

# **NORMA 4000/5000**

Power Analyzer

## Bedienungshandbuch

## **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 zurückgeschickt. 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  
U.S.A.

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

11/99

Zur Registrierung der Software <http://register.fluke.com> besuchen.

# Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Titel	Seite
<b>1</b>	<b>Über dieses Dokument.....</b>	<b>1-1</b>
	Zeichen und Symbole .....	1-3
	Transport und Lagerung.....	1-3
	Transport .....	1-3
	Lagerung.....	1-3
	Neukalibrierung .....	1-3
	Wartung .....	1-3
	Außerbetriebnahme und Entsorgung .....	1-4
	Außerbetriebnahme .....	1-4
	Recycling und Entsorgung .....	1-4
	Gehäuse .....	1-4
	Elektronische Bauteile.....	1-4
<b>2</b>	<b>Allgemeine Sicherheitsanweisungen .....</b>	<b>2-1</b>
	Einführung .....	2-3
	Schutzklasse.....	2-3
	Qualifiziertes Personal .....	2-3
	Sicherer Betrieb .....	2-3
	Ordnungsgemäße Verwendung.....	2-3
	Garantie.....	2-3
	Elektrische Anschlüsse .....	2-4
	Anschlussklemme .....	2-4
	Gefahren bei der Bedienung .....	2-5
	Wartung und Reparatur.....	2-5
	Zubehör.....	2-5
	Außerbetriebnahme.....	2-5
	Sicherheitsanweisungen auf dem Gehäuse des Geräts .....	2-5
	Netzanschluss .....	2-5
	Eingangsspannung und -strom.....	2-5
	Wartung.....	2-6
	Gebrauch in Gebäuden .....	2-6
<b>3</b>	<b>Anordnung und Funktion der Komponenten.....</b>	<b>3-1</b>
	Über dieses Kapitel.....	3-3

	Klemmen (Rückseite) .....	3-3
	Bedienelemente und Anzeige .....	3-4
	Navigations- und Messtasten .....	3-5
	Navigation durch die Anzeige .....	3-6
	Übersicht über die Funktionstasten .....	3-6
	Funktionen .....	3-7
<b>4</b>	<b>Inbetriebnahme .....</b>	<b>4-1</b>
	Bestandsaufnahme .....	4-3
	Installieren und Einschalten .....	4-3
	Installation .....	4-3
	Einschalten des Geräts .....	4-3
	Ausschalten des Geräts .....	4-4
<b>5</b>	<b>Anschluss an Schaltkreise .....</b>	<b>5-1</b>
	Vorbereitung .....	5-3
	Anschlussreihenfolge .....	5-3
	Übersicht .....	5-4
	Einphasige Messungen .....	5-4
	Direkter Anschluss .....	5-4
	Messung mit Shunt .....	5-6
	Messung mit Spannungs- und Stromaufnehmer .....	5-7
	Aron-Schaltkreis (2-Wattmeter-Methode, W2) .....	5-8
	Direkter Anschluss .....	5-8
	Messung mit Shunt .....	5-10
	Messung mit Spannungs- und Stromaufnehmer .....	5-11
	Dreiphasige Messungen (W3) .....	5-13
	Direkter Anschluss .....	5-13
	Messung mit Shunt .....	5-14
	Messung mit Spannungs- und Stromaufnehmer .....	5-15
	Messung mit Sternpunkt-Adapter .....	5-17
<b>6</b>	<b>Einfache Messung .....</b>	<b>6-1</b>
	Über dieses Kapitel .....	6-3
	Anschluss an Stromkreise .....	6-3
	Konfiguration .....	6-3
	Messen .....	6-4
<b>7</b>	<b>Konfiguration .....</b>	<b>7-1</b>
	Einrichtung zum Messen .....	7-3
	Konfiguration .....	7-3
	Fünf Schritte .....	7-4
	Aufrufen von „Allgemeine Einrichtung“ und dem Bildschirm mit Systeminformationen .....	7-4
	Allgemeine Einrichtung .....	7-4
	Bildschirm mit Systeminformationen .....	7-4
	Laden der Konfiguration .....	7-5
	Laden der Konfiguration (optional) .....	7-5
	Ändern geladener Konfigurationen .....	7-5
	Konfigurieren einer Methode .....	7-5
	Konfigurieren der Datenübertragung an Drucker und PC .....	7-5
	Konfigurieren des externen Druckers .....	7-6
	Konfigurieren der Schnittstelle mit dem PC .....	7-7

Konfigurieren von RS 232.....	7-7
Konfigurieren der GPIB-Adresse.....	7-8
Konfigurieren des Ethernets.....	7-8
Konfigurieren des Mittelungsintervalls und Synchronisation.....	7-9
Einrichtung von Timing und Synchronisierung.....	7-9
Festlegen des Mittelungsintervalls.....	7-10
Auswählen der Synchronisationsquelle.....	7-11
Festlegen der Triggerebene:.....	7-11
Steigungsrichtung auswählen.....	7-12
Auswählen des Tiefpassfilters.....	7-12
Konfigurieren des Signalausgangs.....	7-12
Anpassen von Datum und Uhrzeit.....	7-13
Konfigurieren der Strom- und Spannungskanäle.....	7-13
Einrichtung des Stromkanals.....	7-14
Konfigurieren des Eingangsbereichs.....	7-15
Automatische Bereichseinstellung (Auto).....	7-15
Manuelle Bereichseinstellung (Bereich).....	7-15
Konfigurieren der Skala.....	7-15
Konfigurieren der Kopplung.....	7-16
Konfigurieren von Filtern.....	7-17
Einrichtung des Spannungskanals.....	7-17
Umschalten des Stromeingangs auf externen Eingang (BNC).....	7-18
Umschalten des Stromeingangs.....	7-18
Konfigurieren der automatischen Bereichsauswahl.....	7-18
Konfigurieren der Skala.....	7-18
Konfigurieren der Integrationsfunktion.....	7-19
Einrichtung der Integration.....	7-19
Auswählen des Integrationswerts.....	7-21
Konfigurieren des Status.....	7-21
Konfigurieren von Startbedingungen.....	7-22
Konfigurieren von Endbedingungen.....	7-23
Speichern der Konfiguration.....	7-23
Löschen einer Konfiguration.....	7-24
Undersampling und Aliasing.....	7-24

**8 Messverfahren ..... 8-1**

Einführung.....	8-3
Vor der Messung.....	8-3
Messen mit der Standardkonfiguration.....	8-3
Messen mit benutzerdefinierter Konfiguration.....	8-3
Messen von Spannung, Strom und Leistung.....	8-4
Messwerte für einzelne Kanäle.....	8-4
Anzeigen der Werte eines Kanals.....	8-4
Anzeigen ausführlicher Werte eines Kanals.....	8-4
Anzeigen der Summen aller Messwerte.....	8-7
Anzeigen von Summen.....	8-7
Anzeigen des Wirkungsgrads.....	8-8
Vergleichen von Messwerten.....	8-9
Anzeigen von Grundschwingungswerten.....	8-11
Anzeigen ausführlicher Grundschwingungswerte.....	8-11
Benutzerdefinierte Bildschirmansicht.....	8-13
Anzeigen des benutzerdefinierten Bildschirms.....	8-13
Auswählen numerischer Werte.....	8-14
Ändern der benutzerdefinierten Anzeigegröße.....	8-15

Speichern des benutzerdefinierten Bildschirms .....	8-15
Zurückkehren zum Standardbildschirm für numerische Werte .....	8-15
Ändern des Anzeigemodus .....	8-15
Numerische Anzeige .....	8-16
Vektordiagramme .....	8-16
Anzeigen von Vektordiagrammen .....	8-16
Anpassen der Skala .....	8-16
Oszilloskopkurven .....	8-17
Anzeigen von Oszilloskopdiagrammen .....	8-17
Anpassen der Skala von Achsen .....	8-18
Anpassen des Nullpunkts .....	8-18
Rekorder-Anzeige .....	8-18
Oberschwingungsanalyse .....	8-19
FFT-Modus .....	8-21
Anpassen der Skala .....	8-21
Details zu einem Messwert anzeigen .....	8-22
Einstellen des Frequenzbereichs .....	8-22
Ansichtsmodus festlegen .....	8-24
Oberschwingungsmodus .....	8-24
Anzeigen von Oberschwingungen .....	8-24
Anzeigen des Oberschwingungsspektrums in % relativ zur Grundschiwingung .....	8-26
STD-Oberschwingungsmodus (gemäß EN 61000-4-7 Ausg. 2.1) .....	8-29
Anzeigen von Oberschwingungen .....	8-29
Integrationsfunktion/Elektrische Arbeit .....	8-32
Speichern und Drucken von Messungen .....	8-34
Speichern von Messungen .....	8-34
Drucken von Messungen .....	8-34
Ferngesteuerte Bedienung mit VNC .....	8-34
Einführung .....	8-34
VNC-Geräteunterstützung .....	8-34

**9 NORMA-Prozessschnittstelle (optional)..... 9-1**

Prozessschnittstelle .....	9-3
Stiftzuweisung .....	9-3
Messwerte .....	9-4
Drehmoment .....	9-4
Drehzahl .....	9-4
Richtung .....	9-4
Konfigurieren der Prozessschnittstelle .....	9-4
Aufrufen von „Einrichtung von Motor/Generator“ .....	9-4
Auswählen des Motors .....	9-5
Konfigurieren des Drehmomentsensors .....	9-6
Konfigurieren des Drehzahlsensors .....	9-6
Konfigurieren von Motor oder Generator .....	9-6
Konfigurieren weiterer Motoren .....	9-7
Konfigurieren der Analogausgänge .....	9-7
Messen mit der Prozessschnittstelle .....	9-8
Anzeigen von gemessenen elektrischen Werten .....	9-8
Anzeigen mechanischer Werte .....	9-9
Anzeigen der Rohwerte .....	9-10
Drehmoment anzeigen – Alle Motoren .....	9-10
Drehzahl anzeigen – Alle Motoren .....	9-11
Prozessschnittstelle – Technische Daten .....	9-12

	Acht Eingänge (Analog/Digital).....	9-12
	Als Analogeingang konfigurierter Eingang .....	9-12
	Als Digitaleingang konfigurierter Eingang .....	9-12
	Vier Digitaleingänge für die Ermittlung der Drehrichtung .....	9-12
	Vier Ausgänge (analog).....	9-12
<b>10</b>	<b>Messwertberechnung.....</b>	<b>10-1</b>
	Messwerte pro Phase x (Kanal x – mit x indizierte Werte) .....	10-3
	Gesamtwerte (Summe oder Mittel).....	10-4
	Frequenzanalyse.....	10-6
	Optionale Prozessschnittstellen-Formeln.....	10-7
<b>11</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>11-1</b>
	Technische Daten – Fluke NORMA 4000/5000.....	11-3
	Allgemeine technische Daten .....	11-3
	Referenzbedingungen .....	11-3
	Umgebungsbedingungen .....	11-3
	Normen .....	11-3
	Schnittstellen .....	11-4
	Datenspeicher .....	11-4
	Konfigurationsspeicher.....	11-4
	Technische Daten zum Kanal .....	11-4
	Spannung.....	11-4
	Strom.....	11-4
	Frequenz und Synchronisation .....	11-5
	Eigenunsicherheit (Referenzbedingungen) Spannung und Strom.....	11-5
	Eigenunsicherheit (Referenzbedingungen) Wirkleistung.....	11-5
	Blockdiagramme .....	11-9
	Übersicht .....	11-9
	Spannungskanäle .....	11-10
	Stromkanäle.....	11-10
<b>12</b>	<b>Service und Zubehör.....</b>	<b>12-1</b>
	Messgerät .....	12-3
	Analyzer .....	12-3
	Optionales Zubehör .....	12-3
	Standardausrüstung.....	12-3
	Zubehör .....	12-11
	Zubehör .....	12-11
	Software.....	12-11
	Service .....	12-12
	Allgemein .....	12-12





# Tabellen

<b>Tabelle</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
1-1.	Symbole.....	1-3
3-1.	Klemmenbeschreibungen .....	3-3
3-2.	Anzeigebeschreibungen .....	3-4
3-3.	Statussymbole .....	3-5
3-4.	Beschreibungen der Navigationstasten .....	3-5
3-5.	Funktionstasten .....	3-6
7-1.	Konfigurationsmenüs .....	7-3



# Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Titel	Seite
2-1.	Klemmenanschluss.....	2-4
3-1.	Klemmen.....	3-3
3-2.	Anzeige.....	3-4
3-3.	Navigation.....	3-5
5-1.	Phasennmessung – Stromeingang und Hauptnetz.....	5-5
5-2.	Phasennmessung – Stromeingang und Last.....	5-5
5-3.	Messung mit Shunt.....	5-6
5-4.	Spannungs- und Stromaufnehmermessung.....	5-7
5-5.	Aron-Schaltkreis – Direkte Messung.....	5-9
5-6.	Aron-Schaltkreis – Shunt-Messung.....	5-10
5-8.	Dreiphasige Messung – Direkter Anschluss.....	5-13
5-9.	Dreiphasige Messung mit Shunt.....	5-14
5-11.	Dreiphasige Messung mit Sternpunkt-Adapter.....	5-17
9-1.	Stiftzuweisung an der Prozessschnittstelle.....	9-3
11-1.	Wirkleistung (PP64 – AAF ein 45 bis 65 Hz).....	11-7
11-2.	Wirkleistung (AAF aus - 45 bis 65 Hz - V=100%).....	11-7
11-3.	Wirkleistung (AAF ein - Größenordnung V & I 100%).....	11-7
11-4.	Linearität von U und I in % vs. Messwert/Bereich in % (50/60 Hz).....	11-8
11-5.	Unsicherheit in % von U und I vs. Frequenz (Messwert/Bereich = 100 %, Anti-Aliasing-Filter aus).....	11-8



# **Kapitel 1**

## **Über dieses Dokument**








<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Zeichen und Symbole .....	1-3
Transport und Lagerung.....	1-3
Transport .....	1-3
Lagerung.....	1-3
Neukalibrierung .....	1-3
Wartung .....	1-3
Außerbetriebnahme und Entsorgung .....	1-4
Außerbetriebnahme .....	1-4
Recycling und Entsorgung .....	1-4
Gehäuse .....	1-4
Elektronische Bauteile.....	1-4



## Zeichen und Symbole

Tabelle 1-1 ist eine Aufstellung der in diesem Dokument verwendeten Symbole.

Tabelle 1-1. Symbole

Symbol	Beschreibung
	Gefahr. Wichtige Informationen.
	Gefährliche Spannung. Stromschlaggefahr.
	<i>Conformité Européenne.</i> Entspricht den Anforderungen der EU (European Union) und der EFTA (European Free Trade Association).
	Entspricht den maßgeblichen nordamerikanischen Standards der Sicherheitstechnik.
	Entspricht den relevanten australischen Normen.
	Dieses Produkt nicht mit dem Hausmüll entsorgen. Recycling-Informationen sind auf der Website von Fluke zu finden.
	Erde.

## Transport und Lagerung

### Transport

- Gerät in der Originalverpackung transportieren
- Gerät während des Transports vor Hitze und Feuchtigkeit schützen; der zulässige Temperaturbereich ist -20 °C bis +50 °C (-4 °F bis +122 °F) bei einer maximalen Luftfeuchtigkeit von 85 %.
- Gerät vor Stößen und Lasten schützen

### Lagerung

- Originalverpackung aufbewahren, da diese ggf. später zum Transport oder zur Rückgabe des Geräts für Reparaturen erforderlich ist. Nur die Originalverpackung garantiert ausreichenden Schutz vor mechanischen Einwirkungen.
- Gerät in einem trockenen Raum lagern; der zulässige Temperaturbereich ist -20 °C bis +50 °C (-4 °F bis +122 °F) bei einer maximalen Luftfeuchtigkeit von 85 %.
- Gerät vor direkter Sonneinstrahlung, Hitze, Feuchtigkeit und mechanischen Einwirkungen schützen

## Neukalibrierung

Der Hersteller empfiehlt, eine Neukalibrierung des Geräts alle zwei Jahre durchführen zu lassen. Informationen zum Wartungs- und Kalibrierungsservice sind auf der Fluke-Website [www.fluke.com](http://www.fluke.com) erhältlich.

## Wartung

Es ist sicherzustellen, dass die Lüftungsschlitze nicht blockiert sind. Ansonsten ist das Gerät wartungsfrei.

## **Außerbetriebnahme und Entsorgung**

### **Außerbetriebnahme**

- Sicherstellen, dass alle angeschlossenen Geräte ausgeschaltet und von der Stromversorgung getrennt sind.
- Power Analyzer ausschalten.
- Stecker aus der Netzsteckdose ziehen.
- Alle angeschlossenen Geräte entfernen.
- Gerät gegen unbeabsichtigtes Einschalten sichern.
- Operators Manual in der Nähe des Geräts aufbewahren.

### **Recycling und Entsorgung**

Die Vorschriften für Wiederverwertung und Entsorgung sind stets zu beachten.

### **Gehäuse**

Das Gehäuse besteht aus Metall und kann recycelt werden.

### **Elektronische Bauteile**

Die elektronischen Komponenten, bestehend aus Netzadapter, Filter, Steckmodule und Kabel, haben ein Gewicht von ca. 1500 g und ein Volumen von ca. 3000 cm<sup>3</sup>.



## **Kapitel 2**

# **Allgemeine Sicherheitsanweisungen**

<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Einführung .....	2-3
Schutzklasse .....	2-3
Qualifiziertes Personal .....	2-3
Sicherer Betrieb .....	2-3
Ordnungsgemäße Verwendung .....	2-3
Garantie .....	2-3
Elektrische Anschlüsse .....	2-4
Anschlussklemme .....	2-4
Gefahren bei der Bedienung .....	2-5
Wartung und Reparatur .....	2-5
Zubehör .....	2-5
Außerbetriebnahme .....	2-5
Sicherheitsanweisungen auf dem Gehäuse des Geräts .....	2-5
Netzanschluss .....	2-5
Eingangsspannung und -strom .....	2-5
Wartung .....	2-6
Gebrauch in Gebäuden .....	2-6



## **Einführung**

Die Konstruktion und die Herstellung dieses Geräts entsprechen dem neusten Stand der Technik und erfüllen die in IEC 61010-1/2. Ausgabe definierten Sicherheitsstandards. Bei unsachgerechter Nutzung besteht die Gefahr von Sachschäden und Verletzungen.

## **Schutzklasse**

Das Gerät gehört zu Schutzklasse I gemäß IEC 61010-1 und verfügt über einen Schutzerdungsanschluss.

## **Qualifiziertes Personal**

Das Gerät darf nur von qualifiziertem Personal betrieben werden.

Das heißt, von Personen, die mit Installation, Montage, Anschluss, Inspektion von Anschlüssen und Funktionsweise des Auswertegeräts vertraut sind, und mindestens in einem der folgenden Bereiche geschult sind:

- Ein- und Abschalten, Freigeben, Erdung und Identifizierung von elektrischen Schaltkreisen und Geräten/Systemen gemäß den anwendbaren Sicherheitsstandards.
- Wartung und Betrieb von geeigneten Sicherheitsvorrichtungen gemäß den anwendbaren Sicherheitsstandards.
- Erste Hilfe.

## **Sicherer Betrieb**

- Alle mit dem Gerät arbeitenden Personen müssen die Bedienungsanleitung und die Sicherheitsanweisungen gelesen und verstanden haben.
- Das Gerät kann nur unter bestimmten Umgebungsbedingungen verwendet werden. Die aktuellen Umgebungsbedingungen müssen den im Kapitel „Technische Daten“ aufgeführten zulässigen Bedingungen entsprechen.
- Beim Betrieb dürfen die Kühlbelüftungen nicht verstopft sein.
- Die Anweisungen im Kapitel 1 „Transport und Lagerung“ müssen immer eingehalten werden.

## **Ordnungsgemäße Verwendung**

Das Gerät darf nur zum Messen von Spannungen und Strom innerhalb der im Kapitel „Technische Daten“ angegebenen Messbereiche und Kategorien, einschließlich Spannung gegen Erde, verwendet werden.

Bei unsachgemäßer Verwendung verfällt jegliche Garantie.

## **Garantie**

- Der Garantiezeitraum für einen störungsfreien Betrieb ist auf 2 Jahre ab Kaufdatum beschränkt.
- Der Garantiezeitraum für die Genauigkeit beträgt 2 Jahre.

## Elektrische Anschlüsse

- Sicherstellen, dass sich die Stromversorgung und die am Gerät angeschlossenen Kabel in betriebsfähigem Zustand befinden.
- Der Schutzerdungsanschluss der Netzleitung muss entsprechend der Anweisungen an eine niederohmige Erdung angeschlossen sein.
- 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.
- Anschlussarbeiten müssen in Teams mit mindestens zwei Personen durchgeführt werden.
- Das Gerät nicht verwenden, wenn das Gehäuse oder ein Betriebselement beschädigt ist.

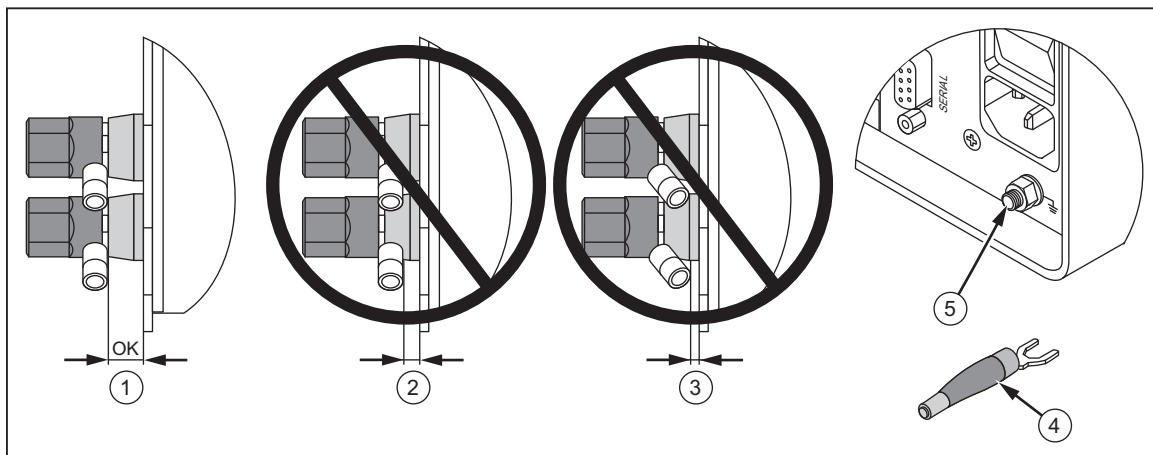
## Anschlussklemme

Zur Einhaltung entsprechender Mindestluftstrecken muss der Kabelschuh korrekt an die Anschlussklemme angeschlossen werden.

### ⚠️ ⚠️ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen aufgrund von durch CAT III-Transienten verursachten Überschlägen zwischen Gehäuse und Kabelschuh siehe Abbildung 2-1:

- Der Mindestabstand muss dem in dargestellten Abstand entsprechen ①.
- Kabelschuh nicht drehen ② oder in Richtung Gehäuse biegen ③.
- Nur isolierte, vorzugsweise mit einem Schrumpfschlauch versehene Kabelschuhe verwenden, wie in dargestellt ④.
- Wenn die Anschlusskabel einen Durchschnitt von mehr als 0,75 mm<sup>2</sup> aufweisen, muss ein zusätzlicher externer Schutzleiter mit dem gleichen Durchschnitt zwischen der Schutzterdeklemme ⑤ und der Schutzterde des Messkreises angeschlossen werden.



esn070.eps

Abbildung 2-1. Klemmenanschluss

## Gefahren bei der Bedienung

- Sicherstellen, dass die angeschlossenen Geräte korrekt funktionieren.
- Bei direktem Anschluss an Schaltkreise (ohne Transformator oder Shunt) muss der Stromkreis mit maximal 16 A abgesichert sein.
- Shunts und Leiter werden im Betrieb heiß und können zu Hautverbrennungen führen.

## Wartung und Reparatur

- Das Gehäuse nicht öffnen. Keine Reparaturen durchführen und keine Bauteile des Geräts austauschen.
- Beschädigte Anschluss- und Stromversorgungsleitungen müssen durch einen autorisierten Servicetechniker repariert oder ersetzt werden.
- Beschädigte oder defekte Geräte dürfen nur von autorisierten Technikern repariert werden.

## Zubehör

- Ausschließlich mit dem Gerät geliefertes oder speziell als Option für das verwendete Modell angebotenes Zubehör verwenden.
- Alle zusammen mit dem Gerät verwendeten Zubehörteile von Drittanbietern müssen der Norm IEC 61010-031/61010-2-032 entsprechen und für den entsprechenden Messspannungsbereich geeignet sein.

## Außerbetriebnahme

- Wenn Beschädigung an Gehäuse, Bedienelementen, Steuerelementen, Netzkabel, angeschlossenen Messleitungen oder angeschlossenen Geräten festgestellt wird, die Einheit unverzüglich von der Stromversorgung trennen.
- Wenn Zweifel über den sicheren Betrieb des Systems bestehen, Gerät und zugehörige Zubehörteile sofort außer Betrieb nehmen, unbeabsichtigtes Einschalten verhindern und zu einem autorisierten Wartungsvertreter bringen.

## Sicherheitsanweisungen auf dem Gehäuse des Geräts

### Netzanschluss

NETZ 85 – 264 V $\sim$ /47 – 440 Hz/120 – 300 V  $\equiv$   
Netzanschluss muss diese Bereiche/Werte erfüllen  
40 VA (NORMA 4000) und 65 VA (NORMA 5000)  
Maximale Leistungsaufnahme

### Eingangsspannung und -strom

#### **Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

**SPANNUNGSEINGÄNGE MAX 1000 V CAT II an **

**STROMEINGÄNGE MAX 1000 V CAT II an **

**Wenn der Messkreis zum Messen des HAUPTNETZES verwendet wird, darf die Spannung gegen Erde  in einer Umgebung mit Überspannungskategorie CAT II 1000 V nicht überschreiten.**

**Wartung**

Die internen Teile können nicht vom Benutzer gewartet werden. Die Wartung muss immer von einem qualifizierten Servicecenter durchgeführt werden.

**Gebrauch in Gebäuden**

Das Gerät darf nur in Gebäuden verwendet werden.

# **Kapitel 3**

## **Anordnung und Funktion der Komponenten**

<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Über dieses Kapitel.....	3-3
Klemmen (Rückseite).....	3-3
Bedienelemente und Anzeige.....	3-4
Navigations- und Messtasten.....	3-5
Navigation durch die Anzeige.....	3-6
Übersicht über die Funktionstasten.....	3-6
Funktionen.....	3-7





## Über dieses Kapitel

Dieses Kapitel bietet eine Übersicht der Klemmen, Ports und Schnittstellen des Fluke NORMA 4000/5000 Power Analyzers („Power Analyzer“ genannt). Es enthält zudem eine Liste der Anzeige und der Bedienelemente sowie eine kurze Einführung in die grundlegenden Funktionen der Einheit.

## Klemmen (Rückseite)

Abbildung 3-1 stellt die Klemmen auf der Rückseite von Power Analyzer dar. Tabelle 3-1 ist eine Liste der Klemmenbeschreibungen.

