen Umstand, wenn Beurteilungen der Netzqualität nach EN50160 durchgeführt werden.

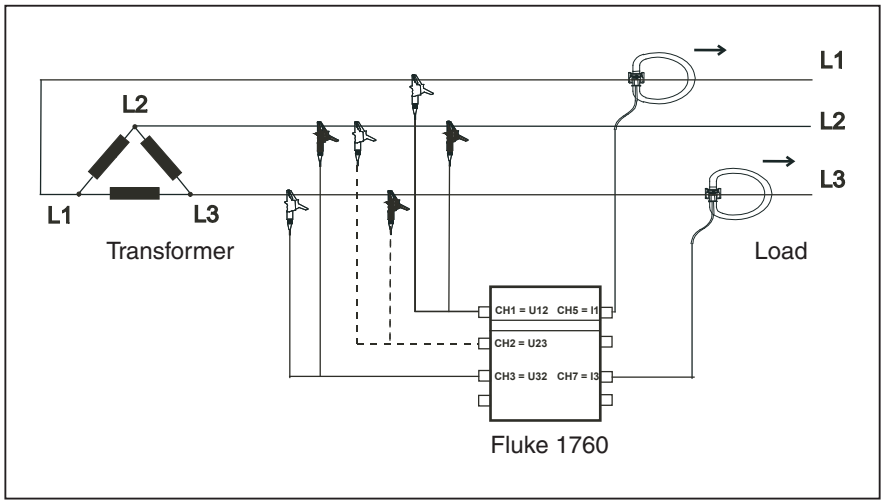
Nicht angeschlossene Spannungskanäle unter "Hardware-Einstellungen" (Hardware Settings) ausschalten, um fehlerhafte Triggerungen zu vermeiden.

3-Leiternetz mit zwei Stromsensoren (Methode ARON2)

Die klassische 2-Watt-Meter-Methode mit Stromsensoren an den Phasen *L1* und *L3*.

Das Gerät berechnet *IL2 = -IL1 – IL3*. Zwei verkettete Spannungen (U12, U32) werden gemessen. Die dritte verkettete Spannung (U23) wird berechnet. Der Recorder wandelt diese Dreieckschaltung in eine Sternpunktverbindung um, indem virtuelle Phasenspannungen berechnet werden. Diese virtuelle Sternpunktverbindung wird jeweils zur Berechnung der Leistungswerte aller drei Phasen sowie der Gesamtleistung verwendet. Diese Methode ist nur anwendbar, wenn *I1 + I2 + I3 =0*, wenn also kein N-Leiter vorhanden ist.

Abb. 3-2 zeigt den Anschlussplan für ein 3-Leiter-System (Aron 2).



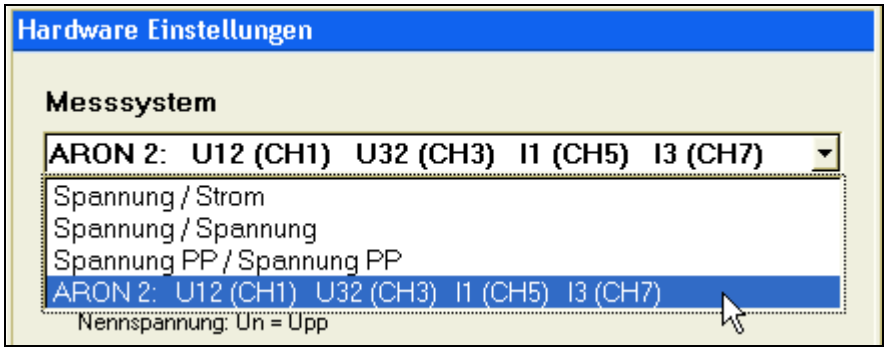
g2wattm1-aron2.eps

Abb. 3-2. Anschlussplan: 3-Leiter-System (Aron 2)

Hinweis

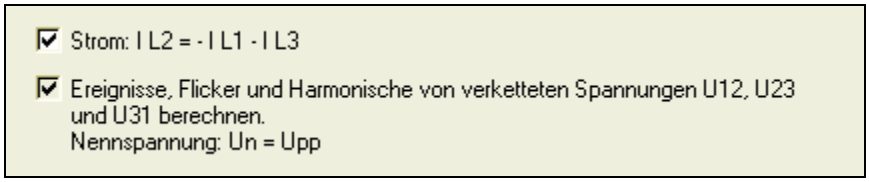
Der strichliniert eingezeichnete Spannungssensor an Kanal CH2 ist nur für Transientenmessungen erforderlich, für Strom-, Spannungs- und Leistungsmessungen wird kein Sensor an CH2 benötigt.

Zugehörige Einstellungen in der Geräte-Software:



gmesssystem5 aron2.bmp

Markieren Sie die entsprechende Option.



gmesssystem5 aron2-1.bmp

Wird die Markierung bei *IL2 = -IL1 - IL3* gesetzt, wird der Strom IL2 berechnet. Ist diese Option nicht aktiv, wird der Strom *IL2* mit einem Sensor an Phase L2 (am Gerät Kanal *CH6*) gemessen.

Hinweis

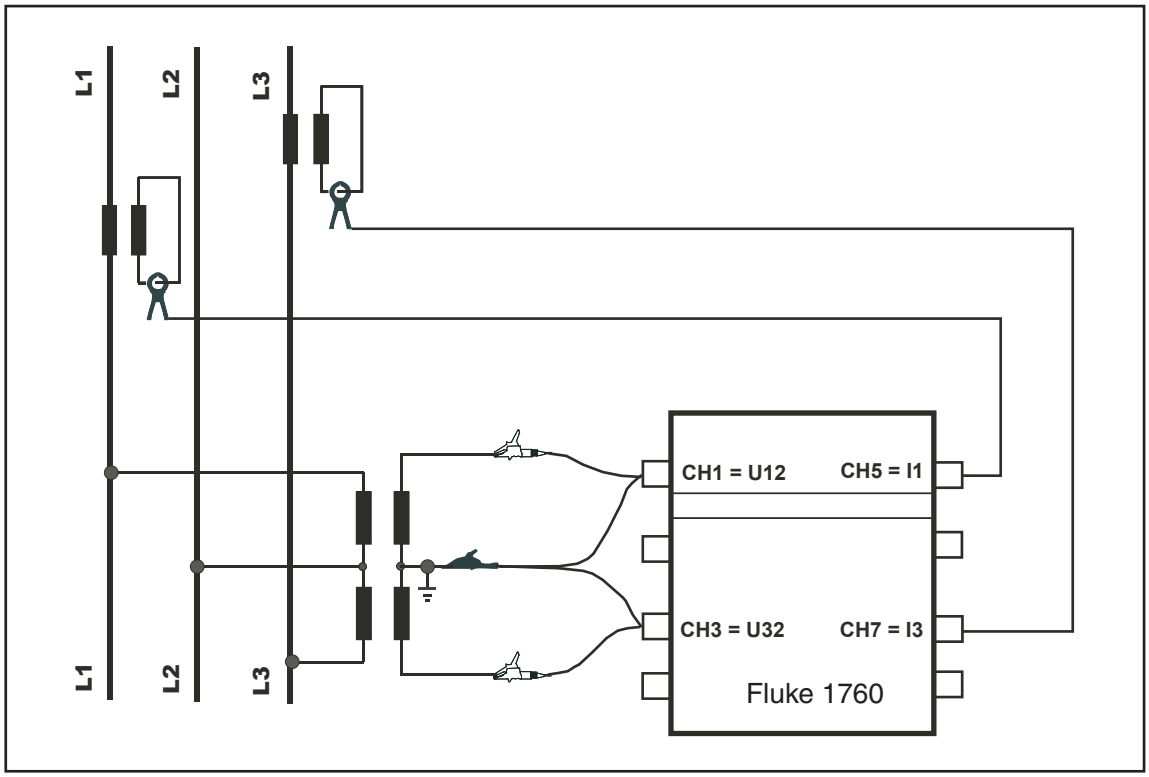
Die Nennspannung muss als verkettete Spannung im Dialog "Nenn- und Grenzwerte" (Nominal / Limit values) eingegeben werden (d. h. 400 V für ein 230 V-P-N-Netz).

3-Leiter-Netz mit zwei Stromsensoren (ARON2-Methode, Dreieckschaltung)

Es wird nach der klassischen 2-Watt-Meter-Methode mit Stromsensoren an den Phasen L1 und L3 gemessen, die im Mittelspannungsnetz mit fest eingebauten Strom- und Spannungswandlern oft verwendet wird.

Das Gerät berechnet *IL2 = -IL1 - IL3*. Zwei verkettete Spannungen (U12, U32) werden gemessen. Die dritte verkettete Spannung (U23) wird berechnet. Der Recorder wandelt diese Dreieckschaltung in eine Sternpunktverbindung um, indem virtuelle Phasenspannungen berechnet werden. Diese virtuelle Sternpunktverbindung wird jeweils zur Berechnung der Leistungswerte aller drei Phasen sowie der Gesamtleistung verwendet. Diese Methode ist nur anwendbar, wenn *I1+I2+I3 = 0*, wenn also kein N-Leiter vorhanden ist.

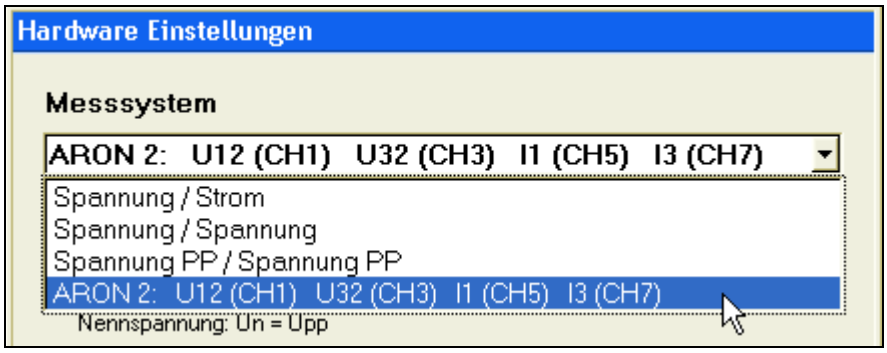
Abb. 3-3 zeigt den Schaltplan für ein 3-Leiter-System mit 2 Stromsensoren (Aron-Methode), Dreieckschaltung.



v-schaltung-3.eps

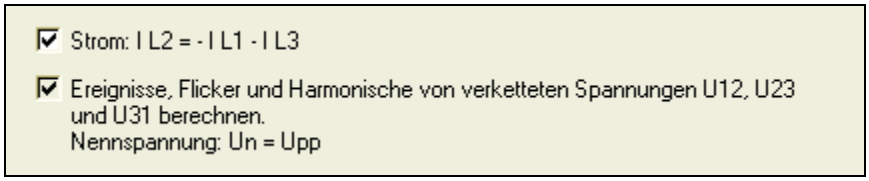
Abb. 3-3. Anschlussplan: Aron 2-Methode/Dreieckschaltung

Zugehörige Einstellungen der PC-Software:



gmesssystem5 aron2.bmp

Markieren Sie die entsprechende Option.



gmesssystem5 aron2-1.bmp

Wird die Markierung bei *IL2 = -IL1 - IL3* gesetzt, wird der Strom IL2 berechnet. Ist diese Markierung nicht aktiv, wird der Strom IL2 mit einem Sensor an Phase L2 (am Gerät Kanal CH6) gemessen.

Die Option *Ereignisse, Flicker und Harmonische von verketteten Spannungen U12, U23 und U31 berechnen (Calculation of Events, Flicker, and Harmonics with delta voltage U12, U23 and U31)* ist aktiv, sie kann nicht deaktiviert werden.

Hinweis

Die Nennspannung muss als verkettete Spannung im Dialog "Nenn- und Grenzwerte" (Nominal / Limit values) eingegeben werden (d. h. 400 V für ein 230 V-P-N-Netz).

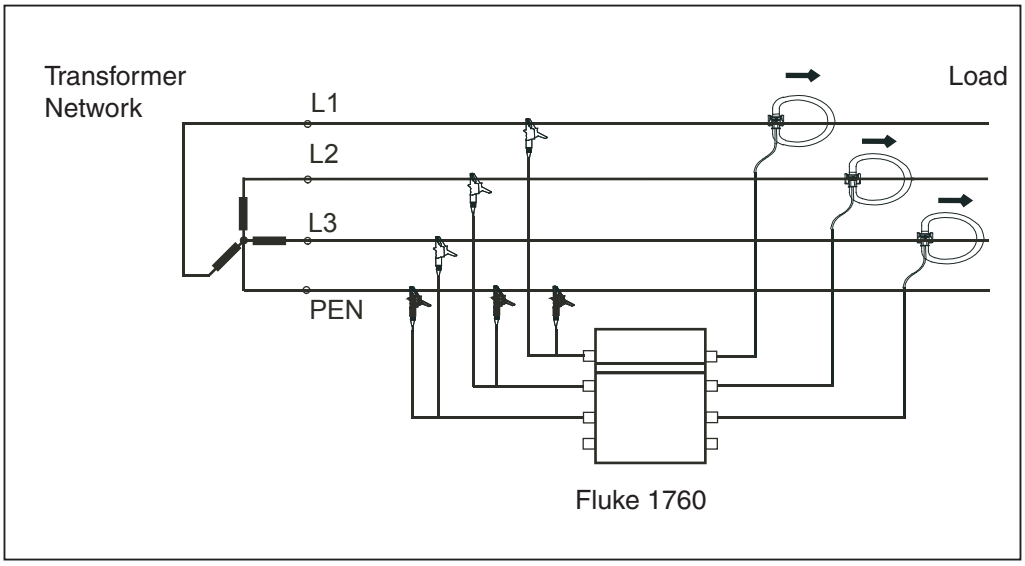
Geben Sie die entsprechenden Wandlerübersetzungsverhältnisse für Strom- und Spannungswandler im Dialog "Hardware-Einstellungen" (Hardware Settings) ein.

Da gängige Stromwandler Ausgangsströme von 1 A oder 5 A AC bei Nennstrom aufweisen, empfehlen wir den Einsatz von Stromzangen anstelle von Flexi-Sensoren. Diese weisen bei kleineren Strömen beste Auflösung und Linearität auf.

4-Leiter-Netz: 3-Watt-Meter-Methode

Standard-Messkonfiguration für Dreiphasensysteme mit 3 Spannungs- und 3 Stromsensoren.

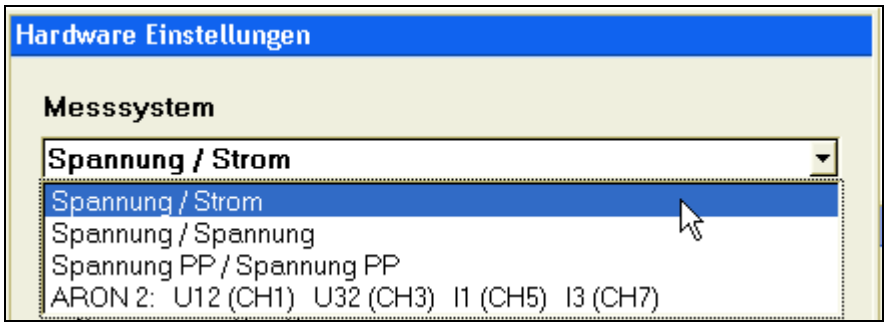
Abb. 3-4 zeigt den Anschlussplan für ein 4-Leiter-Netz (Sternpunktverbindung).



g3wattm1.eps

Abb. 3-4. Anschlussplan: 4-Leiter-System (Sternpunktverbindung)

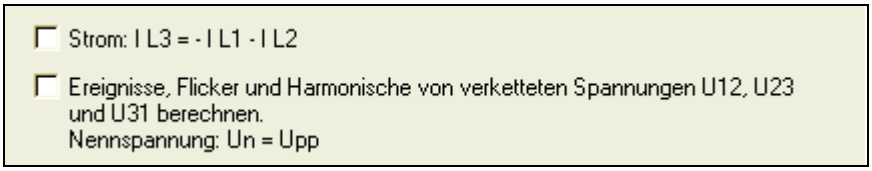
Zugehörige Einstellungen der PC-Software:



gMesssystem1-U-I.bmp

Ereignisse, Flicker und Harmonische können bei Bedarf auch von den verketteten Spannungen ermittelt werden.

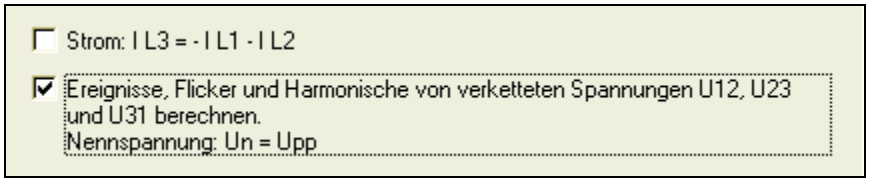
Markieren Sie die entsprechende Option.



gmesssystem1 u-i-1.bmp

Hinweis

Ist diese Option (Berechnung) ausgewählt, so ist bei "Einstellungen – Nenn- und Grenzwerte" (Settings – Nominal / Limit values) für die Nennspannung V_N die verkettete Spannung einzugeben (z. B. 400 V im 230 V-P-Netz).

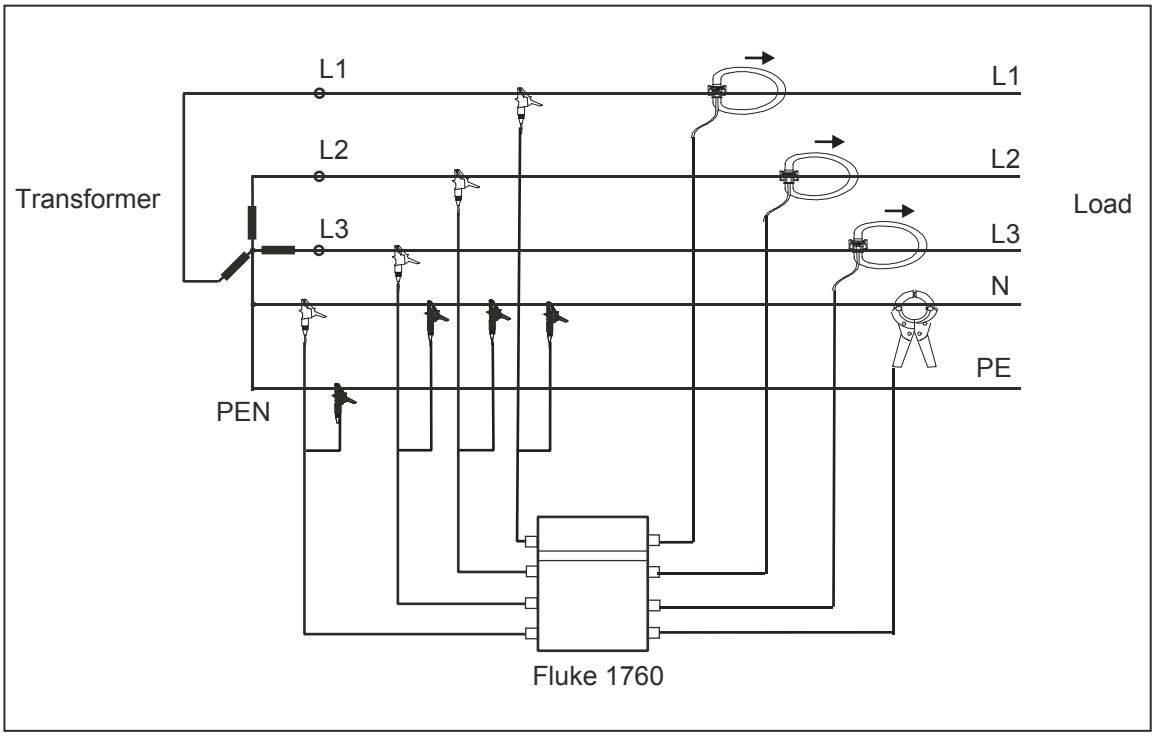


gmesssystem1-u-i-2.bmp

4-Leiter-Netz: 3-Watt-Meter-Methode mit N-Leiterspannung und N-Leiterstrom

Standard-Messkonfiguration für Dreiphasensysteme mit 4 Spannungs- und 4 Stromsensoren.