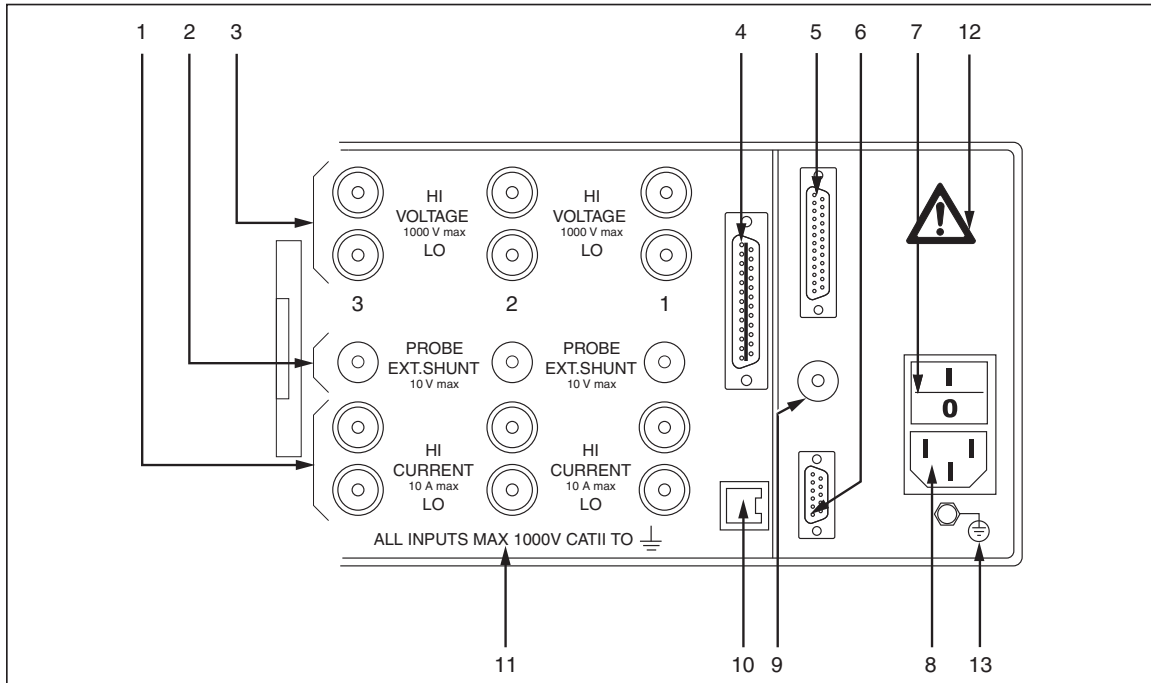


Abbildung 3-1. Klemmen

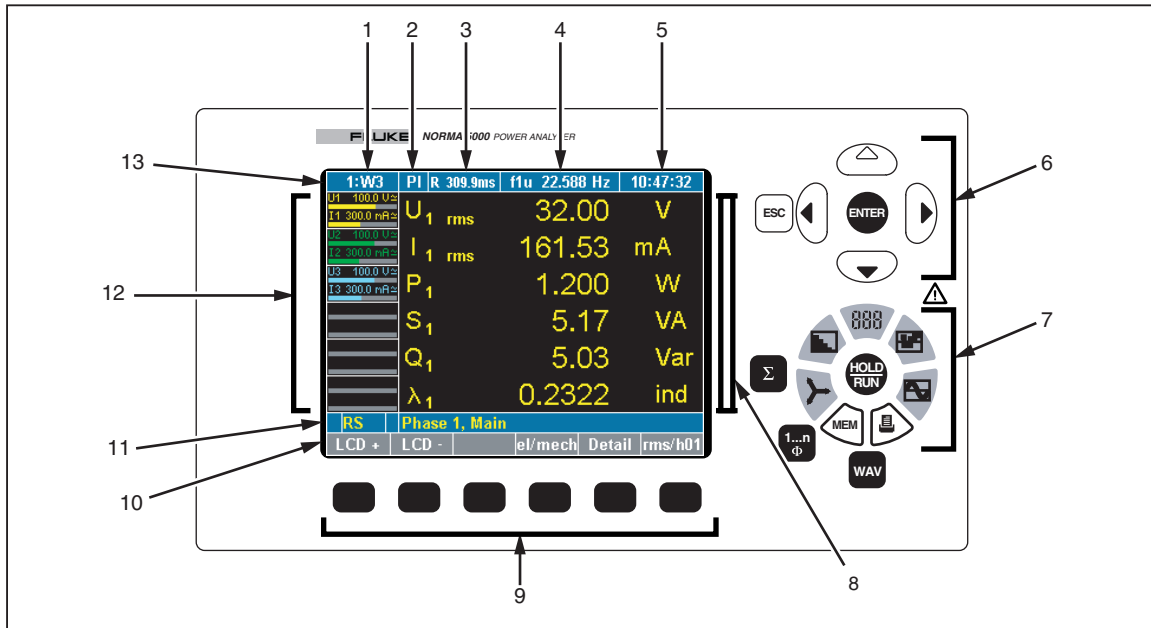
esn005.eps

Tabelle 3-1. Klemmenbeschreibungen

Element	Beschreibung
1	Messeingänge für Strom (Kanäle 1 bis 6) HI: Leiter, positiv LO: Leiter, negativ
2	Messeingänge für Shunts (Kanäle 1 bis 6)
3	Messeingänge für Spannung (Kanäle 1 bis 6) HI: Leiter, positiv LO: Leiter, negativ
4	IEEE488-Schnittstelle (optional)
5	Anschluss für Analogschnittstelle
6	Serielle Schnittstelle (RS232)
7	Betriebsschalter I (ein) und O (aus)
8	Netzanschluss
9	Eingang für externes Synchronisationssignal
10	IF1-Netzwerkadapter (LAN) (optional)
11	Warnung zur maximalen Spannung gegen Erde
12	Warnsymbole: Gefahr, Bedienungsanweisungen beachten
13	Erdung

## Bedienelemente und Anzeige

Die Anzeige, die Bedienelemente und die Funktionstasten befinden sich an der Vorderseite des Power Analyzers. Die Anzeige besteht aus einer Menüleiste, einem Bereich, in dem die gemessenen Werte und die Kanaleinstellungen angezeigt werden, und der Zuweisungsleiste für die Funktionstasten. Abbildung 3-2 zeigt die Position der Bedienelemente auf der Anzeige und Tabelle 3-2 enthält eine Liste mit den Beschreibungen der Bedienelemente.



esn006.eps

Abbildung 3-2. Anzeige

Tabelle 3-2. Anzeigebeschreibungen

Element	Beschreibung
1	Anzeige der Konfiguration, Menüelement „Allgemeine Einrichtung“
2	Menüelement „Einrichtung von Integration/Einrichtung von Motor/Generator“
3	Messstatus/Anzeige des Mittelungsintervalls
4	Anzeige der Frequenz der Synchronisationsquelle; Menüelement „Einrichtung von Timing und Synchronisation“
5	Anzeige der Zeit, Menüelement „Einrichtung der Uhrzeit“
6	Navigationstasten
7	Messtasten
8	Anzeige der gemessenen Werte
9	Funktionstasten
10	Zuweisungsleiste für Funktionstasten
11	Informationszeile
12	Statusanzeige für Kanäle 1 bis 6 (einschließlich Messbereich, Schaltung und Modulationsleiste); Menüelemente „Einrichtung des Stromkanals“ and „Einrichtung des Spannungskanals“
13	Menüleiste mit Menüelementen

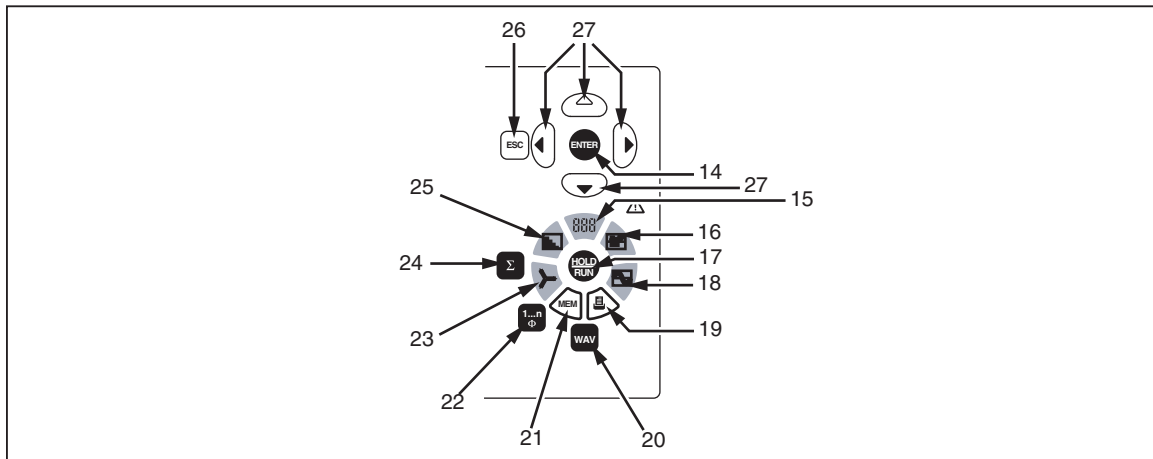
Tabelle 3-3 ist eine Erklärung der Statussymbole.

**Tabelle 3-3. Statussymbole**

Status	Beschreibung
M	Speicheraufzeichnung aktiv
T	Warten auf Trigger-Startbedingung (Speicher)
R	Messung aktiv (Normaler Betrieb)
H	Messung angehalten (Haltemodus)
∫	Integration von ausgewählten Werten aktiv

### Navigations- und Messtasten

Abbildung 3-3 zeigt die Navigations- und Messtasten von Power Analyzer. Tabelle 3-4 ist eine Liste der Beschreibungen der Navigations- und Messtasten.



esn007.eps

**Abbildung 3-3. Navigation**

**Tabelle 3-4. Beschreibungen der Navigationstasten**

Element	Beschreibung
14	Enter: bestätigen, Menü aufrufen
15	Numerische Anzeige
16	Recorder
17	Hold/Run: Messung starten und anhalten
18	Oszilloskopdiagramme
19	Drucken
20	Leistung, Strom, Spannung anzeigen
21	Speichern
22	Kanal wählen
23	Vektoranzeige
24	Summe aller Kanäle anzeigen
25	Frequenzanalyse
26	Esc: abbrechen, eine Menüebene nach oben
27	Cursortasten: oben, unten, links, rechts

### Navigation durch die Anzeige

1. Mit den Navigationstasten (6) und (27) durch die Anzeige und die Menüs navigieren.  
Das aktive Menüelement, Anzeige oder Eingabefeld, in dem sich der Cursor befindet, ist beleuchtet.
2. Esc (26) drücken, um die Eingabe ohne Speichern abzubrechen oder zur nächsthöheren Menüebene zu gelangen.
3. Enter (14) drücken, um ein Menü aufzurufen oder einen in einem Menü vorgenommenen Eintrag zu bestätigen.
4. Messtasten (7) und (15) bis (25) drücken, um den Anzeigemodus und die Speicher- oder Ausgabefunktionen für Messwerte auszuwählen.  
Die Zuweisung der Funktionstasten (9) hängt vom aktuellen Menü ab. Die aktuelle Tastenzuweisung wird auf der Zuweisungsleiste (10) über den Funktionstasten angezeigt.

### Übersicht über die Funktionstasten

Tabelle 3-5 ist eine Liste der Funktionstasten. Die Zuweisung der Funktionstasten hängt von der ausgewählten Anzeige bzw. dem ausgewählten Menü ab.

**Tabelle 3-5. Funktionstasten**

Name	Funktion
Standard	Achsen automatisch skalieren
LÖSCHEN	Konfiguration löschen
Detail	Details zu einem Messwert anzeigen
Freq	Frequenzanalysefilter festlegen
Info...	Systeminformationen und Versionsnummer der Firmware der Einheit anzeigen:
LCD -	Helligkeit der Anzeige verringern
LCD +	Helligkeit der Anzeige erhöhen
lin/log	Lineare/logarithmische Skala anzeigen
LADEN	Konfiguration laden
Modus	Tabelle mit Oberschwingungen anzeigen
Offset	Nullpunkt anpassen (mit Cursortasten)
rms/h01	Effektivwerte (RMS) oder H01-Grundschiwingung anzeigen
SPEICHERN	Konfiguration speichern
Skala	Skalen der Achsen anpassen (mit Cursortasten)
Blättern	Durch Anzeige blättern
Alle einstellen	Konfiguration oder Sollwert für alle Kanäle einstellen
tab/gra	Messwerte in Tabelle/Graph darstellen
U/I	Zwischen Spannungskanalkonfiguration und Stromkanalkonfiguration wechseln (im „Allgemeine Einrichtung“)
zoom	Skalen der Achsen anpassen (mit Cursortasten)
∫	Referenzleistung der elektrischen Arbeit oder zurückgewonnene Leistung anzeigen
∫ Löschen	Integration der elektrischen Arbeit auf null setzen
∫ Start	Integration der elektrischen Arbeit starten
∫ Stop	Integration der elektrischen Arbeit anhalten

## **Funktionen**

Mit dem Power Analyzer können Ströme von DC bis zu mehreren MHz analysiert werden. Spannungswerte von bis zu 1000 V und Stromstärken von bis zu 20 A (abhängig von den auf dem Gerät installierten Messmodulen) werden präzise gemessen, und die entsprechende Wirkleistung, Blindleistung und Scheinleistung wird berechnet. Die Fehlergrenze beträgt je nach Modell 0,03 % bis 0,3 %. Weitere Informationen sind in den technischen Daten enthalten. Von DC und AC bis zu einigen MHz wird sie nicht von Signalform, Frequenz oder Phasenlage beeinträchtigt. Der Messbereich kann durch den Anschluss von Shunts oder Zangen vergrößert werden. Wenn der Bereich mit Shunts oder Zangen von Drittanbietern vergrößert wird, sollten die aufgrund dieser Teile auftretenden zusätzlichen Fehler in Betracht gezogen werden. Mit dem Gerät können bis zu 6 Kanäle gleichzeitig gemessen werden.



# **Kapitel 4**

## ***Inbetriebnahme***

<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Bestandsaufnahme .....	4-3
Installieren und Einschalten.....	4-3
Installation .....	4-3
Einschalten des Geräts.....	4-3
Ausschalten des Geräts.....	4-4





## **Bestandsaufnahme**

Vor der Arbeit mit dem Analyzer ist die Lieferung anhand folgender Liste und der Lieferspezifikationen auf ihre Vollständigkeit zu überprüfen.

- 1 Power Analyzer
- 1 Operators Manual
- 1 Netzkabel
- 1 Kalibrierzertifikat
- 1 integrierter Drucker (sofern bestellt)
- 1 bis 6 Spannungs- und Stromkanalmodule, gemäß Lieferspezifikationen

## **Installieren und Einschalten**

### **Installation**

#### **Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

- **Das Gerät wird an die Netzspannung angeschlossen, und einige interne Bauteile führen gefährliche elektrische Spannungen.**
- **Das Gerät muss an eine niederohmige Erde angeschlossen werden.**
- **Netzsteckdose und Verdrahtung sind sorgfältig zu überprüfen.**

Installieren:

1. Die Sicherheitsanweisungen hinsichtlich Umgebungsbedingungen und Standort der Installation befolgen.
2. Gerät auf eine saubere und stabile Oberfläche stellen.
3. Stellfüße unten am Gerät ggf. justieren, um für eine optimale Lesbarkeit der Anzeige zu sorgen.

### **Einschalten des Geräts**

Analyzer einschalten:

1. Analyzer mit dem Netzkabel an die Netzsteckdose anschließen.
2. Betriebsschalter auf der Rückseite des Gehäuses auf **I** (ein) stellen. Der Analyzer kann nun verwendet werden. Der folgende Startbildschirm wird angezeigt.

1:W3		PI	R 600.0ms	f1u --.--- Hz	10:30:08
U1 300.0 mV $\approx$	U <sub>1</sub>	rms	↓	0.00	mV
I1 30.00 mA $\approx$				0.000	mA
U2 300.0 mV $\approx$	I <sub>1</sub>	rms	↓	0.0000	mW
I2 30.00 mA $\approx$				0.000	mVA
U3 300.0 mV $\approx$	P <sub>1</sub>	↓	↓	0.000	mVar
I3 30.00 mA $\approx$				0.000	mVar
	S <sub>1</sub>	↓	↓	0.000	mVar
	Q <sub>1</sub>	↓	↓	0.000	mVar
	$\lambda_1$			--.---	
RS	Phase 1, Main				
LCD +	LCD -		el/mech	Detail	rms/h01

esp008.gif

### Ausschalten des Geräts

1. Betriebsschalter auf der Rückseite des Gehäuses auf **O** (aus) stellen.
2. Falls der Analyzer längere Zeit nicht verwendet wird, den Stecker aus der Netzsteckdose ziehen.

# **Kapitel 5**

## **Anschluss an Schaltkreise**

<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Vorbereitung .....	5-3
Anschlussreihenfolge .....	5-3
Übersicht .....	5-4
Einphasige Messungen .....	5-4
Direkter Anschluss .....	5-4
Messung mit Shunt .....	5-6
Messung mit Spannungs- und Stromaufnehmer .....	5-7
Aron-Schaltkreis (2-Wattmeter-Methode, W2) .....	5-8
Direkter Anschluss .....	5-8
Messung mit Shunt .....	5-10
Messung mit Spannungs- und Stromaufnehmer .....	5-11
Dreiphasige Messungen (W3) .....	5-13
Direkter Anschluss .....	5-13
Messung mit Shunt .....	5-14
Messung mit Spannungs- und Stromaufnehmer .....	5-15
Messung mit Sternpunkt-Adapter .....	5-17



## Vorbereitung

Vor dem Anschließen von Power Analyzer sind die folgenden Warnhinweise sorgfältig zu lesen und einzuhalten.

### **Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

- **Wenn der Power Analyzer an aktive Schaltkreise angeschlossen ist, sind die Klemmen und einige Teile in Power Analyzer stromführend.**
- **Für einen sicheren Betrieb muss der Power Analyzer zuerst an die Stromversorgung angeschlossen werden.**
- **Wenn möglich, sollte der Schaltkreis geöffnet werden, bevor der Power Analyzer angeschlossen wird.**
- **Beim Verbinden der Schaltkreise muss sichergestellt werden, dass die maximale Messspannung und die maximale Spannung gegen Erde (1000 V CATII und 600 V CATIII) nicht überschritten werden.**
- **Nur Leitungen und Zubehör verwenden, das den anwendbaren Sicherheitsstandards entspricht, da es sonst zu schweren Verletzungen oder Tod durch Stromschlag kommen kann.**
- **Um Schäden am Gerät zu vermeiden, darf unter keinen Umständen eine Spannung an die Shunt-Eingänge angelegt werden (untere Eingangsbuchsen, blau).**

## Anschlussreihenfolge

Beim Verbinden eines Schaltkreises mit Power Analyzer aus Sicherheitsgründen folgendermaßen vorgehen:

1. Power Analyzer an die Stromversorgung anschließen.  
Power Analyzer ist so mit dem Schutzerdungskabel verbunden.
2. Power Analyzer einschalten.
3. Den Messkreis, wie in den in diesem Operators Manual enthaltenen Verbindungsdiagrammen gezeigt, anschließen.  
Damit die Messwerte korrekt angegeben werden, muss die Phase an HI angeschlossen werden, damit der Strom von HI nach LO fließt.
4. Schaltkreis an die Stromversorgung anschließen.

## Übersicht

Der Fluke NORMA 4000/5000 Power Analyzer bietet folgende Anschlussmöglichkeiten:

- Einphasige Messungen
- Aron-Schaltkreis (W2)
- Dreiphasige Messungen (W3)

### *Hinweis*

*Beim Anschluss eines vierkanaligen Geräts zur Analyse des elektrischen Wirkungsgrads sollte das dreiphasige Stromkabel für diese Messung an die Messkanäle 1 bis 3 angeschlossen werden, damit der Wirkungsgrad berechnet und direkt auf dem Power Analyzer angezeigt werden kann.*

## Einphasige Messungen

### Direkter Anschluss

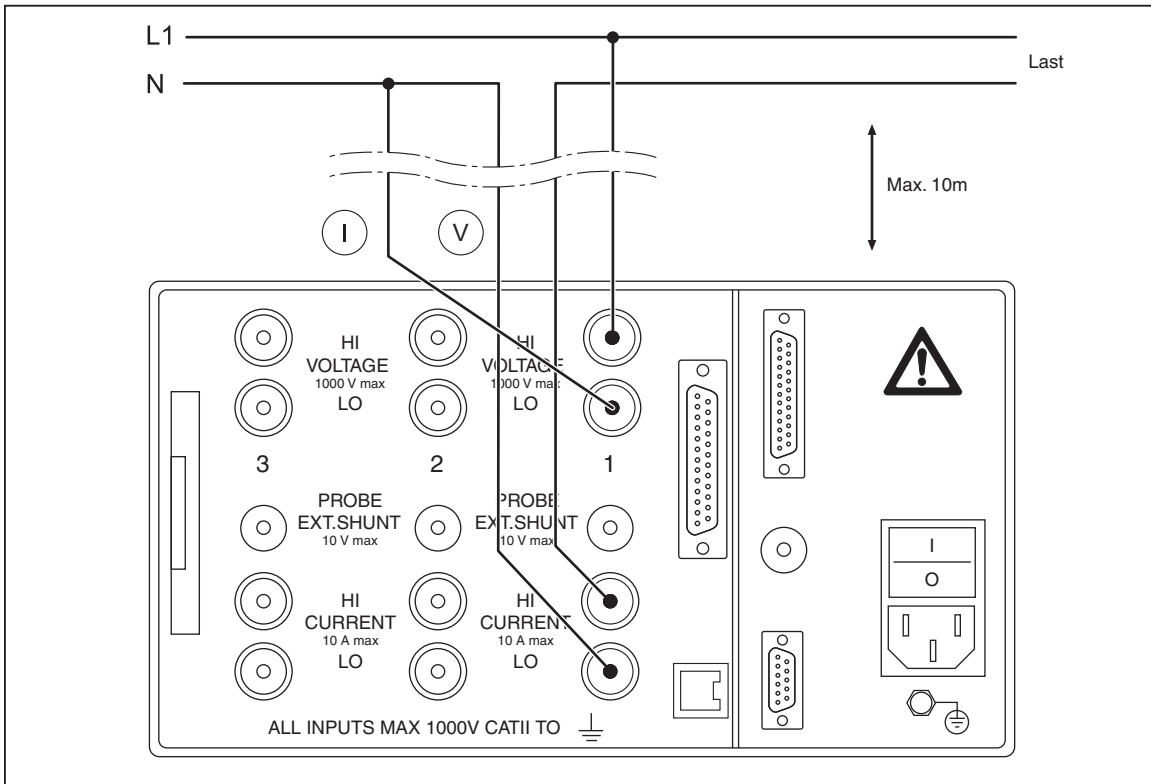
- Sicherstellen, dass am Stromeingang des Power Analyzer keine Überlast besteht
- Fall erforderlich, entsprechende Sicherungen einbauen.

### **Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

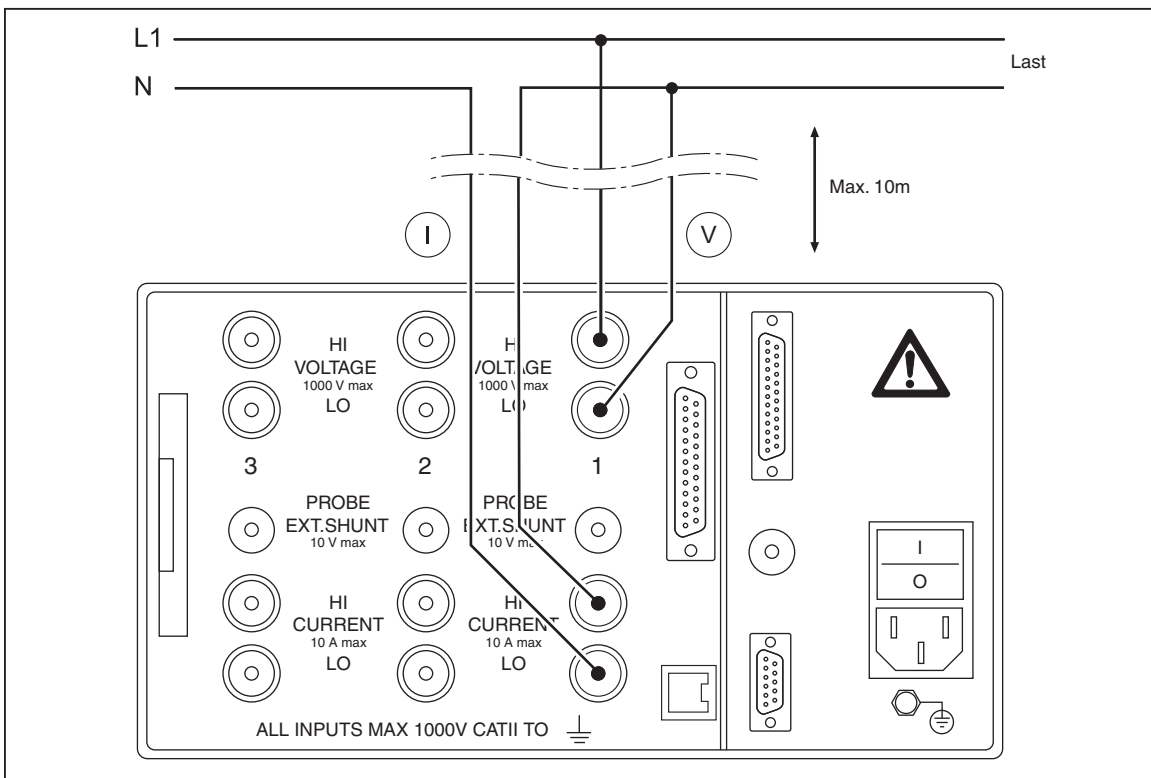
- **Verletzungsgefahr beim Berühren von ungeerdeten Anschlüssen, internen Schaltkreisen und Messgeräten.**
- **Die Vorschriften zur Anschlussreihenfolge sind stets zu beachten (siehe Kapitel 5, „Anschlussreihenfolge“).**

Die Differenz zwischen dem Anschluss des Spannungseingang, dem Stromeingang und dem Hauptnetz (Abbildung 5-1) bzw. zwischen dem Stromeingang und der Last (Abbildung 5-2) besteht darin, dass im ersten Fall die Verlustleistung des Stromeingangs und im zweiten Fall die Verlustleistung des Spannungseingangs dem Messergebnis hinzugefügt wird. Da die Verlustleistung des Stromeingangs im Gegensatz zu einer Verlustleistung des Spannungseingangs von 0,5 W bei 1000 V bis zu ~2 W bei 10 A anwachsen kann, ist die zweite Methode vorzuziehen. Diese wird für weitere Diagramme, d. h. in Aron-Messungen und dreiphasigen Messungen verwendet. Für besondere Anwendungen, wie aktive Stromsensoren ohne Verlustleistung oder höhere Verlustleistung des Spannungseingangs mit einem „Sternpunkt-Adapter“ ist Methode 1 vorzuziehen.



esp009.eps

Abbildung 5-1. Phasenmessung – Stromeingang und Hauptnetz



esp009a.eps

Abbildung 5-2. Phasenmessung – Stromeingang und Last

### Messung mit Shunt

Die Verbindungskabel zu den Shunts sollten so kurz wie möglich sein, um Interferenzen und Rauschspannung zu vermeiden.

#### ⚠️ ⚠️ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:

- Die Aufnahmeklemmen nicht berühren. Die Aufnahmeklemmen bei den Shunts führen die gleiche Spannung wie die Stromschaltungen.
- Shunts sind nicht isoliert. Die Aufnahmeklemmen bei den Shunts nicht berühren.
- Verletzungsgefahr beim Berühren von ungeerdeten Anschlüssen, internen Schaltkreisen und Messgeräten.
- Die Vorschriften zur Anschlussreihenfolge sind stets zu beachten (siehe Kapitel 5, „Anschlussreihenfolge“).

Wo der zu messende Strom den Nennwert des Gleichstromanschlusses überschreitet, sollte ein externer Triaxial-Shunt verwendet werden, siehe Abbildung 5-3. Empfohlen werden Triaxial-Shunts von Fluke, da sie im kompletten Frequenzbereich eine hohe Genauigkeit bieten. Normale lineare Shunts könnten zu hohe Fehler erzeugen, da möglicherweise Hochfrequenzen vorhanden sind, die bei elektrischen Lasten in Komponenten auftreten. Die internen Shunts von NORMA sind für derartige Lasten optimiert.

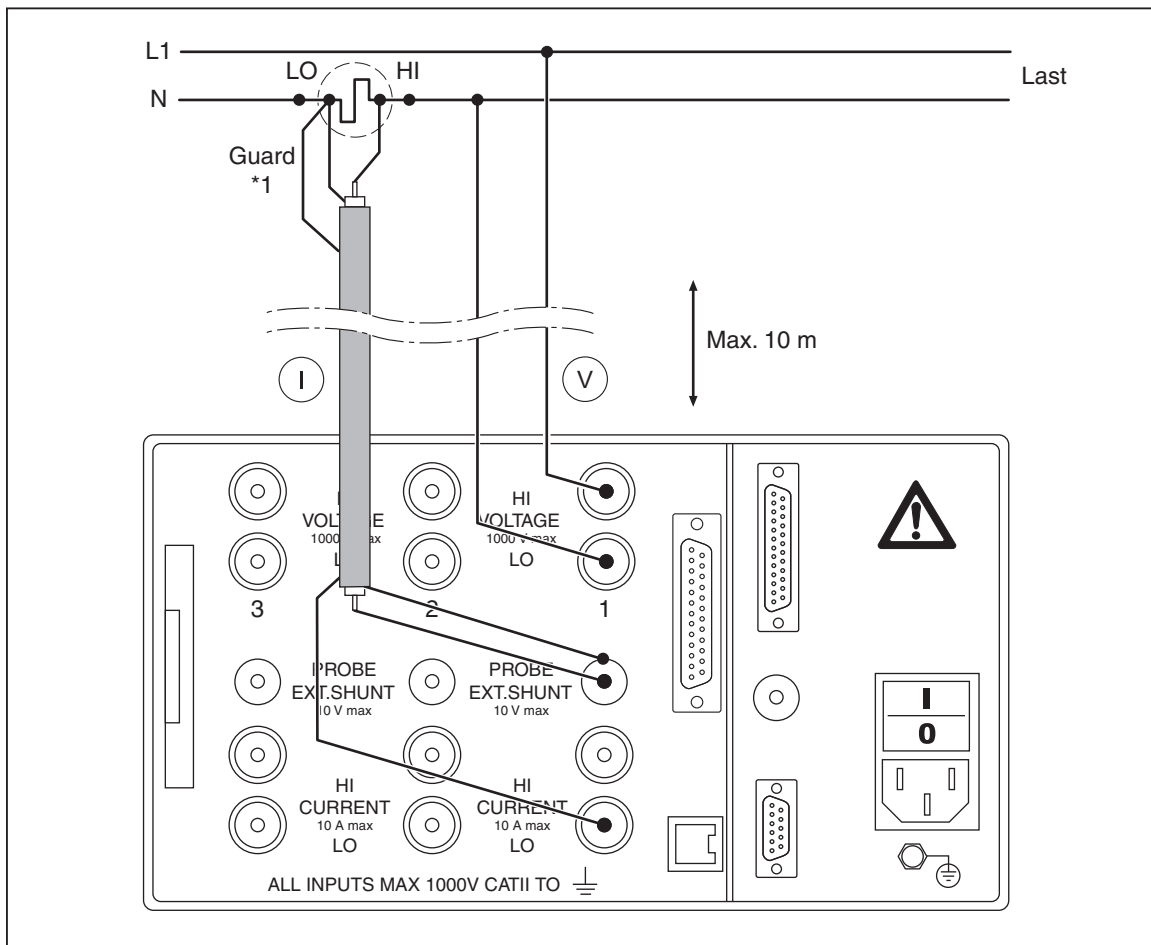


Abbildung 5-3. Messung mit Shunt

esp010.eps



*Hinweis*

In den Abbildungen 5-3, 5-6 und 5-9 empfiehlt Fluke die Verwendung von MCS-Messleitungen für Triaxial-Shunts und MCP-Leitungen für Planar-Shunts. Triaxial-Shunts sind mit Schutzanschlüssen in den Steckern ausgestattet, Planar-Shunts mit Schutzbuchsen.

**Messung mit Spannungs- und Stromaufnehmer**

Abbildung 5-4 zeigt die Anschlüsse für Messungen mit einem Spannungs- und Stromaufnehmer.

**⚠ Vorsicht**

**Aufnehmernennwerte überprüfen, um Schaden am Aufnehmer aufgrund von Überlastung zu vermeiden.**

*Hinweis*

Aufnehmerfehler begrenzen die Messbandbreite und verringern die Eigenunsicherheit.

**⚠⚠ Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

- **Verletzungsgefahr beim Berühren von ungeerdeten Anschlüssen, internen Schaltkreisen und Messgeräten.**
- **Die Vorschriften zur Anschlussreihenfolge sind stets zu beachten (siehe Kapitel 5, „Anschlussreihenfolge“).**

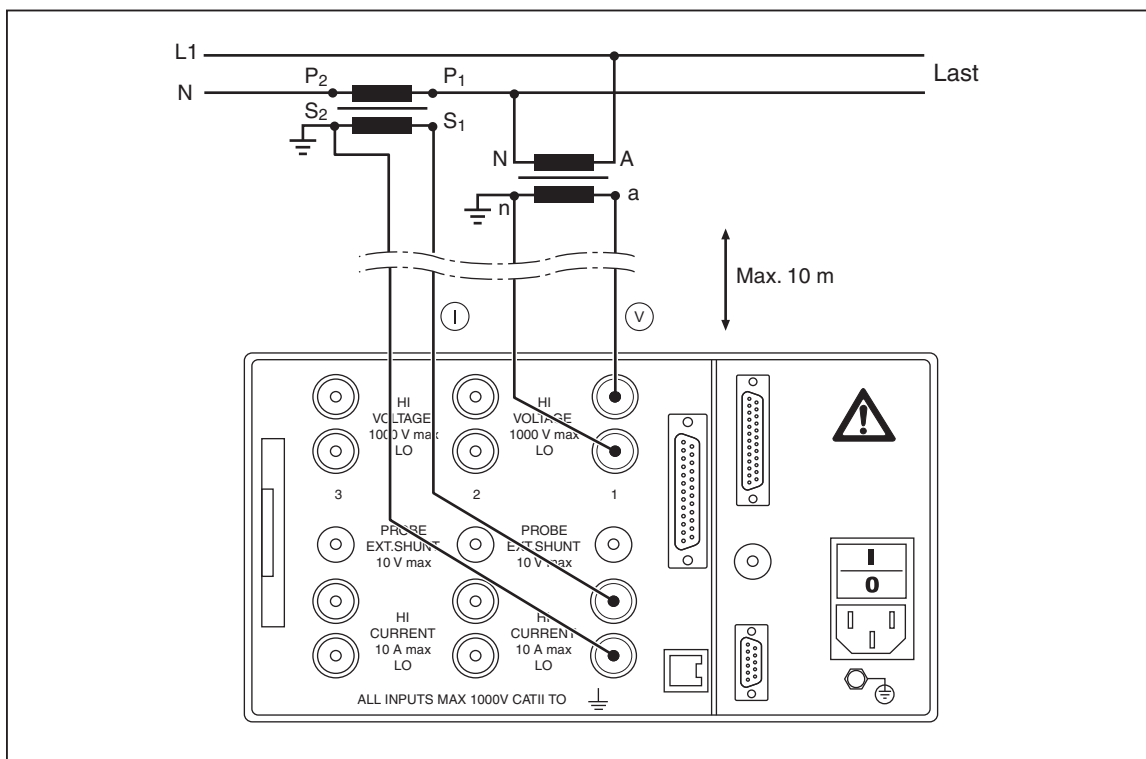


Abbildung 5-4. Spannungs- und Stromaufnehmermessung

esp011.eps

## Aron-Schaltkreis (2-Wattmeter-Methode, W2)

### Direkter Anschluss

Der Aron-Schaltkreis ist nur für 3-Leiternetze verfügbar, siehe Abbildung 5-5. Er ist nur zum Messen von zwei Phasen (Strom I1 und I2 in den nachfolgenden Verbindungsdiagrammen) erforderlich, da  $I1+I2+I3 = 0$  ergeben muss.

#### Hinweis

*In den meisten Fällen ist der Aron-Schaltkreis nicht für Messungen von Invertern geeignet, da kapazitiver Leckstrom von den Wicklungen zum Gehäuse fließt.*

- *Sicherstellen, dass am Stromeingang des Power Analyzer keine Überlast besteht*
- *Fall erforderlich, entsprechende Sicherungen einbauen.*

Zum Auswählen der Aron-, oder 2-Wattmeter-Methode unter **Allgemeine Einrichtung W2** auswählen. Kanäle 2 und 3 für die Anschlüsse auswählen. Weitere Informationen sind im Kapitel 7, „Konfiguration“, zu finden.

Die Skalierung der Aufnehmer für Spannung und Strom kann in diesem Modus verwendet werden. Dabei muss allerdings darauf geachtet werden, die richtigen Informationen zu Kanal und Messungsindex zu ermitteln.

#### Hinweis

*Der W2-Modus steht für den zweiten Satz an dreiphasigen Eingängen mit der 4- oder 6-Kanalversion von NORMA 5000 zur Verfügung.*

### **Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

- **Verletzungsgefahr beim Berühren von ungeerdeten Anschlüssen, internen Schaltkreisen und Messgeräten.**
- **Die Vorschriften zur Anschlussreihenfolge sind stets zu beachten (siehe Kapitel 5, „Anschlussreihenfolge“).**

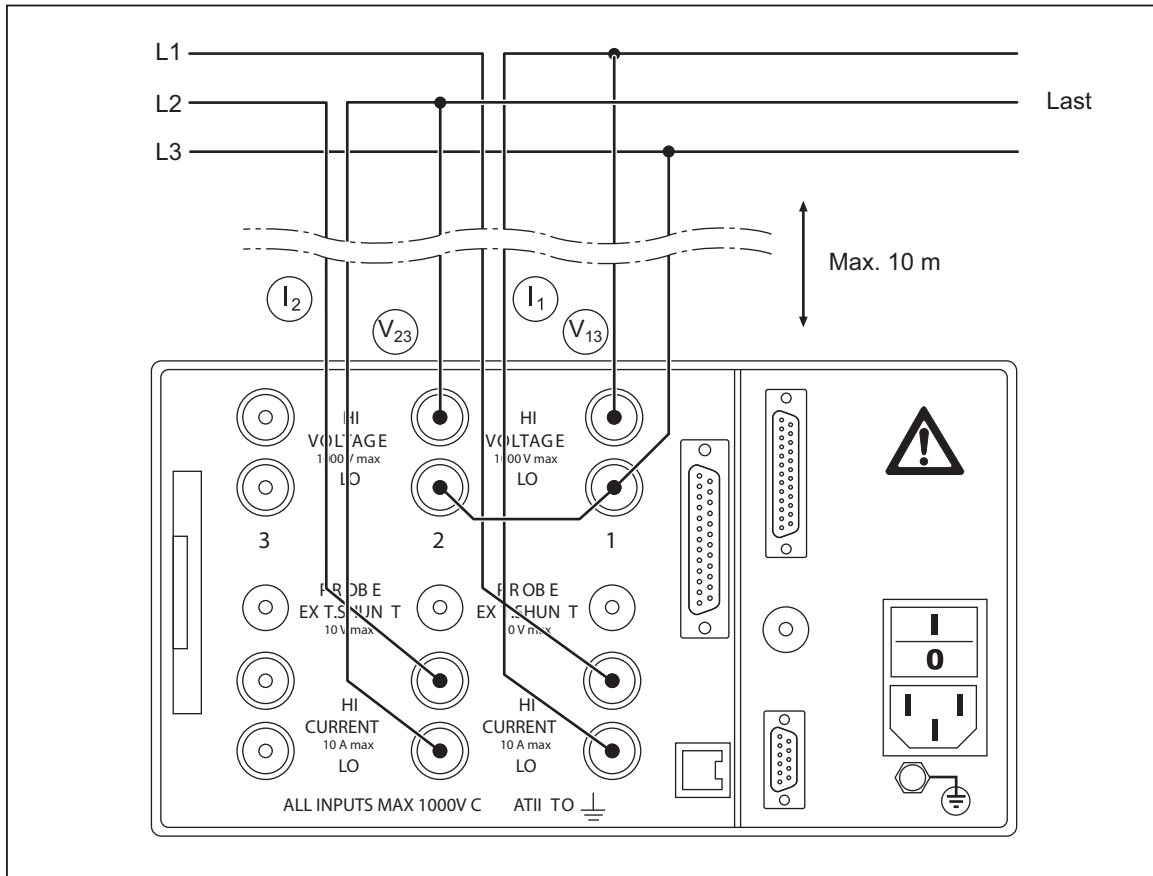


Abbildung 5-5. Aron-Schaltkreis – Direkte Messung

esp012.eps

### Messung mit Shunt

Die Verbindungskabel zu den Shunts sollten so kurz wie möglich sein, um Interferenzen und Rauschspannung zu vermeiden (siehe Abbildung 5-6).

#### ⚠️ ⚠️ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:

- Die Aufnahmeklemmen nicht berühren. Die Aufnahmeklemmen bei den Shunts führen die gleiche Spannung wie die Stromschaltungen.
- Shunts sind nicht isoliert. Die Aufnahmeklemmen bei den Shunts nicht berühren.
- Verletzungsgefahr beim Berühren von ungeerdeten Anschlüssen, internen Schaltkreisen und Messgeräten.
- Die Vorschriften zur Anschlussreihenfolge sind stets zu beachten (siehe Kapitel 5, „Anschlussreihenfolge“).

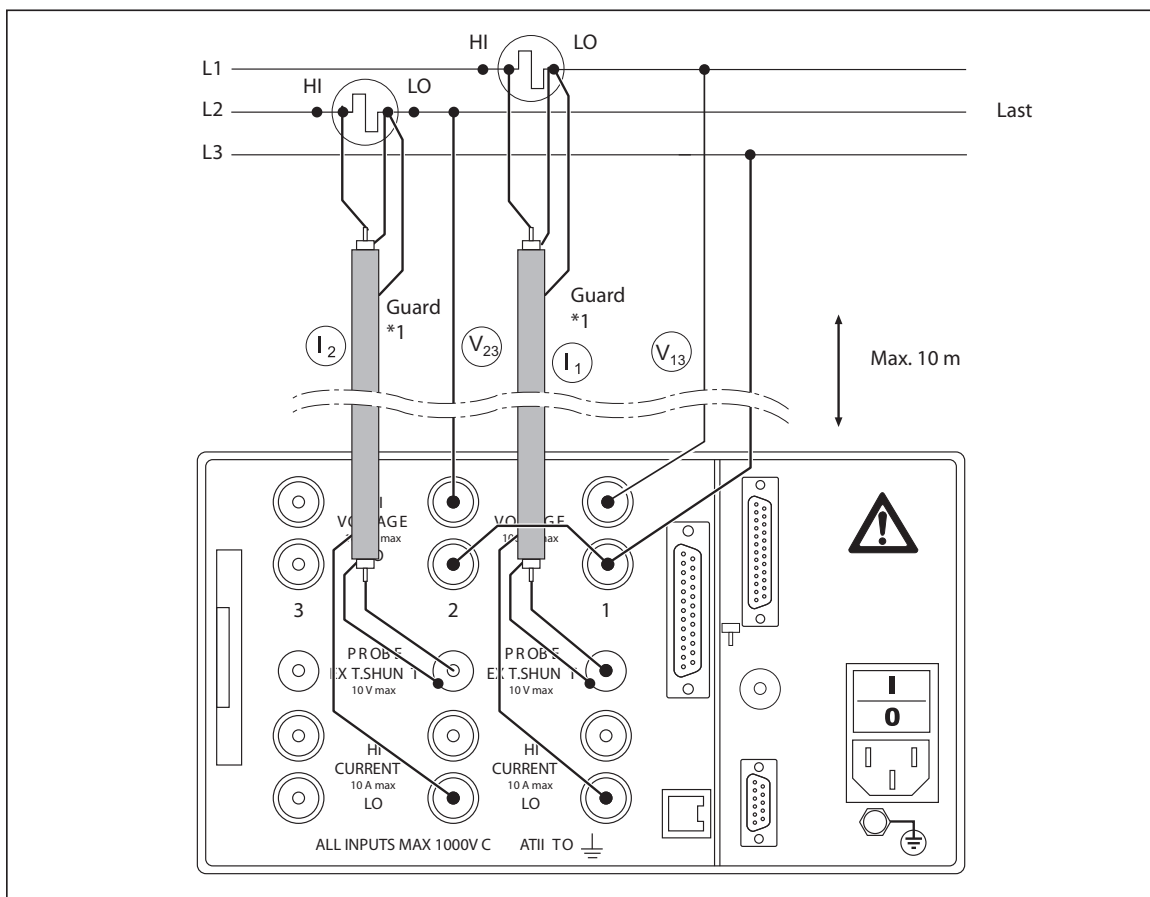


Abbildung 5-6. Aron-Schaltkreis – Shunt-Messung

esp013.eps

### **Messung mit Spannungs- und Stromaufnehmer**

Abbildung 5-7 zeigt die Anschlüsse für Messungen im Aron-Schaltkreis mit einem Spannungs- und Stromaufnehmer.

#### **⚠ Vorsicht**

**Aufnehmernennwerte überprüfen, um Schaden am Aufnehmer aufgrund von Überlastung zu vermeiden.**

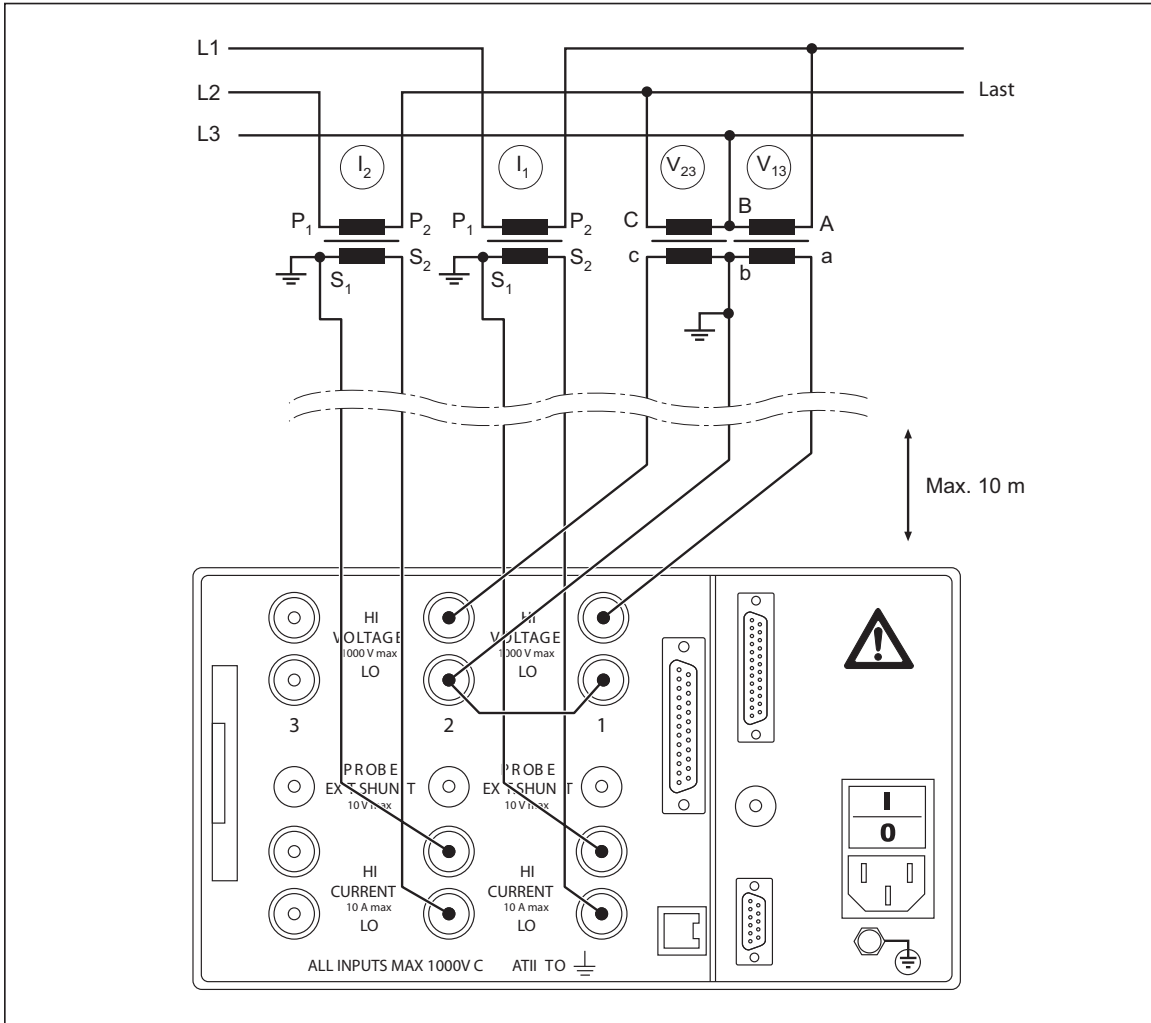
#### *Hinweis*

*Aufnehmerfehler begrenzen die Messbandbreite und verringern die Eigenunsicherheit.*

#### **⚠⚠ Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

- **Verletzungsgefahr beim Berühren von ungeerdeten Anschlüssen, internen Schaltkreisen und Messgeräten.**
- **Die Vorschriften zur Anschlussreihenfolge sind stets zu beachten (siehe Kapitel 5, „Anschlussreihenfolge“).**



esp014.eps

**Abbildung 5-7. Aron-Schaltkreis – Spannungs- und Stromaufnehmermessung** Error! Bookmark not defined.

## Dreiphasige Messungen (W3)

### Direkter Anschluss

Abbildung 5-8 zeigt einen direkten Anschluss für eine dreiphasige Messung. Sicherstellen, dass am Stromeingang des Power Analyzer keine Überlast besteht Falls die Gefahr einer möglichen Überlastung des Stromeingangs besteht, einen Shunt oder Transmitter im Schaltkreis verwenden. Fall erforderlich, entsprechende Sicherungen einbauen.

Zum Auswählen der 3-Phasen-Methode (W2) unter **Allgemeine Einrichtung W3** auswählen. Weitere Informationen sind im Kapitel 7, „Konfiguration“, zu finden.

### ⚠️ ⚠️ Warnung

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

- **Verletzungsgefahr beim Berühren von ungeerdeten Anschlüssen, internen Schaltkreisen und Messgeräten.**
- **Die Vorschriften zur Anschlussreihenfolge sind stets zu beachten (siehe Kapitel 5, „Anschlussreihenfolge“).**

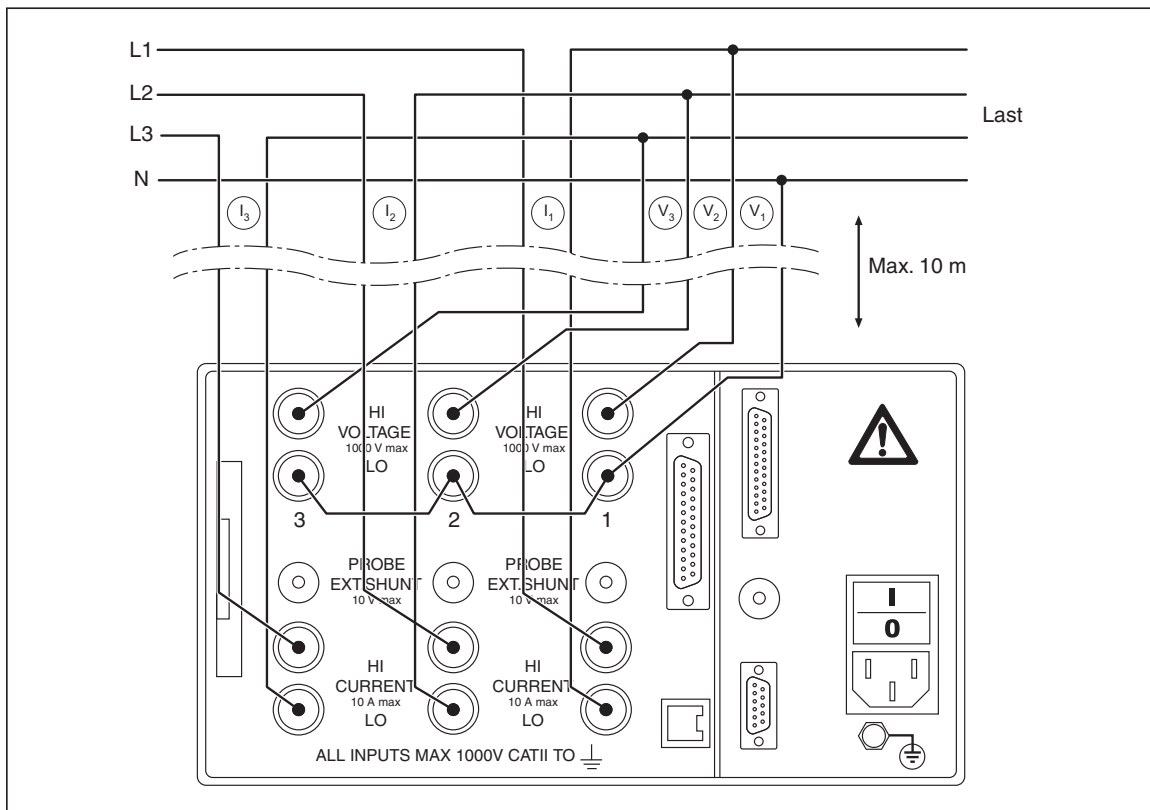


Abbildung 5-8. Dreiphasige Messung – Direkter Anschluss

esp015.eps

### Messung mit Shunt

Abbildung 5-9 zeigt die Anschlüsse für eine dreiphasige Messung mit Shunt. Die Verbindungskabel zu den Shunts sollten so kurz wie möglich sein, um Rauschspannung zu vermeiden.

#### **⚠️ ⚠️ Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

- Die Aufnahmeklemmen nicht berühren. Die Aufnahmeklemmen bei den Shunts führen die gleiche Spannung wie die Stromschaltungen.
- Shunts sind nicht isoliert. Die Aufnahmeklemmen bei den Shunts nicht berühren.
- Ungeerdete Anschlüsse, interne Schaltkreise und Messgeräte nicht berühren.
- Die Vorschriften zur Anschlussreihenfolge sind stets zu beachten (siehe Kapitel 5, „Anschlussreihenfolge“).

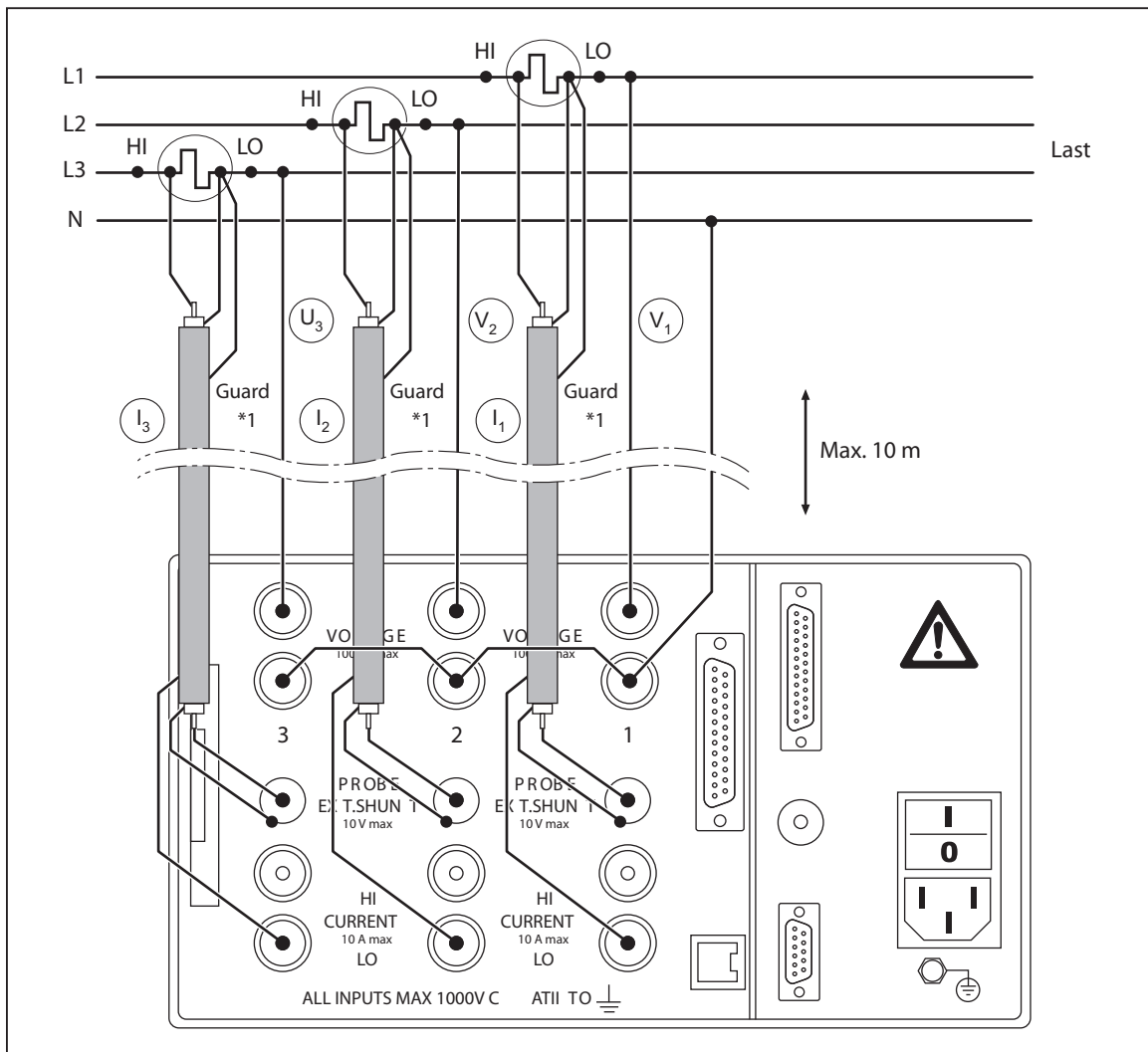


Abbildung 5-9. Dreiphasige Messung mit Shunt

esp016.eps



### **Messung mit Spannungs- und Stromaufnehmer**

Abbildung 5-10 zeigt die Anschlüsse für dreiphasige Messungen mit einem Spannungs- und Stromaufnehmer. Bei 4-Leiternetzen sind die Nullleiter (N) der 3 Spannungsaufnehmer an den Nullleiter angeschlossen. Bei 3-Leiternetzen sind die Nullleiter (N) der 3 Spannungsaufnehmer nicht belegt, um einen Sternpunkt zu bilden. Als Alternative kann ein Anschluss an den Sternpunkt einer sternverdrahteten Last oder Erde vorgenommen werden, wenn der interne Sternpunkt der Anlage mit der Erde verbunden ist.

#### **⚠ Vorsicht**

**Aufnehmernennwerte überprüfen, um Schaden am Aufnehmer aufgrund von Überlastung zu vermeiden.**

#### *Hinweis*

*Aufnehmerfehler begrenzen die Messbandbreite und verringern die Eigenunsicherheit.*

#### **⚠⚠ Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlägen oder Verletzungen ist Folgendes zu beachten:**

- **Verletzungsgefahr beim Berühren von ungeerdeten Anschlüssen, internen Schaltkreisen und Messgeräten.**
- **Die Vorschriften zur Anschlussreihenfolge sind stets zu beachten (siehe Kapitel 5, „Anschlussreihenfolge“).**

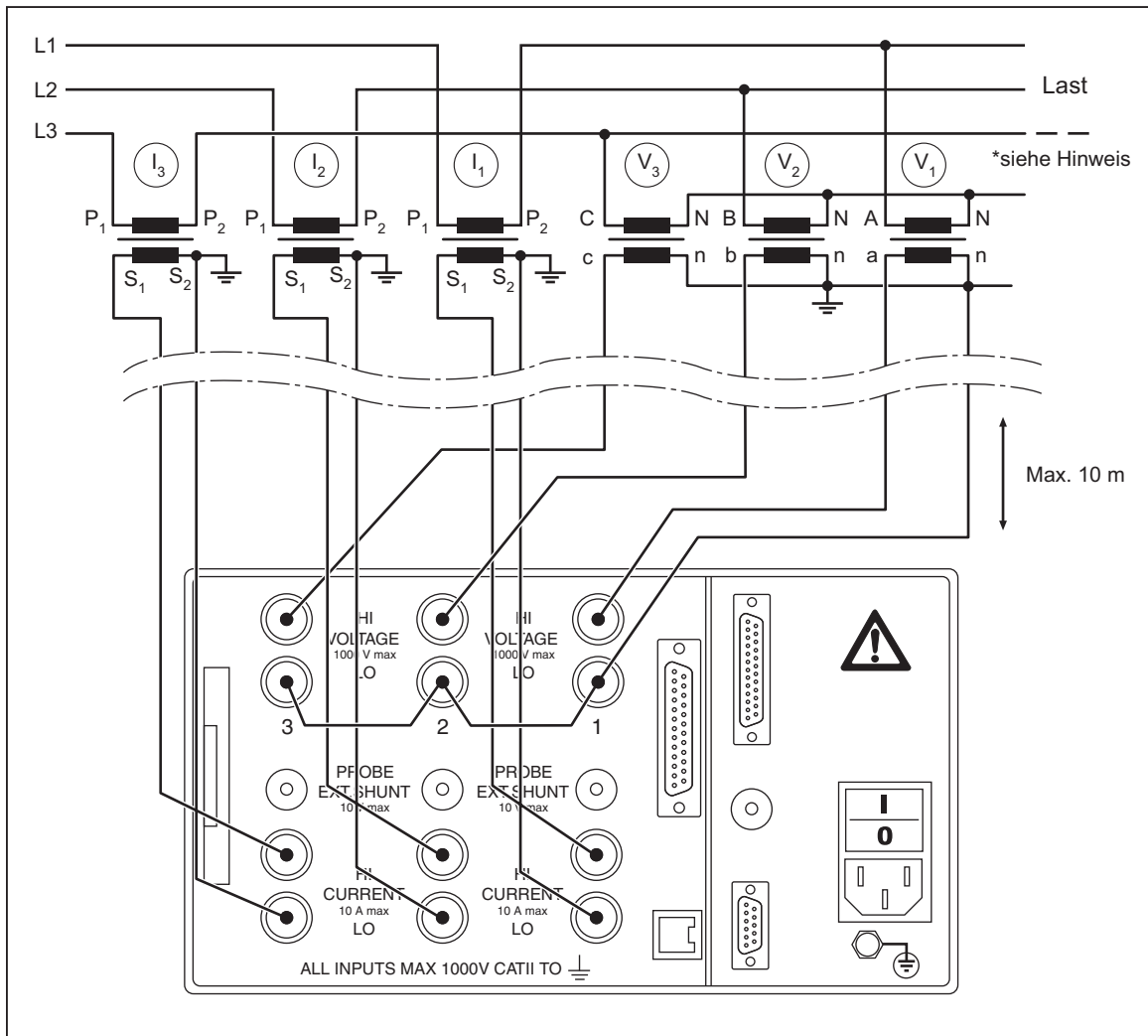


Abbildung 5-10. Dreiphasige (W3) Spannungs- und Stromaufnehmermessung

esp077.eps

*Hinweis*

- Bei 4-Leiternetzen: sind die Nullleiter (N) der 3 Spannungsaufnehmer an den Nullleiter angeschlossen?
- Bei 3-Leiternetzen: sind die Nulleiter (N) der 3 Spannungsaufnehmer offen, so dass es einen Sternpunkt bildet?
- Als Alternative kann ein Anschluss an den Sternpunkt einer sternverdrahteten Last vorgenommen werden.
- Oder es kann ein Anschluss an Erde erfolgen, wenn der interne Sternpunkt des Netzes ebenfalls mit der Erde verbunden ist.