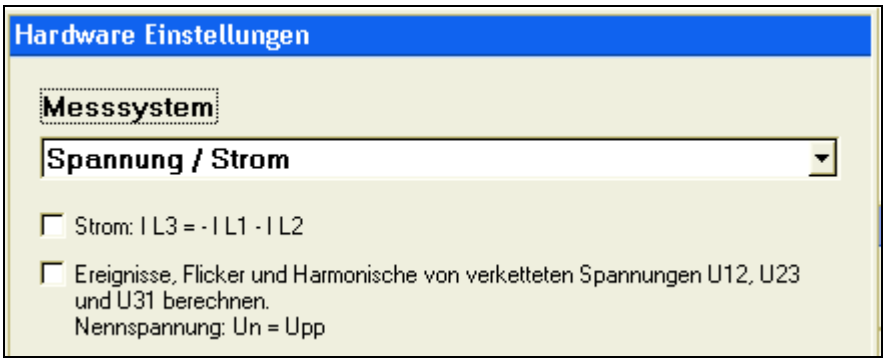
Abb. 3-5 zeigt den Anschlussplan für ein 4-Leiter-Netz (3-Watt-Meter-Methode) mit N-Leiterspannung und N-Stromspannung.



g3wattm2.eps

Abb. 3-5. Anschlussplan: 4-Leiter-System

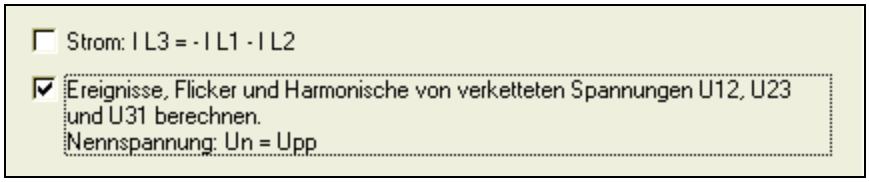
Zugehörige Einstellungen der PC-Software:



gmesssystem1 u-i-0.bmp

Ereignisse, Flicker und Harmonische können bei Bedarf auch von den verketteten Spannungen ermittelt werden.

Markieren Sie die entsprechende Option.



gmesssystem1 u-i-2.bmp

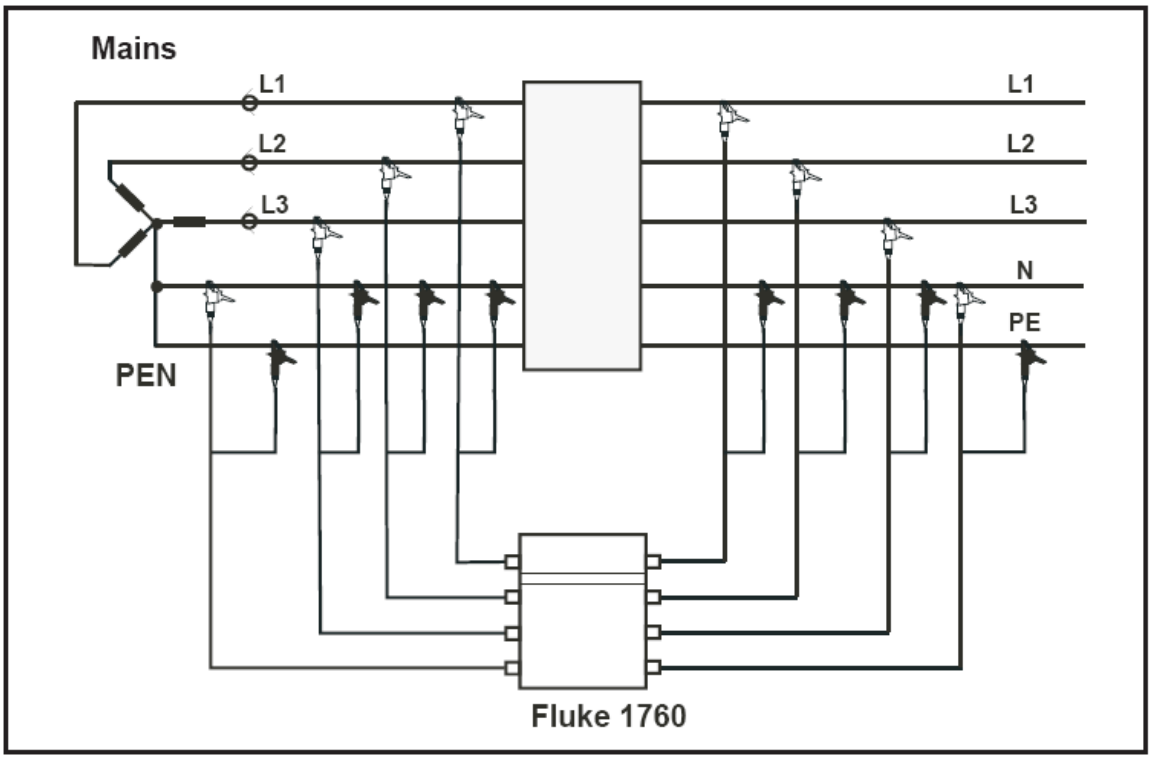
Hinweis

Ist diese Option (Berechnung) ausgewählt, so ist bei "Einstellungen – Nenn- und Grenzwerte" (Settings – Nominal / Limit values) für die Nennspannung V_N die verkettete Spannung einzugeben (z. B. 400 V im 230 V-P-Netz).

Zwei Spannungssysteme in Sternschaltung

Diese Methode erfasst jeweils zwei Phasenspannungen und die zugehörigen N-Leiterspannungen in zwei Drehstromsystemen in Sternschaltung.

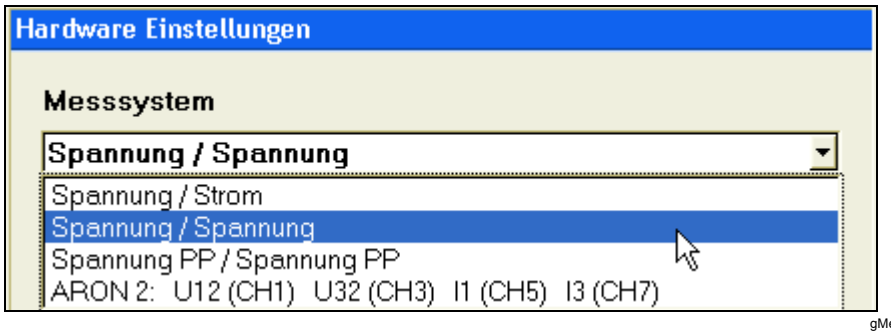
Abb. 3-6 zeigt den Anschlussplan für 2 Spannungssysteme in Sternschaltung.



system-u-u-stern2.bmp

Abb. 3-6. Anschlussplan: 2-fach-Sternschaltung

Zugehörige Einstellungen der PC-Software:



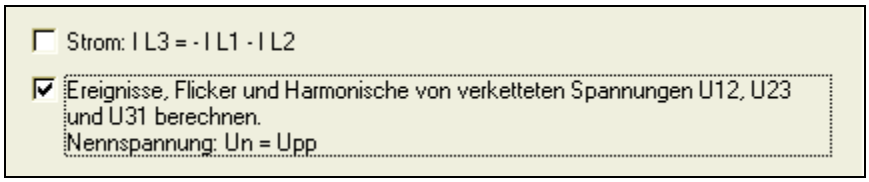
gMesssystem2-U-U.bmp

Hinweis

Die Netzqualitätsbeurteilung nach EN50160 kann jeweils für das System 1 und für das System 2 für die Phasenspannungen durchgeführt werden, die voreingestellten Grenzwerte gelten für beide Auswertungen.

Ereignisse, Flicker und Harmonische können bei Bedarf auch von den verketteten Spannungen ermittelt werden.

Markieren Sie die entsprechende Option.



gmesssystem1 u-i-2.bmp

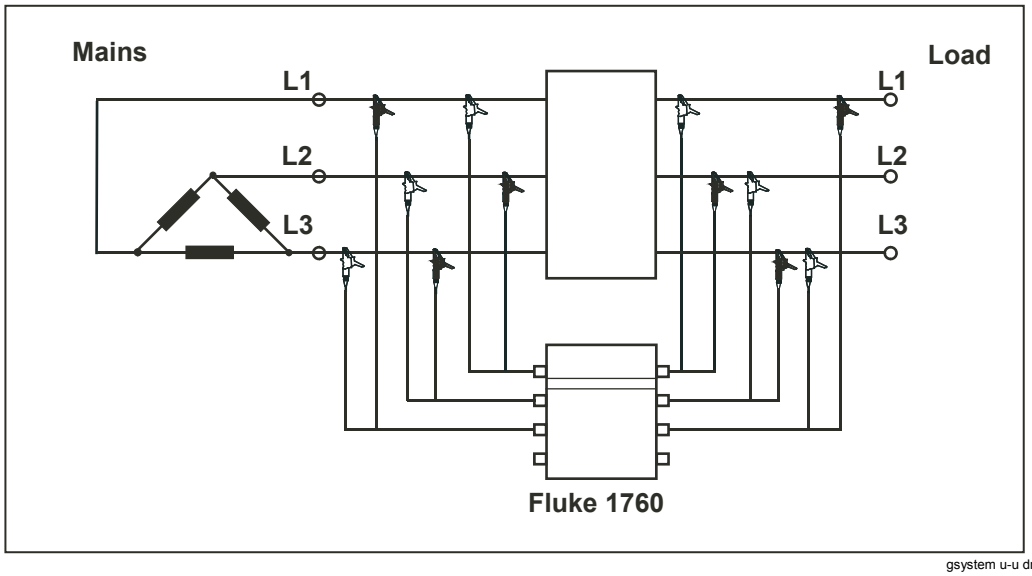
Hinweis

Ist diese Option (Berechnung) ausgewählt, so ist bei "Einstellungen – Nenn- und Grenzwerte" (Settings – Nominal / Limit values) für die Nennspannung V_N die verkettete Spannung einzugeben (z. B. 400 V im 230 V-P-Netz).

Zwei Spannungssysteme in Dreieckschaltung

Diese Methode erfasst jeweils 3 verkettete Spannungen in zwei Dreiphasensystemen in Dreieckschaltung. Kanäle CH4 und CH8 können für andere Messgrößen verwendet werden.

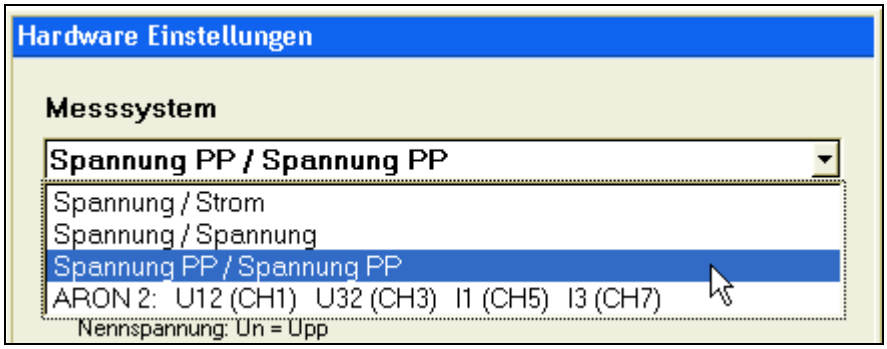
Abb. 3-7 zeigt den Anschlussplan für 2 Spannungssysteme in Dreieckschaltung.



gsystem u-u dreieck.eps

Abb. 3-7. Anschlussplan: 2-fach-Dreieckschaltung

Zugehörige Einstellungen der PC-Software:



gmesssystem4.bmp

Hinweis

Die Netzqualitätsbeurteilung nach EN50160 kann jeweils für das System 1 und für das System 2 für die Phasenspannungen durchgeführt werden, die voreingestellten Grenzwerte gelten für beide Auswertungen.

Bei "Einstellungen – Nenn- und Grenzwerte" (Settings – Nominal/Limit values) ist für die Nennspannung V_N die verkettete Spannung einzugeben (z. B. 400 V im 230 V P-N-Netz).

Messverfahren/Formeln

Messwertaggregation

Signalabtastung

Das Gerät tastet die Messsignale mit einer Nennnetzfrequenz von 10,24 kHz bei Netzfrequenzen von 50 Hz bzw. 60 Hz ab.

Die Abtastfrequenz wird auf die Netzfrequenz am Referenzkanal CH1 synchronisiert. Der Signalpegel muss > 10 % vom Eingangsbereich sein. Die dafür notwendige PLL (Phase Locked Loop) ist in der Geräte-Firmware realisiert.

Der Synchronisationsbereich ist nach IEC 61000-4-30 Klasse A:

- Bereich für 50-Hz-Netze: 50 Hz ±15 % (42,5 Hz–57,5 Hz)
- Bereich für 60-Hz-Netze: 60 Hz ±15 % (51 Hz–69 Hz)
- Auflösung: 16 ppm

Aggregationen

Die Aggregation der Messwerte über die Zeit 12:40:48 PM erfolgt nach IEC 61000-4-30 Klasse A, Abschnitt 4.5, basierend auf den 10/12-Periodenwerten (10 Zyklen für 50 Hz und 12 Zyklen bei 60 Hz Netzfrequenz).

Folgende Aggregationen sind verfügbar:

- Netzhalbperiode, Netzvollperiode, wobei hier jede Halbperiode aktualisiert wird, 200 ms (genauer: 10/12-Periodenwerte), 3 s (genauer: 150/180-Periodenwerte), 10 min, 2 Stunden, freies Intervall (≥ 10 Sekunden)
- Netzhalbperioden, Netzvollperioden werden aus den Nulldurchgängen der
- Grundschwingungen gewonnen.
- Die 10/12-Periodenwerte werden aus 2048 Abtastwerten gebildet, die auf die Netzfrequenz synchronisiert gemessen werden.
- Die 3 s (150/180-Periodenwerte)-Intervalle werden aus 15 aufeinanderfolgenden 10/12-Periodenintervallwerten gebildet.

- Die 10-Minuten-Werte und die Werte des freien Intervalls basieren auf den synchronisierten 10/12-Periodenwerten.
- 2-h-Intervallwerte werden von 12 10-Minuten-Werten gebildet.
- Die 10-Minuten-Intervall-Werte werden auf die absolute Zeit synchronisiert (z. B. über GPS-Zeitsynchronisations-Option)

Netzfrequenz

Für die Ermittlung der 10-s-Frequenzwerte werden die Abtastwerte über ein Tiefpassfilter 2. Ordnung gefiltert (IIR-Filter 3 dB Grundfrequenz für 50-Hz-Netze: 50 Hz, Grundfrequenz für 60-Hz-Netze: 60 Hz). Abhängig von den gefilterten Signalen werden ganze Perioden innerhalb von 10-s-Intervallen (entsprechend der internen Uhr) durch das Feststellen der Nulldurchgänge gezählt. Die Frequenz wird berechnet, indem man die Anzahl der vollen Netzperioden durch die dafür benötigte Zeit dividiert. Das Zeitintervall wird aus den Zeitstempeln aus der Hardware für den ersten und den letzten Abtastwert innerhalb des Blocks gewonnen. Für die Effektivwerte 10/20 ms (Halb-/Vollperiode) wird für die Frequenzmessung eine spezielle Methode gewählt. Die gemessene Frequenz wird aus der Synchronisierfrequenz des PLL, die alle 200 ms aktualisiert wird, gebildet (basierend auf der FFT-Bewertung).

Spannungs- und Strom-Effektivwerte, Min-/Max-Werte

Die Halbperioden-Effektivwerte werden über die Nulldurchgänge des Grundschwingungsanteils synchronisiert. Diese Nulldurchgänge werden aus der 200-ms-FFT ermittelt. Die Effektivwerte sind als Halbperiodeneffektivwerte und auch als Vollperiodeneffektivwerte verfügbar, die jeweils zu jeder Halbperiode aktualisiert werden.

Die Extremwerte (Min-, Max-Werte) werden aus den Halbperiodeneffektivwerten bzw. aus den Vollperiodeneffektivwerten gewonnen, die jeweils zu jeder Halbperiode aktualisiert werden (siehe Einstellung unter "Nenn- und Grenzwerte" (Nominal / Limit values) in PQ Analyze).

Die Intervallwerte werden quadratisch über das entsprechende Intervall aufsummiert.

FFT – Fast Fourier Transformation

Als Grundlage der FFT dient ein Algorithmus, der für reale Eingangssignale und komplexe Ausgangssignale mit 2048 Punkten optimiert ist. Solange die PLL (Phase Locked Loop), die die Abtastfrequenz regelt, eingerastet ist, wird keine Fensterfunktion angewandt. Wenn sie nicht eingerastet ist, wird ein Hanning-Fenster verwendet. Die FFT wird über 200-ms-Intervalle gebildet und resultiert daher in einem Frequenzspektrum von 1024 5 Hz Bins (DC bis 5115 Hz).

Berechnung der Leistungsgrößen

Es werden zwei verschiedene Berechnungsmethoden verwendet. Die eine Berechnungsmethode wird für Aggregationen von 200 ms und länger verwendet, die andere für Halb-/Vollperiodenaggregation.

Aggregationen 200 ms und länger:

Wirkleistung

Die Wirkleistung P wird aus den FFT-Berechnungen für Spannung und Strom abgeleitet.

$$P = \sum_{i=0}^{1023} U_i \cdot I_i \cdot \cos\varphi_i$$

wobei

U_i rms-Effektivwert für Spannungswert des Bin mit der Frequenz $5 \cdot i$ Hz

I_i rms-Effektivwert für Stromwert des Bin mit der Frequenz $5 \cdot i$ Hz

φ_i Phasenwinkel zwischen Spannung und Strom der Frequenz $5 \cdot i$ Hz

Die Summe der Wirkleistung im Dreiphasensystem wird wie folgt berechnet:

$$P_{sum} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}$$

Scheinleistung

Die Scheinleistung S wird aus den Spannungs- und Stromwerten durch Multiplikation der rms-Effektivwerte der entsprechenden Aggregation bewertet.

$$S = U \cdot I$$

Die Summe der Scheinleistung im Dreiphasensystem wird wie folgt berechnet:

$$S_{sum} = S_{L1} + S_{L2} + S_{L3}$$

Blindleistung

Die harmonische Blindleistung Q_h wird auch aus den FFT-Berechnungen für Spannung und Strom abgeleitet. Der Index h in Q_h signalisiert, dass die Blindleistungskomponente aus der FFT-Berechnung abgeleitet wird.

$$Q_h = \sum_{i=0}^{1023} U_i \cdot I_i \cdot \sin \varphi_i$$

Das Ergebnis Q_h ist vorzeichenbehaftet, da ja jede einzelne Frequenzkomponente ein Vorzeichen besitzt. Alle anderen Blindleistungskomponenten sind per definitionem vorzeichenlos (immer positiv).

Die Summe der harmonischen Blindleistung im Dreiphasensystem wird wie folgt berechnet:

$$Q_{h\,sum} = Q_{h\,L1} + Q_{h\,L2} + Q_{h\,L3}$$

Die totale Blindleistung Q_{tot} wird wie folgt berechnet:

$$Q_{tot} = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Die Summe der Blindleistung im Dreiphasensystem wird wie folgt berechnet:

$$Q_{tot\,sum} = Q_{tot\,L1} + Q_{tot\,L2} + Q_{tot\,L3}$$

Die noch nicht berücksichtigte Blindleistungskomponente Q_d (d steht für distortion – Verzerrung) enthält die übrig gebliebenen Blindleistungsanteile (hauptsächlich Verzerrungsblindleistung und Modulationsblindleistung, Erstere verursacht z. B. durch Leistungskonverter mit hohen nichtsinusförmigen Strömen, Letztere durch pulsierende Lasten).

$$Q_d = \sqrt{Q_{tot}^2 - Q_h^2}$$

Die Summe der Verzerrungsblindleistung im Dreiphasensystem wird wie folgt berechnet:

$$Q_{d\,sum} = Q_{d\,L1} + Q_{d\,L2} + Q_{d\,L3}$$

Beachten Sie, dass die Quadratberechnungen in der Q_d -Berechnung bedeuten:

$$Q_{d\ sum} \neq \sqrt{Q_{tot\ sum}^2 - Q_{h\ sum}^2}$$

Leistungsfaktor

Es kann in SW PQ Analyze im Menü "Optionen > Leistungsfaktor" (Options > Power Factor) eine von zwei verschiedenen Berechnungsformeln ausgewählt werden.