### Messung mit Sternpunkt-Adapter

In Systemen mit drei Spannungsleitern, sollten die drei Leiter an der HI-Klemme angeschlossen werden; die LO-Klemmen sollten verbunden werden.

Bei elektronischen Schaltsystemen, die mit hohen Frequenzen arbeiten, wie Antriebe, Inverter und USV, hat diese Methode zusätzliche Fehler, weil Hochfrequenzanteile gegen Erde abgeleitet werden. Zum Ausgleich dieses Fehlers den Sternpunkt-Adapter verwenden, siehe Abbildung 5-11.

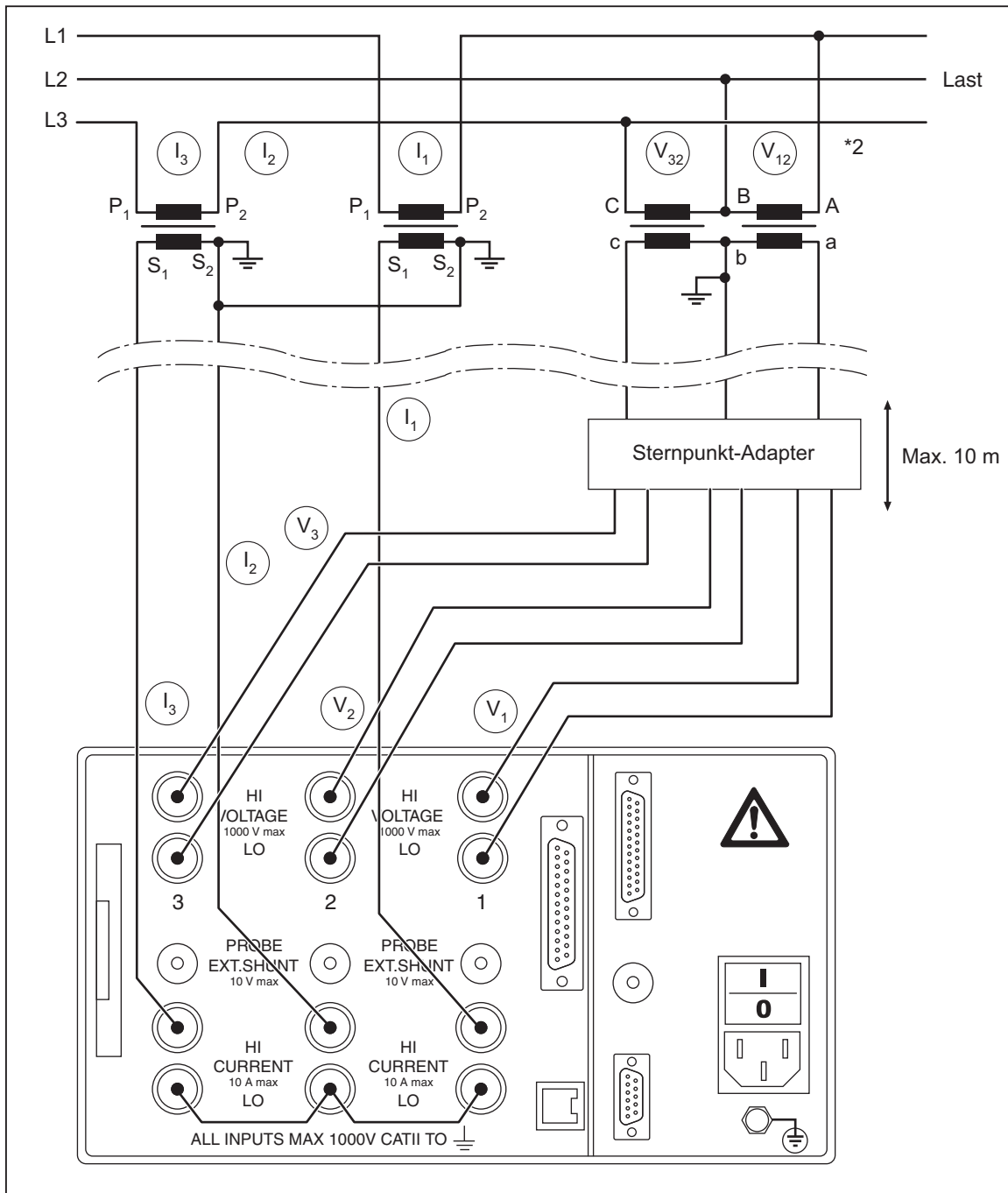


Abbildung 5-11. Dreiphasige Messung mit Sternpunkt-Adapter

esp078.eps



# **Kapitel 6**

## ***Einfache Messung***

<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Über dieses Kapitel.....	6-3
Anschluss an Stromkreise.....	6-3
Konfiguration.....	6-3
Messen.....	6-4



## Über dieses Kapitel

Dieses Kapitel gibt anhand einer einfachen Messung eine Einführung in die Messverfahren, die mit dem Power Analyzer durchgeführt werden können. Bei dem hier verwendeten Beispiel handelt es sich um eine Messung eines Frequenzumformers mit einer Grundschwingung unter 100 Hz.

## Anschluss an Stromkreise

Die Ausgänge des Frequenzumformers an die Strom- und Spannungskanäle des Power Analyzer anschließen (siehe Abschnitt „Dreiphasige Messungen (W3)“ in Kapitel 5, „Direkter Anschluss“).

## Konfiguration

Konfiguration auswählen:

1. Power Analyzer einschalten.

1:W3		PI R	309.9ms	f1u	22.588 Hz	10:47:32
U1	100.0 V $\approx$	U <sub>1</sub>	rms	32.00	V	
I1	300.0 mA $\approx$					
U2	100.0 V $\approx$	I <sub>1</sub>	rms	161.53	mA	
I2	300.0 mA $\approx$					
U3	100.0 V $\approx$	P <sub>1</sub>		1.200	W	
I3	300.0 mA $\approx$					
		S <sub>1</sub>		5.17	VA	
		Q <sub>1</sub>		5.03	Var	
		$\lambda_1$		0.2322	ind	
RS	Phase 1, Main					
LCD +	LCD -			el/mech	Detail	rms/h01

esp017.tif

2. Sicherstellen, dass die Werkskonfiguration 1: W3 geladen ist (siehe Kapitel 7, „Laden der Konfiguration“).

Die Einstellungen für die Werkskonfiguration 1: W3 sind wie folgt:

- Tiefpassfilter aktiv und auf 100 Hz eingestellt
- Mittelungsintervall auf ungefähr 300 ms eingestellt, abhängig von der gemessenen Frequenz
- Synchronisationsquelle ist U1

## Messen

Durch dreimaliges Drücken der Messtaste **WAV** werden die Effektivwerte (RMS) für die Leistung in den Kanälen 1 bis 3 angezeigt.

1:W3	PI	309.9ms	f1u 22.585 Hz	10:49:12
U1 100.0 V $\approx$	P <sub>1</sub>		1.177	W
I1 300.0 mA $\approx$				
U2 100.0 V $\approx$	P <sub>2</sub>		1.143	W
I2 300.0 mA $\approx$				
U3 100.0 V $\approx$	P <sub>3</sub>		1.150	W
I3 300.0 mA $\approx$				
	$\lambda_1$		0.2292	ind
	$\lambda_2$		0.2263	ind
	$\lambda_3$		0.2259	ind
RS	Power, Phase 1/2/3			
LCD +	LCD -	el/mech	f	rms/h01

esp018.tif

Die tiefgestellten Zahlen für U bzw. I (im Beispiel U<sub>1</sub> bzw. U<sub>2</sub>) geben den jeweiligen Kanal an.

### Hinweis

*Da der Power Analyzer einen vollständigen Spannungs- und Stromzyklus für eine genaue Messung benötigt, wird dem Mittelungsintervall von 300 ms der Konfiguration 1: W3 eine komplette Periode automatisch hinzugefügt und das neue Mittelungsintervall angezeigt (z. B. 309,9 ms bei 22,585 Hz, entsprechend sieben Perioden).*



# Kapitel 7

## Konfiguration

Titel	Seite
Einrichtung zum Messen .....	7-3
Konfiguration.....	7-3
Fünf Schritte .....	7-4
Aufrufen von „Allgemeine Einrichtung“ und dem Bildschirm mit Systeminformationen .....	7-4
Allgemeine Einrichtung.....	7-4
Bildschirm mit Systeminformationen.....	7-4
Laden der Konfiguration.....	7-5
Laden der Konfiguration (optional).....	7-5
Ändern geladener Konfigurationen .....	7-5
Konfigurieren einer Methode.....	7-5
Konfigurieren der Datenübertragung an Drucker und PC .....	7-5
Konfigurieren des externen Druckers.....	7-6
Konfigurieren der Schnittstelle mit dem PC.....	7-7
Konfigurieren von RS 232.....	7-7
Konfigurieren der GPIB-Adresse .....	7-8
Konfigurieren des Ethernets .....	7-8
Konfigurieren des Mittelungsintervalls und Synchronisation .....	7-9
Einrichtung von Timing und Synchronisierung .....	7-9
Festlegen des Mittelungsintervalls .....	7-10
Auswählen der Synchronisationsquelle.....	7-11
Festlegen der Triggerebene: .....	7-11
Steigungsrichtung auswählen .....	7-12
Auswählen des Tiefpassfilters .....	7-12
Konfigurieren des Signalausgangs .....	7-12
Anpassen von Datum und Uhrzeit .....	7-13
Konfigurieren der Strom- und Spannungskanäle.....	7-13
Einrichtung des Stromkanals.....	7-14
Konfigurieren des Eingangsbereichs.....	7-15
Automatische Bereichseinstellung (Auto) .....	7-15
Manuelle Bereichseinstellung (Bereich).....	7-15
Konfigurieren der Skala .....	7-15
Konfigurieren der Kopplung .....	7-16
Konfigurieren von Filtern.....	7-17
Einrichtung des Spannungskanals .....	7-17
Umschalten des Stromeingangs auf externen Eingang (BNC).....	7-18

Umschalten des Stromeingangs.....	7-18
Konfigurieren der automatischen Bereichsauswahl .....	7-18
Konfigurieren der Skala .....	7-18
Konfigurieren der Integrationsfunktion .....	7-19
Einrichtung der Integration.....	7-19
Auswählen des Integrationswerts .....	7-21
Konfigurieren des Status .....	7-21
Konfigurieren von Startbedingungen .....	7-22
Konfigurieren von Endbedingungen .....	7-23
Speichern der Konfiguration.....	7-23
Löschen einer Konfiguration .....	7-24
Undersampling und Aliasing .....	7-24

## Einrichtung zum Messen

Vor der Messung müssen die Standardeinstellungen konfiguriert, die Kanäle, Messbereiche und Zeiten angepasst, und die Strom- und Spannungsquellen synchronisiert werden.

Die Konfiguration muss gespeichert werden, damit bestimmte Einstellungen später erneut angewendet werden können. Es besteht die Möglichkeit, bis zu 15 benutzerdefinierte Konfigurationen zu speichern, denen automatisch die Namen 10: USER bis 24: USER zugewiesen werden.

## Konfiguration

Beim ersten Einschalten von Power Analyzer wird die Werkskonfiguration 1 und 2: W2 verwendet. Diese Konfiguration ist für Messungen mit Grundschnwingungen unter 100 Hz (Mittelungsintervall 300 ms, Synchronisationsquelle U1, Tiefpassfilter 100 Hz) geeignet.

Mode W3 ist die Standardkonfiguration für dreiphasige 3-Wattmeter-Messungen und einphasige Messungen. Kanäle 1, 2 und 3 werden für dreiphasige Messungen in einem 3-Kanal-Messgerät verwendet. Dabei werden Mittelwerte der drei Kanäle und Summen berücksichtigt. Bei einem 4-Kanal-Messgerät dient Kanal 4 als unabhängiger einzelner Kanal. Bei 6-Kanal-Konfigurationen dient der W3-Anschluss als zwei unabhängige dreiphasige Systeme.

Wenn bei 4- oder 6-Kanal-Messgeräten die W2-Konfiguration ausgewählt ist, dienen die Kanäle über 3 als W3-Konfiguration.

### *Hinweis*

*Es besteht die Möglichkeit, die Einstellungen für die Konfiguration 1: W3 zu ändern. Die neuen Einstellungen müssen in einer neuen Konfiguration gespeichert werden. Die Standardkonfiguration 1 und 2: W2 können nicht überschrieben werden. Neue Einstellungen können direkt oder am Ende der Konfiguration gespeichert werden. Nicht gespeicherte Einstellungen gehen verloren, wenn das Gerät abgeschaltet, oder eine andere Konfiguration geladen wird.*

Möglich ist:

- die Änderung der beim Start des Geräts geladene Konfiguration 1:W3.
- das Laden einer vorhandenen Konfiguration
- das Erstellen einer neuen Konfiguration
- das Löschen oder Ändern einer vorhandenen Konfiguration

Power Analyzer bietet die in Tabelle 7-1 aufgeführten Konfigurationsmenüs.

**Tabelle 7-1. Konfigurationsmenüs**

Konfigurationsmenü	Beschreibung
Allgemeine Einrichtung	Schnittstellen, Druckerausgabe
Einrichtung von Timing und Synchronisierung	Mittelungsintervall und Synchronisation
Einrichtung der Uhrzeit	Datum und Zeit
Einrichtung des Stromkanals	Stromkanäle 1 bis 6
Einrichtung des Spannungskanals	Spannungskanäle 1 bis 6
Einrichtung von Motor/Generator	Eingänge der Prozessschnittstelle PI1
Einrichtung der Analogausgänge	Ausgänge der Prozessschnittstelle PI1
Einrichtung der Integration	Integrationsfunktion/Energie

## Fünf Schritte

Folgende Schritte müssen zum Einrichten einer Konfiguration ausgeführt werden:

- Aufrufen von „Allgemeine Einrichtung“ (optional)
- Konfigurieren der Strom- und Spannungskanäle
- Konfigurieren des Mittelungsintervalls und Synchronisation
- Konfigurieren der Datenübertragung an Drucker und PC
- Speichern der Konfiguration

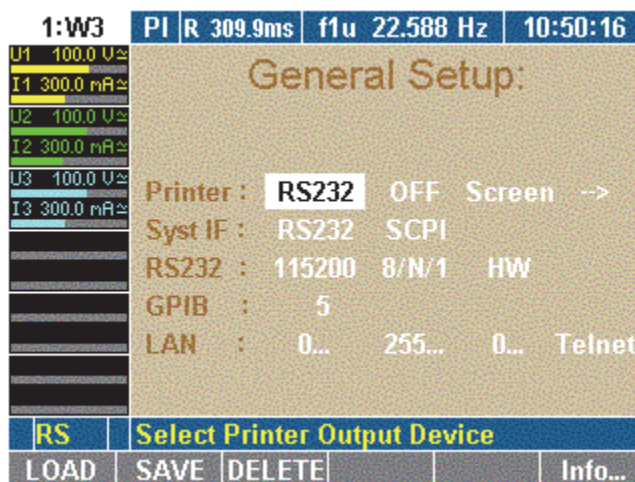
Anweisungen zum Konfigurieren der PI1-Prozessschnittstelle befinden sich in Kapitel 9, „NORMA-Prozessschnittstelle (optional)“.

Anleitung zum Löschen einer Konfiguration befinden sich in Kapitel 7 „Löschen einer Konfiguration“.

## Aufrufen von „Allgemeine Einrichtung“ und dem Bildschirm mit Systeminformationen

### Allgemeine Einrichtung

1. Nach dem Einschalten von Power Analyzer wird der Startbildschirm angezeigt.
2. Bewegen Sie den Cursor zum Menüelement „Allgemeine Einrichtung“, in dem der Name der aktuell geladenen Konfiguration (im folgenden Beispiel 1:W3) angezeigt wird.
3. **Enter** drücken. Das Menü „Allgemeine Einrichtung“ wird angezeigt.



esp019.gif

### Bildschirm mit Systeminformationen

Aus dem Menü „Allgemeine Einrichtung“:

1. Funktionstaste **Info...** drücken. Das Menü „Systeminformationen“ wird angezeigt.

Auf dem Bildschirm werden grundlegende Informationen über Power Analyzer angezeigt:

System	Gerätetyp und Messrate
Phasen	Typ und Anzahl der verfügbaren Phasen
Optionen	Verfügbare Schnittstellen und Optionen
Serie	Seriennummer
Version	Firmware-Version

## Laden der Konfiguration

### Hinweis

Wenn zuvor keine neue Konfiguration eingerichtet und gespeichert wurde, wird zurzeit mit einer der vordefinierten Konfigurationen, 1:W3 (Werkstandard) oder 2:W2 gearbeitet.

### Laden der Konfiguration (optional)

1. Wie in Kapitel 7 „Konfigurieren der Datenübertragung an Drucker und PC“ beschrieben vorgehen.
2. Funktionstaste **LOAD** drücken.  
Eine Liste mit allen vorhandenen Konfigurationen wird angezeigt.
3. Konfiguration auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Der Name der geladenen Konfiguration, zum Beispiel, 10:BENUTZER, wird im Menüelement „Allgemeine Einrichtung“ angezeigt. W2-Konfigurationen sind als „Benutzer2“ gekennzeichnet.

### Ändern geladener Konfigurationen

Die Vorgehensweise zum Ändern der geladenen Konfiguration wird in den folgenden Abschnitten beschrieben.

## Konfigurieren einer Methode

Mode W3 ist für Standardleistungsmessungen (einphasig oder dreiphasig) bestimmt. Mode W2 ist für die 2-Wattmeter-Methode (Aron oder Blondel) in 3-Leitersystemen/3-phasigen Systemen bestimmt. Details dazu befinden sich in den verschiedenen Anwendungs- und Verbindungsdiagrammen in Kapitel 7.

Phase-Phase-Spannung ( $P_{c\Delta}$ ) oder Phasenspannung ( $P_{cY}$ ) wird für Transformatormessungen verwendet. Die „Korrigierte Leistung“ ist ein nützlicher Wert für die Messung von Transformatorverlusten. Die Berechnung „Wirkleistung ÷ Korrigierte Leistung“ wird unabhängig vom Transformator mit Hilfe von  $P_{cY}$  oder  $P_{c\Delta}$  durchgeführt (siehe Kapitel 10). Im W2 Mode ist  $P_{c\Delta}$  festgelegt.

## Konfigurieren der Datenübertragung an Drucker und PC

Zum Verwenden eines internen oder externen Druckers und zum Herstellen einer Verbindung zu einem PC müssen die Parameter für die Datenübertragung konfiguriert werden. Dabei wird folgendermaßen vorgegangen:

- Konfigurieren des externen Druckers
- Konfigurieren der Schnittstelle mit dem PC
- Konfigurieren von RS232
- Konfigurieren der IEEE488-Geräteadresse
- Konfigurieren der Netzwerkadressen (LAN) und des Protokolls

### Hinweis

Die aktuell ausgewählte Schnittstelle wird in der Informationszeile (siehe Kapitel 3, „Bedienelemente und Anzeige“ angezeigt):

RS → RS232, GP → IEEE488, EN → Ethernet, US → USB

Im Menü „Allgemeine Einrichtung“ folgende Einstellungen definieren:

Zeile	Funktion
Drucker	Konfigurieren des Druckers
Syst IF	Konfigurieren der Schnittstelle mit dem PC
RS232	Konfigurieren der RS232-Schnittstelle
GPIB	Konfigurieren der IEEE488-Geräteadresse
LAN	Konfigurieren der Netzwerkadressen (LAN) und des Protokolls

Das Gerät kann zusätzlich zur seriellen RS232-Schnittstelle mit einer IEEE488- und Ethernet-Schnittstelle ausgestattet werden.

### **Konfigurieren des externen Druckers**

Einstellungen	Beschreibung
RS232 intern	Über RS232-Schnittstelle auf externem Drucker drucken, oder internen Drucker verwenden
Taste ein aus	Drucker aktiviert Drucker deaktiviert
Bildschirm Num	Schnappschuss drucken Numerische Daten drucken
1/Seite 3/Seite	1 Schnappschuss pro Seite drucken 3 Schnappschüsse pro Seite drucken
PCL EPS 9p EPS 24p	PCL-Drucker Epson 9-Nadeldrucker Epson 24-Nadeldrucker
S/W	Druckfarben sind Schwarz/Weiß

#### *Hinweis*

*Die Einstellung „PCL“ ist für die meisten Tintenstrahldrucker geeignet.*

1. Cursor in das Feld mit dem zu ändernden Wert bewegen, den neuen Wert eingeben und mit **Enter** bestätigen.
2. Einstellungen auswählen und mit **Enter** bestätigen.

Die angewendeten Einstellungen werden in der Zeile „Drucker“ angezeigt.

### Konfigurieren der Schnittstelle mit dem PC

Einstellungen	Beschreibung
RS232	Serielle Schnittstelle
GPIB	General Purpose Interface Bus: IEEE488-Schnittstelle (optional)
LAN	Ethernet-Schnittstelle (LAN) (optional)
SCPI	Standardbefehlssatz
D5255S	Vorheriger Befehlssatz (Emulation)
D5255T	Vorheriger Befehlssatz (Emulation)
D5255M	Vorheriger Befehlssatz (Emulation)

1. Cursor in das Feld mit dem zu ändernden Wert bewegen, den neuen Wert eingeben und mit **Enter** bestätigen.
2. Einstellungen auswählen und mit **Enter** bestätigen.

Die angewendeten Einstellungen werden in der Zeile „Syst IF“ angezeigt.

*Hinweis*

*Eine CD zum Installieren der USB-Treiberunterstützung auf dem PC ist in der Lieferung enthalten. Die USB-Schnittstelle ist als virtueller COM-Anschluss installiert.*

### Konfigurieren von RS 232

Einstellungen	Beschreibung
115200 ... 1200	Baud-Rate der seriellen Schnittstelle
8/N/1 ... 7/O/1	Datenbits/Parität/Stopbits der seriellen Schnittstelle
kein HW XON	Handshake (Protokoll) der seriellen Schnittstelle

*Hinweis*

*Die Werkseinstellungen der RS232-Schnittstelle sind für die Kommunikation mit einem PC optimiert. Wir empfehlen eine Anpassung der Einstellungen des PCs für diese Parameter.*

Werkskonfiguration: 115200 8/N/1 HW

1. Auf dem verbundenen PC den Geräte-Manager aufrufen, und das Dialogfeld mit den Einstellungen des seriellen Anschlusses öffnen.
2. Diese Einstellungen denen von Power Analyzer anpassen.

*Hinweis*

*Wenn das Kabel, über das die beiden Geräte verbunden sind, sehr lang ist, oder wenn der PC nicht in der Lage ist, die Daten mit der festgelegten Rate zu verarbeiten, können die RS232-Einstellungen für Power Analyzer an die des PCs angepasst werden. Dazu folgendermaßen vorgehen:*

1. *Cursor in das erste Feld der Zeile „RS232“ bewegen.*
2. *Einstellungen für Baud-Rate, Datenbits/Parität/Stopbits und Handshake eingeben und zum Bestätigen auf „Enter“ drücken.*
3. *Die neuen Einstellungen werden in den Feldern der Zeile „RS232“.*
4. *Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste „Speichern“ speichern.*

**Konfigurieren der GPIB-Adresse**

Der General Purpose Interface Bus-Anschluss (GPIB) ist eine IEEE488-Schnittstelle. Die IEEE488-Schnittstelle funktioniert wie eine IP-Adresse in einem Netzwerk. Power Analyzer wird eine eindeutige Geräteadresse (numerischer Code) für die Kommunikation mit dem GPIB-Anschluss zugewiesen. Wenn mehr als eine Power Analyzer gleichzeitig im Netzwerk verwendet werden, kann die Geräteadresse entsprechend angepasst werden.

1. Cursor bis zu dem Feld in Zeile „GPIB“ bewegen und **Enter** drücken.  
Eine Liste mit verfügbaren Adressen wird angezeigt.
2. Adresse wählen, die noch nicht zum GPIB-Anschluss zugewiesen wurde, und mit **Enter** bestätigen.

Die ausgewählte Adresse wird in der Zeile „GPIB“.

**Konfigurieren des Ethernets**

<b>Einstellungen</b>	<b>Beschreibung</b>
0.....	IP-Adresse des Geräts
0.....	IP-Subnetzmaskenadresse
0....	IP-Gateway-Adresse
Telnet	Transportprotokolle für standardmäßige Fernbedienungsbefehle (SCPI)
VNC®	Protokoll für Remote-Terminal-Server

Bevor die Ethernet-Schnittstelle ordnungsgemäß bedient werden kann, müssen die richtige Netzwerkadresse und das richtige Netzwerkprotokoll eingegeben werden.

1. Cursor bis zu einem der Adressfelder in Zeile „LAN“ bewegen und **Enter** drücken.  
Ein Fenster mit einem numerischen Eingabefeld wird angezeigt.
2. Erforderliche IP-Adresse, IP-Netzmaske und IP-Gateway eingeben und jeweils durch Drücken von **Enter** bestätigen.  
Adresse, Netzmaske und Gateway werden in der Zeile „LAN“ angezeigt.
3. Das zu verwendende LAN-Protokoll wählen und auf **Enter** drücken.  
*Telnet* kommuniziert mit dem Gerät über seinen standardmäßigen Befehlssatz zur Fernbedienung.  
*VNC®* ist ein weitverbreitetes Protokoll zum Anzeigen eines Gerätebildschirms



auf einem externen Computer und zu dessen Steuerung über Tastatur und Maus. VNC ist eine eingetragene Marke von **RealVNC Ltd.**

4. Die Konfigurationseinstellungen werden durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** gespeichert.
5. **Esc** drücken, um das Eingabefeld ohne Ändern der Einstellung zu verlassen.

*Hinweis*

*Die Standardadresse ist 0.0.0.0 (Werkseinstellung). Adressen können nur zusammen mit der IP-Netzwerkadresse eingegeben werden (z. B. Adresse 193.0.255.4).*

*Hinweis*

*Netzwerkadressen stellt der Netzwerkadministrator zur Verfügung.*

## Konfigurieren des Mittelungsintervalls und Synchronisation

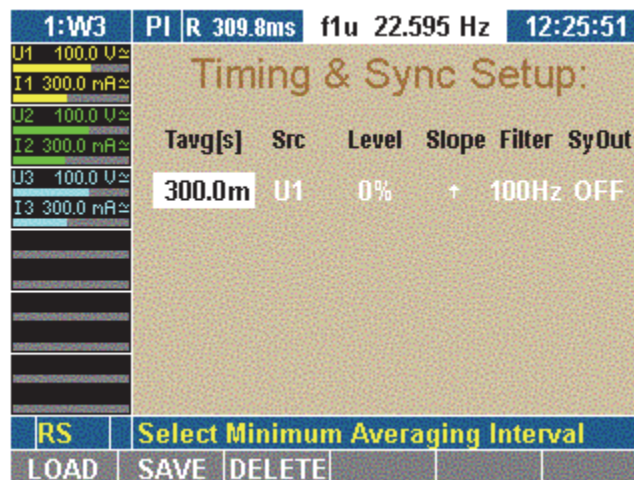
Die Konfiguration betrifft wichtige Parameter, die für die Synchronisation des Messverfahrens erforderlich sind. Diese Parameter werden folgendermaßen geändert:

- Aufrufen von „Einrichtung von Timing und Synchronisierung“
- Eingeben des Mittelungsintervalls
- Auswählen der Synchronisationsquelle
- Festlegen der Triggerebene:
- Auswählen der Steigungsrichtung
- Auswählen des Tiefpassfilters
- Konfigurieren des Signalausgangs

### Einrichtung von Timing und Synchronisierung

Cursor auf das Menüelement **Timing & Sync Setup** bewegen und **Enter** drücken.

Das Menü „Einrichtung von Timing und Synchronisierung“ wird angezeigt. Der Wert in der Spalte „Tavg[s]“ ist markiert.



esp020.gif

Im Menü „Einrichtung von Timing und Synchronisierung“ folgende Einstellungen definieren:

Spalte	Einstellungen	Beschreibung
Tavg[s]	15 ms... 3600 s	Minimales Mittelungsintervall (in Sekunden)
Src	U1/I1 ... U6/I6 ext aus	Synchronisationsquelle Festes Mittelungsintervall
Ebene	-150 % ... +150 %	Triggerebene (in % des Messbereichs)
Steigung	↑ oder ↓	Steigungsrichtung
Filter	10 kHz 1 kHz 100 Hz aus	Synchronisationsfilter (Filter sich nicht im Signalpfad)
SyOut	ein aus	Signalausgang aktiviert Signalausgang deaktiviert (bei „Sync Ext output“)

### **Festlegen des Mittelungsintervalls**

Das Mittelungsintervall ist ein Vielfaches der Spannungs-Periodendauer der Stromquelle. Die Einstellungen werden bei der Messung automatisch angepasst. Zum Beispiel: das Mittelungsintervall wird auf 19 ms bei einer Frequenz von 50 Hz gesetzt, und wird automatisch an eine Periode angepasst d. h. 20 ms.

#### *Hinweis*

*Kurze Mittelungsintervalle sind bei der Analyse von einzelnen Perioden nützlich, da sogar winzige Interferenzen gemessen werden. Bei langen Mittelungsintervallen, zum Beispiel 300 ms bei 50 Hz, werden kurzzeitige Interferenzen nicht gezeigt.*

Der Wert in der Spalte „Tavg[s]“ ist markiert.

1. **Enter** drücken.  
Ein Fenster mit einem numerischen Eingabefeld wird angezeigt.
2. Die erste Ziffer des Mittelungsintervalls eingeben und mit **Enter** bestätigen.  
Den obigen Schritt für die restlichen Ziffern wiederholen.



Die Messzeit wird in Sekunden eingegeben. Exponentielle Leistungen können mit folgenden Tasten der numerischen Tastatur eingegeben werden:

Exponentielle Leistung	Taste
micro [10 <sup>-6</sup> ]	μ
milli [10 <sup>-3</sup> ]	m
kilo [10 <sup>3</sup> ]	k
mega [10 <sup>6</sup> ]	M

1. Exponentielle Leistung eingeben und mit „Enter“ bestätigen.
2. Cursor auf die Eingabetaste des Taschenrechners bewegen und „Enter“ drücken. Das Mittelungsintervall wird in der Spalte „Tavg[s]“ angezeigt.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

### Auswählen der Synchronisationsquelle

Die Synchronisationsquelle bestimmt die Frequenz, auf der die Analyse basiert. In der Werkskonfiguration 1:W3 ist die Synchronisationsquelle U1, weil dieses Signal in den meisten Fällen am zuverlässigsten ist.

Folgende Optionen sind verfügbar:

- Eingang am Gerät (Kanal 1 bis 6), jeweils Strom oder Spannung (U1 bis U6, I1 bis I6).
- „Ext“ für externes Synchronisationssignal (Verbindung mit Anschluss für externes Synchronisationssignal).
- Aus, wenn keine Synchronisationsquelle verwendet wird (wie bei der Messung von Gleichstrom).

#### *Hinweis*

*Zum Messen des Startvorgangs einer Maschine kann ein externes Synchronisationssignal verwendet werden (0,2 Hz bis Messrate, max. 50 V), weil es sonst kein Signal am Anfang des Messverfahrens, und somit keine Messwerte gibt.*

Der Wert in der Spalte „Src“ ist markiert.

1. **Enter** drücken.
2. Quelle oder „OFF“ auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Die ausgewählte Quelle oder OFF wird in der Spalte „Src“ angezeigt.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

### Festlegen der Triggerebene:

Die Triggerebene ist ein Prozentsatz des Messbereiches und wird vom Endwert des Bereichs gemessen. In der Werkskonfiguration 1:W3 ist die Triggerebene auf 0 % festgelegt.

#### *Hinweis*

*Durch Erhöhen der Triggerebene wird auch die Ebene des Mittelwertes erhöht. Wenn mehrere positive Steigungen in einem Nulldurchgang vorhanden sind, kann ein höher moduliertes Signal ausgelöst werden.*

Der Wert in der Spalte „Ebene“ ist markiert.

1. **Enter** drücken.
2. Gewünschte Leistung eingeben und mit **Enter** bestätigen.  
Der Wert wird in der Spalte „Ebene“ angezeigt.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

### **Steigungsrichtung auswählen**

Der hier eingegebene Wert legt den Nulldurchgang fest, an dem die Messung beginnt, d. h. ein Nulldurchgang mit positiver oder negativer Steigung. In der Werkskonfiguration 1:W3 ist eine positive Steigung festgelegt. Das Pfeilsymbol „ $\uparrow$ “ gibt eine positive Steigung an, das Symbol „ $\downarrow$ “ eine negative Steigung.

Wer in der Spalte „Steigung“ markieren.

1. **Enter** drücken.
2. Gewünschtes Pfeilsymbol auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Das ausgewählte Pfeilsymbol wird in der Spalte „Steigung“ angezeigt.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

### **Auswählen des Tiefpassfilters**

Der Tiefpassfilter ermöglicht das Ändern von Signalen mit Oberschwingungsanteilen (wie PWM), um sie mit der resultierenden Grundschwingung zu synchronisieren. Dadurch wird sichergestellt, dass sich alle gemessenen Werte auf diese Grundschwingung beziehen. Das Tiefpassfilter befindet sich nicht im Signalpfad, so dass keine Interferenzen mit dem Eingangssignal entstehen können.

Der Wert in der Spalte „Filter“ ist markiert.

1. **Enter** drücken.
2. Abhängig von der erwarteten Grundschwingung Wert oder „AUS“ auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Der ausgewählte Wert oder AUS wird in der Spalte „Filter“ angezeigt.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

### **Konfigurieren des Signalausgangs**

Der Wert in der Spalte „SyOut“ ist markiert.

1. **Enter** drücken.
2. Ausgang durch Auswählen von **ON** aktivieren.
3. Ausgang durch Auswählen von **OFF** deaktivieren.
4. Mit **Enter** bestätigen.  
Der ausgewählte Wert wird in der Spalte „SyOut“ angezeigt.
5. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

*Hinweis*

*Der Synchronisationsausgang wird an den Sync-BNC-Stecker auf der Rückseite der Einheit angeschlossen. Das Ausgangssignal ist ein TTL-Impuls mit 5 Volt.*

*Hinweis*

*Der BNC kann sowohl als Eingang als auch als Ausgang verwendet werden. Sobald der BNC-Stecker (externe Synchronisationsquelle oder der Wert „OFF“ ausgewählt) als Eingang festgelegt wird, wird das Synchronisierungsausgangsmenü automatisch auf OFF (AUS) eingestellt, also deaktiviert.*

## Anpassen von Datum und Uhrzeit

*Hinweis*

*Normalerweise müssen Datum und Uhrzeit nur einmal eingestellt werden, da sie sich auch bei unterschiedlichen Konfigurationen nicht ändern.*

Datum und Uhrzeit mit diesen Schritten anpassen:

1. Cursor auf das Menüelement „Einrichtung der Uhrzeit“ bewegen und **Enter** drücken.

Das Menü „Einrichtung der Uhrzeit“ wird angezeigt. Der Wert in der Spalte „Jahr“ ist markiert.



esp022.gif

2. **Enter** drücken, Jahr auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Das ausgewählte Jahr wird angezeigt.
3. Cursor zum nächsten Feld bewegen und die oben genannten Schritte wiederholen, bis die korrekte Datums- und Zeitangabe angezeigt wird.

Im Menüfeld „Einrichtung der Uhrzeit“ wird die Zeit in Stunden, Minuten und Sekunden angezeigt.

## Konfigurieren der Strom- und Spannungskanäle

Vor jeder Messung müssen die Geräteingänge (Kanäle) konfiguriert werden. Das folgende Beispiel erläutert das Konfigurationsverfahren für den Stromkanal I1: Die anderen Strom- und Spannungskanäle können auf gleiche Weise konfiguriert werden.

Bei der Konfiguration wird folgendermaßen vorgegangen:

- Einrichtung des Stromkanals abrufen
- Eingangsbereich konfigurieren
- Skala konfigurieren
- Kopplung konfigurieren
- Anti-Aliasing-Filter konfigurieren
- Einrichtung des Spannungskanals abrufen

**Einrichtung des Stromkanals**

Der Cursor muss auf die Statusanzeige des Stromkanals I1 bewegt werden. Anschließend muss **Enter** gedrückt werden.

Das Menü „Einrichtung des Stromkanals“ wird angezeigt. Das erste Feld in der Spalte „Auto“ von Zeile „I1“ ist markiert.



Im Menü „Einrichtung des Stromkanals“ folgende Einstellungen definieren:

Spalte	Einstellungen	Beschreibung
Ch	I1 ... I6	Eingang (Kanal) auswählen
Auto	ON OFF	Automatische Bereichseinstellung Aktiviert ... Deaktiviert
Bereich	30 mA ... 10 A 30 mV ... 10 V	Messbereich (in Ampere oder Volt)
Scale	Skalierungsfaktor und A/V-Verhältnis	Skala für externe Fühler/Umformer
Coup	AC DC	Kopplung
Filter	ON OFF	Filter aktiviert ... Deaktiviert

### **Konfigurieren des Eingangsbereichs**

Es besteht die Möglichkeit, eine automatische Bereichskonfiguration (Auto) für die angeschlossene Stromquelle auszuwählen. Als Alternative kann der Bereich (Range) auch manuell konfiguriert werden.

Bei einer automatischen Konfiguration bestimmt der Power Analyzer den richtigen Bereich für die angeschlossene Stromquelle und wählt diese aus.

#### **Automatische Bereichseinstellung (Auto)**

Das erste Feld in der Spalte „Auto“ ist markiert.

1. **Enter** drücken.
2. **ON** auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Die ausgewählten Einstellungen werden in der Spalte „Auto“ angezeigt.
3. Zum Konfigurieren aller drei Stromkanäle **Set All** drücken.  
Alle Kanäle sind nun auf „ON“ eingestellt.
4. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

#### **Manuelle Bereichseinstellung (Bereich)**

Zur manuellen Konfiguration des Bereichs für I1 ist der Bereich in Ampere, oder falls Shunts verwendet werden, in Volt anzugeben.

Das erste Feld in der Spalte „Auto“ ist markiert.

1. **Enter** drücken, **OFF** auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Die automatische Bereichseinstellung ist nun deaktiviert.
2. Cursor bis zu dem Wert in Zeile „Bereich“ bewegen und **Enter** drücken.
3. Wert in Ampere auswählen; bei Verwendung eines Shunt einen Wert in Volt auswählen.

#### *Hinweis*

*Wenn ein Wert in Volt eingegeben wird, wird die automatische Konfiguration (Auto) auf „Off“ (Aus) eingestellt. Unterhalb von „Skala“ wird das Optionsmenü „A/V“ angezeigt.*

1. Mit **Enter** bestätigen.  
Die Einstellungen werden in der Spalte „Bereich“ angezeigt. „Aus“ wird in der Spalte „Auto“ angezeigt.
2. Zum Konfigurieren aller drei Stromkanäle **Set All** drücken.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

### **Konfigurieren der Skala**

Wenn ein Shunt oder ein Fühler verwendet werden soll, muss die Skala für den Messsignalausgang angepasst werden.

#### *Hinweis*

*Die korrekten Parametereinstellungen sind auf dem Typenschild des Shunts bzw. des Fühlers angegeben.*

Es stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Aufnehmersverhältnis (U zu I) am externen Amperemeter eingeben und das Gerät zur Berechnung des endgültigen Skalierungsfaktors anweisen
- oder Skalierungsfaktor am Stromwandler eingeben, um den Skalierungsfaktor zu berechnen.

Die Formelparameter sind wie folgt einzugeben:

- Skalierungsfaktor x Aufnehmersverhältnis, wobei Folgendes gilt:
  - Der Skalierungsfaktor lautet in der Regel „1,0000“ (eins).
  - Das Aufnehmersverhältnis beschreibt die Stromwerte (in Ampere) in Bezug zur Spannung (in Volt).

*Hinweis*

*Wenn **Set All** ausgewählt wird, um die Konfiguration auf alle Kanäle anzuwenden, wird nur der Skalierungsfaktor übertragen. Wenn als Shunt-Werte „U/I“ eingegeben wird, ist der Skalierungsfaktor immer 1, und „Alle einstellen“ ist nicht verfügbar. Wenn Fühler verwendet werden, ist es meistens einfacher, das Aufnehmersverhältnis einzugeben. Deshalb wird „Alle einstellen“ nicht empfohlen.*



esp024.tif

1. Cursor bis zu dem Wert in der Zeile „Skala“ bewegen und **Enter** drücken.  
Es wird ein Dialogfenster mit der Skalierungsformel angezeigt.
2. Einen Wert für jeden Parameter eingeben und mit **Enter** bestätigen.  
Die Einstellungen werden in der Spalte „Skala“ angezeigt.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

**Konfigurieren der Kopplung**

Durch die Konfiguration der Kopplung wird der zu analysierende Strom festgelegt. Zum Analysieren von Wechselstrom „AC“ auswählen; zum Analysieren von Gleich- und Wechselstrom „DC“ auswählen.

1. Cursor bis zu dem Feld in der Zeile „Kopplung“ bewegen und **Enter** drücken.  
Die Optionen „AC“ und „DC“ werden angezeigt.
2. **AC** bzw. **DC** auswählen mit **Enter** bestätigen.  
Die Einstellungen werden in der Spalte „Kopplung“ angezeigt.
3. Zum Konfigurieren aller drei Stromkanäle **Set All** drücken.
4. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.



### Konfigurieren von Filtern

Der Anti-Aliasing-Filter befindet sich im Messkanal. Er ist die Voraussetzung für eine korrekte Analyse der FTT-Daten (Fast Fourier Transformation). Standardmäßig ist für die Konfiguration der Wert „EIN“ ausgewählt. Der Anti-Aliasing-Filter hat eine Grenzfrequenz von 1/10 der Sampling-Frequenz. Bei der Hälfte der Sampling-Frequenz erreicht kein Signal den A/D-Wandler.

*Hinweis*

*Für numerische Breitbandmessungen in der Beleuchtungstechnik ist der Filter auf **OFF** zu setzen.*

*Bei Hochfrequenzmessungen ohne Filter ist aufgrund des Aliasing keine korrekte Analyse der Signale möglich. Siehe Abschnitt „Undersampling und Aliasing“ in Kapitel 7.*

1. Cursor bis zu dem Wert in der Zeile „Ebene“ bewegen und **Enter** drücken.  
Die Optionen „AC“ und „DC“ werden angezeigt.
2. Gewünschten Wert auswählen und **Enter** drücken.  
Der ausgewählte Wert wird in der Spalte „Ebene“ angezeigt.
3. Zum Konfigurieren aller drei Stromkanäle **Set All** drücken.
4. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

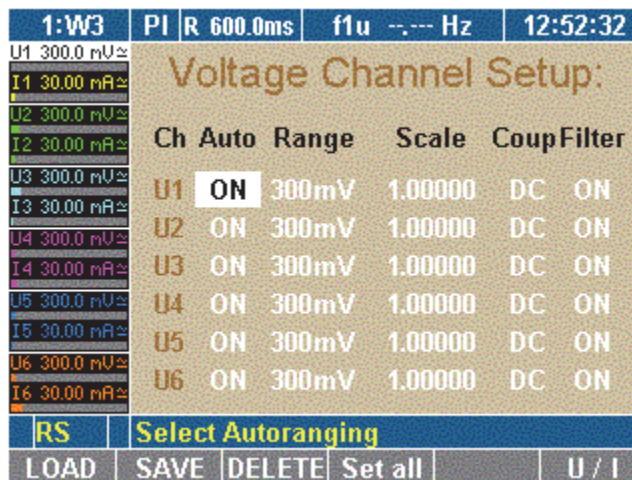
### Einrichtung des Spannungskanals

Einrichtung des Stromkanals abrufen.

*Hinweis*

*Spannungskanäle sind wie Stromkanäle zu konfigurieren.*

1. Funktionstaste **U/I** drücken.  
Das Menü „Einrichtung des Spannungskanals“ wird angezeigt.



esp025.gif

2. Spannungskanäle 1 bis 6 konfigurieren.

## Umschalten des Stromeingangs auf externen Eingang (BNC)

Wenn ein externer Shunt oder ein Fühler verwendet werden soll, muss der Stromeingang von direkter Messung auf BNC-Eingang geändert werden. Dies erfolgt im Menü „Einrichtung des Stromkanals“.

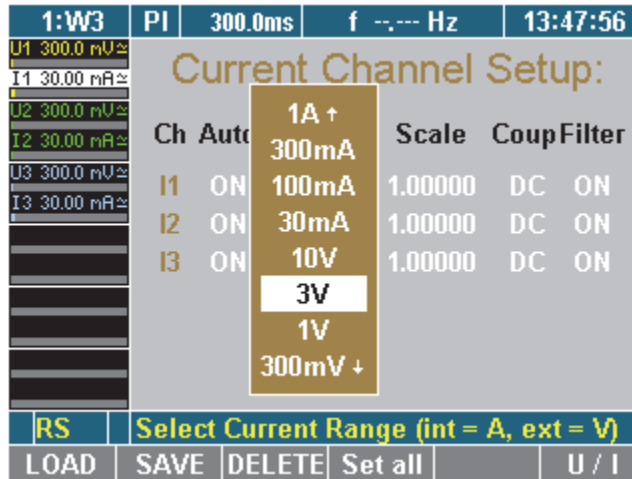
Dabei wird folgendermaßen vorgegangen:

- Einrichtung des Stromkanals abrufen
- Eingang umschalten
- Eingangsbereich konfigurieren
- Skala konfigurieren

### Umschalten des Stromeingangs

Das erste Feld in der Spalte „Bereich“ ist markiert.

1. **Enter** drücken, Spannungsbereich (z. B. 3 V) auswählen und wieder **Enter** drücken.



esp026.gif

2. Zum Konfigurieren aller drei Stromkanäle **Set All** drücken.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

Der Stromeingang wurde nun auf den externen BNC-Eingang geändert.

### Konfigurieren der automatischen Bereichsauswahl

Das erste Feld in der Spalte „Auto“ ist markiert.

1. „Enter“ drücken, „EIN“ auswählen und mit **Enter** bestätigen.
2. Zum Konfigurieren aller drei Stromkanäle **Set All** drücken.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

Die automatische Bereichsauswahl ist nun aktiviert.

### Konfigurieren der Skala

Wenn ein Shunt oder ein Fühler verwendet werden soll, muss die Skala für den Messsignalausgang angepasst werden.

*Hinweis*

*Die korrekten Parametereinstellungen werden auf dem Typschild des Shunts bzw. des Fühlers angegeben.*

Es stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Aufnehmerverhältnis (U zu I) am externen Amperemeter eingeben und das Gerät zur Berechnung des endgültigen Skalierungsfaktors anweisen
- oder Skalierungsfaktor am Stromwandler zur Berechnung des Skalierungsfaktors eingeben

Die Formelparameter sind wie folgt einzugeben:

- Skalierungsfaktor x Aufnehmerverhältnis, wobei Folgendes gilt:  
 Skalierungsfaktor: in der Regel „1,0000“ (eins).  
 Aufnehmerverhältnis: Verhältnis von Stromstärke (in Ampere) zu Spannung (in Volt).

*Hinweis*

*Wenn „Alle einstellen“ ausgewählt wird, um die Konfiguration auf alle Kanäle anzuwenden, wird nur der Skalierungsfaktor übertragen. Wenn als Shunt-Werte „U/I“ eingegeben wird, ist der Skalierungsfaktor immer 1, und „Alle einstellen“ ist nicht verfügbar. Wenn Fühler verwendet werden, ist es meistens einfacher, das Aufnehmerverhältnis einzugeben. Deshalb wird „Alle einstellen“ nicht empfohlen.*



esp024.tif

1. Cursor bis zu dem Wert in der Zeile „Skala“ bewegen und **Enter** drücken.  
Es wird ein Dialogfenster mit der Skalierungsformel angezeigt.
2. Wert für die einzelnen Parameter auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Die Einstellungen werden in der Spalte „Skala“ angezeigt.
3. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

## Konfigurieren der Integrationsfunktion

Diese Konfiguration steuert die wichtigsten zur Berechnung integrierter Werte erforderlichen Parameter.

*Hinweis*

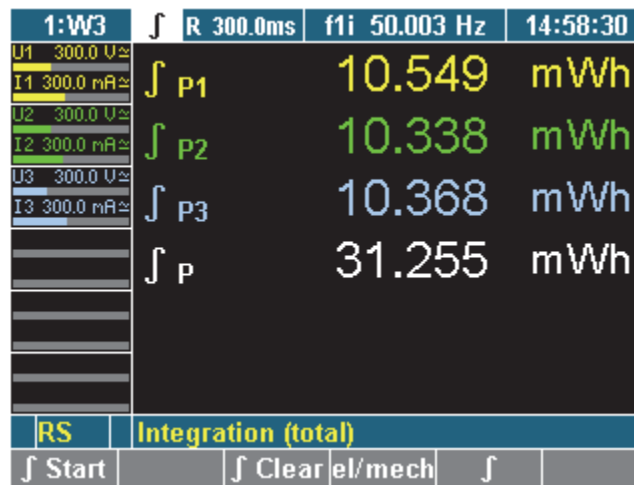
*Es können in einer Liste bis zu sechs verschiedene Integrationsparameter (Werte) ausgewählt werden. Die Wirkleistung P1 bis P3 sowie die Summenleistung sind vorab ausgewählt.*

### Einrichtung der Integration

Nach dem Einschalten von Power Analyzer wird der Startbildschirm angezeigt.

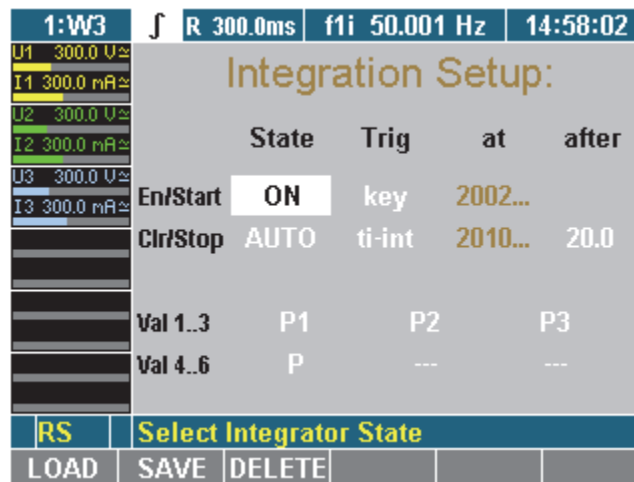
1. Funktionstaste **WAV** drücken.

Das Integrationssymbol wird in der Zuweisungsleiste für Funktionstasten angezeigt.



esp027.gif

2. Softkey ∫ drücken.  
Das Integrationssymbol wird in der Menüleiste angezeigt.
3. Cursor bewegen, um ∫ anzuzeigen, und **Enter** drücken.  
Das Menü „Einrichtung der Integration“ wird angezeigt.



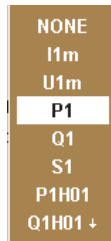
esp028.gif

Im Menü „Einrichtung der Integration“ folgende Einstellungen definieren:

Zeile	Funktion
En/Start	Integrationsfunktion aktivieren/Startbedingungen einstellen
Clr/Stop	Datenrücksetzung konfigurieren/Endbedingungen einstellen
Val 1..3	Ersten drei Werte auswählen
Val 4..6	Nächsten drei Werte auswählen

Das Menü „Einrichtung der Integration“ wird auf dem Bildschirm angezeigt.

### Auswählen des Integrationswerts



esp029.eps

1. In Zeile „Wert 1..3“ bzw. „Wert 4..6“ einen Wert mit dem Cursor auswählen und **Enter** drücken.  
Es wird ein Dialogfenster mit einstellbaren Werten angezeigt.
2. Im Fenster Cursor zum gewünschten Wert bewegen und mit **Enter** bestätigen.  
Der Parameter wird nun in der Anzeige dargestellt.
3. Die anderen Werte entsprechend konfigurieren.
4. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

### Konfigurieren des Status

In diesem Menü kann die Integrationsfunktion aktiviert/deaktiviert werden. Zudem kann die Methode zum Löschen der Werte konfiguriert werden. Dies erfolgt im Menü „Einrichtung der Integration“ in der Spalte „Status“.

Zeile	Einstellungen	Beschreibung
En	ON OFF	Integrationsfunktion aktiv Integrationsfunktion inaktiv
Clr	MAN AUTO	Manuell löschen Automatisch beim Start löschen

Im Menü „Einrichtung der Integration“ ist die erste Feldspalte *Status* markiert.

1. „Enter“ drücken, **ON** auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Die Integrationsfunktion ist nun aktiviert. Zum Deaktivieren **OFF** wählen und mit **Enter** bestätigen.
2. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

#### *Hinweis*

*Die Integrationsfunktion ist in der Werkskonfiguration 1: W3 aktiviert (ON).*

Im Menü „Einrichtung der Integration“ ist die zweite Feldspalte „Status“ markiert.

1. **Enter** drücken, **AUTO** auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Das Löschen der Werte beim Start ist nun aktiviert. Zum Ändern **MAN** wählen und mit **Enter** bestätigen.
2. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

*Hinweis*

*In der Werkskonfiguration 1:W3 ist die Funktion zum manuellen Löschen (MAN) vorab ausgewählt.*

**Konfigurieren von Startbedingungen**

Es können verschiedene Startbedingungen ausgewählt werden:

Spalte	Einstellungen	Beschreibung
Trig	Remote time key	Start über Schnittstellenbefehl Start bei Datum und Uhrzeit Start bei Tastendruck (Taste F1)
at	-Date-	Startzeit (nur aktiv bei „Trig time“)
after	-	Keine Funktion

Im Menü „Einrichtung der Integration“ ist die erste Feldspalte „Trig“ markiert.

1. „Enter“ drücken, Startbedingung auswählen und mit „Enter“ bestätigen.
2. Die Startbedingung ist nun eingestellt. Wenn ein Startzeitpunkt ausgewählt wurde, Zeit in die Spalte „am/um“ eingeben. Dazu ist wie folgt vorzugehen:

Im Menü „Einrichtung der Integration“ ist die erste Feldspalte „am/um“ markiert.

1. „ENTER“ drücken, mit den Cursors Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute und Sekunden auswählen und mit „Enter“ bestätigen.  
Die Startzeit ist nun eingestellt.
2. Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

*Hinweis*

*Datum und Uhrzeit werden aus der Systemuhr des Geräts abgerufen. Datums- und Zeitangabe des Geräts müssen vor der Integrationsberechnung korrigiert werden (Kapitel 7, „Anpassen von Datum und Uhrzeit“).*

### Konfigurieren von Endbedingungen

Es können verschiedene Endbedingungen ausgewählt werden:

Spalte	Einstellungen	Beschreibung
Trig	Remote	Stopp über Schnittstellenbefehl
	time	Stopp bei Datum und Uhrzeit
	key	Stopp bei Tastendruck (Taste F2)
	ti-int	Stopp nach Zeitfenster
at	-Date-	Stopp bei Datum und Uhrzeit (nur aktiv bei „Trig time“)
after	-time-	Integrationszeitfenster in Sek. (nur aktiv bei „Trig ti-int“)

Im Menü „Einrichtung der Integration“ ist die zweite Feldspalte „Trig“ markiert.

- **Enter** drücken, Endbedingung auswählen und mit „Enter“ bestätigen.
- Die Endbedingung ist nun eingestellt. Wenn ein Startzeitpunkt ausgewählt wurde, Zeit in die Spalte „am/um“ eingeben. Dazu ist wie folgt vorzugehen:

Im Menü „Einrichtung der Integration“ ist die erste Feldspalte „am/um“ markiert.

- **Enter** drücken, mit den Cursors Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute und Sekunden auswählen und mit **Enter** bestätigen.
- Die Endzeit ist nun eingestellt. Bei ausgewähltem Integrationszeitfenster (ti-int) ist wie folgt vorzugehen:

Im Menü „Einrichtung der Integration“ ist die zweite Feldspalte „nach“ markiert.

- **Enter** drücken, Zeit mit dem Cursor auswählen und mit „Enter“ bestätigen.  
Die Endzeit ist nun eingestellt.
- Die Konfigurationseinstellungen durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** speichern.

### Speichern der Konfiguration

Ein Konfigurationsmenü wird auf dem Bildschirm angezeigt.

1. Funktionstaste **SAVE** drücken.  
Eine Liste mit allen vorhandenen Konfigurationen wird angezeigt.
2. Konfiguration (z. B. 10:USER, also 10:Benutzer) auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Die Konfiguration wurde hiermit unter dem neuen Namen gespeichert. Die neue Konfiguration, 10: USER, wird im Menüelement angezeigt. W2-Konfigurationen sind als **User2** gekennzeichnet.

Wenn das Gerät das nächste Mal eingeschaltet wird, wird standardmäßig die zuletzt gespeicherte und geladene Konfiguration angewendet.

## **Löschen einer Konfiguration**

Ein Konfigurationsmenü wird auf dem Bildschirm angezeigt.

1. Funktionstaste **DELETE** drücken.

Eine Liste mit allen vorhandenen Konfigurationen wird angezeigt.

2. Konfiguration auswählen (z. B. 10:USER, also 10:Benutzer) und mit **Enter** bestätigen.

Die Konfiguration wird nun gelöscht.

3. **Enter** oder **Esc** drücken, um zum vorherigen Bildschirm zurückkehren.

## **Undersampling und Aliasing**

Für eine Signalanalyse wie DSO (Bereich) oder Oberschwingungsanalyse (FFT) mit digitalen Messverfahren muss das Shannonsche Abtasttheorem berücksichtigt werden, das besagt, dass die Abtastfrequenz mindestens doppelt so hoch sein muss wie die höchste Signalfrequenz. Andernfalls werden möglicherweise Werte (Frequenzen oder Kurven) angezeigt, die nicht existieren; anders ausgedrückt, es kommt zur Aliasing.

Zum Messen numerischer zeitbasierter Mittelwerte wie Effektivwerte (RMS), gleichgerichtetem Mittel und Mittel muss das Shannonsche Abtasttheorem nicht berücksichtigt werden. Für präzise Ergebnisse ist lediglich die Anzahl der Messwerte von Bedeutung, nicht die Sampling-Frequenz (Mittelungsintervall  $\gg$  Zyklusdauer). Das Sampling-Signal muss statistisch gesehen unabhängig sein, d. h., die Sampling-Frequenz darf also nicht in der Nähe bzw. eine Vielfaches von der Signalfrequenz sein.