Formel 1: Bei dieser Variante entspricht das Vorzeichen der harmonischen Blindleistung und zeigt daher das induktive oder kapazitive Verhalten der Last an.

$$PF = \frac{|P|}{S} \cdot \frac{Q_h}{|Q_h|}$$

Formel 2: Das Vorzeichen entspricht der Wirkleistung und zeigt daher die Richtung des Leistungsflusses an (Motor/Generator-Verhalten der Last).

$$PF = \frac{P}{S}$$

Die Summe des Leistungsfaktors im Dreiphasensystem wird wie folgt berechnet:

$$PF_{sum} = \frac{|P_{sum}|}{S_{sum}} \cdot \frac{Q_{h\ sum}}{|Q_{h\ sum}|} \text{ oder } PF_{sum} = \frac{P_{sum}}{S_{sum}}$$

Verschiebungsfaktor cos φ

Der cos φ wird gewöhnlich als Leistungsfaktor der Grundschwingung bezeichnet. Im Allgemeinen gibt es einen cos φ für jeden harmonischen Frequenzanteil.

Im harmonischen Analysefenster von PQ Analyze SW kann der cos φ für alle

Harmonischen und die Grundschwingung angezeigt werden.

Harmonische Analyse-Parameter-Gruppe:

Die Formel zur Berechnung des cos φ ist:

$$\cos\varphi_i = \cos\left(\arctan\left(\frac{Q_i}{|P_i|}\right)\right) \text{ wobei}$$

P_i Wirkleistung der Harmonischen Index i

Q_i Blindleistung der Harmonischen Index i

Aus historischen Gründen wird der cos φ auch in der V-I-P-Parametergruppe angeboten.

Berechnungsformel:

$$\cos\varphi = \cos\left(\arctan\left(\frac{Q_h}{|P|}\right)\right)$$

wobei

P Wirkleistung

Q_h Harmonischen-Blindleistung

Hinweis

Falls der Verschiebungsleistungsfaktor der Grundschwingung angezeigt werden soll, sind die harmonische Parametergruppe und die Grundschwingung in der Auswahlliste der verfügbaren Messwerte auszuwählen.

Halb- und Vollperiodenaggregation

Wirkleistung

Die Wirkleistung P wird direkt durch Multiplikation der Abtastwerte von Spannung und Strom berechnet.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} u(i) \cdot i(i)}{n}$$

wobei

$u(i)$ der i-te Spannungsabtastwert innerhalb der Vollperiode oder Halbperiode

$i(i)$ der i-te Stromabtastwert innerhalb der Vollperiode oder Halbperiode

n Anzahl der Abtastwerte für eine Voll- oder Halbperiode

Hinweis

Es existiert für die Anzahl der Abtastwerte pro Voll- oder Halbperiode kein ganzzahliges Verhältnis (weder für 50-Hz- noch für 60-Hz-Systeme). 50-Hz-Perioden enthalten 204,8 Abtastwerte und 60-Hz-Perioden enthalten 170,67

Abtastwerte. Daher werden die Zwischenabtastwerte für die Effektivwertbildung interpoliert.

Die Summe der Wirkleistung im Dreiphasensystem wird wie folgt berechnet:

$$P_{sum} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}$$

Scheinleistung

Die Scheinleistung S wird aus den Spannungs- und Stromwerten durch Multiplikation der rms-Effektivwerte der entsprechenden Aggregation bewertet.

$$S = U \cdot I$$

Die Summe der Scheinleistung im Dreiphasensystem wird wie folgt berechnet:

$$S_{sum} = S_{L1} + S_{L2} + S_{L3}$$

Blindleistung

Die Blindleistung Q_{tot} wird wie folgt berechnet:

$$Q_{tot} = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Q_{tot} besitzt immer ein positives Vorzeichen.

Die Summe der Blindleistung im Dreiphasensystem wird wie folgt berechnet:

$$Q_{tot\ sum} = Q_{tot\ L1} + Q_{tot\ L2} + Q_{tot\ L3}$$

Hinweis

Die Blindleistungskomponenten Q_h und Q_d werden in diesen Aggregationen nicht berechnet.

Leistungsfaktor

Der Leistungsfaktor berechnet sich wie folgt:

$$PF = \frac{P}{S}$$

Das Vorzeichen definiert sich aus der Richtung des Leistungsflusses (Motor/Generator-Verhalten der Last).

Spannungsereignisse und Flicker

Spannungsereignisse nach EN50160 oder nach IEC 61000-4-30

Ereignisse werden auf Basis von Halbperiodeneffektivwerten (entsprechend EN 50160) oder Vollperiodeneffektivwerten registriert, die nach jeder Halbperiode aktualisiert werden (entsprechend IEC 61000-4-30). Standardmäßig werden die phasenneutralen Spanunngen überwacht. Falls die Option *Ereignisse, Flicker, Harmonische verkettet (Events, Flicker, and Harmonics of U12)* unter "Hardware-Einstellungen" (Hardware Settings) in PQ Analyze aktiviert ist, werden die Spannungsereignisse der verketteten Spannungen U12, U23, U31 aufgezeichnet.

Flicker

Flicker wird nach den Methoden der IEC 61000-4-15:2003-02, Ausgabe 1.1, berechnet. Standardmäßig wird Flicker basierend auf den Phasenspannungen berechnet. Für 50-Hz- und 60-Hz-Netze werden entsprechende Filterkoeffizienzen angewendet. Der Klassifizierer benutzt 1130 logarithmisch abgestufte Klassen.

Falls die Option *Ereignisse, Flicker, Harmonische verkettet (Events, Flicker, and Harmonics of U12)* in den Geräteeinstellungen aktiviert ist, werden die Flicker der verketteten Spannungen U12, U23, U31 aufgezeichnet.

Harmonischen und Zwischenharmonischen-Messwerte

Spannungs- und Stromharmonische und Zwischenharmonische

Spannungs- und Stromharmonische werden auf Basis eines 10/12-Perioden (200-ms)-Mittelungsintervalls berechnet. Dieses Intervall enthält genau 2048 Abtastwerte. Von diesen Abtastwerten werden 1024 FFT Bins (5 Hz) berechnet.

Die Harmonischen werden mit einer lückenlosen harmonischen Untergruppierung berechnet.

Die Zwischenharmonischen werden mit einer lückenlosen interharmonisch zentrierten Untergruppierung berechnet.

Die Berechnung der Harmonischen und der Zwischenharmonischen erfolgt gemäß IEC 61000-4-7:2002, Abschnitt 5.6 (ohne Glättung).

THD (Total Harmonic Distortion = harmonische Gesamtverzerrung)

Berechnung erfolgt nach folgender Formel: Spannung bzw. Strom

$$THD = \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{40} V_n^2}{V_1}}$$

n: Ordnung der Harmonischen

V_1: Effektivwert der Spannungsgrundschwingung

Un: Effektivwert der Spannungsharmonischen mit der Ordnung n

$$THD = \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}{I_1}}$$

n: Ordnung der Harmonischen

I_1: Effektivwert der Stromgrundschwingung

In: Effektivwert der Stromharmonischen der Ordnung n

TID

TID ist der Gesamtanteil der Zwischenharmonischen am Signal. Er wird nach der Norm EN 61000-4-7:1993 aus allen Spektral-Bins der Zwischenharmonischen (Absolutwerte) bis zur Harmonischen mit der Ordnung 40 gebildet.

THD ind

Der THD ind wird nach der Formel in der Norm EN61000-4-7:1993 berechnet. Diese Formel ist in der aktuellen Version EN 61000-4-7 nicht mehr enthalten, hat jedoch immer noch praktische Bedeutung in Netzen mit induktiver Belastung.

$$THD_{ind} = \frac{1}{V_1}\sqrt{\sum_{n=2}^{40} \frac{V_n^2}{n}}$$

n: Ordnung der Harmonischen

V_1: Effektivwert der Spannungsgrundschwingung

Un: Effektivwert der Spannungsharmonischen mit der Ordnung n

THD kap

Der THD kap wird nach der Formel in der Norm EN 61000-4-7:1993 berechnet. Diese Formel ist in der aktuellen Version EN 61000-4-7 nicht mehr enthalten, hat jedoch praktische Bedeutung bei Anwendungen für Blindstromkompensationsanlagen.

$$THD_{cap} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} n^2 * V_n^2}}{V_1}$$

n: Ordnung der Harmonischen

V_1: Effektivwert der Spannungsgrundschwingung

Un: Effektivwert der Spannungsharmonischen mit der Ordnung n

K-Faktor und Faktor K

Die Bedeutung der beiden Parameter liegt in der Bestimmung von Transformatorverlusten.

Beim Anschluss von nichtlinearen Verbrauchern an das Versorgungsnetz werden Stromharmonische erzeugt. Stromharmonische verursachen Probleme wie z. B. die Überhitzung von Kabeln, besonders des Neutralleiters, Überhitzung und Vibrationen von Induktionsmotoren und erhöhte Verluste in Transformatoren. Im Fall von Blindstromkompensation durch Kondensatoren können diese durch die Stromharmonischen beschädigt werden, und es muss dafür gesorgt werden, dass es nicht zu Resonanzeffekten mit den Zuleitungsinduktivitäten kommt.

Transformatorverluste ergeben sich aus magnetischen Streuverlusten im Kern, Wirbelströmen und den Widerstandsverlusten in der Wicklung. Im Falle der Anwesenheit von Stromharmonischen sind die Wirbelstromverluste am besorgniserregendsten, da sie annähernd mit dem Quadrat der Frequenz ansteigen.

Es gibt zwei unterschiedliche Vorgehen bei der Auswahl eines Transformators unter Berücksichtigung der erhöhten Wirbelstromverluste. Der erste Ansatz, definiert von den Transformatorenherstellern zusammen mit Underwriter Laboratories in den Vereinigten Staaten, liegt darin, den Transformator so auszulegen, dass er mit den erhöhten Wirbelstromverlusten nicht überlastet wird, indem dieser Faktor berücksichtigt wird; das ist unter "K-Faktor" zu verstehen. Die zweite Methode besteht darin, abzuschätzen, wie weit unter seiner Nennlast ein Standardtransformator betrieben werden sollte, damit der Gesamtverlust durch die Belastung durch Harmonische die Verluste duch die Grundschwingungsbelastung nicht überschreitet; dies ist bekannt als der "Faktor K". Die Ergebnisse unterscheiden sich je nach Methode; der Faktor K ist der totale Belastungsfaktor, während der K-Faktor multiplikativ angewendet wird (obwohl aus ihm auch eine Belastbarkeit abgeleitet werden kann). Die Tatsache, dass beide Methoden als Bezeichner ein K besitzen, kann zu Verwirrung bei Gesprächen mit Lieferanten führen.

Formel des K-Faktors:

$$K = \frac{P_t}{P_f} = \sum_{h=1}^{h=50} I_h^2 h^2$$

wobei

P_t Gesamte Wirbelstromverluste

P_f Wirbelstromverluste bei Grundschwingungsfrequenz

I_h relative harmonische Stromkomponente Ordnung h (relativ zur Grundschwingung)

h Ordnungszahl der Harmonischen

Formel für Faktor K:

$$K = \sqrt{1 + \frac{e}{1+e}\left(\frac{I_1}{I}\right)^2 \sum_{n=1,n+2}^{n=50}\left(n^q\left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2\right)}$$

wobei

e Quotient aus den Wirbelstromverlusten bei der Grundschwingung und den Verlusten durch Wechselstrom, der dem Effektivwert eines sinusförmigen Stroms entspricht (der Anwender gibt einen konstanten Faktor ein – siehe Dialog weiter unten)

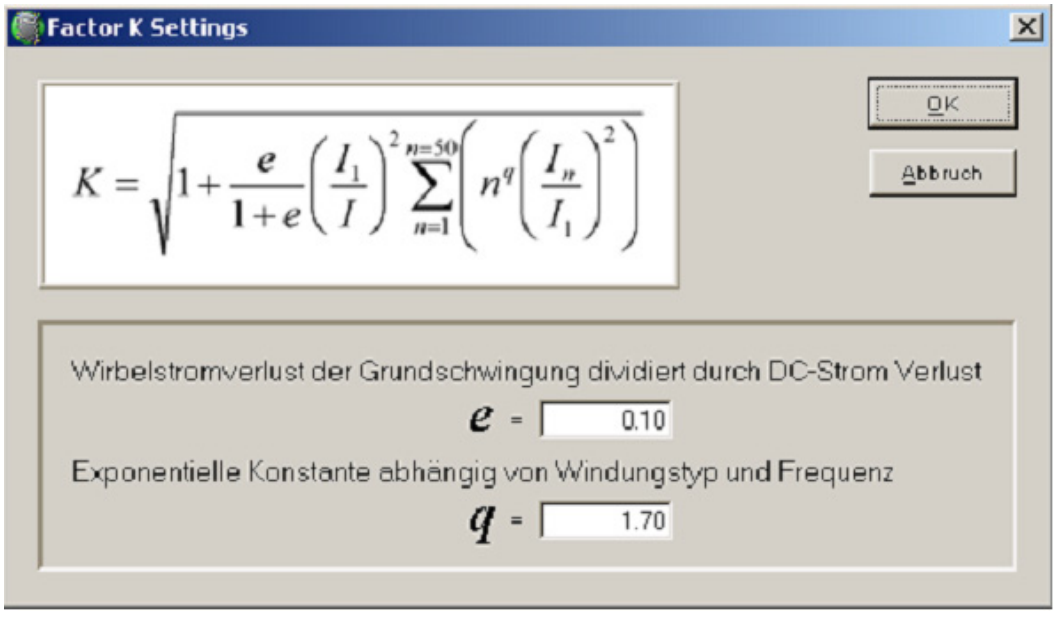
q exponentielle Konstante abhängig vom Wicklungstyp und der Frequenz. Typische Werte sind 1.7 für Transformatoren mit rundem oder rechteckförmigem Leiterquerschnitt in beiden Wicklungen und 1.5 für kaschierte Niederspannungswicklungen (vom Anwender einzugeben – siehe Dialog weiter unten)

I Effektivwert des sinusförmigen Stroms mit allen Harmonischen

I_n Größe des harmonischen Stroms der Ordnung n

I_1 Größe der Grundwelle des Stroms

h Ordnungszahl der Harmonischen



g3_1.bmp

PQ Analyze unterstützt beide Formeln, es können beide ausgewählt werden.

Die Auswahl von K-Faktor (US) und Faktor K (EU) erfolgt im Menü *Messung*.

Signalspannungen

Rundsteuersignale

Die Signalfrequenz des Rundsteuersignals der lokalen Versorgungseinheit kann in der PQ Analyze-Software in den Triggereinstellungen festgelegt werden. Diese Signale werden aus den FFT-Ergebnissen ermittelt. Die FFT-Bin für die Signalspannung wird aus der Signalfrequenz und der Nennnetzfrequenz berechnet (entsprechend der Einstellung für 50 Hz oder 60 Hz in der PQ Analyze-Software), wobei 2048 Abtastwerte für ein 10/12-Periodenintervall mit 10,24 kHz Abtastfrequenz verwendet werden. Wenn die Signalspannung auf < 1 % genau mit einer FFT-Frequenz übereinstimmt, wird nur diese Linie verwendet. Wenn nicht, werden die Effektivwerte der vier benachbarten FFT-Linien addiert, um den Effektivwert der Signalfrequenz wiederzugeben. Es stehen 200-ms-Werte und 3-s-Werte zur Verfügung.

Unsymmetrie, Über- und Unterspannungen

Unsymmetrie

Die Unsymmetrie wird aus den symmetrischen Komponenten nach IEC 61000-4-30 class A Abschnitt 5.7.1. aus den 10/12-Periodenwerten der Grundschwingungen der Spannungen ermittelt. Die symmetrischen Komponenten werden wie folgt berechnet:

$$V_Z = \frac{1}{3}\sqrt{(V_1 + V_2 * \cos\varphi_{12} + V_3 * \cos\varphi_{13})^2 + (V_2 * \sin\varphi_{12} + V_3 * \sin\varphi_{13})^2}$$

$$V_P = \frac{1}{3}\sqrt{V_1 + V_2 * \cos(\varphi_{12} + 120^o) + V_3 * \cos(\varphi_{13} + 240^o)^2 + V_2 * \sin(\varphi_{12} + 120^o) + V_3 * \sin(\varphi_{13} + 240^o)^2}$$

$$V_N = \frac{1}{3}\sqrt{V_1 + V_2 * \cos(\varphi_{12} + 240^o) + V_2 * \cos(\varphi_{13} + 120^o)^2 + V_2 * \sin(\varphi_{12} + 240^o) + V_3 * \sin(\varphi_{13} + 120^o)^2}$$

V_Z, V_P, V_N	Effektivwerte Nullsystem, Mitsystem, Gegensystem
V_1, V_2, V_3	Effektivwerte der Grundschwingung der Phasenspannungen
φ_{12}, φ_{13}	Phasenwinkel zwischen Phasen 1 und 2, Phasen 1 und 3 (nominell: -120° und -240°)

Berechnung der Unsymmetrie nach IEC 61000-4-30:

$$V_2 = \frac{V_N}{V_P} * 100\%$$

$$V_0 = \frac{V_Z}{V_P} * 100\%$$

V_Z: Nullsystem

V_P: Mitsystem

V_N: Gegensystem

Die Berechnung von V_0, V_2 erfolgt aus den oben aufgeführten Formeln für V_Z, V_P, V_N oder für ein 3-Leiter-System basierend auf den verketteten Spannungen (gleiche Ergebnisse):

$$V_2 = \sqrt{\frac{1-\sqrt{3-6\beta}}{1+\sqrt{3-6\beta}}} * 100\%$$

$$\beta = \frac{V_{12,k1}^4 + V_{23,k1}^4 + V_{31,k1}^4}{\left(V_{12,k1}^2 + V_{23,k1}^2 + V_{31,k1}^2\right)^2}$$

Hinweis

Beim 3-Leiter-System ist die Nullkomponente V_z per Definition gleich null.

Die Spannungsmesswerte werden quadratisch über die Zeit gemittelt, danach wird die Unsymmetrie für das entsprechende Messintervall berechnet.

Weitere Informationen hierzu enthält Tabelle 3-2.

Strom-Unsymmetrie

Zusätzlich zu den Messwerten der Systemkomponenten für Spannungsmessungen (Nullsystem, Mitsystem, Gegensystem) existiert eine spezielle Berechnung für die Stromunsymmetrie.

In einigen Anwendungen von Energiesystemen ist die gleichmäßige Aufteilung des Stroms über die drei Phasen bevorzugt mit dieser einfachen Berechnung der Stromunsymmetrie zu überprüfen.

Berechnung:

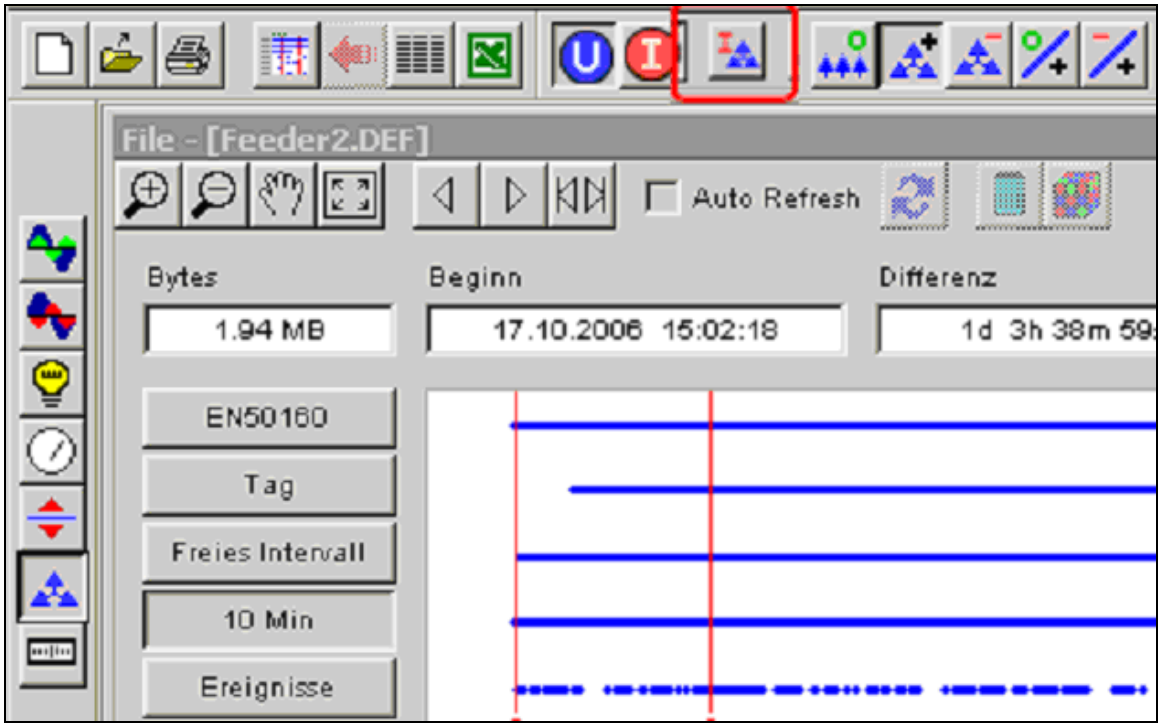
Berechnung des Strommittelwertes $I_{avg} = (I_1 + I_2 + I_3)/3$

Feststellen der max. Abweichung des Stroms vom Mittelwert.