### *Hinweis*

*Für einen Betrieb im Undersampling-Modus muss der Anti-Aliasing-Filter an den Strom- und Spannungskanälen deaktiviert werden (siehe vorherigen Abschnitt „Konfigurieren der Strom- und Spannungskanäle“ in diesem Kapitel).*



# Kapitel 8

## Messverfahren

Titel	Seite
Einführung .....	8-3
Vor der Messung .....	8-3
Messen mit der Standardkonfiguration .....	8-3
Messen mit benutzerdefinierter Konfiguration .....	8-3
Messen von Spannung, Strom und Leistung .....	8-4
Messwerte für einzelne Kanäle .....	8-4
Anzeigen der Werte eines Kanals .....	8-4
Anzeigen ausführlicher Werte eines Kanals .....	8-4
Anzeigen der Summen aller Messwerte .....	8-7
Anzeigen von Summen .....	8-7
Anzeigen des Wirkungsgrads .....	8-8
Vergleichen von Messwerten .....	8-9
Anzeigen von Grundschiebungswerten .....	8-11
Anzeigen ausführlicher Grundschiebungswerte .....	8-11
Benutzerdefinierte Bildschirmansicht .....	8-13
Anzeigen des benutzerdefinierten Bildschirms .....	8-13
Auswählen numerischer Werte .....	8-14
Ändern der benutzerdefinierten Anzeigegröße .....	8-15
Speichern des benutzerdefinierten Bildschirms .....	8-15
Zurückkehren zum Standardbildschirm für numerische Werte .....	8-15
Ändern des Anzeigemodus .....	8-15
Numerische Anzeige .....	8-16
Vektordiagramme .....	8-16
Anzeigen von Vektordiagrammen .....	8-16
Anpassen der Skala .....	8-16
Oszilloskopkurven .....	8-17
Anzeigen von Oszilloskopdiagrammen .....	8-17
Anpassen der Skala von Achsen .....	8-18
Anpassen des Nullpunkts .....	8-18
Rekorder-Anzeige .....	8-18
Oberschiebungsanalyse .....	8-19
FFT-Modus .....	8-21
Anpassen der Skala .....	8-21
Details zu einem Messwert anzeigen .....	8-22
Einstellen des Frequenzbereichs .....	8-22
Ansichtsmodus festlegen .....	8-24

Oberschwingungsmodus.....	8-24
Anzeigen von Oberschwingungen .....	8-24
Anzeigen des Oberschwingungsspektrums in % relativ zur Grundschiwingung .....	8-26
STD-Oberschwingungsmodus (gemäß EN 61000-4-7 Ausg. 2.1) .....	8-28
Anzeigen von Oberschwingungen .....	8-28
Integrationsfunktion/Elektrische Arbeit.....	8-31
Speichern und Drucken von Messungen.....	8-33
Speichern von Messungen.....	8-33
Drucken von Messungen .....	8-33
Ferngesteuerte Bedienung mit VNC.....	8-33
Einführung.....	8-33
VNC-Geräteunterstützung.....	8-33

## Einführung

Der Fluke NORMA 4000/5000 Power Analyzer wurde zur Messung von Strömen und Spannungen für bis zu drei verschiedene Kanälen entwickelt. Der Power Analyzer berechnet die Effektivwerte (RMS), Schein- und Blindleistung sowie weitere abgeleitete Werte. Die Genauigkeit wird nicht von der Wellenform, Frequenz oder Phasenverschiebung beeinträchtigt. Oberschwingungen werden bis zu einem Maximum von der Hälfte der Sampling-Frequenz angezeigt.

Standardeinstellungen sind zum Laden von Schnelleinstellungen verfügbar. Darüber hinaus können bei Bedarf spezifischere Einstellungen zum Speichern und Laden definiert werden (siehe „Konfiguration“ in Kapitel 7). Der Power Analyzer beginnt mit einer Messung, sobald die Konfiguration eingestellt und das Gerät eingeschaltet ist.

## Vor der Messung

Der Power Analyzer ist an die Stromversorgung anzuschließen.

1. Messanschlüsse am Power Analyzer überprüfen.
2. Power Analyzer einschalten.

## Messen mit der Standardkonfiguration

Wenn die Standardkonfiguration akzeptabel ist, sind keine weiteren Schritte erforderlich.

Es ist sicherzustellen, dass die Werkskonfiguration geladen ist (siehe „Laden der Konfiguration“ in Kapitel 7).

## Messen mit benutzerdefinierter Konfiguration

Wenn eine kundenspezifische Analyse erforderlich ist, muss die entsprechende Konfiguration geladen werden (siehe „Konfiguration“ in Kapitel 7).

### *Hinweis*

*Sofern Messungen mit einem externen Shunt oder Fühler erforderlich sind, ist sicherzustellen, dass keine Signale an die Gleichstromeingänge angeschlossen sind. Signale an beiden Eingängen (externer Eingang und Gleichstromeingang) können das Messgerät beschädigen.*

## Messen von Spannung, Strom und Leistung

### Messwerte für einzelne Kanäle

#### Hinweis

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die W3-Konfiguration. Die W2-Konfiguration ist bis auf ein paar Unterschiede identisch. Bei der W2-Konfiguration sind einige Werte ungültig und werden unterdrückt. Die Phasenspannung ist nicht vorhanden. Sie wird ersetzt durch Phase-Phase-Spannung, Blindleistung sowie Scheinleistung. Die Werte liegen lediglich als Summe vor.

### Anzeigen der Werte eines Kanals

Nach dem Einschalten des Power Analyzer werden in der Anzeige die in Kanal 1 gemessenen numerischen Messwerte dargestellt.

1:W3	PI R 600.0ms	f1u --- Hz	10:30:08
U1 300.0 mV $\approx$	U <sub>1</sub> rms	0.00	mV
I1 30.00 mA $\approx$	I <sub>1</sub> rms	0.000	mA
U2 300.0 mV $\approx$			
I2 30.00 mA $\approx$			
U3 300.0 mV $\approx$	P <sub>1</sub>	0.0000	mW
I3 30.00 mA $\approx$	S <sub>1</sub>	0.000	mVA
	Q <sub>1</sub>	0.000	mVar
	$\lambda_1$	--. --	
RS	Phase 1, Main		
LCD +	LCD -	el/mech	Detail rms/h01

esp030.gif

Anzeige	Beschreibung
U <sub>1 rms</sub>	Effektivspannung
I <sub>1 rms</sub>	Effektivstromstärke
P <sub>1</sub>	Wirkleistung
S <sub>1</sub>	Scheinleistung
Q <sub>1</sub>	Blindleistung
$\lambda_1$	Lambda-Leistungsfaktor (Kapazität oder Induktivität)

Durch Drücken der Messtasten 1 bis n werden die Werte der entsprechenden Kanäle angezeigt.

### Anzeigen ausführlicher Werte eines Kanals

Es besteht die Möglichkeit, ausführliche Daten zu den Messwerten eines Kanals anzuzeigen.

1. Messtasten **1...n** drücken, um die Messwerte des entsprechenden Kanals anzuzeigen.
2. Funktionstaste **Detail** drücken.

Details zu den Spannungswerten für Kanal 2 werden in dem folgenden Beispiel angezeigt.

1:W3		PI	R 309.9ms	f1u 22.585 Hz	12:28:05
U1 100.0 V $\approx$					
I1 300.0 mA $\approx$	$U_2$	rm	21.96	V	
U2 100.0 V $\approx$	$U_2$	m	-0.06	V	
I2 300.0 mA $\approx$	$U_2$	cf	3.938		
U3 100.0 V $\approx$	$U_2$	ff	1.4379		
I3 300.0 mA $\approx$	$U_2$	p+	124.3	V	
	$U_2$	p-	-88.0	V	
RS		Phase 2, Voltage detail			
LCD +	LCD -		el/mech	Detail	rms/h01

esp031.gif

Anzeige	Beschreibung
$U_2$ rm	Gleichgerichteter Mittelwert
$U_2$ m	Mittelwert
$U_2$ cf	Spitzenfaktor
$U_2$ ff	Formfaktor
$U_2$ p+	Positiver Spitzenwert
$U_2$ p-	Negativer Spitzenwert

3. Funktionstaste **Detail** erneut drücken.

Ausführliche Stromwerte werden angezeigt. Die den oben für die Spannung dargestellten entsprechenden Parameterwerte werden angezeigt.

4. Funktionstaste **Detail** erneut drücken.

Ausführliche Leistungswerte für Kanal 2 werden angezeigt.

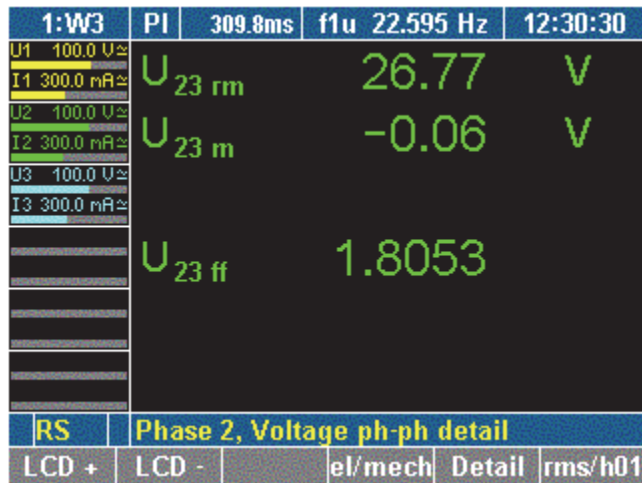
1:W3		PI	R 309.9ms	f1u 22.586 Hz	12:29:10
U1 100.0 V $\approx$					
I1 300.0 mA $\approx$	$P_2$		1.139	W	
U2 100.0 V $\approx$	$P_{c2}$		0.851	W	
I2 300.0 mA $\approx$	$Z_2$		196.03	$\Omega$	
U3 100.0 V $\approx$	$\varphi_2$		77.15	$^\circ$	
I3 300.0 mA $\approx$					
RS		Phase 2, Power detail			
LCD +	LCD -		el/mech	Detail	rms/h01

esp032.gif

Anzeige	Beschreibung
$P_2$	Leistung
$P_{c2}$	Korrigierte Leistung
$Z_2$	Scheinimpedanz
$\varphi_2$	Winkel zwischen $U_2$ und $I_2$

5. Funktionstaste **Detail** erneut drücken.

Ausführliche Werte für die Phase-Phase-Spannung werden angezeigt.



esp033.gif

6. Zum Zurückkehren zu den Messwerten für Kanal 2 die Funktionstaste **Detail** erneut drücken.

## Anzeigen der Summen aller Messwerte

### Anzeigen von Summen

1. Messtaste  $\Sigma$  drücken.

Die Summen der Messwerte für die ersten drei Kanäle (Kanal 1-3) werden angezeigt.

#### Hinweis

Bei der W2-Konfiguration werden die Summenwerte nur anhand des Kanals 1 und Kanals 2 berechnet. Kanal 3 arbeitet unabhängig.

1:W3		PI	R 400.2ms	f1u 14.994 Hz	09:58:41
U1 1.000 kV $\approx$	I1 10.00 A $\approx$	U	$\lambda$ rms	$\pm$	0.2146 kV
U2 1.000 kV $\approx$	I2 10.00 A $\approx$				
U3 1.000 kV $\approx$	I3 10.00 A $\approx$	I	rms	$\pm$	3.454 A
U4 1.000 kV $\approx$	I4 10.00 A $\approx$				
U5 1.000 kV $\approx$	I5 10.00 A $\approx$	P	$\pm$	1.7691 kW	
U6 1.000 kV $\approx$	I6 10.00 A $\approx$				
RS		Totals (1/2/3), $\lambda$			
LCD +	LCD -		el/mech	$\lambda / \Delta$	rms/h01

esp034.gif

2. Messtaste  $\Sigma$  erneut drücken.

Die Summen der Messwerte für die nächsten drei Kanäle (P-Kanal 4-6) werden angezeigt.

1:W3		PI	400.3ms	f1u 14.989 Hz	10:03:18
U1 1.000 kV $\approx$	I1 10.00 A $\approx$	U'	$\lambda$ rms	$\pm$	0.2411 kV
U2 1.000 kV $\approx$	I2 10.00 A $\approx$				
U3 1.000 kV $\approx$	I3 10.00 A $\approx$	I'	rms	$\pm$	3.926 A
U4 1.000 kV $\approx$	I4 10.00 A $\approx$				
U5 1.000 kV $\approx$	I5 10.00 A $\approx$	P'	$\pm$	2.2543 kW	
U6 1.000 kV $\approx$	I6 10.00 A $\approx$				
RS		Totals (4/5/6), $\lambda$			
LCD +	LCD -		el/mech	$\lambda / \Delta$	rms/h01

esp035.gif

### Anzeigen des Wirkungsgrads

Hierzu muss die Messtaste  $\Sigma$  dreimal gedrückt werden (bzw. eine weiteres Mal beim Fortfahren in einer vorherigen Anzeige).

Daraufhin werden Wirkungsgrad und Gesamtwirkleistung angezeigt.

1:W3		PI	400.0ms	f1u	15.001 Hz	10:04:09
U1	1.000 kV $\approx$	$\eta_e$	$\pm$	124.81	%	
I1	10.00 A $\approx$					
U2	1.000 kV $\approx$	$\eta'_e$	$\pm$	80.12	%	
I2	10.00 A $\approx$					
U3	1.000 kV $\approx$	P	$\pm$	1.7937	kW	
I3	10.00 A $\approx$					
U4	1.000 kV $\approx$	P'	$\pm$	2.2387	kW	
I4	10.00 A $\approx$					
U5	1.000 kV $\approx$					
I5	10.00 A $\approx$					
U6	1.000 kV $\approx$					
I6	10.00 A $\approx$					
RS	Efficiency (1/2/3 & 4/5/6)					
LCD +	LCD -			el/mech		rms/h01

esp036.gif

#### Hinweis

Der Wirkungsgrad-Bildschirm und die Summen für die Kanäle 4 bis 6 werden nur angezeigt, wenn 4 bis 6 Leistungsphasen vorhanden sind.

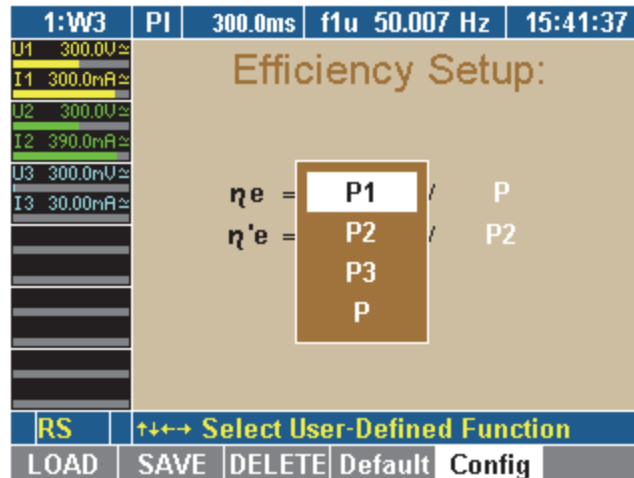
Die Variablen für die Messung des elektrischen Wirkungsgrads können vom Bediener ausgewählt werden. Zum Anzeigen des Bildschirms „Wirkungsgrad einstellen“ ist die Taste **Config**, F5, zu drücken.

1:W3		PI	R	299.9ms	f1u	50.020 Hz	15:41:17
U1	300.0V $\approx$	Efficiency Setup:  $\eta_e = \text{P1} / P$ $\eta'_e = P1 / P2$					
I1	300.0mA $\approx$						
U2	300.0V $\approx$						
I2	390.0mA $\approx$						
U3	300.0mV $\approx$						
I3	30.00mA $\approx$						
RS	+++ Select User-Defined Function						
LOAD	SAVE	DELETE	Default	Config			

esn088.gif

Zum Anzeigen der Variablen ist die Taste **Config**, F5, erneut zu drücken. Jede der vier angezeigten Variablen können aus der Liste der Wirkleistungswerte ausgewählt werden.





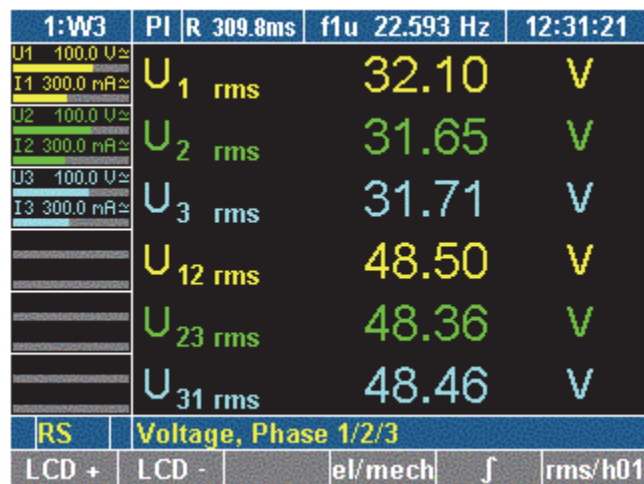
esn089.gif

### Vergleichen von Messwerten

Es besteht die Möglichkeit, die für die verschiedenen Kanäle gemessenen Werte, also alle gemessenen Spannungen der Kanäle, zu vergleichen. Mit der Funktionstaste „WAV“ wechselt die Vergleichsanzeige zwischen Spannung, Strom und Leistung, so dass die entsprechenden Werte aller drei Kanäle angezeigt werden.

1. Messtaste **WAV** drücken.

Die gemessenen Werte für die Spannung und die Phase-Phase-Spannungen werden angezeigt.



esp037.gif

Anzeige	Beschreibung
U <sub>1 rms</sub> ... U <sub>3 rms</sub>	Effektivspannung an den Kanälen 1 bis 3
U <sub>12 rms</sub> ... U <sub>31 rms</sub>	Phase-Phase-Spannung an den Kanälen 1/2, 2/3 und 3/1

2. Taste **WAV** erneut drücken.

Die gemessenen Stromwerte I1 bis I3 für die drei Kanäle werden angezeigt.

3. Taste **WAV** erneut drücken.

Die Leistungs- und die Leistungsfaktorwerte werden angezeigt.

The screenshot shows the following data on a dark background with colored text:

1:W3	PI	309.9ms	f1u 22.585 Hz	12:32:20
U1 100.0 V <sub>~</sub>	P <sub>1</sub>		1.164	W
I1 300.0 mA <sub>~</sub>	P <sub>2</sub>		1.127	W
U2 100.0 V <sub>~</sub>	P <sub>3</sub>		1.134	W
I2 300.0 mA <sub>~</sub>	λ <sub>1</sub>		0.2249	ind
U3 100.0 V <sub>~</sub>	λ <sub>2</sub>		0.2221	ind
I3 300.0 mA <sub>~</sub>	λ <sub>3</sub>		0.2219	ind
RS	Power, Phase 1/2/3			
LCD +	LCD -		el/mech	f rms/h01

esp038.gif

Anzeige	Beschreibung
P <sub>1</sub> ... P <sub>3</sub>	Leistung an den Kanälen 1 bis 3
λ <sub>1</sub> ... λ <sub>3</sub>	Leistungsfaktoren an den Kanälen 1 bis 3

Zum Auswählen der Kanäle 4 bis 6 ist die Taste **WAV** wiederholt zu drücken.

### Anzeigen von Grundschwingungswerten

Für jeden Messwert berechnet der Power Analyzer die Grundschwingung mithilfe der Fouriertransformation (DFT).

1. Messtasten  $\Sigma$  oder **1...n** und **WAV** drücken, um die gewünschten Werte, z. B. die Leistung an den Kanälen 1 bis 3, aufzurufen.
2. Funktionstaste **rms/h01** drücken.

Die Leistung der Grundschwingungen wird angezeigt und als **H01** bezeichnet.

1:W3		PI	314.0ms	f1u 50.956 Hz	13:11:24
U1 100.0 U $\approx$	P <sub>1</sub> H01	1.607	W		
I1 300.0 mA $\approx$					
U2 300.0 U $\approx$	P <sub>2</sub> H01	1.584	W		
I2 300.0 mA $\approx$					
U3 300.0 U $\approx$	P <sub>3</sub> H01	1.597	W		
I3 300.0 mA $\approx$					
	$\lambda_1$ H01	0.3074	ind		
	$\lambda_2$ H01	0.3036	ind		
	$\lambda_3$ H01	0.3048	ind		
RS	Harmonic power, Phase 1/2/3				
LCD +	LCD -		el/mech	f	rms/h01

esp039.gif

3. Zum Zurückkehren zu den Leistungswerten die Funktionstaste **rms/h01** erneut drücken.

### Anzeigen ausführlicher Grundschwingungswerte

Es besteht die Möglichkeit, ausführliche Daten zu einer Grundschwingung anzuzeigen, z. B. Spannung, Strom, Leistung und Phase-Phase-Spannung.

1. Messtasten  $\Sigma$  oder **1...n** und **WAV** drücken, um die gewünschten Werte, z. B. die Messwerte für den Kanal 3, aufzurufen.
2. Funktionstaste **rms/h01** drücken.

Es werden ausführliche mit den Grundschwingungen von Kanal 3 in Verbindung stehende Messwerte angezeigt.

1:W3	PI	314.0ms	f1u	50.956 Hz	13:15:40
U1 100.0 V $\approx$	U <sub>3</sub> H01		33.20	V	
I1 300.0 mA $\approx$					
U2 300.0 V $\approx$	I <sub>3</sub> H01		156.34	mA	
I2 300.0 mA $\approx$					
U3 300.0 V $\approx$	P <sub>3</sub> H01		1.590	W	
I3 300.0 mA $\approx$					
	S <sub>3</sub> H01		5.19	VA	
	Q <sub>3</sub> H01		4.94	Var	
	$\lambda_3$ H01		0.3063	ind	
RS	Phase 3, Harmonic main				
LCD +	LCD -		el/mech	Detail	rms/h01

esp040.gif

3. Funktionstaste **Detail** drücken.

Es werden Spannungsdetails zu der Grundschiwingung von Kanal 3 angezeigt.

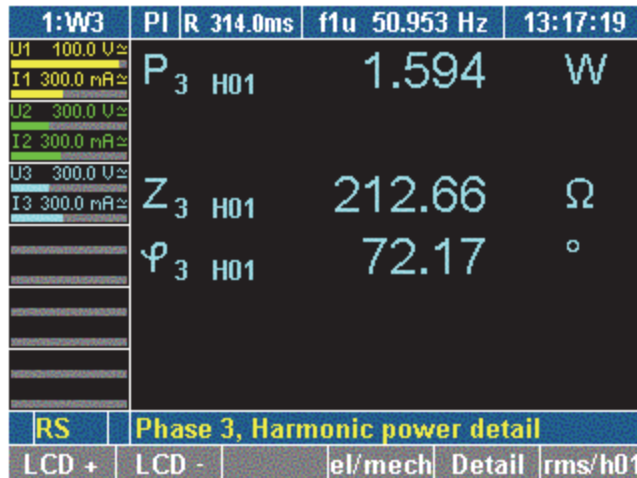
1:W3	PI	314.0ms	f1u	50.958 Hz	13:15:56
U1 100.0 V $\approx$	U <sub>3</sub> H01		33.27	V	
I1 300.0 mA $\approx$					
U2 300.0 V $\approx$	U <sub>3</sub> thd		127.60	%	
I2 300.0 mA $\approx$					
U3 300.0 V $\approx$	U <sub>3</sub> hc		78.71	%	
I3 300.0 mA $\approx$					
	U <sub>3</sub> fc		61.68	%	
RS	Phase 3, Harmonic voltage detail				
LCD +	LCD -		el/mech	Detail	rms/h01

esp041.gif

Anzeige	Beschreibung
U <sub>2</sub> H01	Effektivwert (RMS) der Grundschiwingung
U <sub>2</sub> thd	Klirrfaktor (gemäß IEC)
U <sub>2</sub> hc	Oberschiwingungsanteil (gemäß DIN)
U <sub>2</sub> fc	Grundschiwingungsanteil

4. Funktionstaste **Detail** zweimal drücken.

Es werden Leistungsdetails zu der Grundschiwingung von Kanal 3 angezeigt.



esp042.gif

Anzeige	Beschreibung
P3 H01	Grundschwingungsleistung
Z3 H01	Scheinimpedanz der Grundschwungung
φ3 H01	Winkel zwischen U3 und I3 der Grundschwungung

5. Zum Zurückkehren zur Grundschwingungsanzeige für Kanal 3 die Funktionstaste **Detail** zweimal drücken.
6. Zum Zurückkehren zu den Messwerten für Kanal 3 die Funktionstaste **rms/h01** erneut drücken.

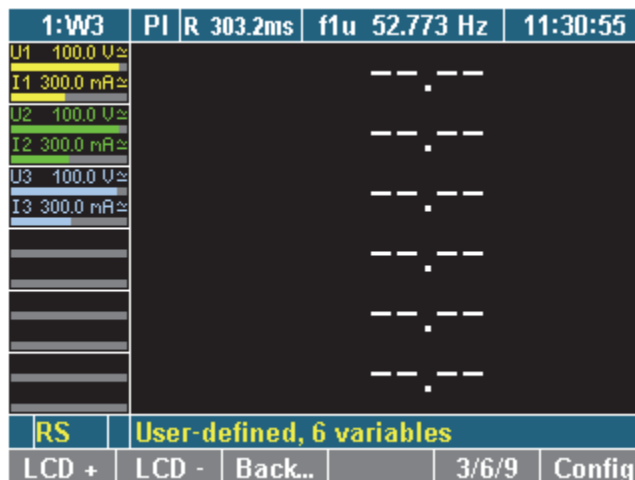
### Benutzerdefinierte Bildschirmansicht

In diesem Menü können eigene numerische Ansichten konfiguriert werden. Dieser benutzerdefinierte Bildschirm kann so geändert werden, dass 3, 6 oder sogar 9 Werte in einer Ansicht angezeigt werden.

### Anzeigen des benutzerdefinierten Bildschirms

1. Funktionstaste **User** drücken.

In der Anzeige wird der benutzerdefinierte Bildschirm dargestellt.

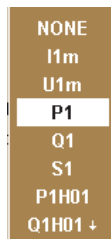


esp043.gif

*Hinweis*

Beim ersten Anzeigen des benutzerdefinierten Bildschirms ist dieser leer. Es werden lediglich Bindestriche angezeigt. Später wird im benutzerdefinierten Bildschirm die letzte gespeicherte Konfiguration bzw. die zuletzt ausgewählten Werte angezeigt.

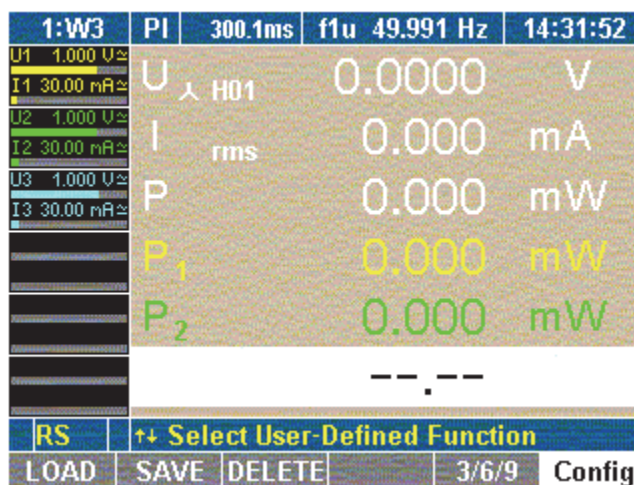
**Auswählen numerischer Werte**



esp029.eps

In einer Liste stehen mehr als 450 Variablen zur Verfügung, abhängig von der Anzahl vorhandener Kanäle im Gerät.

1. Funktionstaste **Config** drücken.  
Das Konfigurationsmenü wird angezeigt.
2. Zeile mit dem Cursor auswählen und **Enter** drücken.  
Es wird ein Dialogfeld mit einstellbaren Werten angezeigt.
3. Einen Wert mit den Cursortasten oder den Tasten **Σ**, **1...n** oder **WAV** auswählen, um direkt zum entsprechenden Variablenblock zu springen (Summen, nächste Phase oder nächste Funktion).
4. Mit **Enter** bestätigen.  
Der ausgewählte Wert wird in der Anzeige dargestellt.
5. Die Schritte 2...4 für alle erforderlichen Variablen wiederholen.
6. **Esc** drücken, um die Konfiguration des *benutzerdefinierten Bildschirms* zu verlassen.



esp044.gif

*Hinweis*

Es können bis zu 9 Variablen (Werte) konfiguriert und angezeigt werden. Informationen zum Ändern der benutzerdefinierten Anzeigegröße sind im nächsten Abschnitt zu finden.

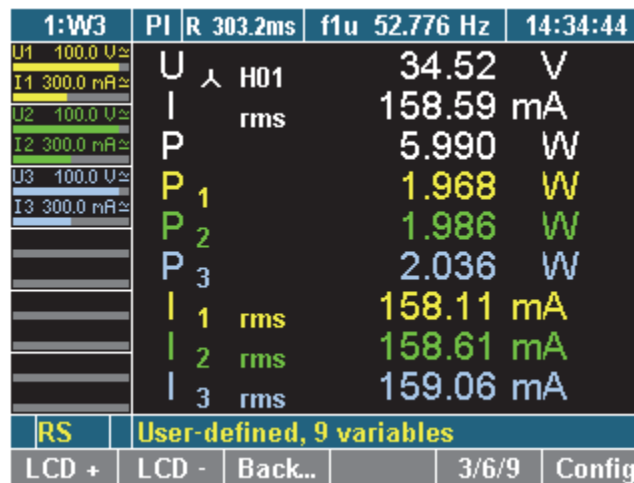
### Ändern der benutzerdefinierten Anzeigegröße

Es ist möglich, die Größe der numerischen Anzeige im benutzerdefinierten Bildschirm zu ändern. Es stehen drei Größen zur Verfügung:

Größe	Beschreibung
3	drei numerische Werte, doppelte Größe
6	sechs numerische Werte, Standardgröße (7 mm)
9	neun numerische Werte, Größe von 5 mm

Die Funktionstaste **3/6/9** drücken.

Die benutzerdefinierte Werte werden in der gewünschten Größe angezeigt.



esp045.gif

#### Hinweis

Mit jeder Betätigung der Funktionstaste **3/6/9** wird die Anzeigegröße geändert.

Die Größe kann im Konfigurationsmenü und im Messmenü geändert werden.

### Speichern des benutzerdefinierten Bildschirms

Die Konfigurationseinstellungen werden durch Drücken der Funktionstaste **SAVE** gespeichert.

Einzelheiten zum Speichern einer Konfiguration sind im Abschnitt „Speichern der Konfiguration“ in Kapitel 7 zu finden.

### Zurückkehren zum Standardbildschirm für numerische Werte

- Funktionstasten **Back...** oder **Esc** drücken.
- Der zuletzt für die Anzeige numerischer Werte verwendete Bildschirm wird angezeigt.

### Ändern des Anzeigemodus

Nach Auswahl eines Kanals und der entsprechenden Messwerte besteht die Möglichkeit, die verschiedenen Anzeigemodi zu ändern, bei denen die Parameter in Form von numerischen Werten, Vektor- oder Oszilloskopdiagrammen dargestellt werden.

### Numerische Anzeige

Einzelheiten über die numerische Anzeige von Messwerten sind im Abschnitt „Messen von Spannung, Strom und Leistung“ in Kapitel 8 zu finden.

### Vektordiagramme

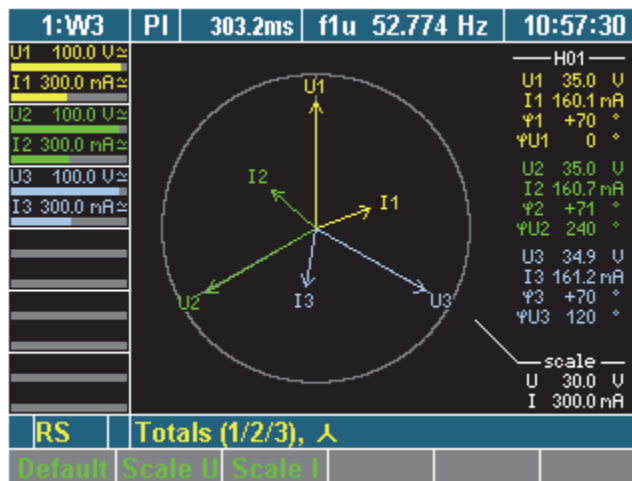
Bis zu sechs Signale der H01-Grundschnittpunkte können als Vektordiagramme angezeigt werden.

In den Vektordiagrammen werden Spannung und Strom mit Amplitude sowie Phasenverschiebung angezeigt. Sie ermöglichen zudem eine schnelle Bewertung der Signale und die Erkennung von Fehler in den Anschlüssen.

### Anzeigen von Vektordiagrammen

1. Messtasten  $\Sigma$  oder **1...n** und **WAV** drücken, um die gewünschten Werte, also die Messwerte der WAV-Leistung, aufzurufen.
2. Messtaste **Vector** drücken.

Die Messwerte werden in Form von Vektordiagrammen angezeigt.



esp046.gif

Anzeige	Beschreibung
$\varphi 1 \dots \varphi 3$	Phasenwinkel zwischen U und I
$\varphi U1$	... Referenzpunkt (immer = 0)
$\varphi U2$	Winkel zwischen U2 und U1
$\varphi U3$	Winkel zwischen U3 und U1
scale	Bereich (Referenzwert für den Durchmesser des äußeren Kreises)

3. Zum Anzeigen eines anderen Kanals oder anderer Messwerte als Vektordiagramm die Messtasten  $\Sigma$  oder **1...n** und **WAV** drücken.

### Anpassen der Skala

Die Skala des Vektors in dem Vektordiagramm ist einstellbar.

1. Zum automatischen Optimieren der Diagrammskala die Funktionstaste **Default** drücken.

Die Skala wird auf den Messbereich eingestellt.



- Zum Ändern der Skala der Achsen die Funktionstaste **Scale U** oder **Scale I** drücken.
- Skala mithilfe der Cursortasten (oben und unten) anpassen, dann mit **Enter** bestätigen oder mit **Esc** beenden.

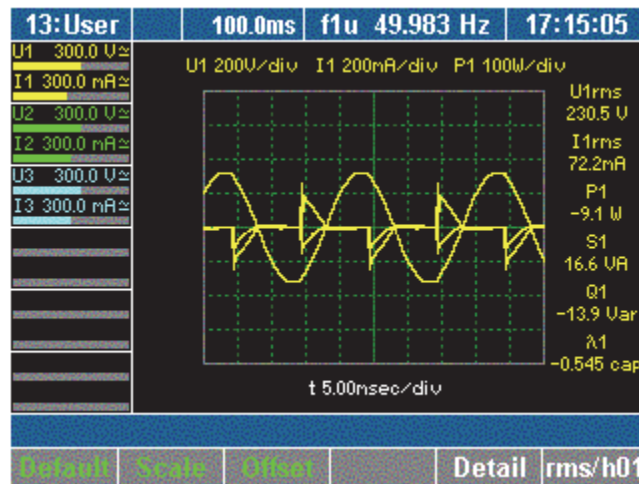
### Oszilloskopkurven

Die digitale Oszilloskop-Funktion (DSO) ermöglicht die Anzeige von Signalen in Kurven, so dass Signalverzerrungen schnell erkannt werden.

### Anzeigen von Oszilloskopdiagrammen

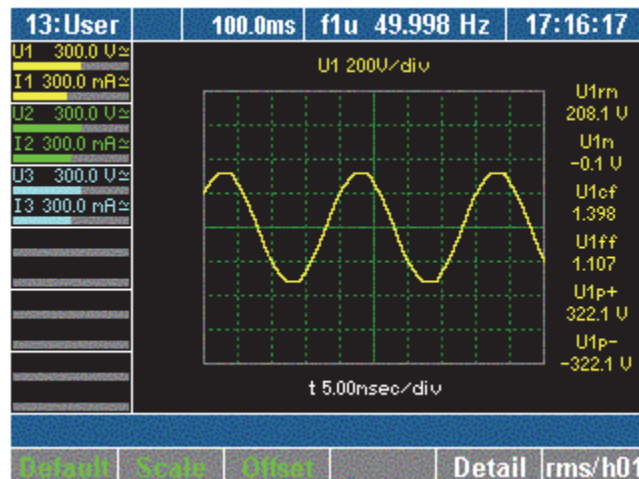
- Messtasten  $\Sigma$  oder **1...n** und **WAV** drücken, um die gewünschten Werte, z. B. die Messwerte für den Kanal 1, aufzurufen.
- Messtaste **Oscilloscope** drücken.

Die Messwerte werden in Form von Oszilloskopkurven angezeigt.



esp047.gif

- Zum Anzeigen von Messwertdetails die Funktionstaste **Detail** drücken. In der Anzeige wird die gemessene Spannung angezeigt.



esp048.gif

4. Zum Anzeigen eines anderen Messparameters die Funktionstaste **Detail** erneut drücken.
5. Zum Zurückkehren zu einer Übersicht aller Messwerte für Kanal 1 im Oszilloskopformat die Funktionstaste **Detail** erneut drücken.
6. Zum Anzeigen eines anderen Kanals oder anderer Messwerte als Oszilloskopdiagramm die Messtasten **Σ** oder **1...n** und **WAV** drücken.

### Anpassen der Skala von Achsen

Die Oszilloskopanzeige kann auf verschiedene Weisen optimiert werden.

1. Zum automatischen Skalieren des Diagramms die Funktionstaste **Default** drücken.

Die Skala ist auf Schritte von 5 ms eingestellt.

2. Zum Ändern der Skala der Achsen die Funktionstaste **Scale** drücken.

Die Skala mit den Cursortasten anpassen:

Cursortaste	Funktion
Links oder rechts	Skala der Zeitachse anpassen
Oben oder unten	Skala der Amplitudenachse anpassen
Enter	Einstellungen bestätigen
Esc	Skalenmodus beenden

3. Skala der Achsen mithilfe der Cursortasten anpassen und **Enter** und **Esc** drücken.

Die Oszilloskopanzeige wird mit den angepassten Achsen dargestellt.

### Anpassen des Nullpunkts

1. Funktionstaste **Offset** drücken.
2. Nullpunkt mithilfe der Cursortasten anpassen und mit **Enter** bestätigen.

Die Oszilloskopanzeige wird mit dem angepassten Nullpunkt dargestellt.

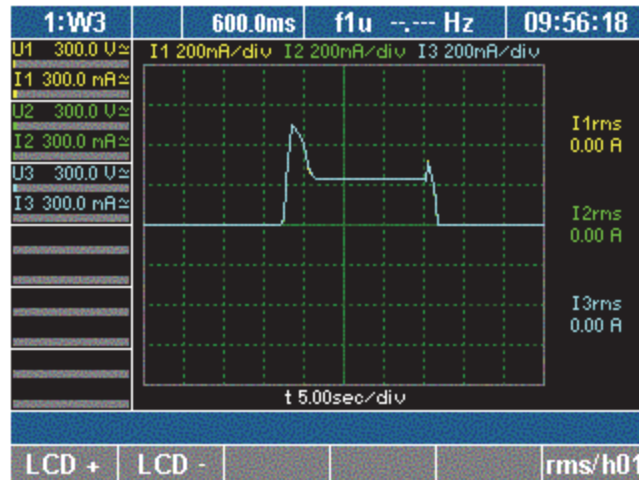
### Rekorder-Anzeige

Der Rekorder ermöglicht die Überwachung von Messwerten, indem über einen bestimmten Zeitraum die Mittelmesswerte aufgezeichnet werden. Diese Funktion ist insbesondere für die Erkennung von Trends und Amplitudenabweichungen hilfreich. Das tatsächliche Diagramm ist vom konfigurierten Bereich und dem Mittelungsintervall abhängig (siehe Abschnitt „Allgemeine Einrichtung“ in Kapitel 7). Deutliche Abweichungen im Diagramm stehen für Fehler im Messsystem.

Rekorder anzeigen

1. Messtasten **Σ** oder **1...n** und **WAV** drücken, um die gewünschten Werte, z. B. den gemessenen Strom der Kanäle 1 bis 3, aufzurufen.
2. Messtaste **Recorder** drücken.

In der Anzeige wird eine Aufzeichnung der Messwerte dargestellt.



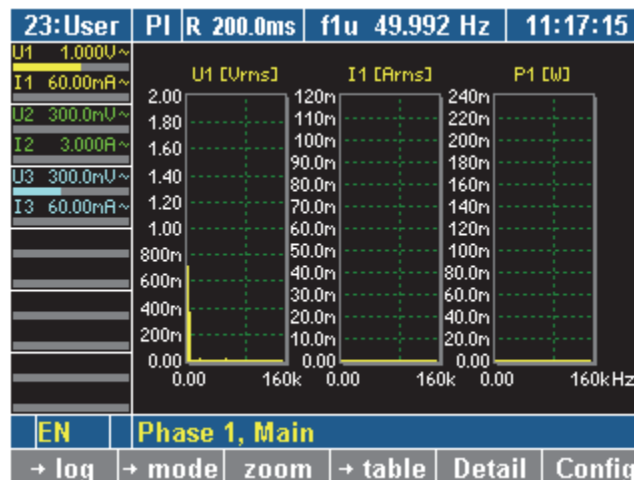
esp049.gif

3. Funktionstaste **rms/h01** erneut drücken.

## Oberschwingungsanalyse

Die (auf einem Fast Fourier-Transformationsalgorithmus basierende) Oberschwingungsanalyse ermöglicht die Analyse der einzelnen Frequenzanteile eines Signals.

1. Die Messtasten **Σ**, **1...n** oder **WAV** drücken, um die gewünschten, zu analysierenden Werte aufzurufen.
2. Messtaste **Frequenzanalyse** drücken.  
 Die Frequenzanalyse wird im folgenden Bildschirm angezeigt.



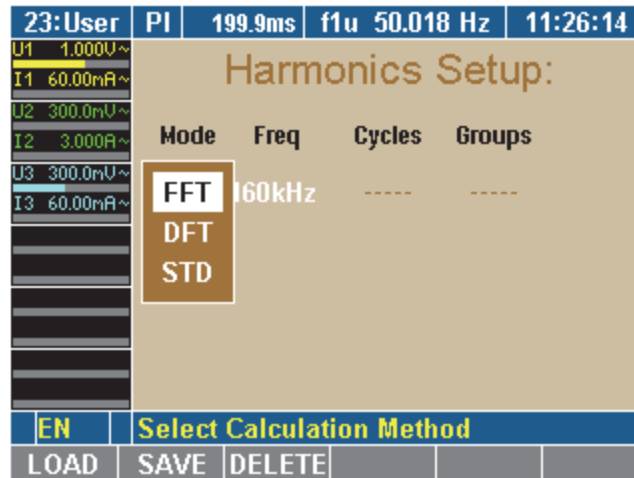
esn102.eps

Die folgenden Funktionstasten sind verfügbar:

Funktionstaste	Beschreibung
→ lin → lin % (nicht für die <i>FFT</i> - und <i>STD</i> -Rohmodi) → log → log % (nicht für die <i>FFT</i> - und <i>STD</i> -Rohmodi) → abs → % ( nicht für die <i>FFT</i> - und <i>STD</i> -Rohmodi)	Auf lineare Y-Achse umschalten (absolute Effektivwerte) Auf lineare Y-Achse umschalten (% der Grundschiwingung) Auf logarithmische Y-Achse umschalten (absolute Effektivwerte) Auf logarithmische Y-Achse umschalten (% der Grundschiwingung) Auf Absolutwerte in Tabellenansicht umschalten Auf relative %-Werte in Tabellenansicht umschalten
→ mode ( <i>FFT</i> und <i>DFT</i> ) → group ( <i>STD</i> )	Berechnung zwischen Spektrum und ganzzahligen Oberschwingungen umschalten Verfügbare Gruppierungsmodi schrittweise für <i>STD</i> durchlaufen
Zoom	Zoom und X-Achse verschieben
→ table → graph	Auf numerische Tabellenansicht umschalten Auf Diagrammansicht umschalten
Detail	Zwischen U, I und P oder Übersicht einer Phase umschalten
Config	Analysemethode und Parameter konfigurieren

Die Funktionstaste **Config** drücken, um die Berechnungsmethode und Parameter zu konfigurieren:

<i>FFT</i>	Methode:	FFT mit fester Sampling-Frequenz und Hanning-Fenster (Kosinus-Glockenverteilung)
	Parameter:	Frequenzbereich auswählen
	Ergebnis:	Oberschwingungsspektrum (nur absolute Effektivwerte)
<i>DFT</i>	Methode:	Berechnung der Grundschiwingung und ganzzahliger Oberschwingungen aus der obigen FFT durch Interpolation
	Parameter:	Frequenzbereich auswählen
	Ergebnis:	Grundschiwingungsfrequenz und ganzzahlige Oberschwingungen (absolut oder auf H01 bezogen)
<i>STD</i>	Methode:	Synchronisierte FFT nach Norm EN61000-4-7 Ausg. 2.1 (rechteckiges Fenster)
	Parameter:	Anzahl der Zyklen pro Analyseintervall auswählen; Gruppierungsmethode auswählen
	Ergebnis:	Rohe Oberschwingungseinteilung oder gruppierte Oberschwingungen und/oder Zwischenharmonische
	Voraus-setzungen:	Gültige Synchronisationsfrequenz



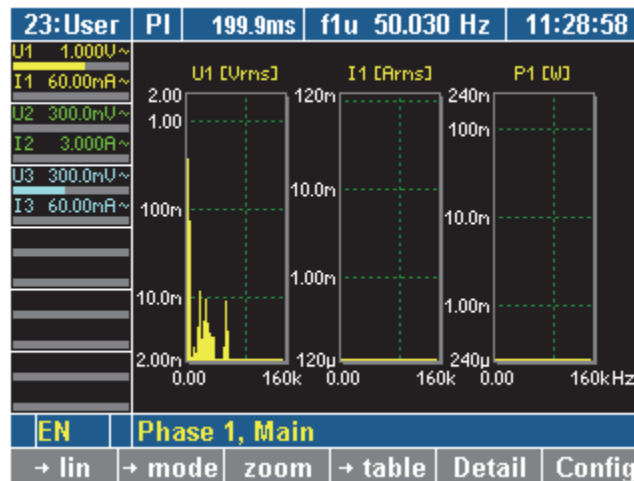
esn103.eps

### FFT-Modus

#### Anpassen der Skala

Die Option zur Auswahl einer linearen oder logarithmischen Y-Achse kann über die Funktionstaste **F1** aufgerufen werden, die Cursortasten können zur Einstellung von Zoomfaktor und Position der Frequenzachse verwendet werden.

1. Funktionstaste **F1**. Der Modus der Y-Achse wechselt auf den im entsprechenden Softkey-Feld angezeigten Modus ( $\rightarrow$  **lin** oder  $\rightarrow$  **log**). Die Skala des Diagramms wechselt von linear auf logarithmisch oder umgekehrt (hier auf logarithmisch).



esn104.eps

2. Zum Ändern der Skala der X-Achse die Funktionstaste **Zoom** drücken.

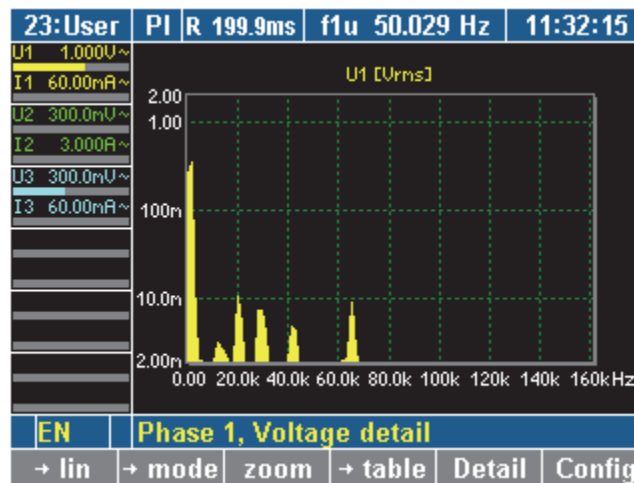
Die Skala mit den Cursortasten anpassen:

Cursortaste	Funktion
Links oder rechts	Frequenzachse verschieben
Oben oder unten	Ändern des Zoomfaktors der Frequenzachse
Enter	Einstellungen bestätigen
Esc	Skalierung abbrechen und vorherige Einstellungen wiederherstellen

- Skala der Achsen mithilfe der Cursortasten anpassen und **Enter** und **Esc** drücken.  
Das Diagramm wird mit den angepassten Achsen dargestellt.

### Details zu einem Messwert anzeigen

- Funktionstaste **Detail** drücken.  
Die Details des Messwert U1 (Spannung) werden angezeigt.



esn105.eps

- Funktionstaste **Detail** erneut drücken.  
Die Details des Messwert I1 (Strom) werden angezeigt.
- Funktionstaste **Detail** erneut drücken.  
Die Details des Messwert P1 (Leistung) werden angezeigt.
- Funktionstaste **Detail** erneut drücken.  
Die Details des Messwerts U12 (Spannung Außenleiter-Außenleiter) werden angezeigt.
- Zum Zurückkehren zu einer Übersicht der Messwerte des ausgewählten Kanals die Funktionstaste **Detail** erneut drücken (oder **Esc** in einem der vorhergehenden Detail-Bildschirme).

### Einstellen des Frequenzbereichs

Der standardmäßige Frequenzbereich wird auf ein Maximum der Hälfte der Sampling-Frequenz eingestellt.

#### Hinweis

*Bei Signalen mit niedrigerer Frequenz (z. B. 10 Hz) muss der Frequenzbereich angepasst werden; andernfalls sind die Messungen ungenau.*



### Ansichtsmodus festlegen

Es besteht die Möglichkeit, einzelne Messwerte oder eine Gruppe von bis zu drei Werten (also alle Messwerte eines Kanals) grafisch oder tabellarisch anzuzeigen. Standardmäßig werden die Messwerte grafisch dargestellt.

1. Funktionstaste → **table** drücken.  
Die Daten werden nun in einer Tabelle in einem numerischen Format angezeigt (hier für den Strom im Kanal 1 gezeigt).

23:User		PI	R 199.9ms	f1u 50.022 Hz	12:07:16
U1	100.0V~			FFT Freq	I1 [Arms]
I1	3.000A~			0.000 Hz	0.001
U2	300.0mV~			10.42 Hz	0.006
I2	3.000A~			20.83 Hz	0.030
U3	300.0mV~			31.25 Hz	0.418
I3	60.00mA~			41.67 Hz	0.754
				52.08 Hz	0.787
				62.50 Hz	0.668
				72.92 Hz	0.229
				83.33 Hz	0.015
				93.75 Hz	0.004
				104.2 Hz	0.002
EN		Phase 1, Current detail			
		→ mode	scroll	→ graph	Detail Config

esn107.eps

### Oberschwingungsmodus

#### Anzeigen von Oberschwingungen

1. Funktionstaste **Mode** drücken, um direkt auf den Modus *DFT* umzuschalten und eine Tabelle mit den ganzzahligen Oberschwingungen anzuzeigen.

#### Hinweis

Das Umschalten zwischen *FFT* und *DFT* ist auch im Haltemodus *HOLD* möglich, sodass sich verschiedene Darstellungen von Daten aus dem gleichen Intervall anzeigen lassen.

2. Alternativ die Funktionstaste **Config** verwenden, um den Modus *DFT* im Bildschirm zum Konfigurieren der Oberschwingungen zu wählen. Anschließend **Esc** drücken, um zum Messbildschirm zurückzukehren.

#### Hinweis

Die *FFT*- und *DFT*- nutzen beide die gleiche Frequenzbereichseinstellung.

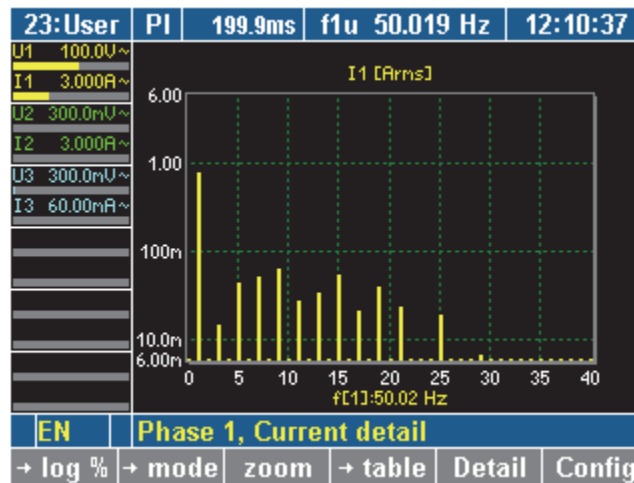




4. In der Seite mit den Cursortasten blättern und durchlaufen:

Cursortaste	Funktion
Links oder rechts	Tabelle auf-/abwärts durchlaufen (bildschirmweise)
Oben oder unten	In Tabelle auf-/abwärts blättern (zeilenweise)
Enter	Anzeige bestätigen und Skalenmodus beenden
Esc	Blättern abbrechen und vorherige Ansicht wiederherstellen

5. Beim gewünschten Tabellenabschnitt **Enter** drücken, um die Ansicht zu übernehmen oder **Esc** drücken, um das Blättern abzubrechen. Der ausgewählte Tabellenabschnitt wird nun angezeigt.
6. Zum erneuten Ändern der Grafikdarstellung der Oberschwingungen die Funktionstaste → **graph** drücken.



esn109.eps

**Anzeigen des Oberschwingungsspektrums in % relativ zur Grundschwingung**

Das Oberschwingungsspektrum kann in Prozentwerten der Grundschwingung H01 angezeigt werden.

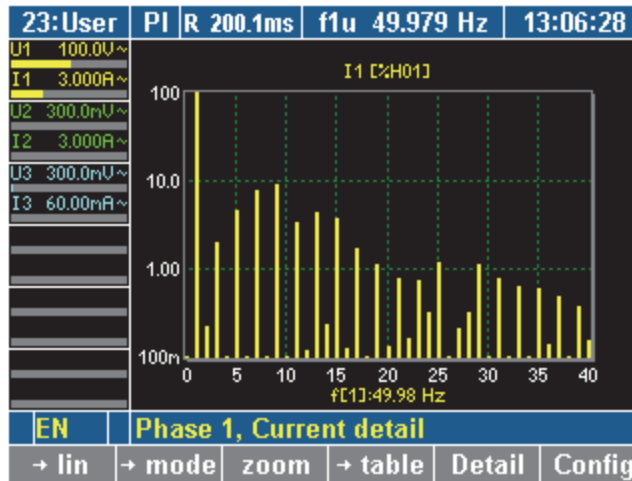
*Hinweis*

*Diese Ansicht ist wichtig für die Analyse des Eingangssignals.*

- Die Funktionstaste F1 drücken, um durch die verfügbaren Y-Achsenmodi zu blättern:

- lin           Lineare Achse, Absolutwerte (Effektivwerte)
- lin %       Lineare Achse, relative Werte (% von H01)
- log           Logarithmische Achse, Absolutwerte (Effektivwerte)
- log %       Logarithmische Achse, relative Werte (% von H01)

...



esn110.eps

- Zum Ändern der Tabellenansicht des Spektrums die Funktionstaste → **table** drücken.

Order	U1 [%H01]	I1 [%H01]	P1 [%H01]
H 0	0.23	0.27	0.00
H 1	100.00	100.00	100.00
H 2	0.25	0.24	0.00
H 3	2.80	1.93	0.05
H 4	0.07	0.08	0.00
H 5	5.21	5.34	0.28
H 6	0.03	0.06	0.00
H 7	7.47	7.54	0.55
H 8	0.05	0.10	0.00
H 9	8.96	9.42	0.80
H 10	0.05	0.06	0.00
f [1]	49.98 Hz	49.98 Hz	49.98 Hz

- esn111.eps In der Tabellenansicht die Funktionstaste **F1** drücken, um durch die verfügbaren Anzeigemodi zu blättern:

- %            Relativanzeige, Werte werden als % von H01 dargestellt
- **abs**        Absolutanzeige, Werte werden als Effektivwerte dargestellt.

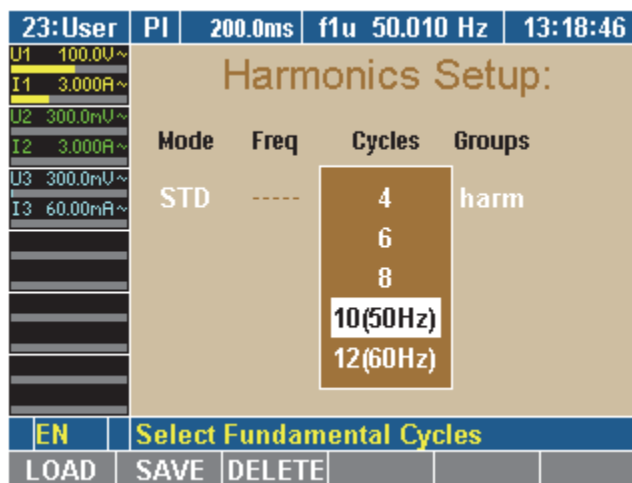
...

## STD-Oberschwingungsmodus (gemäß EN 61000-4-7 Ausg. 2.1)

### Anzeigen von Oberschwingungen

1. Die Funktionstaste **Config** verwenden, um den Bildschirm zum Konfigurieren der Oberschwingungen zu öffnen. **Enter** drücken und den *STD*-Modus mit den Cursortasten auswählen. Mit **Enter** bestätigen.
2. Die Anzahl der Zyklen (N) pro Analyseintervall auswählen (200 ms bei Nennfrequenz.). In der EN-Norm werden nur die Einstellungen von 10 (für 50 Hz) und 12 (für 60 Hz) definiert. Für die Analyse von Signalen mit niedrigeren Frequenzen mit einer schnelleren Aktualisierungsrate sind weitere Werte (4, 6, 8) verfügbar.

Länge des Analyseintervalls =  $N / f_{\text{sync}}$  [Sek.]



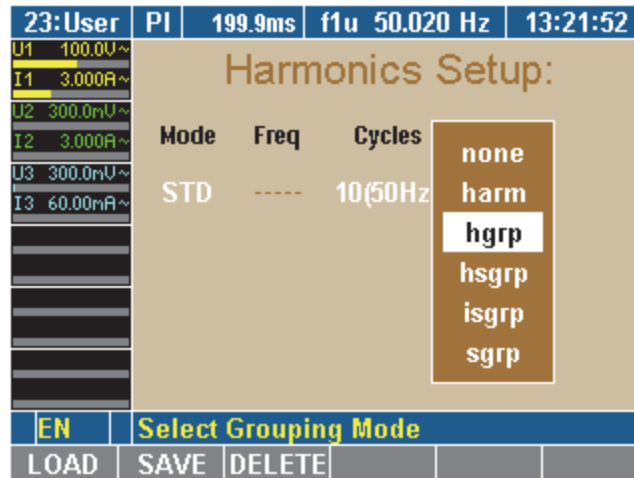
esn112.eps

3. Wählen Sie den Gruppierungsmodus entsprechend der EN-Norm:

kein	Keine Gruppierung, Basis-Spektralanteile (nur absolute Effektivwerte, keine THD-Werte)
harm	Oberschwingungsanteile $Y_{H,h}$ (absolut oder relativ als % von H01), THD
hgrp	Oberschwingungsgruppen $Y_{g,h}$ (absolut oder relativ als % von H01), THDG
hsgrp	Oberschwingungs-Untergruppen $Y_{sg,h}$ (absolut oder relativ als % von H01), THDS
isgrp	Zwischenharmonischen-Untergruppen $Y_{isg,h}$ (absolute oder relativ als % von H01), TIDS
sgrp	Oberschwingungs- und Zwischenharmonischen-Untergruppen $Y_{sg,h} + Y_{isg,h}$ (abs. oder rel. als % von H01), THDT

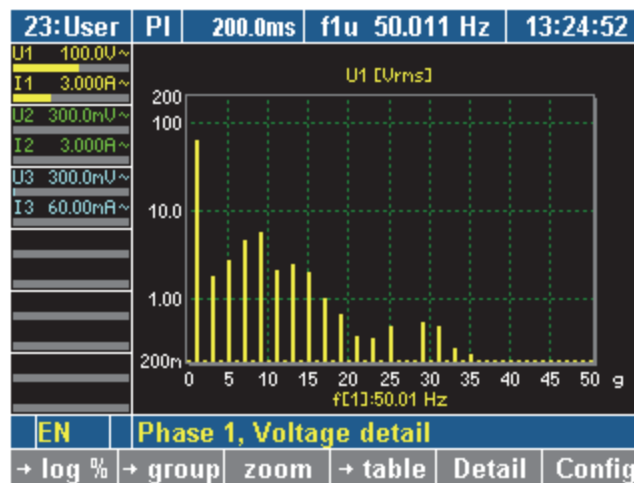
#### Hinweis

Die THD-Werte werden entsprechend dem gewählten Gruppierungsmodus aus Oberschwingungen oder den Gruppen 2...40 berechnet und nur in der Tabellenansicht (relative % von H01) angezeigt (TIDS und THDT sind nicht in der EN-Norm definiert).



esn113.eps

4. **Esc** drücken, um zum Messbildschirm zurückzukehren.



esn114.eps

5. Innerhalb des Messungsbildschirms die Funktionstaste **F1** verwenden, um durch die Skalierungsmodi der Y-Achse (Diagramm) oder die Zahlenformate (Tabelle) zu blättern.
6. Die Funktionstaste  $\rightarrow$  **group** verwenden, um direkt durch die Gruppierungsmodi zu blättern. Die Beschriftung der X-Achse ändert sich entsprechend:

<i>k</i> Hz	Keine Gruppierung, Spektralanteile
<i>H</i>	Oberschwingungsanteile
<i>g</i>	Oberschwingungsgruppen
<i>sg</i>	Oberschwingungs-Untergruppen
<i>isg</i>	Zwischenharmonischen-Untergruppen
<i>*sg</i>	Oberschwingungs- und Zwischenharmonischenuntergruppen
<i>k</i> Hz ...	