Maximalwert von max. ($|(|I_1 - I_{avg}|, |I_2 - I_{avg}|, |I_3 - I_{avg}|$

Stromunsymmetrie ist 100 * max. ($|(|I_1 - I_{avg}|, |I_2 - I_{avg}|, |I_3 - I_{avg}|) / I_{avg}$

Der Hintergrund dieser einfachen Bewertung der Anzeige einer Stromunsymmetrie in einem Dreiphasensystem ist, dass nur rms-Effektivwerte verwendet werden. Diese Berechnung ist unabhängig vom Phasenwinkel.



g3_2.bmp

Überspannungs- und Unterspannungsabweichung

Die Über- und Unterspannungsabweichung gibt einen Hinweis darauf, ob das Eingangssignal bei einer definierten Aggregation höher oder kleiner als die Nennspannung war.

Die Formeln zur Berechnung entsprechend IEC 61000-4-30 sind:

Unterspannung:

$$U_{under} = 0 \text{ falls } U_{r.m.s.} > U_{nom}$$

sonst

$$U_{under} = \left(\frac{U_{nom} - U_{r.m.s.}}{U_{nom}} \right) \cdot 100\%$$

Überspannung:

$$U_{over} = 0 \text{ falls } U_{r.m.s.} < U_{nom}$$

sonst

$$U_{over} = \left(\frac{U_{r.m.s.} - U_{nom}}{U_{nom}} \right) \cdot 100\%$$

Diese Parameter ergeben zusätzliche Informationen zur Bewertung der Spannungsstabilität.

Tabelle 3-2. Parameteraggregationsmatrix

ADC Daten	Abtastwerte	**RMS** Halb(Voll)Periode, 200ms, 3s	**Tag**	**freies Intervall** 10s, 20s, 30s Vielfache von 1min max: 1440 min(1d)	**10 min**	**Harmonische** 200ms, 3s	**Signalspannungen (Rundsteuerimpulse)** 200ms, 3s	**Translente** 100kHz, 10MHz	**Oszilloskope** 10,24kHz
Symmetrie Parameter	**Unsymmetrie einfach**		–	–	–	–			
	Unsymmetrie		U –	U –	U –	U –			
Energie Messwerte	**Scheinenergie Ws**	(P)	(P)	(P)	(P)				
	Blindenergie Wq	(P)	(P)	(P)	(P)				
	Wirkenergie W	(P)	(P)	(P)	(P)				
Harmonische Messwerte	**Zwischenharmonische 0 .. 50**			U – Un In	U – Un In	U – Un In			
	Blindleistungsharmonische 0 .. 50		P	P	P	P			
	Wirkleistungsharmonische 0 .. 50		P	P	P	P			
	rms Harmonische,max 0 .. 50		U – Un In	U – Un In	U – Un In	U – Un In			
	rms Harmonische 0 .. 50		U – Un In	U – Un In	U – Un In	U – Un In			
	Faktor K			–	–				
	k-Faktor			–	–				
	TDD			–	–				
	TID,max		U –	U –	U –	U –			
	TID		U –	U –	U –	U –			
	THD,cap,max		U –	U –	U –	U –			
	THD,cap		U –	U –	U –	U –			
	THD,ind,max		U –	U –	U –	U –			
	THD,ind		U –	U –	U –	U –			
	THD,max		U –	U –	U –	U –			
	THD		U –	U –	U –	U –			
Flicker Messwerte	**Momentanflicker**	U							
	Plt		U		(U)				
	Pst			U	U				
Leistungs-messwerte	**cos,phi**		(P)	(P)	(P)	(P)			
	cosphi	(P)	(P)	(P)	(P)				
	PF	(P)	(P)	(P)	(P)		(P)		
	S,min	(P)	(P)	(P)	(P)				
	S,max	(P)	(P)	(P)	(P)				
	S	(P)	(P)	(P)	(P)				
	Q,min	P	P	P	P				
	Q,max	P	P	P	P				
	Q	P	P	P	P				
	P,min	P	P	P	P				
	P,max	P	P	P	P				
	P	P	P	P	P		P		
rms Messwerte	**Unterspannung (under deviation)**	U Up		U Up	U Up				
	Überspannung (over deviation)	U Up		U Up	U Up				
	rms,min		U Un – In Up	U Un – In Up	U Un – In Up				
	rms,max		U Un – In Up	U Un – In Up	U Un – In Up				
	rms	U Un – In Up	U Un – In Up	U Un – In Up	U Un – In Up		U – Un In		
Frequenz	**F,min**		U1	U1	U1				
	F,max		U1	U1	U1				
	F	U1	U1	U1	U1				

Interpolation für Vollperioden Effektivwerte RMS mit 10,24kHz = 204,8 Abtastwerte/Periode für 50Hz
Interpolation für Vollperioden Effektivwerte RMS mit 10,24kHz = 176,4 Abtastwerte/Periode für 60Hz

Symbole:
U ... gültig für Spannungseingänge
I ... applies to current inputs
Un ... gültig für Neutralleiterspannung (ch4, ch8)
In ... gültig für Neutralleiterstrom(ch8)
P ... gültig nur für Spannungs-/Stromapplikation
U1 ... gültig für Referenzkanal (ch1)
Up ... gültig für Phase-Phase Spannunger
( ) ... Berechnet in der PC SW (nicht direkt im Recorder verfügbar)

table.eps

Kapitel 4
Wartung

Titel **Seite**

Einführung 4-3
Akkupflege 4-3
Reinigung 4-3
Austausch des Akkupakets 4-4
Außerbetriebnahme und Entsorgung 4-4
  Außerbetriebnahme 4-4
  Recycling und Entsorgung 4-5
Garantie 4-5
Neukalibrierung 4-5

Einführung

Das Gerät alleine bedarf keiner Wartung.

Akkupflege

Hinweis

Wir empfehlen, die Funktion der erzwungenen Batterieentladung regelmäßig in größeren Zeitabständen (nicht länger als 3 Monate) zu nutzen, um die Kapazität des Akkumulatorpakets möglichst lange aufrechtzuerhalten. Es wird empfohlen, das Akkupaket alle 2 Jahre auszutauschen, um die volle Funktionsfähigkeit bei unterbrechungsfreier Stromversorgung aufrechtzuerhalten.

Vorgehensweise:

1. Verbinden Sie das Gerät mit dem Versorgungsnetz.
2. Bringen Sie den Netzschalter in die I-Position.
3. Warten Sie, bis die POWER-LED aufleuchtet.
4. Trennen Sie das Gerät vom Stromnetz.
5. Warten Sie, bis die POWER-LED ausgeht.
6. Stellen Sie den Netzschalter auf Position 0.
7. Warten Sie, bis die POWER- und die UPS-LED schnell blinken.
8. Bringen Sie den Netzschalter innerhalb von 3 Sekunden wieder in die I-Position.

Der Akku wird gänzlich entladen, wenn Folgendes zutrifft:

- Die POWER-LED ist OFF (aus)
- Die UPS-LED blinkt langsam
- Die LED MEMORY LEVEL blinkt, und die Anzahl der blinkenden LEDs gibt die restliche Entladedauer in Minuten wieder (z. B. bedeuten fünf blinkende LEDs, dass der Entladevorgang noch ca. 5 Minuten dauert).
- Danach wird das Gerät automatisch abgeschaltet.

Hinweis

Sie können den erzwungenen Entlademodus jederzeit beenden, indem Sie das Gerät an das Stromnetz anschließen oder den Netzschalter in 0-Position bringen.

Reinigung

Das Gerät kann mit einem isopropanolgetränkten Tuch gereinigt werden.

⚠ Vorsicht

Verwenden Sie keine Schleifmittel oder sonstigen Lösungsmittel.

Austausch des Akkupakets

⚠⚠ Warnung

- **Trennen Sie alle Sensoren vom Instrument!**
- **Trennen Sie das Instrument vom Versorgungsnetz!**
- **Die Anschlüsse des Akkupakets dürfen auf keinen Fall kurzgeschlossen werden.**
- **Zum Austausch des Akkupakets dürfen nur Originalersatzteile des Herstellers verwendet werden (PN 2540406).**

Hinweis

Beachten Sie stets die Vorschriften für Wiederverwertung und Entsorgung.

Vorgehensweise:

1. Die Abdeckung des Akkufachs befindet sich auf der Rückseite des Geräts.
2. Entfernen Sie die Abdeckung durch Lösen der Kreuzschlitzschraube (Pozi-Drive).
3. Entriegeln und lösen Sie das Verbindungskabel.
4. Entnehmen Sie das Akkupaket mithilfe des Bandes und ersetzen Sie es durch ein Originalersatzteil (PN 2540406).
5. Verbinden Sie das Kabel mit dem Gerätestecker.

Hinweis

Beachten Sie die Polarität des Anschlusskabels und die Arretierung.

Außerbetriebnahme und Entsorgung

Außerbetriebnahme

1. Stellen Sie sicher, dass alle angeschlossenen Geräte ausgeschaltet und spannungsfrei sind.
2. Schalten Sie den Power Quality Recorder aus.
3. Trennen Sie das Netzkabel vom Netz.
4. Entfernen Sie alle angeschlossenen Geräte.
5. Sichern Sie das Gerät gegen unbeabsichtigtes Einschalten.
6. Achten Sie darauf, dass die Gebrauchsanweisung beim Gerät bleibt.

Recycling und Entsorgung

Hinweis

Beachten Sie stets die Vorschriften für Wiederverwertung und Entsorgung.
Nicht mit dem Hausmüll entsorgen!

Verpackung:	Die Verpackung besteht ausschließlich aus recyclebarem Material. Landesspezifische Informationen zu Lizenzverträgen für die Entsorgung von Verpackungen erhalten Sie bei Ihrem Händler oder Lieferanten.
Gehäuse:	Das Gehäuse besteht aus isolierendem Kunststoff.
Gewicht, Volumen:	Das Gerät hat ein Gewicht von ca. 4900 g und ein Volumen von ca. 4700 cm^3.

Garantie

Der Gewährleistungszeitraum für das Gerät beträgt 2 Jahre und für die angegebene Messunsicherheit 1 Jahr ab Verkaufsdatum.

Akkus sind von der Gewährleistung ausgenommen.

Die Gewährleistung kann nur mit der entsprechenden Rechnung oder Quittung in Anspruch genommen werden.

Die Gewährleistung erstreckt sich nicht auf Schäden, die auf unsachgemäße Verwendung, Überlastung oder Betrieb außerhalb der angegebenen Umgebungsbedingungen zurückzuführen sind.

Die Gewährleistung gilt nur für technische Daten, die mit einer Toleranz angegeben sind. Werte oder Grenzwerte ohne Toleranzangabe dienen nur der Information.

Neukalibrierung

Wenn das Gerät im gesamten zulässigen Temperaturbereich eingesetzt wird, empfiehlt Fluke eine jährliche Rekalibrierung. Beim Betrieb im Temperaturbereich zwischen +15 °C und +35 °C kann das Rekalibrationsintervall auf 2 Jahre ausgedehnt werden. Für eine Spannungsmessgenauigkeit von 0,5 % und eine Strommessgenauigkeit von 1 % werden erweiterte Kalibrierungszeiträume von 5 Jahren empfohlen.

Das Gerät kann von der Fluke-Serviceabteilung oder von einem anderen Kalibrierungsspezialisten kalibriert werden.

Kapitel 5
Technische Spezifikationen

Titel **Seite**

Allgemeine Spezifikationen.....5-3

Allgemeine Spezifikationen

Eigenunsicherheit	Bezieht sich auf die Referenzbedingungen und ist für ein Jahr garantiert
Qualitätssystem	Entwickelt und produziert nach ISO 9001: 2000
Umweltbedingungen	
Betriebstemperaturbereich	0 °C... +50 °C; 32 °F... +122 °F
Funktionstemperaturbereich	-20 °C... +50 °C; -4 °F... +122 °F
Lagertamperatur	-20 °C... +60 °C; -4 °F... 140 °F
Referenztemperatur	23 °C ± 2 K; 74 °F ± 2 K
Klimaklasse	B2 (IEC 654-1), -20 °C... +50 °C; -4 °F +122 °F
Max. Spannung gegen Erde/Überspannungskategorie	Höhe: 2000 m: max. 600 V CAT IV* Grundeinheit- und Netzversorgung: 300 V CAT III Höhe: 5000 m: max. 600 V CAT III* Grundeinheit- und Netzversorgung: 300 V CAT II * abhängig vom angeschlossenen Sensor
Referenzbedingungen	Umgebungstemperatur: 23 °C ± 2 K < 60 % rH; 74 °F ± 2 K < 60 % RH Netzfrequenz: 50 Hz/60 Hz Signal: Eingangsbezugsspannung Udin Mittelwertbildung: 10-Minuten-Intervalle Anwärmzeit > 3 Stunden Spannungsversorgung: 120 V/60 Hz oder 230 V/50 Hz, ± 10 %
Gehäuse Schutz	isoliertes, robustes Plastikgehäuse IP40
Elektrische Sicherheit	EN 61010-1 2. Ausgabe, Grundgerät 300 V CAT III Komplettes Messsystem unabhängig von den verwendeten Sensoren von 300 V CAT II bis 600 V CAT IV (1000 V CAT III)
Netzanschluss	83–264 V AC, 35 W, < 70 V A 45–65 Hz DC: 100–375 V
Umweltbedingungen	Verschmutzungsgrad 2, Schutzklasse I
Emissionen/Immunität	IEC 61326-1:2006
Anzeige Power-LED	Fluke 1760 verfügt über LED-Anzeigen für den Status von 8 Kanälen, Phasenfolge, Stromversorgung (Netzstrom oder Akkumulator), Speichernutzung, Zeitsynchronisation und Datentransfer. • Durchgehend leuchtend: normale Netzversorgung

Kanal-LEDs	• OFF (aus): Stromversorgung über eingebauten Akkumulator im Fall eines Versorgungsspannungsausfalls. 3-Farben-LEDs pro Kanal für: • Überlastung • OK und Signalpegel zu gering Signalpegel im Nennbereich
Datenspeicher	2-GB-Flash-Speicher
Speichermodell	Auswahl: Linear oder zirkular
Aufzeichnungsmodus	Kontinuierliche, lückenlose Aufzeichnung
Messsystem	4 Spannungen + 4 Ströme für 3 Phasen + N-Leiter oder 8 Spannungen
Schnittstellen	Ethernet (100 MB/s), kompatibel mit Windows® 2000/XP SP3/Vista, RS232 und USB 2.0
Baudrate für RS232	9600 Baud … 115 kBaud
Abmessungen (H x B x L)	325 mm x 300 mm x 65 mm (13 x 12 x 2,6 inch)
Gewicht (ohne Zubehör)	ca. 4,9 kg (10,8 lbs)
Garantie	2 Jahre
Kalibrationsintervall	1 Jahr für Klasse A empfohlen, sonst 2 Jahre
Signalkonditionierung	Spezifikation
Bereich für 50-Hz-Systeme	50 Hz ± 15 % (42,5 Hz–57,5 Hz)
Bereich für 60-Hz-Systeme	60 Hz ± 15 % (51 Hz–69 Hz)
Frequenzauflösung	16 ppm
Abtastfrequenz für 50 Hz und 60 Hz Nennnetzfrequenz	10,24 kHz, die Abtastrate wird mit Netzfrequenz synchronisiert.
Messunsicherheit Frequenz	< 20 ppm
Messunsicherheit Echtzeituhr	< 1 s/Tag
Messintervalle Min-, Max-Werte Transiente	Aggregation der Messintervallwerte entsprechend IEC 61000-4-30 Klasse A Halbperioden Abtastrate 100 kHz bis10 MHz pro Kanal

Bereich der Harmonischen Eigenunsicherheit Grundaggregationsintervall 200 ms	< 25 % von URMS der Grundschwingung bis zu einem THD von 50 % ≥ 1 % von Unom: ±5 % vom Messwert < 1 % von Unom: ±0,05 % von Unom entsprechend IEC 61000-4-7:2002 und Ergänzung 1:2008, IEC 61000-2-4 Klasse 3
Bereich der Interharmonischen Eigenunsicherheit Grundaggregationsintervall 200 ms	< 25 % von URMS der Grundschwingung bis zu einem TID von 50 % ≥ 1 % von Unom: ±5 % vom Messwert < 1 % von Unom: ±0,05 % von Unom entsprechend IEC 61000-4-7:2002 und Ergänzung 1:2008
Bedingungen der technischen Spezifikationen für Harmonische und Interharmonische Temperatur Feuchtigkeit Versorgungsspannung Common Mode-Störspannung Statische Entladung Elektrische Störfelder	Innerhalb des Betriebstemperaturbereichs 10 %–60 % r.H. 83–264 V AC, 45–65 Hz, 100–375 V DC ≤ Unom IEC 61326-1/Industrieumgebung IEC 61326-1/Industrieumgebung
Spannungsunsymmetrie – Bereich Eigenunsicherheit	0 bis 100 % ±0,15 % absolute Abweichung
Flicker	Entsprechend EN 61000-4-15:2003: 10 min (Pst), 2 h (Plt)
All PQ-Parameter sind entsprechend IEC 61000-4-30 Klasse A, 2008, 2. Ausgabe, evaluiert. Die vorschriftsmäßige Standardbezeichnung für V_{nom} ist U_{nom}.	

Messeingänge	
Anzahl der Eingänge	8 galvanisch isolierte Eingänge für Spannungs- und Strommessung
Sensorsicherheit	Bis zu 600 V CAT IV abhängig vom Sensortyp
Gerätesicherheit	300 V CAT III
Nennspannung (Effektivwert)	100 mV
Messbereich (Spitzenwert)	280 mV
Überlastbarkeit (Effektivwert)	1000 V, kontinuierlich
Spannungsanstieg	max. 15 kV/µs
Eingangswiderstand	1 M Ω für Gerät, 1000 V Sensor 10 MΩ
Eingangskapazität	< 50 pF
Eingangsfilter	Jeder Kanal ist mit einem passiven Tiefpassfilter, einem Anti-Aliasing-Filter und einem 16-Bit-ADC ausgestattet. Alle Kanäle werden synchron von einem quarzgesteuerten Taktsignal abgetastet. Die Filter schützen vor Spannungstransienten und begrenzen die Anstiegszeit des Eingangssignals, verringern hohe Frequenzanteile und reduzieren vor allem die Rauschspannung über der halben Abtastfrequenz des ADC-Konverters um 80 dB. Damit kann eine hohe Genauigkeit verbunden mit einem hohen Amplitudenbereich erreicht werden. Auch unter speziellen Betriebsbedingungen kann mit hoher Präzision gemessen werden, wie etwa bei transienten Spannungen am Ausgang von Spannungskonvertern.

Messunsicherheit	Gerät mit 600 V-/1000 V-Sensor
Sensor 1000 V Sensor 600 V	Die Messunsicherheit unter Miteinbezug der Spannungssensoren entspricht IEC 61000-4-30 Klasse A. Alle Spannungssensoren sind für DC bis 5 kHz geeignet. Udin = 600 V P-N: Messbereich: 0–1200 Urms, Spitzenwert 1700 Urms 0,1 % Udin gemäß IEC 61000-4-30 Klasse A 2008 2. Ausgabe Udin = 480 V P-N: Messbereich: 0–960 V, Spitzenwert 1700 Urms 0,1 % Udin gemäß IEC 61000-4-30 Klasse A 2008 2. Ausgabe Udin = 230 V P-N: Messbereich: 0–460 V, Spitzenwert 900 Urms 0,1 % Udin gemäß IEC 61000-4-30 Klasse A 2008 2. Ausgabe
Eigenunsicherheit für Harmonische	Klasse I gemäß EN 61000-4-7:2002 und Ergänzung 1:2008
Temperaturdrift	< 65 ppm/K
Alterung	< 0,04 %/Jahr
Gleichtaktunterdrückung	Gerät > 100 dB bei 50 Hz (z. B. Nebenwiderstände) Mit Spannungssensor 600 V/1000 V > 65 dB bei 50 Hz
Rauschen	Rauschspannung bei Gerät, kurzgeschlossene Eingänge: < 40 µUrms Mit Sensor 1000 V: < 0,8 Urms Mit Sensor 600 V: < 0,5 Urms
DC	± (0,2 % rdg + 0,1 % Sensorbereich)

Kapitel 6
Optionen und Zubehör

Titel **Seite**

Instruments 6-3
Zubehör 6-3
- Standardspannungssensoren für AC und DC 6-4
- Flexible Stromzangen für AC 6-5
- Stromzangen für AC-Ströme 6-5
- Nebenwiderstände für AC und DC 6-6
- Sonstiges Zubehör 6-6
- Stromzange 1 A/10 A AC 6-6
- Stromzange 5 A/50 A AC 6-10
- Stromzange 20 A/200 A AC 6-14
- Flexi Current Sensor 100 A/500 A 6-17
- Flexi Current Sensor 200 A/1000 A 6-21
- Flexi Current Sensor 3000 A/6000 A 6-24

GPS-Zeitsynchronisationsmodul-Option 6-27

Instruments

Produkt	Beschreibung/technische Spezifikationen
Fluke 1760 Basic ohne schnelle Transiente ohne Spannungs- und Stromsensoren	**Power Quality Recorder/Analyzer** 8 Kanäle (4 Spannungen/4 Ströme oder 8 Spannungen) **Schnittstellen:** 1 RS232-Schnittstellenkabel Ethernet 1 Ethernetkabel für Netzanschluss 1 gekreuztes Ethernetkabel für direkte PC-Verbindung **Speicher:** 2-GB-Flash-Speicher **CDROM:** PQ Analyze-Software- und SW-Handbuch, Bedienungsanleitung auf CD-ROM 1 Netzkabel, Netzadapterset für landesspezifische Anschlüsse 1 Gebrauchsanleitung für erste Schritte 1 Transporttasche
Fluke 1760TR Basic mit schnellen Transienten, ohne Spannungs- und Stromsensoren	Fluke 1760TR Basic besitzt alle Elemente von Fluke 1760 Basic plus: **Schnelle Transientenanalyse** bis zu 10 MHz
Fluke-1760 INTL **Fluke-1760 US** ohne schnelle Transiente, mit Spannungs- und Stromsensoren	**Fluke 1760** besitzt alle Elemente von Fluke 1760 Basic plus: **INTL:** 4 Spannungszangen 600 V + 2 Delfinklemmen pro Zange **US:** 4 Spannungszangen 1000 V + 2 Delfinklemmen pro Zange 4 flexible Stromzangen 1000 A/200 A **GPS**-Zeitsynchronisationsempfänger
Fluke-1760TR INTL **Fluke-1760TR US** mit schnellen Transienten, ohne Spannungs- und Stromsensoren	**Fluke 1760 TR** besitzt alle Elemente von Fluke 1760 plus: **Schnelle Transientenanalyse** bis zu 10 MHz

Zubehör

Für das Gerät sind Spannungszangen für Messungen im Bereich zwischen 0,1 V und 1000 V verfügbar.

Stromsensoren für direkte Strommessung (Nebenwiderstände) sind für 20 mA, 1 A und 5 A verfügbar.

Passive Stromzangen (nur AC) sind in Bereichen mit 1 A bis 200 A verfügbar; in der PQ Analyze-Software können 2 Bereiche ausgewählt werden.

Flexible Stromsensoren (TPS Flex) sind für Strommessbereiche von 100 A bis 6000 A AC lieferbar; in der PQ Analyze-Software können 2 Bereiche ausgewählt werden.

Alle Sensoren sind mit einem Speicher für Kalibrationsfaktoren, Sensoridentifikation und einer Seriennummer ausgestattet; das Gerät liest diese Daten automatisch. Die Bereiche können in der PQ Analyze-Software ausgewählt werden.

An die Eingänge dieser Sensoren können andere Messumformer angeschlossen werden, wie etwa mV-Ausgangstemperatursensoren.

Standardspannungssensoren für AC und DC

Temperaturkoeffizient:	100 ppm/K
Alterung:	<0,05 %/Jahr
Alle Spannungssensoren sind für DC geeignet.	für DC und AC bis zu 5 kHz

Spannungssensor	PN	U nom	Bereich Urms	max. Überlastung kontinuierlich	Eingang Widerstand[1]	Eigen-abweichung
TPS SPANNUNGSSENSOR 0,1 V	2540613	0,1 V	10 mV-0,2 V	100 V	1 MΩ	0,15 % vom Messwert ± 0,8 mV
TPS SPANNUNGSSENSOR 10 V	2540636	10 V	0,1-17 V	100 V	16 kΩ	0,15 % vom Messwert ± 8 mV
TPS SPANNUNGSSENSOR 100 V	2540624	100 V	1-170 V	1000 V	8,5 MΩ	0,15 % vom Messwert ±80 mV
TPS SPANNUNGSSENSOR 400 V	2540660	400 V	4-680 V	1000 V	8,5 MΩ	0,15 % vom Messwert ±0,32 V
TPS SPANNUNGSSENSOR 600 V	2540697	600 V	10-1000	1000 V	8,5 MΩ	0,1 %[2]
TPS SPANNUNGSSENSOR 1000 V	2540649	1000 V	10-1700	2000 V	13 MΩ	0,1 %[3]

[1] zwischen rotem und schwarzem Anschluss
[2] Sensor + Grundgerät 0,1 % Udin = 230 V P-N gemäß IEC61000-4-30 Klasse A
[3] Sensor + Grundgerät 0,1 % Udin = 480 V und 600 V P-N gemäß IEC61000-4-30 Klasse A

Spannungssensor	PN	Transientbereich[1]	Transiente Messunsicherheit	Max. Spannung gegen Erde Überspannungskategorie
TPS SPANNUNGSSENSOR 0,1 V	2540613	---	---	300 V CAT II
TPS SPANNUNGSSENSOR 10 V	2540636	---	---	300 V CAT II
TPS SPANNUNGSSENSOR 100 V	2540624	50–6000 V	5 %	600 V CAT IV
TPS SPANNUNGSSENSOR 400 V	2540660	50–6000 V	5 %	600 V CAT IV
TPS SPANNUNGSSENSOR 600 V	2540697	50–6000 V	5 %	600 V CAT IV
TPS SPANNUNGSSENSOR 1000 V	2540649	50–6000 V	5 %	1000 V CAT III / 600 V CAT IV

[1] Signaldauer < 1 ms

Flexible Stromzangen für AC

Modellnr. Produktnr.	Typ	Bereich für Software auswählbar	Spitzenstrom für sinusförmige Ströme	Eigenabweichung (> 1 % des Bereichs)	Frequenzbereich	Betriebsspannung	Phasenfehler	Durchmesser
TPS Flex 18 PN 2540477	Flexible Stromzange	1 A–100 A 5 A–500 A	240 A 1350 A	1 %	45 Hz–3,0 kHz	600 V CAT IV	0,5 °	45 cm (18 inch) Länge 2 m Kabel
TPS Flex 24 PN 2540489	Flexible Stromzange	2 A–200 A 10 A–1000 A	480 A 2700 A	1 %	45 Hz–3,0 kHz	600 V CAT IV	0,5 °	61 cm (24 inch) Länge 2 m Kabel
TPS Flex 36 PN 2540492	Flexible Stromzange	30 A–3000 A 60 A–6000 A	10 kA 19 kA	1 %	45 Hz–3,0 kHz	600 V CAT IV	0,5 °	91 cm (36 inch) Länge 4 m Kabel

Stromzangen für AC-Ströme

Modellnr. Produktnr.	Typ	Bereich wählbar	Spitzenstrom für sinusförmige Ströme	Eigenunsicherheit (> 1 % des Messbereichs)	Frequenzbereich	Betriebsspannung	Phasenfehler	Spannweite
TPS ZANGE 10 A/1 A PN 2540445	Aufsteck-Stromwandler	0,01 A–1 A 0,1 A–10 A	3,7 A 37 A	0,5 %	40 Hz–10 kHz	300 V CAT IV	0,5 °	Leiterquerschnitt 15 mm (0,6 inch), 2 m Kabel
TPS ZANGE 50 A/5 A PN 2540461	Aufsteck-Stromwandler	0,05 A–5 A 0,5 A–50 A	18 A 180 A	0,5 %	40 Hz–10 kHz	300 V CAT IV	0,5 °	Leiterquerschnitt 15 mm (0,6 inch), 2 m Kabel
TPS ZANGE 200 A/20 A PN 2540450	Aufsteck-Stromwandler	0,2 A–20 A 2 A–200 A	74 A 300 A	0,5 %	40 Hz–10 kHz	300 V CAT IV	0,5 °	Leiterquerschnitt 15 mm (0,6 inch), 2 m Kabel

Nebenwiderstände für AC und DC

Modellnr. Produktnr.	Typ	Bereich	Spitzenstrom für sinusförmige Ströme	Eigen-abweichung (> 1 % des Bereichs)	Frequenzbereich	Betriebsspannung	Phasenfehler
TPS NEBENWIDERSTAND 20 MA PN 2540553	Nebenwiderstand 20 mA	0–55 mA	77,8 mA Imax = 1,5 A	0,2 %	DC 3,0 kHz	300 V CAT II	0,1 °
TPS NEBENWIDERSTAND 1 A PN 2540548	Nebenwiderstand 1 A	0–2,8 A	4 A Imax = 5,5 A	0,2 %	DC 3,0 kHz	300 V CAT II	0,1 °
TPS NEBENWIDERSTAND 5 A PN 2540566	Nebenwiderstand 5 A	0–10 A	21,9 A Imax = 10 A	0,2 %	DC 3,0 kHz	300 V CAT II	0,1 °

Fehler in % des Messbereichs bei 23 °C ± 2 K für 48–65 Hz.

Phasenwinkelfehler bei Nennstrom

I_{max} maximaler Strom ohne Zeitbegrenzung

Sonstiges Zubehör

Produkt	Beschreibung/technische Spezifikationen	Produktnr.
Transporttasche	Für Gerät und Zubehör	2540414
Sicherheitsadapter	Mit Hochleistungssicherung mit 100 kA Abschaltvermögen	2540530
2-A-Hochleistungssicherung	Mit 100 kA Abschaltvermögen	2540509
Akkumulatorpaket	Ersatz-Akkumulatorpaket	2540406

Stromzange 1 A/10 A AC

Diese Stromzange wurde zur nicht-intrusiven, präzisen Messung von kleinen Wechselströmen entwickelt. Die Anwendung neuester Technologien (interner Speicher für Kalibrierdaten) erlaubt Strommessungen von 0,01 A bis zu 10 A. Der Messbereich wird in der PQ Analyze-Software ausgewählt: *IAC1* oder *IAC10*.

⚠⚠ Warnung

Zum Schutz vor Stromschlägen:

- **Verwenden Sie beim Anschließen der Zangen an einen Stromkreis Schutzausrüstung gemäß den landesspezifischen Vorschriften.**
- **Verwenden Sie die Stromzangen nur an isolierten Leitern bis max. 600 Urms oder DC gegen Erde.**

Elektrische Spezifikationen

Nennstrom In:	1 A/10 A ACrms
Messbereiche:	0,01 A–1 A oder 0,1 A–10 A
Crest-Faktor:	<3
Spitzenstrom:	3,7 A/37 A
Max. zerstörungsfreier Strom:	Bis zu 100 A effektiv
Leiterpositionseinfluss:	<0,5 % des Bereichs für 50/60 Hz
Fremdleitereinfluss:	< 15 mA/A bei 50 Hz
Phasenfehler (bei Referenzbedingungen):	< ±0,5 Grad
Frequenzbereich (Zange ohne Gerät):	40 Hz–10 kHz (–3 dB)
Temperaturkoeffizient:	0,015 % des Bereichs/°C
Sicherheit:	300 V CAT IV, Typ-C-Sensor, Verschmutzungsgrad 2

Allgemeine Angaben

Maximale Leitergröße:	*Durchmesser:* 15 mm *Schiene:* 15 x 17 mm
Kabellänge:	2 m
Betriebstemperaturbereich:	–10 °C–+55 °C
Lagertemperaturbereich:	–20–+70 °C
Betriebsluftfeuchte:	15 %–85 % (nicht-kondensierend)
Gewicht (pro Zange):	220 g
Bestell-Nummer:	2540445

Referenzbedingungen

Umgebungstemperatur:	+18 °C–+26 °C
Luftfeuchte:	20–75 % RH
Strom:	Sinusförmige Wellenform mit 48 bis 65 Hz
Verzerrungsfaktor:	<1 %, kein Gleichstromanteil, Fremdfeld <40 A/m, Leiter zentriert zwischen den Zangenbacken

Sicherheitsnormen

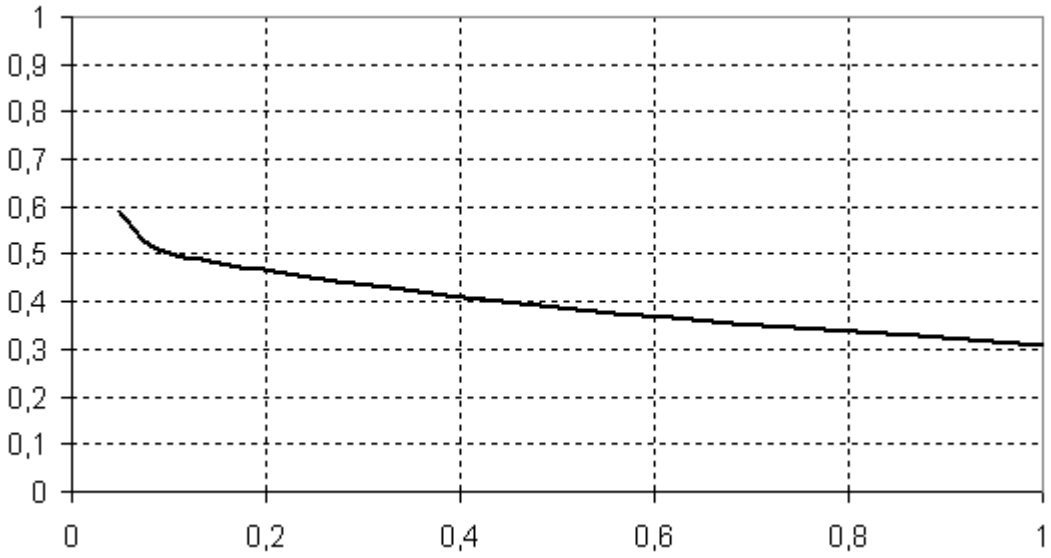
- IEC/EN 61010-1 2, 2. Ausgabe
- IEC/EN 61010-2-032
- IEC/EN 61010-031

EMC-Standards

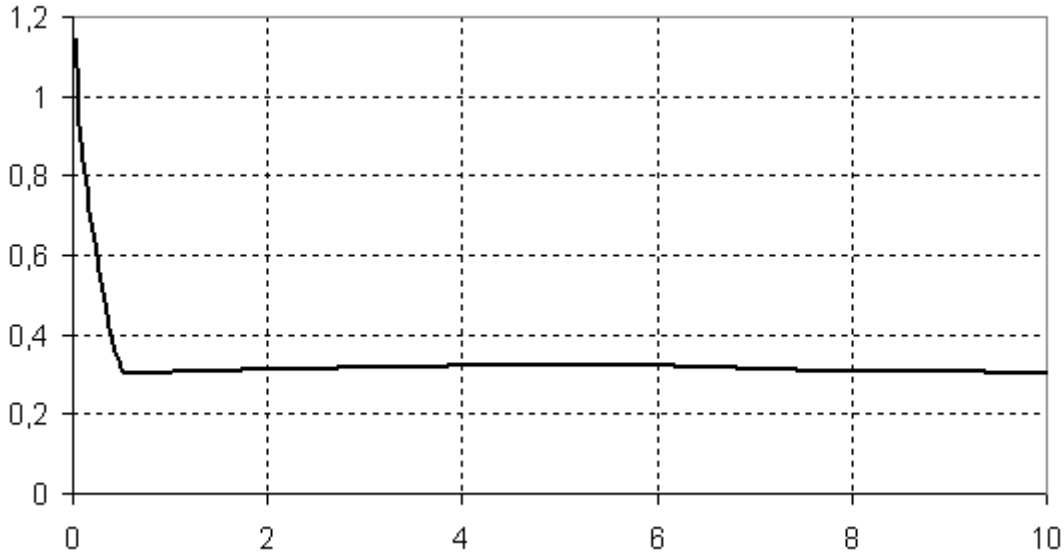
EN61326 – 1:2006

Genauigkeit (typisch, für 50/60 Hz)

Linearität, Fehler in % vom Messwert, Primärstrom in A:

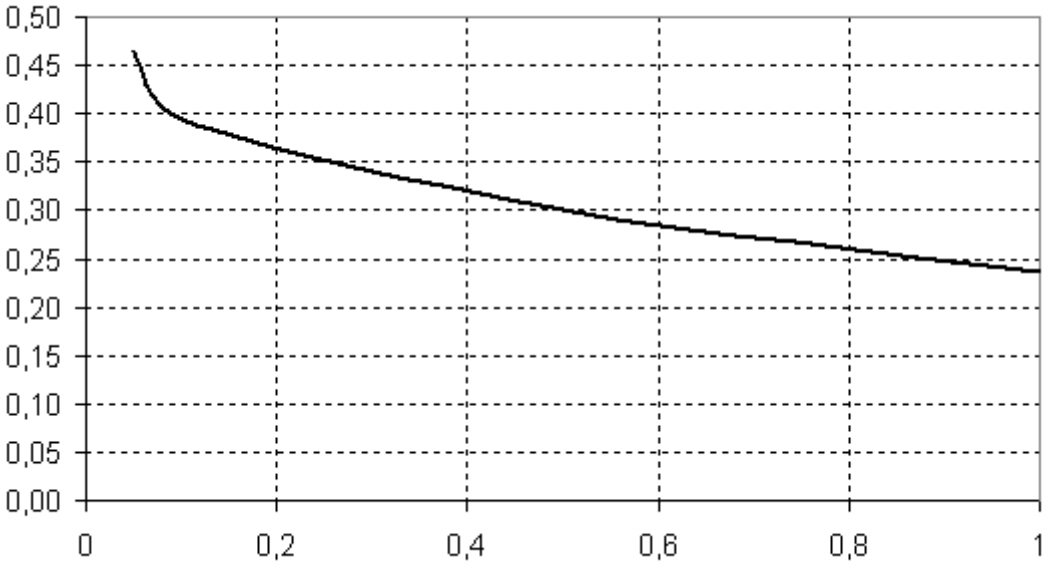


a680501049-linearity-1a.bmp

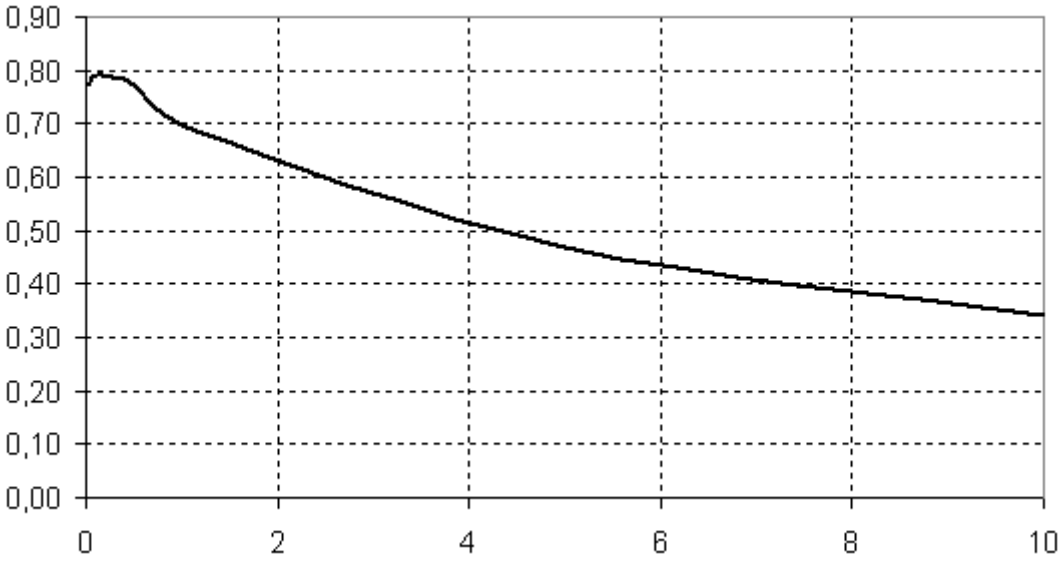


a680501049-linearity-10a.bmp

Phasenwinkel in Grad, Primärstrom in A:

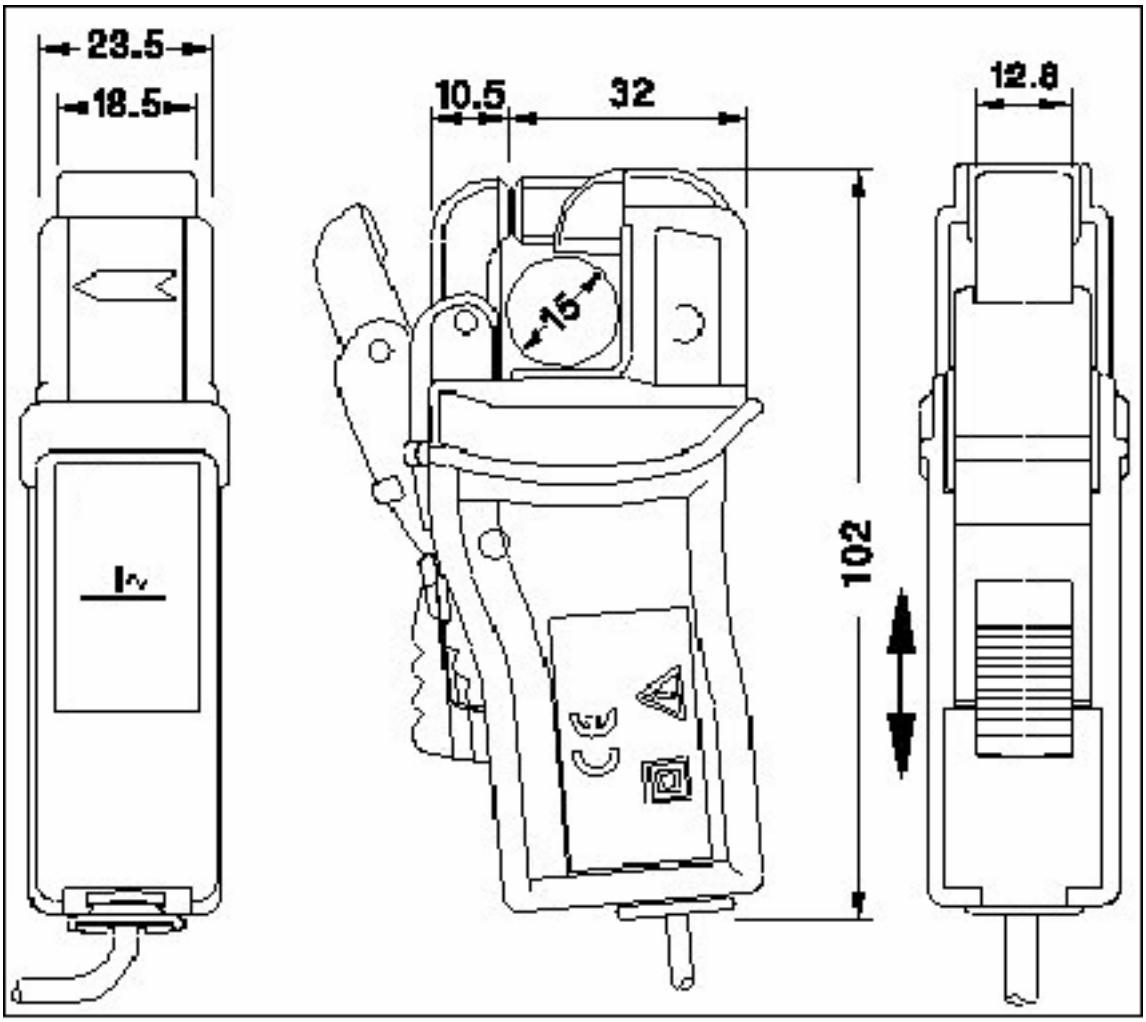


a680501049-phase-1a.bmp



a680501049-phase-10a.bmp

Abmessungen (in mm):



small clamp-dimensions.bmp

Stromzange 5 A/50 A AC

Diese Stromzange wurde zur nicht-intrusiven, präzisen Messung von kleinen Wechselströmen entwickelt. Die Anwendung neuester Technologien (interner Speicher für Kalibrierdaten) erlaubt Strommessungen von 0,05 A bis zu 50 A. Der Messbereich wird in der PQ Analyze-Software ausgewählt: *IAC5* oder *IAC50*.

⚠⚠ Warnung

Zum Schutz vor Stromschlägen:

- **Verwenden Sie die Stromzangen nur an isolierten Leitern bis max. 600 Urms oder DC gegen Erde.**
- **Verwenden Sie beim Anschließen der Zangen an einen Stromkreis Schutzausrüstung gemäß den landesspezifischen Vorschriften.**

Elektrische Spezifikationen

Nennstrom In:	5 A/50 A ACrms
Messbereiche:	0,05 A–5 A oder 0,5 A–50 A

Crest-Faktor:	<3
Spitzenstrom:	18 A, 180 A
Max. zerstörungsfreier Strom:	Bis zu 200 Arms
Leiterpositionseinfluss:	<0,5 % des Bereichs bei 50/60 Hz
Fremdleitereinfluss:	≤15 mA/A bei 50 Hz
Phasenfehler (bei Referenzbedingungen):	< ±0,5 Grad
Frequenzbereich (Zange ohne Gerät):	40 Hz–10 kHz (–3 dB)
Temperaturkoeffizient:	0,015 % des Bereichs/°C
Sicherheit:	300 V AC CAT IV, Typ-C-Sensor, Verschmutzungsgrad 2

Allgemeine Angaben

Maximale Leitergröße:	*Durchmesser:* 15 mm
	Schiene: 15 x 17 mm
Kabellänge:	2 m
Betriebstemperaturbereich:	–10 °C-+55 °C
Lagertemperaturbereich:	–20-+70 °C
Betriebsluftfeuchte:	15 %–85 % (nicht-kondensierend)
Gewicht (pro Zange):	ca. 220 g
Bestell-Nummer:	2540461

Referenzbedingungen

Umgebungstemperatur:	+18 °C-+26 °C
Luftfeuchte:	20–75 % RH
Strom:	Sinusförmige Wellenform mit 48 bis 65 Hz
Verzerrungsfaktor:	<1 %, kein Gleichstromanteil, Fremdfeld <40 A/m, Leiter zentriert zwischen den Zangenbacken

Sicherheitsnormen

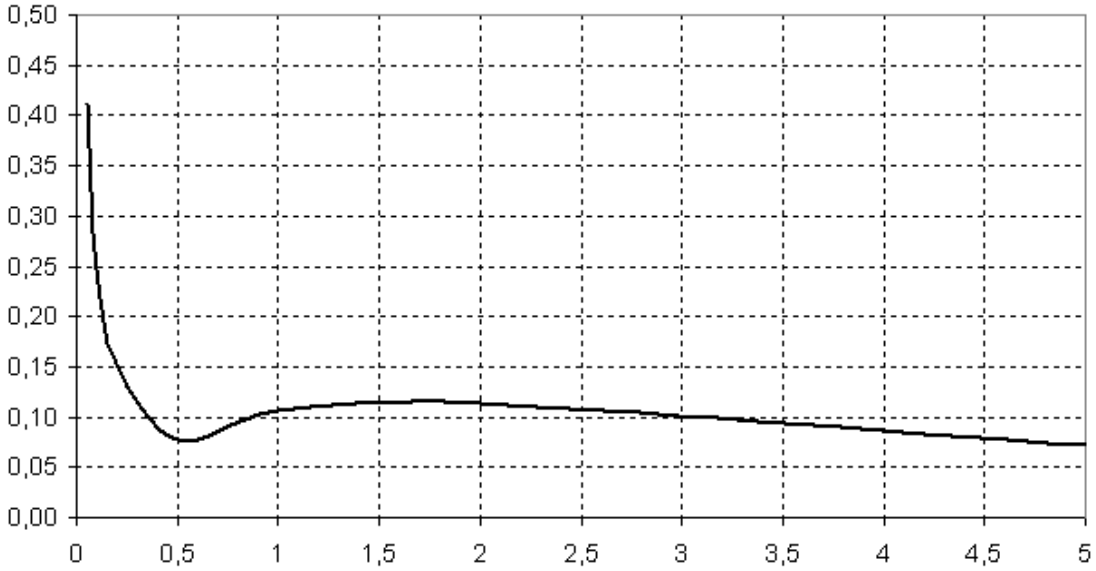
- IEC/EN 61010-1 2, 2. Ausgabe
- IEC/EN 61010-2-032
- IEC/EN 61010-031

EMC-Standards

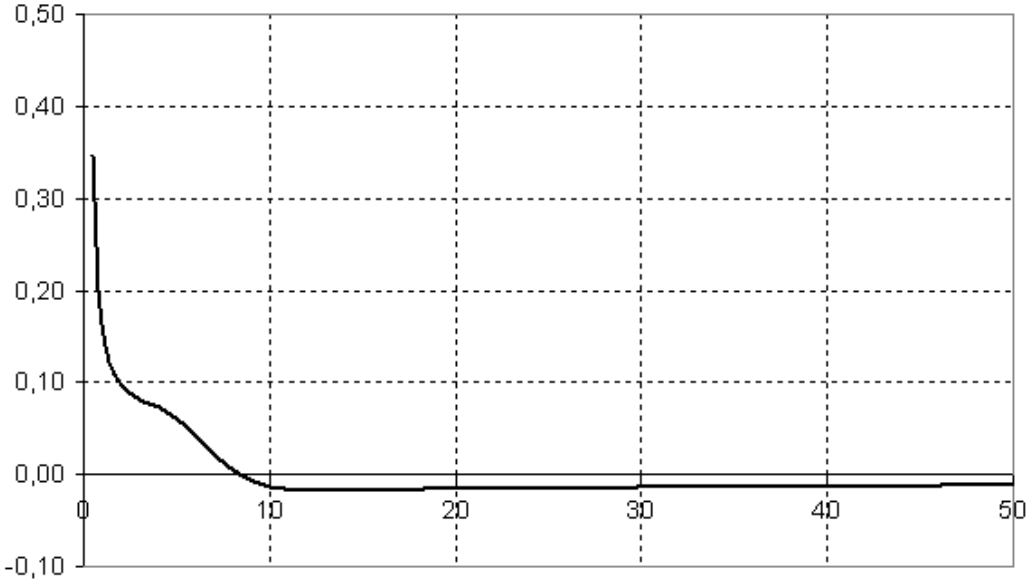
EN61326 – 1:2006

Genauigkeit (typisch, für 50/60 Hz)

Linearität, Fehler in % vom Messwert, Primärstrom in A:

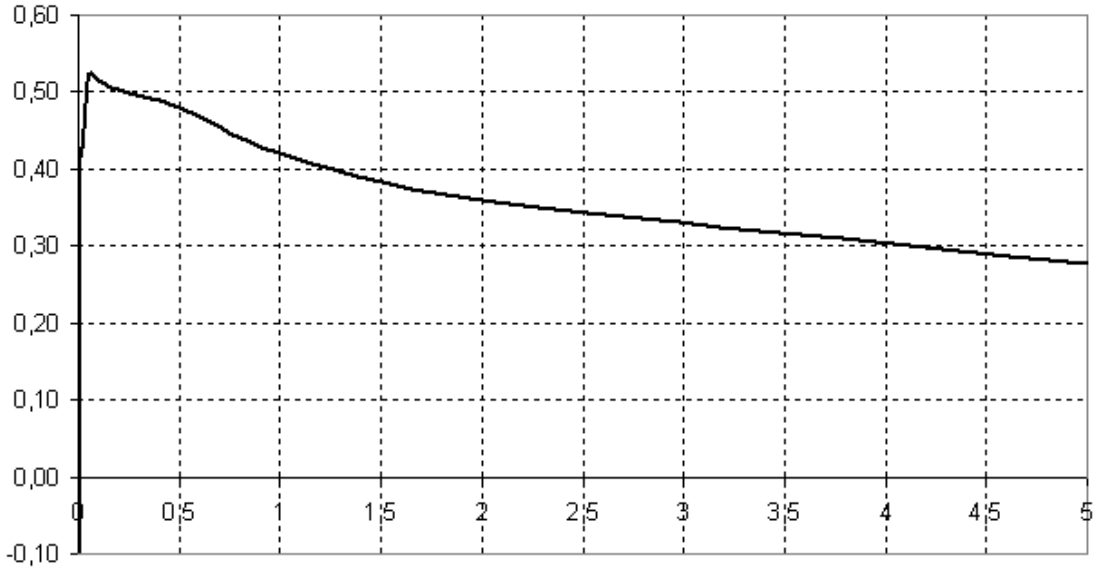


a680501048-linearity-5a.bmp

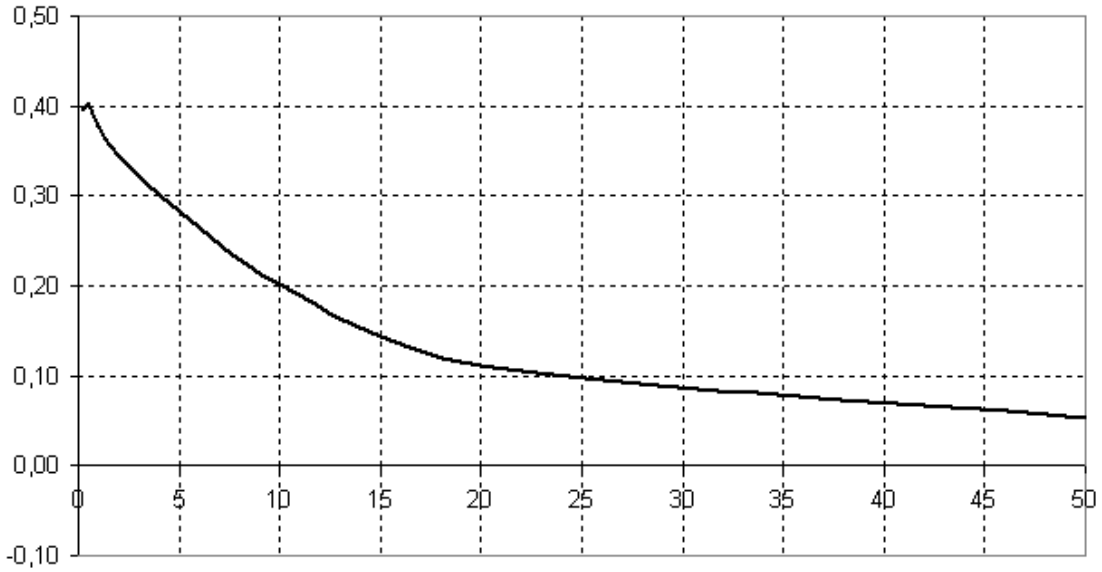


a680501048-linearity-50a.bmp

Phasenwinkel in Grad, Primärstrom in A:



a680501048-phase-5a.bmp



a680501048-phase-50a.bmp

Abmessungen: siehe 2540445 (1-A-/10-A-Stromzange)

Stromzange 20 A/200 A AC

Diese Stromzange wurde zur nicht-intrusiven, präzisen Messung von kleinen Wechselströmen entwickelt. Die Anwendung neuester Technologien (interner Speicher für Kalibrierdaten) erlaubt Strommessungen von 0,2 A bis zu 200 A. Der Messbereich wird in der PQ Analyze-Software ausgewählt:*IAC20* oder *IAC200*.

⚠⚠ Warnung

Zum Schutz vor Stromschlägen:

- **Verwenden Sie die Stromzangen nur an isolierten Leitern bis max. 600 Urms oder DC gegen Erde.**
- **Verwenden Sie beim Anschließen der Zangen an einen Stromkreis Schutzausrüstung gemäß den landesspezifischen Vorschriften.**

Elektrische Spezifikationen

Nennstrom In:	20 A, 200 A ACrms
Messbereiche:	0,2 A–20 A oder 2 A–200 A
Crest-Faktor:	<3
Spitzenstrom:	74 A, 300 A
Max. zerstörungsfreier Strom:	Bis zu 300 Arms
Leiterpositionseinfluss:	<0,5 % des Bereichs für 50/60 Hz
Fremdleitereinfluss:	≤15 mA/A bei 50 Hz
Phasenfehler (bei Referenzbedingungen):	< ±0,5 Grad
Frequenz (Zange ohne Gerät)	40 Hz–10 kHz (–3 dB)
Temperaturkoeffizient:	0,015 % des Bereichs/°C
Sicherheit:	300 V CAT IV, Typ-C-Sensor, Verschmutzungsgrad 2

Allgemeine Angaben

Maximale Leitergröße:	*Durchmesser:* 15 mm
	Schiene: 15 x 17 mm
Kabellänge:	2 m
Betriebstemperaturbereich:	–10 °C–+55 °C
Lagertemperaturbereich:	–20–+70 °C
Betriebsluftfeuchte:	15 %–85 % (nicht-kondensierend)
Gewicht (pro Zange):	ca. 220 g
Bestell-Nummer:	2540450

Referenzbedingungen

Umgebungstemperatur:	+18 °C–+26 °C

Luftfeuchte:	20–75 % RH
Strom:	Sinusförmige Wellenform mit 48 bis 65 Hz
Verzerrungsfaktor:	<1 %, kein Gleichstromanteil, Fremdfeld <40 A/m, Leiter zentriert zwischen den Zangenbacken

Sicherheitsnormen

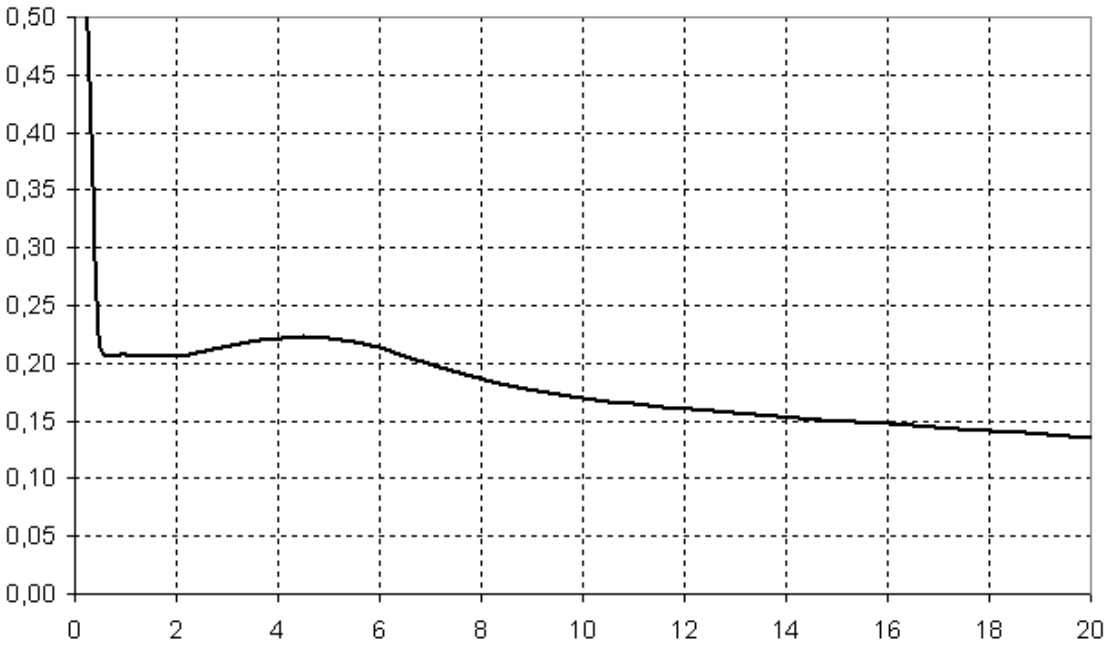
- IEC/EN 61010-1 2, 2. Ausgabe
- IEC/EN 61010-2-032
- IEC/EN 61010-031

EMC-Standards

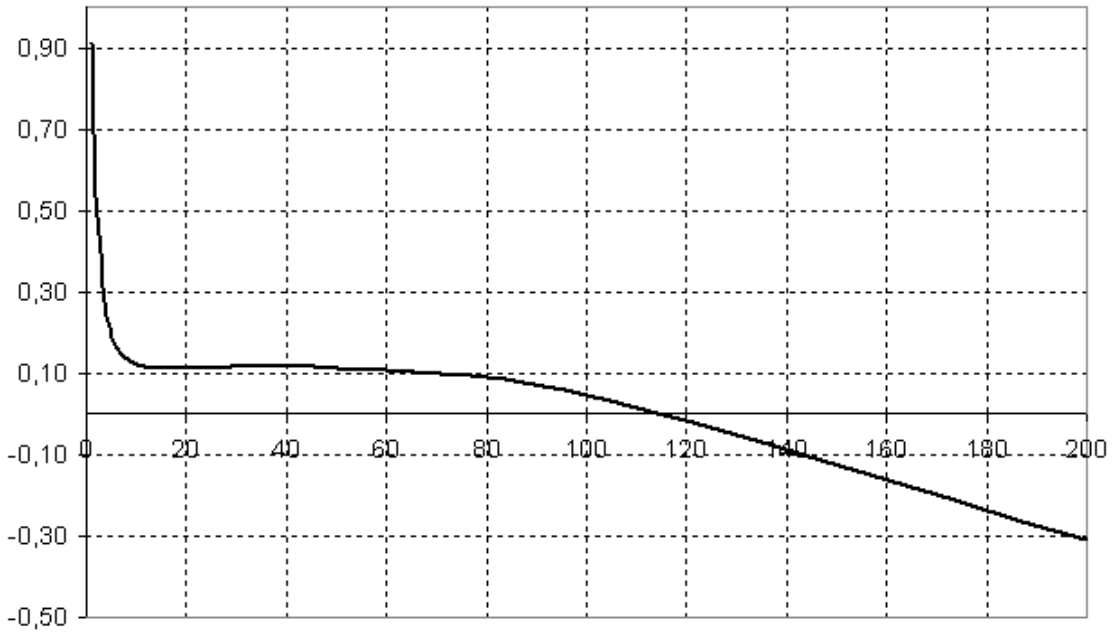
EN61326 – 1:2006

Genauigkeit (typisch, für 50/60 Hz)

Linearität, Fehler in % vom Messwert, Primärstrom in A:

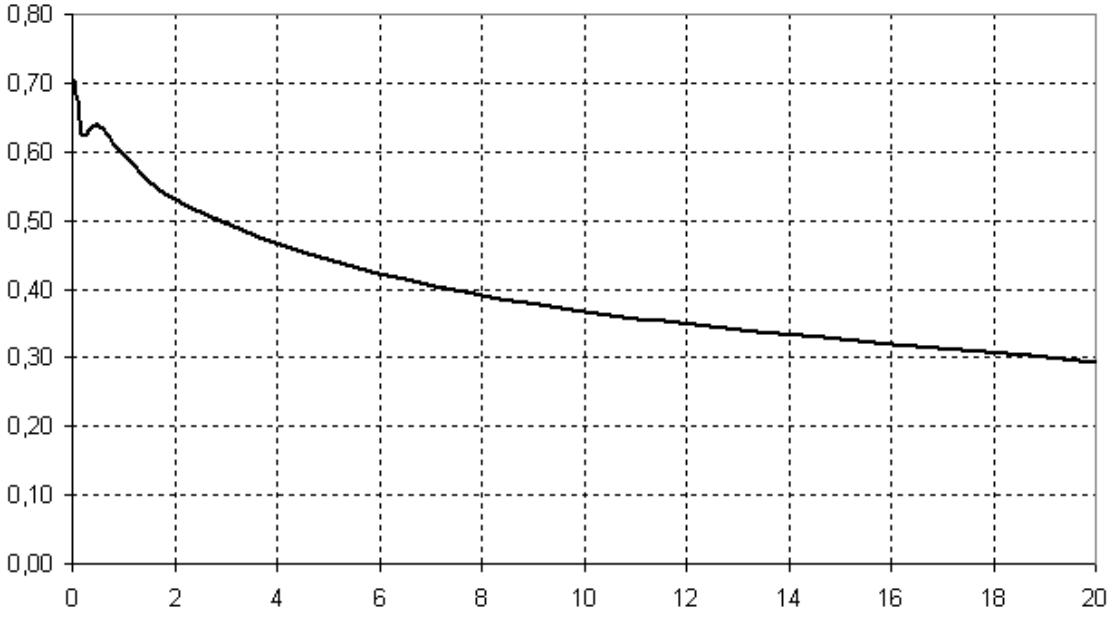


a680501050-linearity-20a.bmp

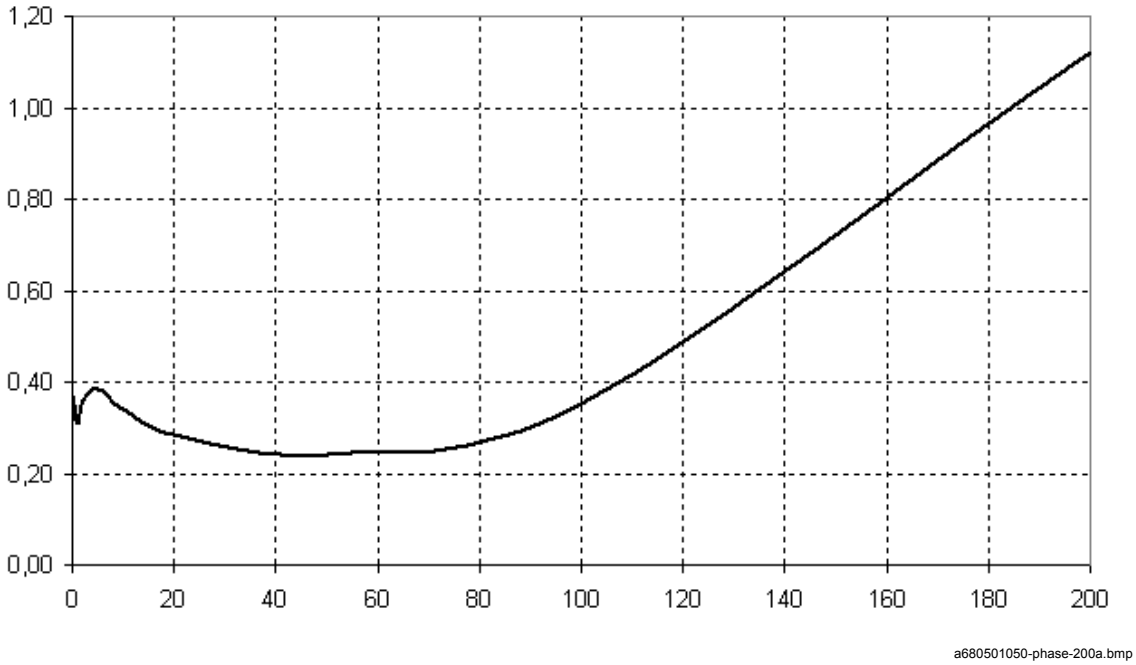


a680501050-linearity-200a.bmp

Phasenwinkel in Grad, Primärstrom in A:



a680501050-phase-20a.bmp



Abmessungen: siehe 2540445

Flexi Current Sensor 100 A/500 A

Diese Stromzange wurde zur nicht-intrusiven, präzisen Messung von Wechselströmen entwickelt. Die Anwendung neuester Technologien (interner Speicher für Kalibrierdaten) erlaubt Strommessungen von 1 A bis zu 500 A. Der Messbereich wird in der PQ Analyze-Software ausgewählt: *IAC100* oder *IAC500*.

⚠⚠ Warnung

Zum Schutz vor Stromschlägen:

- **Verwenden Sie die Stromzangen nur an isolierten Leitern bis max. 600 Urms oder DC gegen Erde.**
- **Verwenden Sie beim Anschließen der Zangen an einen Stromkreis Schutzausrüstung gemäß den landesspezifischen Vorschriften.**

Elektrische Spezifikationen

Nennstrom In:	100 A, 500 A ACrms
Messbereiche:	1 A–100 A oder 5 A–500 A AC
Spitzenstrom:	240 A, 1350 A
Überlastbarkeit:	Bis zu 2000 Arms
Eigenabweichung:	< ±1 % von MW
Linearität (10 %–100 % von In):	±0,2 % von In
Leiterpositionseinfluss:	< ±2 % von MW, Abstand zum Messkopf >30 mm
Fremdleitereinfluss:	≤±2 A (Iext = 500 A, Abstand zum Messkopf >200 mm)

Phasenfehler (bei Referenzbedingungen):	< ± 0,5 Grad
Temperaturkoeffizient:	0,005 % des Bereichs/°C
Sicherheit:	600 V CAT IV, Typ-B-Sensor, Verschmutzungsgrad 2

Allgemeine Spezifikationen

Kabellänge:	2 m
Länge des Messkopfs:	45 cm (18 inch)
Betriebstemperaturbereich:	–10 °C–+70 °C
Lagertemperaturbereich:	–20 °C–+90 °C
Betriebsluftfeuchte:	10 %–80 % (nicht-kondensierend)
Gewicht:	ca. 220 g
Bestell-Nummer:	2540477

Referenzbedingungen

Umgebungstemperatur:	+18 °C–+26 °C
Luftfeuchte:	20–75 % RH
Strom:	Nennwert In, sinusförmige Wellenform, 48–65 Hz
Verzerrungsfaktor:	<1 %. Kein Gleichstromanteil, Fremdfeld <40 A/m, Leiter zentriert im Flexi-Stromsensor

Sicherheitsnormen

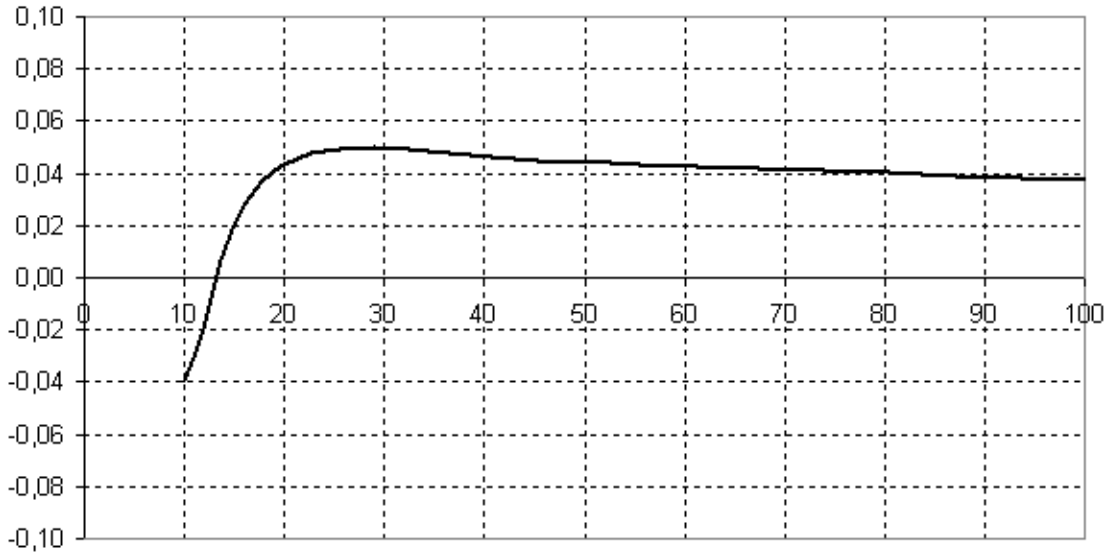
- IEC/EN 61010-1 2, 2. Ausgabe
- IEC/EN 61010-2-032
- IEC/EN 61010-031

EMC-Standards

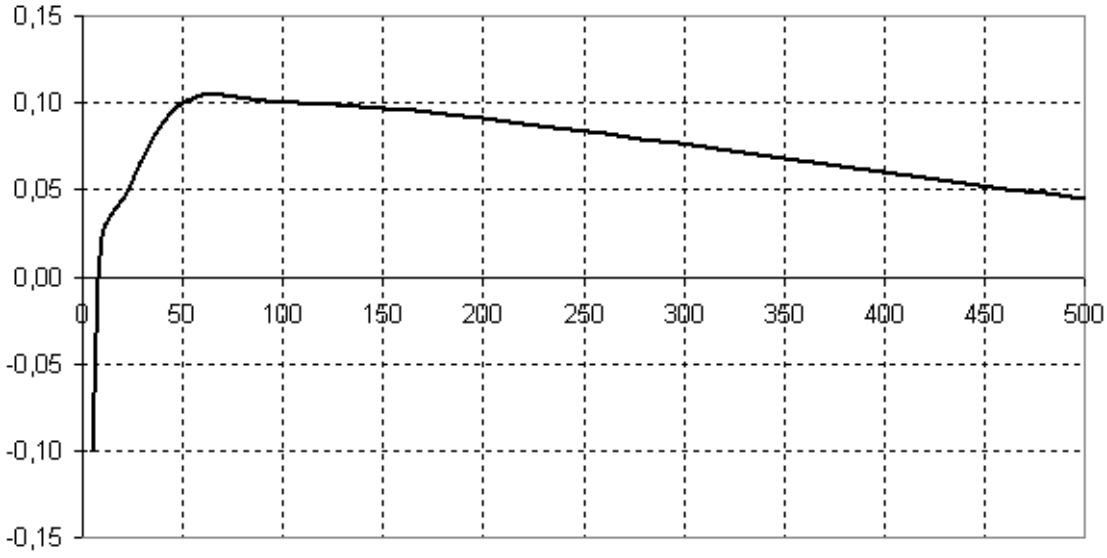
EN61326 – 1:2006

Genauigkeit (typisch, für 50/60 Hz)

Linearität, Fehler in % vom Messwert, Primärstrom in A:

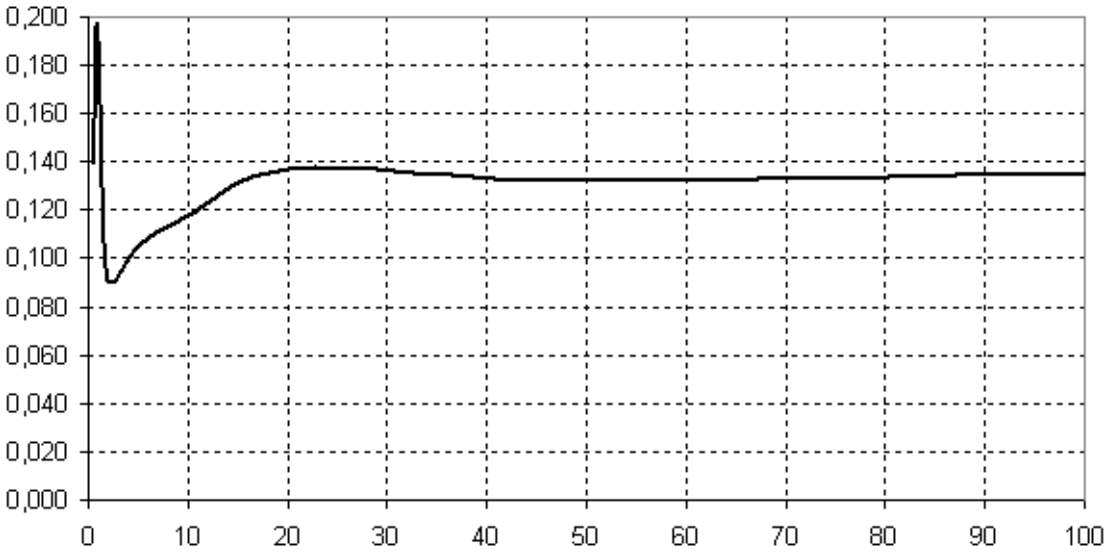


ep1205-linearity-100a.bmp

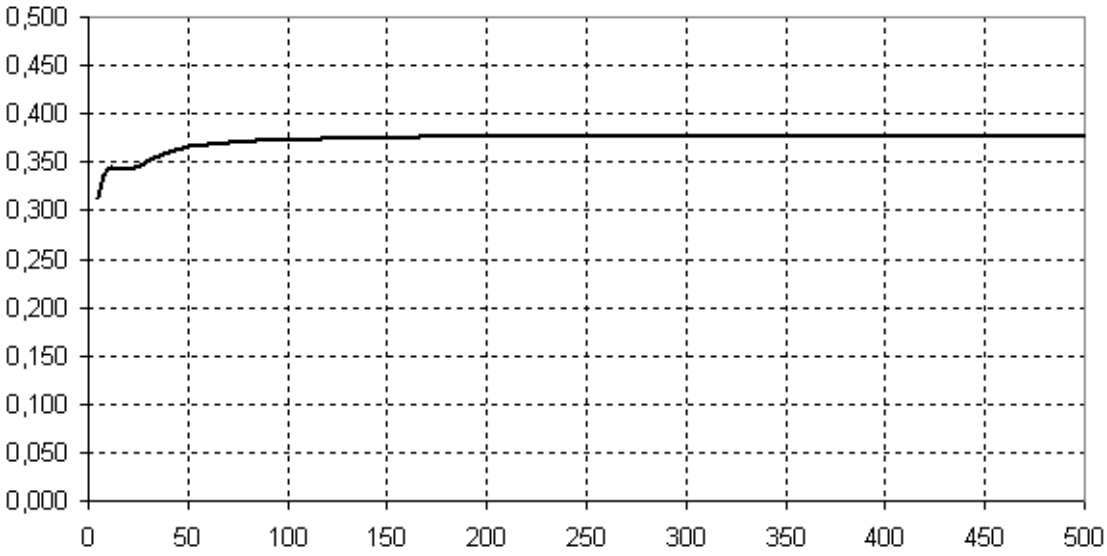


ep1205-linearity-500a.bmp

Phasenwinkel in Grad, Primärstrom in A:



ep1205-phase-100a.bmp



ep1205-phase-500a.bmp

Flexi Current Sensor 200 A/1000 A

Diese Stromzange wurde zur nicht-intrusiven, präzisen Messung von Wechselströmen entwickelt. Die Anwendung neuester Technologien (interner Speicher für Kalibrierdaten) erlaubt Strommessungen von 2 A bis zu 1000 A. Der Messbereich wird in der PQ Analyze-Software ausgewählt: *IAC200* oder *IAC1000*.

⚠⚠ Warnung

Zum Schutz vor Stromschlägen:

- **Verwenden Sie die Stromzangen nur an isolierten Leitern bis max. 600 Urms oder DC gegen Erde.**
- **Verwenden Sie beim Anschließen der Zangen an einen Stromkreis Schutzausrüstung gemäß den landesspezifischen Vorschriften.**

Elektrische Spezifikationen

Nennstrom In:	200 A, 1000 A ACrms
Messbereiche:	2 A–200 A oder 10 A–1000 A AC
Spitzenstrom:	480 A, 2700 A
Max. zerstörungsfreier Strom:	Bis zu 2000 Arms
Eigenabweichung:	< ±1 % von MW
Linearität (10 %–100 % von In):	±0,2 % von In
Leiterpositionseinfluss:	< ±2 % von MW, Abstand zum Messkopf >30 mm
Fremdleitereinfluss:	≤±2 A (Iext = 500 A, Abstand zum Messkopf >200 mm)
Phasenfehler (bei Referenzbedingungen):	< ± 0,5 Grad
Temperaturkoeffizient:	0,005 % des Bereichs/°C
Sicherheit:	600 V CAT IV, Typ-B-Sensor, Verschmutzungsgrad 2

Allgemeine Spezifikationen

Kabellänge:	2 m
Länge des Messkopfs:	61 cm (24 inch)
Betriebstemperaturbereich:	–10 °C–+70 °C
Lagertemperaturbereich:	–20 °C – +90 °C
Betriebsluftfeuchte:	10 %–80 % (nicht-kondensierend)
Gewicht:	ca. 220 g
Bestell-Nummer:	2540489

Referenzbedingungen

Umgebungstemperatur:	+18 °C–+26 °C

Luftfeuchte:	20–75 %
Strom:	Nennwert In, sinusförmige Wellenform, 48–65 Hz
Verzerrungsfaktor:	<1 %. Kein Gleichstrom-Fremdfeld <40 A/m, Leiter zentriert im Flexi-Stromsensor

Sicherheitsnormen

- IEC/EN 61010-1 2, 2. Ausgabe
- IEC/EN 61010-2-032
- IEC/EN 61010-2-031

EMC-Standards

EN61326 – 1:2006

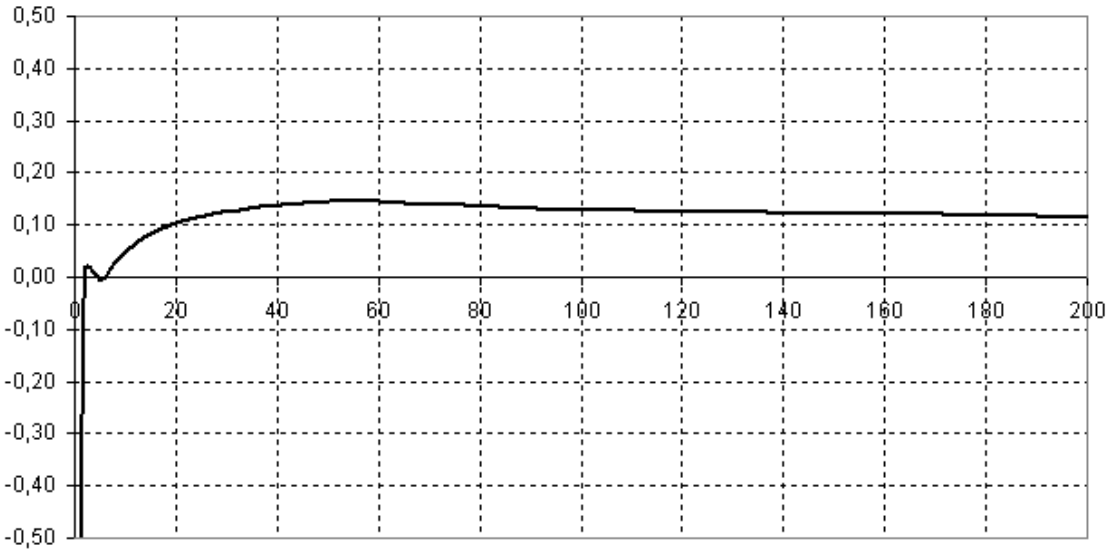
⚠⚠ Warnung

Zum Schutz vor Stromschlägen:

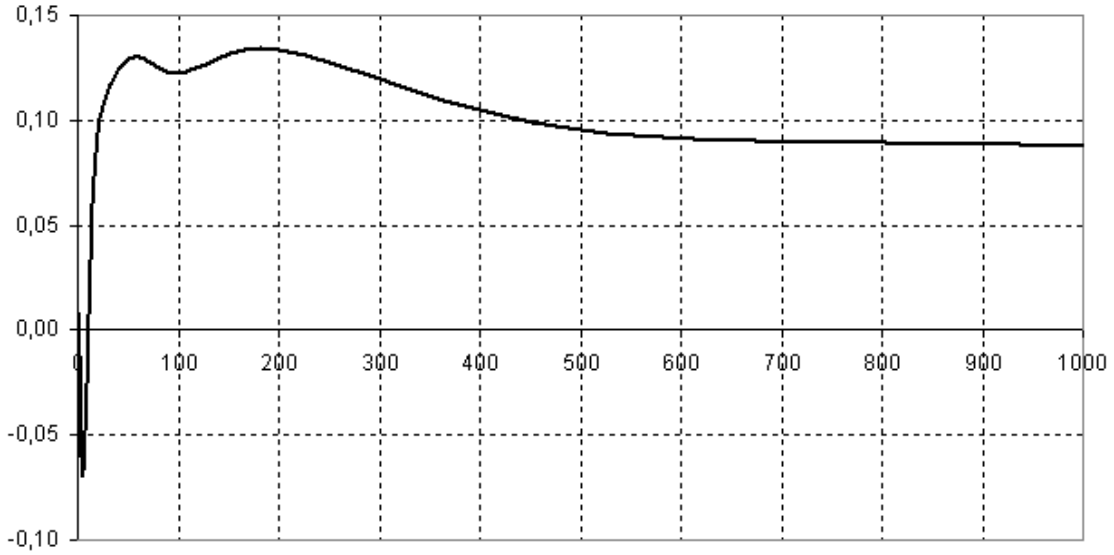
- **Verwenden Sie die Stromzangen nur an isolierten Leitern bis max. 600 Urms oder DC gegen Erde.**
- **Verwenden Sie beim Anschließen der Zangen an einen Stromkreis Schutzausrüstung gemäß den landesspezifischen Vorschriften.**

Genauigkeit (typisch, für 50/60 Hz)

Linearität, Fehler in % vom Messwert, Primärstrom in A:

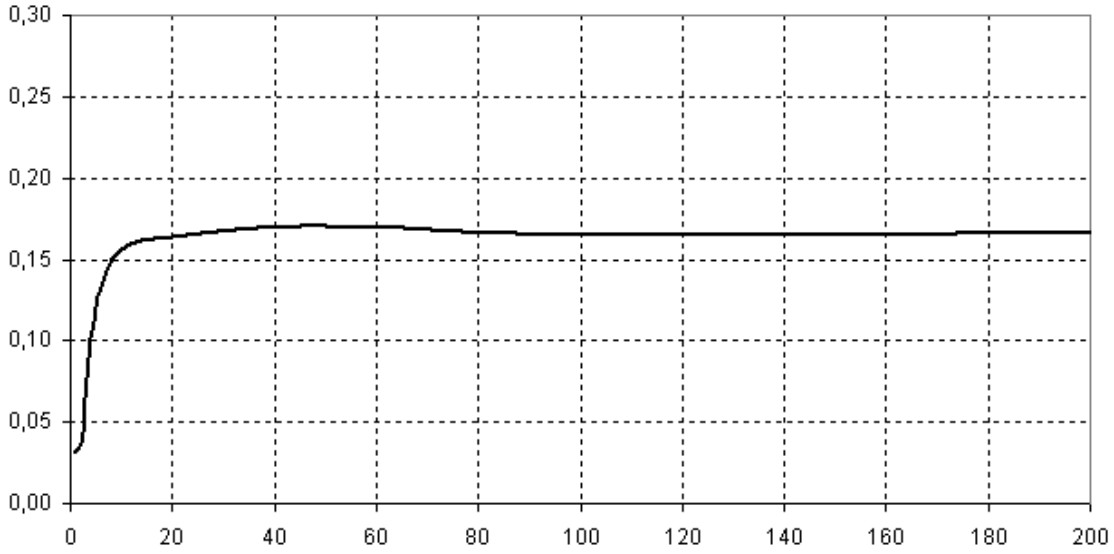


ep1210a-linearity-200a.bmp

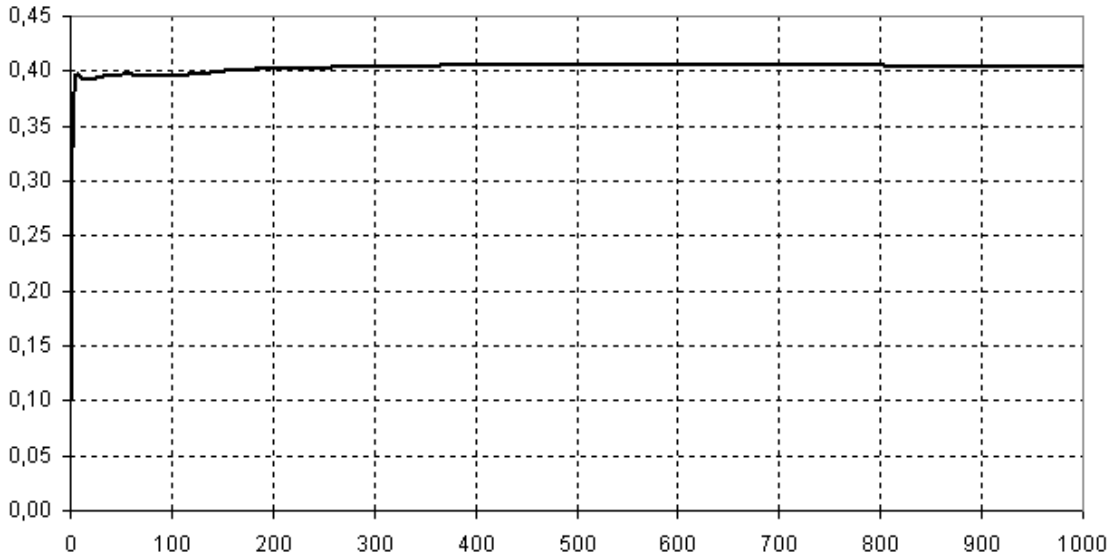


ep1210a-linearity-1000a.bmp

Phasenwinkel in Grad, Primärstrom in A:



ep1210a-phase-200a.bmp



ep1210a-phase-1000a.bmp

Flexi Current Sensor 3000 A/6000 A

Diese Stromzange wurde zur nicht-intrusiven, präzisen Messung von Wechselströmen entwickelt. Die Anwendung neuester Technologien (interner Speicher für Kalibrierdaten) erlaubt Strommessungen von 30 A bis zu 6000 A. Der Messbereich wird in der PQ Analyze-Software ausgewählt: *IAC3000* oder *IAC6000*.

⚠⚠ Warnung

Zum Schutz vor Stromschlägen:

- **Verwenden Sie die Stromzangen nur an isolierten Leitern bis max. 600 Urms oder DC gegen Erde.**
- **Verwenden Sie beim Anschließen der Zangen an einen Stromkreis Schutzausrüstung gemäß den landesspezifischen Vorschriften.**

Elektrische Spezifikationen

Nennstrom In:	3000 A, 6000 A ACrms
Messbereiche:	30 A … 3000 A oder 60 A … 6000 A AC
Spitzenstrom:	10 kA, 19 kA
Max. zerstörungsfreier Strom:	bis zu 19 kArms
Eigenabweichung:	<±2 % vom MW
Linearität (10 %–100 % von In):	±0,2 % von In
Leiterpositionseinfluss:	< ±2 % von MW, Abstand zum Messkopf >30 mm
Fremdleitereinfluss:	≤±2 A (Iext = 500 A, Abstand zum Messkopf >200 mm)
Phasenfehler (bei Referenzbedingungen):	< ± 0,5 Grad

Temperaturkoeffizient:	0,005 % des Bereichs/°C
Sicherheit:	600 V CAT IV, Typ-B-Sensor, Verschmutzungsgrad 2

Allgemeine Angaben

Kabellänge:	4 m (156 inch)
Länge des Messkopfs:	91 cm (36 inch)
Betriebstemperaturbereich:	–10 °C–+70 °C
Lagertemperaturbereich:	–20 °C – +90 °C
Betriebsluftfeuchte:	10 %–80 % (nicht-kondensierend)
Gewicht:	ca. 400 g
Bestell-Nummer:	2540492

Referenzbedingungen

Umgebungstemperatur:	+18 °C–+26 °C
Luftfeuchte:	20–75 %
Strom:	Nennwert In, sinusförmige Wellenform, 48–65 Hz
Verzerrungsfaktor:	<1 %. Fremdfeld <40 A/m, Leiter zentriert im Flexi-Stromsensor

Sicherheitsnormen

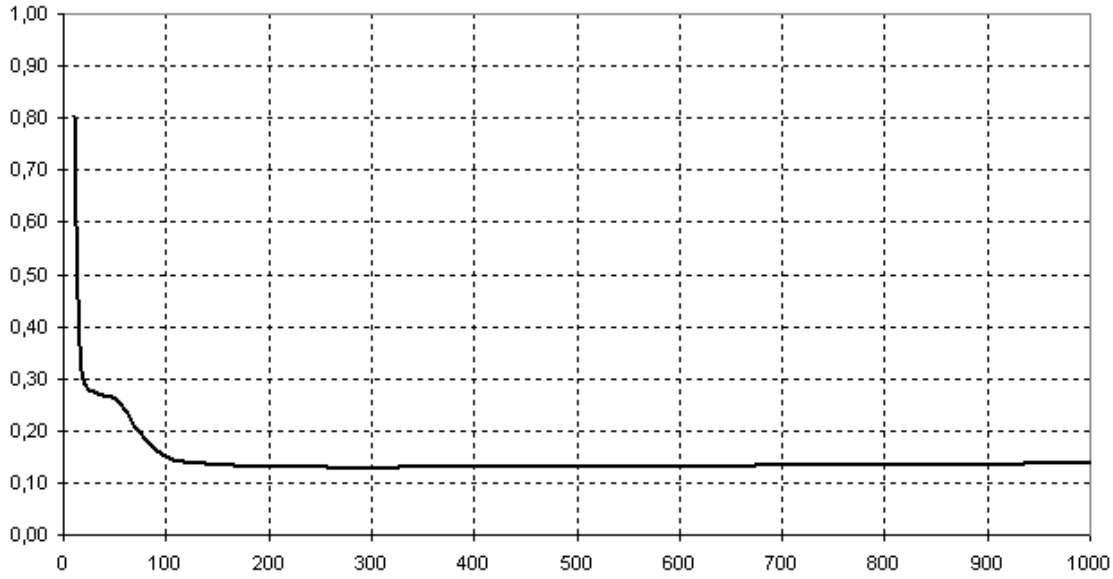
- IEC/EN 61010-1 2, 2. Ausgabe
- IEC/EN 61010-2-032
- IEC/EN 61010-031

EMC-Standards

EN61326 – 1:2006

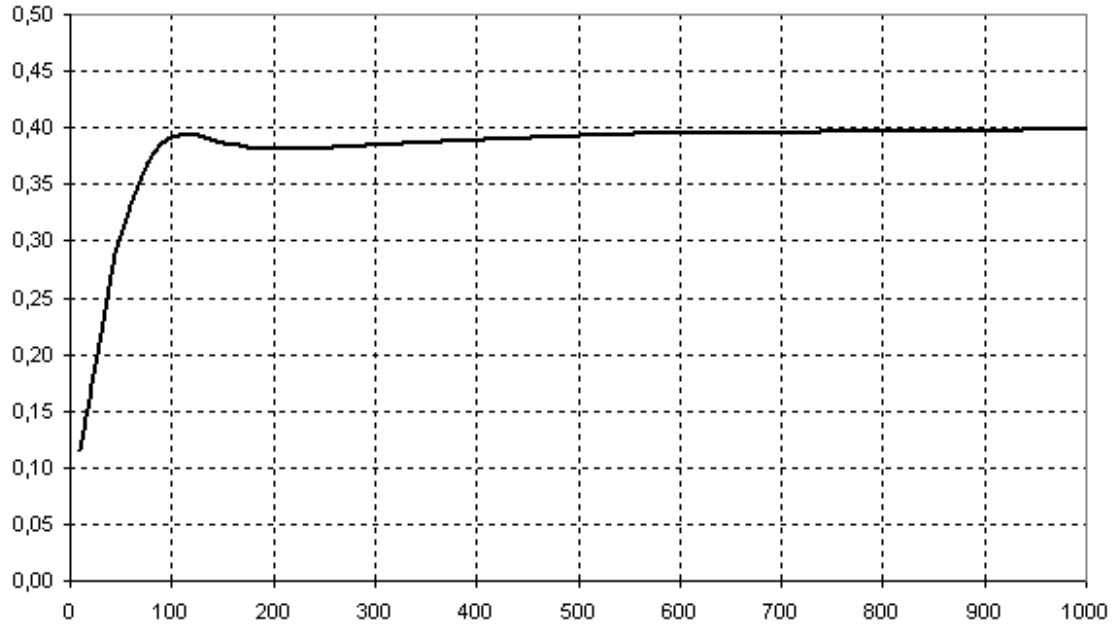
Genauigkeit (typisch, für 50/60 Hz)

Linearität, Fehler in % vom Messwert, Primärstrom in A:



ep1360a-linearity.bmp

Phasenwinkel in Grad, Primärstrom in A:



ep1360a-phase.bmp

GPS-Zeitsynchronisationsmodul-Option

Diese Option besteht aus einem GPS-Empfängermodul einschließlich GPS-Antenne und einem 5-m-Verbindungskabel zum 25-poligen Optionenstecker an der Geräteoberseite.

Hinweis

Für optimale Leistung sollte der GPS-Empfänger im Empfangsbereich von mindestens 4 Satelliten liegen; Beton, Metallkonstruktionen und Dächer beeinträchtigen bzw. dämpfen die GPS-Signale. Ein 10-m-Verlängerungskabel zur optimalen Platzierung des Empfängers ist optional lieferbar.

Technische Spezifikationen

Abmessungen:	Durchmesser: 61 mm (2,4 inch)
	Höhe: 19,5 mm (0,77 inch)
Gewicht:	ca. 200 g (0,4 lbs)
Kabellänge:	5 m (16,5 ft)
Montage:	Eingebaute magnetische Basis
Gehäuse:	Thermoplastisches Polykarbonat
Schutz:	IPX7 nach IEC 60529
Betriebstemp. Bereich:	–30 °C–+ 80 °C
Lagertemp. Bereich:	–40°C–+90°C
Leistungsaufnahme:	0,3 W typisch
Empfindlichkeit	–165 dBW
Datenerfassungszeit:	Kaltstart: 45 s
	Warmstart: 15 s
	Neuerfassung: 2 s
Protokoll:	NMEA 0183 V2.0 oder V2.30
	UTC (Coordinated Universal Time)
	PPS (Sekundenpuls), steigende Flanke
Satelliten:	Bis zu 12 Satteliten können kontinuierlich ausgewertet werden.
Zeitgenauigkeit:	Besser als ±1 µs bei steigender Flanke
Speicher:	Nichtflüchtiger Speicher für Konfigurationsdaten
Teilenummer:	2539223

Vorgehensweise:

1. Staren Sie die PQ Analyze-Software und öffnen Sie im Menü *Service – GPS-Einstellungen (Service – GPS Configuration)*.

ggarmin-settiings.bmp

2. Platzieren Sie den GPS-Empfänger mit freier Sicht zum Himmel.
3. Verbinden Sie den GPS-Empfänger mit dem 25-poligen Optionenstecker an der Geräteoberseite.
4. Schalten Sie das Gerät ein. Das Gerät prüft, ob NMEA-Daten verfügbar sind. Wenn *ja*, wird die interne Uhrzeit korrigiert. Die interne Uhrzeit wird für Messungen verwendet.
5. Die *Pulse*-LED am Gerät beginnt zu blinken, wenn Synchronisationspulse empfangen werden. Für die genaue Funktionsweise der LED-Anzeigen siehe *Time Sync*.

Verwaltung von Datum/Uhrzeit des Geräts

Es gibt zwei Methoden, Datum/Uhrzeit einzustellen:

- *Sofortige Umstellung*: Datum/Zeit (für den Zeitstempel der Messwerte) werden sofort auf die aktuelle Zeit umgestellt.
- *Langsame Anpassung*: Die interne Uhr für Messungen wird beschleunigt oder verlangsamt, bis die Uhrzeit mit der aktuellen absoluten Zeit übereinstimmt.

Einstellung von Datum/Uhrzeit, wenn keine Messung aktiv ist:

Wenn keine Messung durchgeführt wird, werden Zeitanpassungen, die durch GPS oder die Software ausgelöst werden, sofort durchgeführt.

Einstellung von Datum/Uhrzeit, wenn eine Messung aktiv ist:

Während einer Messung können nur langsame Zeitanpassungen durchgeführt werden.

Wenn das GPS-Signal während einer Messung verfügbar wird, wird die interne *Systemzeit* sofort auf diese Zeit umgestellt, und die Zeit für die Messwerte wird langsam (±0,01 %) an die neue Systemzeit angepasst. Dies ermöglicht Zeitkorrekturen von max. 8,64 Sekunden pro Tag. Der resultierende Fehler für Netzfrequenzmessungen ist kleiner als <0,005 Hz bei 50 Hz bzw. kleiner als <0,006 Hz bei 60 Hz (IEC61000-4-30 5.1.2 verlangt, dass die Messunsicherheit weniger als ±0,01 Hz beträgt).

Wenn Sie während einer laufenden Messung eine sofortige Umstellung von Datum/Uhrzeit über die Software durchführen möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Laden Sie die Messdaten herunter.
2. Passen Sie Datum/Uhrzeit an.
3. Öffnen Sie die Messeinstellungen über "Messung –> Einstellungen" (Measurement –> Settings).
4. Initialisieren Sie eine neue Messung, indem Sie auf "Initialisieren" (Initialize) klicken.