*Hinweis*

Das Umschalten des Gruppierungsmodus ist auch im Haltemodus **HOLD** möglich, sodass sich verschiedene Darstellungen von Daten aus dem gleichen Intervall anzeigen lassen.

7. Zum Ändern der Skala der X-Achse die Funktionstaste **Zoom** drücken.  
Die Skala mit den Cursortasten anpassen:

Cursortaste	Funktion
Links oder rechts	Frequenz-/Oberschwingungsachse
Oben oder unten	Frequenz / Zoomfaktor der Oberschwingungsachse ändern
Enter	Einstellungen bestätigen
Esc	Skalierung abbrechen und vorherige Einstellungen wiederherstellen

8. Die Funktionstaste  $\rightarrow$  **table** verwenden, um zur numerischen Tabellenansicht zu wechseln und die THD-Werte unten im Bildschirm anzuzeigen.

23:User		PI	R 200.1ms	f1u 49.972 Hz	13:33:47
U1	100.0U~	Order		U1 [Urms]	
I1	3.000A~	g 0		0.0	
U2	300.0mU~	g 1		63.5	
I2	3.000A~	g 2		0.0	
U3	300.0mU~	g 3		1.7	
I3	60.00mA~	g 4		0.0	
		g 5		2.9	
		g 6		0.1	
		g 7		4.7	
		g 8		0.1	
		g 9		5.6	
		g 10		0.1	
		f [1]		49.97 Hz	
		THDG [2..40]		14.09 %	
EN	Phase 1, Voltage detail				
$\rightarrow$ %	$\rightarrow$ group	scroll	$\rightarrow$ graph	Detail	Config

esn115.eps

## Integrationsfunktion/Elektrische Arbeit

Zur Berechnung integrierter Werte werden die Werte über einen gewissen Zeitraum gemessen. Es ist möglich, bis zu sechs unabhängige Werte (Um, Im, S, P bzw. Q) für die Berechnung zu konfigurieren.

1. Messtaste **WAV** drücken.

Eine Taste für die Berechnung der elektrischen Arbeit wird in der Zuweisungsleiste für die Funktionstasten angezeigt.

1:W3	PI	309.9ms	f1u 22.585 Hz	12:32:20	
U1 100.0 V $\approx$	P <sub>1</sub>	300.0 mA $\approx$	1.164	W	
I1 300.0 mA $\approx$			1.127	W	
U2 100.0 V $\approx$			P <sub>2</sub>	300.0 mA $\approx$	1.134
I2 300.0 mA $\approx$	$\lambda_1$	0.2249			ind
U3 100.0 V $\approx$	$\lambda_2$	0.2221			ind
I3 300.0 mA $\approx$	$\lambda_3$	0.2219	ind		
RS	Power, Phase 1/2/3				
LCD +	LCD -		el/mech	$\int$ rms/h01	

esp059.gif

2. Die Funktionstaste  $\int$  drücken.

In der Zuweisungsleiste werden die zur Berechnung verwendeten Funktionen angezeigt.

1:W3	$\int$	$\int$ 300.0ms	f1u 50.002 Hz	10:28:38	
U1 100.0 V $\approx$	$\int$ P	300.0 mA $\approx$	541.50	mWh	
I1 300.0 mA $\approx$			$\int$ Q	2.3403	Vrh
U2 300.0 V $\approx$			$\int$ S	2.4021	VAh
I2 300.0 mA $\approx$	$\int$ I1 m	-181.09	$\mu$ Ah		
U3 300.0 V $\approx$	$\int$ I2 m	2.8190	$\mu$ Ah		
I3 300.0 mA $\approx$	$\int$ U3 m	-1.8149	mVh		
RS	Integration (total)				
$\int$ Start	$\int$ Stop	$\int$ Clear	el/mech	$\int$	

esp060.gif

Funktionstaste	Funktion
∫ Start	Messung (Integration) beginnen
∫ Stop	Messung (Integration) beenden
∫ Clear	Messung (Integration) auf Null zurücksetzen
∫	Anzeige der Messwerte ändern

3. Funktionstaste **∫ Start** drücken, um mit dem Messverfahren zu beginnen.
4. Funktionstaste **∫ Stop** drücken, um das Messverfahren zu beenden.

Die Referenzleistungswerte werden im folgenden Bildschirm angezeigt.

1:W3	∫	∫ 300.0ms	f1u 50.002 Hz	10:29:08
U1 100.0 V $\approx$	∫+ P	587.60	mWh	
I1 300.0 mA $\approx$				
U2 300.0 V $\approx$				
I2 300.0 mA $\approx$	∫+ Q	2.5449	Vrh	
U3 300.0 V $\approx$	∫+ S	2.6119	VAh	
I3 300.0 mA $\approx$				
	∫+ I1 m	0.0000	Ah	
	∫+ I2 m	17.890	$\mu$ Ah	
	∫+ U3 m	137.85	$\mu$ Vh	
<b>RS</b>	<b>Integration (pos only)</b>			
∫ Start	∫ Stop	∫ Clear	el/mech	∫

esp061.gif

5. Die Funktionstaste **∫** drücken.

Die Summen der Ausgangsleistung werden angezeigt.

1:W3	∫	∫ 300.0ms	f1u 50.001 Hz	10:29:23
U1 100.0 V $\approx$	∫- P	0.0000	Wh	
I1 300.0 mA $\approx$				
U2 300.0 V $\approx$				
I2 300.0 mA $\approx$	∫- Q	0.0000	Vrh	
U3 300.0 V $\approx$	∫- S	0.0000	VAh	
I3 300.0 mA $\approx$				
	∫- I1 m	-203.36	$\mu$ Ah	
	∫- I2 m	-15.117	$\mu$ Ah	
	∫- U3 m	-2.4296	mVh	
<b>RS</b>	<b>Integration (neg only)</b>			
∫ Start	∫ Stop	∫ Clear	el/mech	∫

esp062.gif

6. Zum Zurückkehren zu einer Übersicht der Messwerte für den ausgewählten Kanal die Funktionstaste **∫** erneut drücken.



## Speichern und Drucken von Messungen

### Speichern von Messungen

Sampling-Werte oder Messwerte lassen sich für spätere Offline-Analysen, etwa FFT-Analysen, durchschnittliche Einschaltströme oder transiente Prozesse speichern.

*Hinweis*

*Die Messtaste „Speicher“ funktioniert nur in Verbindung mit der NORMA View-Software.*

Weitere Einzelheiten finden Sie in den Benutzerhandbüchern des jeweiligen Softwareprodukts.

### Drucken von Messungen

- Drucker anschließen, es sei denn, es wird ein NORMA 5000-System mit optional installierten Frontpanel-Drucker verwendet.
- Sicherstellen, dass die Schnittstelle ordnungsgemäß konfiguriert ist (siehe „Konfigurieren der Datenübertragung an Drucker und PC“ in Kapitel 7).
- Messtaste **Print** drücken.

Die Messwerte werden gedruckt.

## Ferngesteuerte Bedienung mit VNC

### Einführung

VNC® (Virtual Network Computing) ist ein System, das dem Benutzer eine Fernsteuerung eines Gerätes ermöglicht, indem dessen Bildschirme auf einem Computer angezeigt werden und die Tastatur- und Mauseingaben vom Computer an das Gerät gesendet werden. VNC verwendet das RFB®- (Remote Frame Buffer-)Protokoll zur Kommunikation mit dem Gerät. Auf dem Gerät wird ein VNC-Server ausgeführt, und ein auf dem Computer laufender VNC-Client stellt zur Fernsteuerung eine Verbindung mit diesem Server her. Da der Umfang der unterstützten Optionen unterschiedlich sein kann, handeln Server und Client bei der Verbindungsherstellung die gemeinsam zu verwendenden Protokolloptionen aus (Verschlüsselung, Komprimierung, Farbschema ...). VNC-Client-Anwendungen sind für verschiedene Computer, Tablet-PCs und Smartphones verfügbar, in der Regel kostenlos oder zu geringen Kosten. Zu den gängigsten Anwendungen gehören *RealVNC*, *TightVNC* und *UltraVNC*.

Weitere Informationen zu VNC und RFB sind hier zu finden:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_Network\\_Computing](http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Network_Computing)

*Hinweis*

*VNC und RFB sind eingetragene Marken von RealVNC Ltd.*

### VNC-Geräteunterstützung




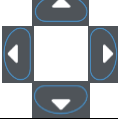











Der VNC-Server in diesem Gerät ist eine im Hintergrund laufende Thin-Anwendung, während im Vordergrund die wichtigen Berechnungs- und Anzeigeaufgaben für die Messungen ausgeführt werden. Daher werden nur einige Grundfunktionen von VNC unterstützt:

Protokollversion:	3.3
Sicherheit/Verschlüsselung:	kein
Gerätename:	NORMA Power Analyzer
Bildschirmgröße:	320x 240


Farbschema / Pixelformat:	True Color (8, 16 oder 32 Bit Breite) oder palettenbasierte Farbe (16 Farben)
Pixelcodierung:	Roh, RRE und CopyRect
Cursorcodierung:	Support für eigenen lokalen Mauscursor
Tastaturereignisse:	Für Einzelheiten siehe Tabelle unten
Mausereignisse:	Für Einzelheiten siehe Tabelle unten

VNC Konnektivität wird nur über die LAN-Schnittstelle (mit der Auswahl von VNC als Protokoll) und als einziges Protokoll unterstützt (nur ein Client pro Verbindung, keine Unterstützung für Standard-Remotesteuerungsbefehle bei aktivem VNC-Modus).

Das Gerät akzeptiert folgende Tasten:

Computertaste	Taste an der Geräte-Frontplatte	Funktion
F1 ... F6		Wie in der Softkey-Zeile angezeigt
Return / Enter		Wählt
ESC		Abbrechen/zurück
← ⇒ ↑ ↓		Cursorbewegung
BildAuf	-	Vorherige Seite (nur in Listenfeldern)
BildAb	-	Nächste Seite (nur in Listenfeldern)
Pos1	-	Erstes Element (nur in Listenfeldern)
Ende	-	Letztes Element (nur in Listenfeldern)
+		Phasenauswahl
W, w		Funktionsauswahl
S, s		Summen
N, n		Numerischer Bildschirm
R, r		Recorder-Bildschirm
O, o		Oszilloskop-Bildschirm
F, f		Oberschwingungs-Bildschirm
V, v		Vektor-Bildschirm
H, h		Halten/Laufen
M, m		Speichertrigger
P, p		Drucken

Das Gerät akzeptiert folgende Mausereignisse:

Mausereignisse	Taste an der Geräte-Frontplatte	Funktion
Mausbewegung	-	Änderung des Cursortyps (auf Hotspots) <sup>1</sup> 
Klick mit der linken Maustaste	Cursor + Enter Esc	Auswahl (auf Hotspots) Abbrechen (außerhalb von Listenfeldern)
Klick mit der rechten Maustaste	Esc	Abbrechen/zurück
Mausrad nach oben	Cursor nach oben	Vorheriges Element (nur in Listenfeldern)
Mausrad nach unten	Cursor nach unten	Nächstes Element (nur in Listenfeldern)

<sup>1</sup> Nur wenn das lokale *Cursor-Tracking* beim VNC-Client unterstützt wird und aktiviert ist.

Die folgenden Objekte sind „hot“ (Mauszeiger ändern) und können durch Anklicken mit der linken Maustaste ausgewählt werden:

- Alle Einrichtungsfelder der linken und rechten Symbolleisten
- Alle aktiven Softkey-Felder in der unteren Symbolleiste
- Alle auswählbaren Felder in den Einrichtungsbildschirmen
- Elemente in Popup-Listenfeldern
- Schaltflächen auf dem Rechner, für die Zahleneingabe
- Messbildschirmbereich, zum Aufrufen des Menüs zur Auswahl des Anzeigentyps (numerisch, Oszilloskop ...)



## **Kapitel 9**

# **NORMA-Prozessschnittstelle (optional)**

<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Prozessschnittstelle .....	9-3
Stiftzuweisung .....	9-3
Messwerte .....	9-4
Drehmoment .....	9-4
Drehzahl .....	9-4
Richtung .....	9-4
Konfigurieren der Prozessschnittstelle .....	9-4
Aufrufen von „Einrichtung von Motor/Generator“ .....	9-4
Auswählen des Motors .....	9-5
Konfigurieren des Drehmomentsensors .....	9-6
Konfigurieren des Drehzahlsensors .....	9-6
Konfigurieren von Motor oder Generator .....	9-6
Konfigurieren weiterer Motoren .....	9-7
Konfigurieren der Analogausgänge .....	9-7
Messen mit der Prozessschnittstelle .....	9-8
Anzeigen von gemessenen elektrischen Werten .....	9-8
Anzeigen mechanischer Werte .....	9-9
Anzeigen der Rohwerte .....	9-10
Drehmoment anzeigen – Alle Motoren .....	9-10
Drehzahl anzeigen – Alle Motoren .....	9-11
Prozessschnittstelle – Technische Daten .....	9-12
Acht Eingänge (Analog/Digital) .....	9-12
Als Analogeingang konfigurierter Eingang .....	9-12
Als Digitaleingang konfigurierter Eingang .....	9-12
Vier Digitaleingänge für die Ermittlung der Drehrichtung .....	9-12
Vier Ausgänge (analog) .....	9-12

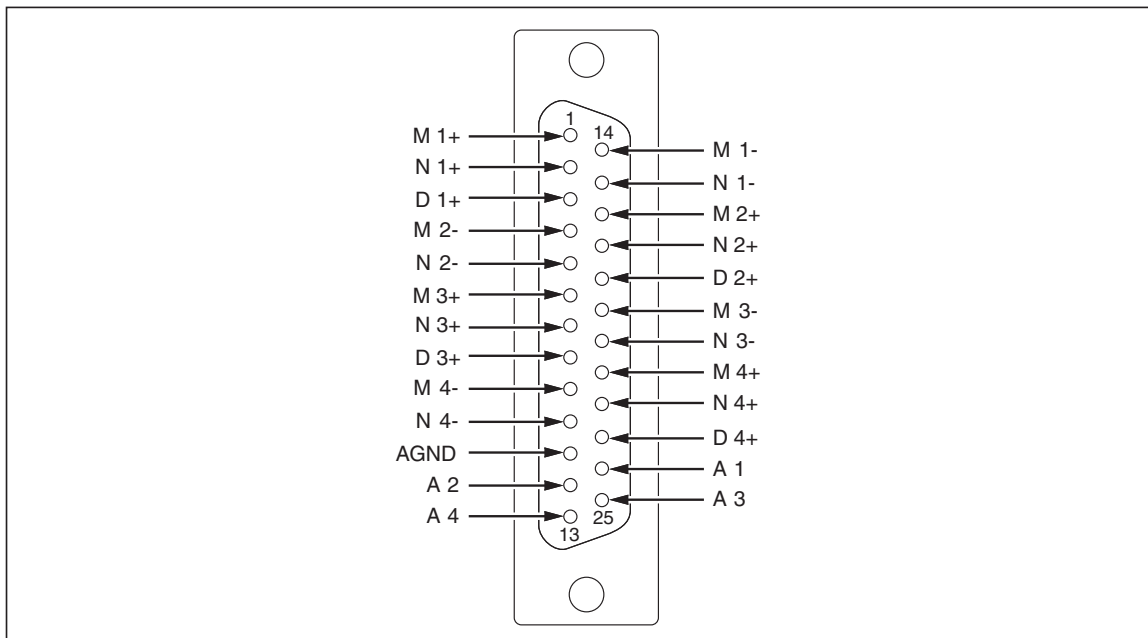


## Prozessschnittstelle

Die Prozessschnittstelle ermöglicht die gleichzeitige Analyse von elektrischer und mechanischer Leistung von bis zu vier Motoren (Generatoren). Das Drehmoment und die Drehzahl werden über Frequenzeingänge oder als Analogsignale gemessen.

## Stiftzuweisung

Abbildung 9-1 zeigt die sich auf der Rückseite von Power Analyzer befindliche Prozessschnittstelle (siehe „Konzipierung und Funktionen“ in Kapitel 3).



esp063.eps

Abbildung 9-1. Stiftzuweisung an der Prozessschnittstelle

Stift	Zuweisung
M1+...M4+ M1-...M4-	Vier Eingänge für das Drehmoment; für analoge oder digitale Signale konfigurierbar
N1+...N4+ N1-...N4-	Vier Eingänge für die Drehzahl; für analoge oder digitale Signale konfigurierbar
D1+...D4+	Vier Eingänge zur Erfassung des Drehwinkels; nur für Motoranalyse mit digitalem Drehzahleingang; die zugehörigen Eingänge, d. h. N1/D1, teilen einen LO-Anschluss
AGND	Analoger Erdungseingang
A1...A4	Vier Analogausgänge

## **Messwerte**

### **Drehmoment**

Das Drehmoment wird mit einem Kraftaufnehmer oder einer Drehmomentmesswelle mit einem  $\pm 10$  V DC-Ausgang oder einem Frequenzausgang gemessen.

### **Drehzahl**

Die Drehzahl wird mit einem Inkrementalgeber mit TTL- oder AC-Ausgang gemessen; alternativ kann z. B. ein Analogsignal von einem Drehzahlmesser verwendet werden.

### **Richtung**

Die Richtung wird mit einem permanenten Signal (L = Richtung positiv, H = Richtung negativ) ermittelt; alternativ kann sie mit einem Inkrementalgeber ermittelt werden.

In diesem Fall gilt Folgendes: wenn das Signal voreilt, ist die Richtung positiv; wenn das Signal nacheilt, ist die Richtung negativ.

## **Konfigurieren der Prozessschnittstelle**

Vor dem Beginn der Messung müssen der Drehmomentsensor und der Drehzahlsensor konfiguriert werden. Zum Konfigurieren der Prozessschnittstelle das Menü „Einrichtung von Motor/Generator“ auswählen. Bei der Konfiguration wird folgendermaßen vorgegangen:

- „Einrichtung von Motor/Generator“ aufrufen
- Auswählen des Motors
- Konfigurieren des Drehmomentsensors
- Konfigurieren des Drehzahlsensors
- Konfigurieren weiterer Motoren
- Konfigurieren der Analogausgänge

### **Aufrufen von „Einrichtung von Motor/Generator“**

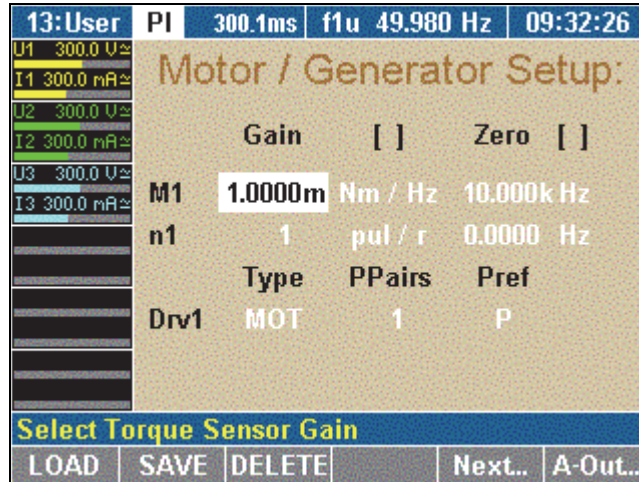
- Das Gerät muss über eine analoge Prozessschnittstelle verfügen
- Das Menüelement „PI“ muss in der Menüleiste angezeigt werden

Wenn der Power Analyzer über eine Prozessschnittstelle verfügt, wird das Menüelement „PI“ automatisch im Menü angezeigt.



1. Cursor auf das Menüelement „PI“ bewegen und **Enter** drücken.

Das Menü „Einrichtung von Motor/Generator“ wird mit den Einstellungen für Motor 1 (M1) wie unten dargestellt angezeigt.



esp064.gif

Einstellungen folgendermaßen anpassen:

Zeile	Beschreibung
M1	Drehmomentmessung (Eingang, Steigung und Null) für die einzelnen Motoren konfigurieren
n1	Drehzahlmessung (Drehzahlsensor) konfigurieren
Drv1	Typ (Type), Polpaare (PPairs) und Referenzleistung (Pref) festlegen

2. Wenn bereits eine zur Messanordnung passende Konfiguration gespeichert ist, auf die Funktionstaste **LOAD** drücken und die Konfiguration auswählen.
3. Mit **Enter** bestätigen.
4. Konfiguration wie im folgenden Abschnitt beschrieben ändern.

### Auswählen des Motors

- Das System für Motor 1 im Abschnitt „Drehmomentsensor konfigurieren“ konfigurieren.
- Zum Konfigurieren eines weiteren Motors so lange auf **Next...** drücken, bis der entsprechende Motorcode (M2, M3 oder M4) angezeigt wird.

### Konfigurieren des Drehmomentsensors

Das Drehmoment kann mit einem Kraftaufnehmer oder einer Drehmomentmesswelle gemessen werden. Das Signal wird über einen  $\pm 10$  V AC-Ausgang oder über einen Frequenzausgang übertragen. In Zeile „M“, (zum Beispiel, Motor 1: M1) folgende Einstellungen anpassen:

Spalte	Einstellungen	Beschreibung
Gain	1...	Steigung
Unit	Nm/Hz Nm/V	Abhängig vom Kraftaufnehmer oder dem Typ der Aufnahmwelle
Zero	1...	Der Drehzahl entsprechende Spannung oder Frequenz = 0
Unit	Hz, V	Einheit für Null, abhängig vom Sensortyp

1. Cursor bis zu einem Feld in Zeile „M1“ bewegen und **Enter** drücken.  
Eine Liste möglicher Optionen wird angezeigt.
2. Wert auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Der Wert wird im Anzeigefeld angezeigt.

### Konfigurieren des Drehzahlsensors

Zu möglichen Drehzahlsensoren gehören Inkrementalgeber (Messung mit TTL-/AC-Ausgang) oder ein Analogsignal. Die Einstellungen in Zeile „n“ (zum Beispiel, Motor 1: n1) anpassen:

Spalte	Einstellungen	Beschreibung
Gain	1...	Steigung
Unit	pul/r rpm/V	Impulse pro Umdrehung Umdrehungen pro Volt
Zero	1...	Der Drehzahl entsprechende Spannung oder Frequenz = 0
Unit	Hz, V	Einheit für Null, abhängig vom Sensortyp

1. Cursor bis zu einem Feld in Zeile „n1“ bewegen und **Enter** drücken.  
Eine Liste möglicher Optionen wird angezeigt.
2. Wert auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Der Wert wird im Anzeigefeld angezeigt.

### Konfigurieren von Motor oder Generator

Power Analyzer kann für die Analyse von Motoren und Generatoren verwendet werden. Zum Konfigurieren des Geräts die Einstellungen in Zeile „Drv1“ für Motor 1 anpassen:

Spalte	Einstellungen	Beschreibung
Type	MOT GEN	Motor Generator
PPairs	1 ... 999	Anzahl der Polpaare
Pref	P ... P3	Referenzleistung für die Berechnung des Wirkungsgrades

1. Cursor bis zu dem Feld in Zeile „Drv1“ bewegen und **Enter** drücken.  
 Eine Liste möglicher Optionen wird angezeigt.
2. Wert auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
 Der Wert wird im Anzeigefeld angezeigt.
3. Diese Konfiguration mit der Funktionstaste „SAVE“ speichern.

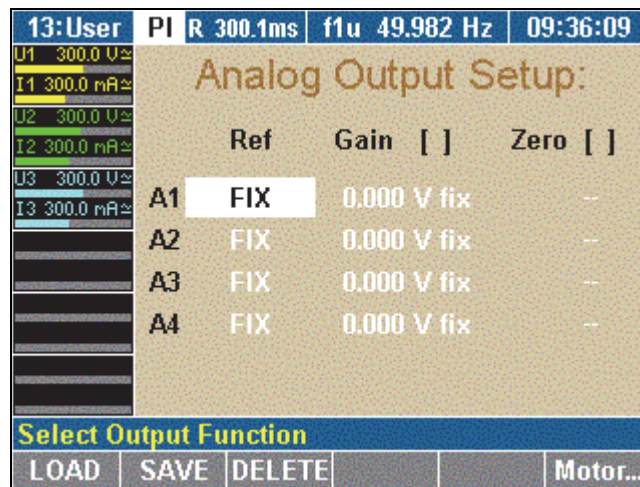
### Konfigurieren weiterer Motoren

1. Funktionstaste **Next...** drücken.  
 Die Einstellungen für Motor 2 werden angezeigt.
2. Den obigen Anweisungen für Motor 1 folgen, um die Einstellungen für die Motoren 2 bis 4 anzupassen.
3. **SAVE** zum Speichern der Konfigurationen für die Motoren drücken.

### Konfigurieren der Analogausgänge

Die 4 Analogausgänge (A1...A4) können als Ausgang für die gemessenen, berechneten oder gemittelten Werte verwendet werden, oder zum Übertragen der Werte auf ein externes Gerät, um sie weiter zu verarbeiten. Standardmäßig sind die Analogausgänge als Spannungsausgang für  $\pm 10$  V. konfiguriert. Für die Ausgabe höherer Spannungen muss das entsprechende Aufnehmerverhältnis eingegeben werden, z. B. 10 mV/V für eine gemessene Spannung von 220 V und ein Ausgangssignal von 2,2 V.

1. Funktionstaste **A-Out** drücken.  
 Das Menü „Einrichtung der Analogausgänge“ wird angezeigt.



esp065.gif

Einstellungen anpassen:

Spalte	Einstellungen	Beschreibung
Ref	FIX U1, M1, P <sub>M1</sub> ...	Feste DC-Spannung oder Auswahl aus verfügbaren mittleren Messwerten
Verstärkung	1...	Aufnehmerverhältnis oder fester Wert (-10,3 V bis +10,3 V)
Einheit	V/A, V/V, V/Ohm, V/Hz (je nachdem, ob Ref nicht ausgewählt ist)	d. h. 10 mV/V, zum Beispiel entspricht 10 mV am Ausgang 1 V des Messwertes
Null	1...	Nullpunkt/Offset
Einheit	A, W, V, Hz, Ohm	Einheit für Null, abhängig vom ausgewählten Ref

2. Cursor bis zu einem Feld in Zeile „A1“ bewegen und **Enter** drücken.  
Eine Liste möglicher Optionen wird angezeigt.
3. Wert auswählen und mit **Enter** bestätigen.  
Der Wert wird im Anzeigefeld angezeigt.
4. Analogausgänge A2 bis A4 dementsprechend konfigurieren

### **Messen mit der Prozessschnittstelle**

Drehmoment, Drehzahl und mechanische Leistung werden in Echtzeit gemessen und gemittelt. Sie werden mit den gemessenen elektrischen Werten kombiniert, so dass Schlupf und mechanischer Wirkungsgrad berechnet werden können.

- Das Gerät muss über eine analoge Prozessschnittstelle verfügen.
- Das Menüelement „PI“ muss in der Menüleiste angezeigt werden.

Wenn der Power Analyzer über eine Prozessschnittstelle verfügt, wird das Menüelement „PI“ automatisch im Menü angezeigt.

### **Anzeigen von gemessenen elektrischen Werten**

1. Messtaste **000** (Numerische Anzeige) drücken.  
Die Messwerte von Kanal 1 werden angezeigt.

13:User	PI	300.1ms	f1u 49.985 Hz	09:37:00
U1 300.0 V $\approx$	U <sub>1</sub> rms	227.13	V	
I1 300.0 mA $\approx$				
U2 300.0 V $\approx$	I <sub>1</sub> rms	84.82	mA	
I2 300.0 mA $\approx$				
U3 300.0 V $\approx$	P <sub>1</sub>	13.45	W	
I3 300.0 mA $\approx$				
	S <sub>1</sub>	19.27	VA	
	Q <sub>1</sub>	13.79	Var	
	$\lambda_1$	0.6981	ind	
LCD +	LCD -		el/mech	Detail rms/h01

esp066.gif

Anzeige	Beschreibung
U <sub>1 rms</sub>	Effektivspannung
I <sub>1 rms</sub>	Effektivstromstärke
P <sub>1</sub>	Wirkleistung
S <sub>1</sub>	Scheinleistung
Q <sub>1</sub>	Blindleistung
$\lambda_1$	Leistungsfaktor

- Durch Drücken der Messtasten **1...n** werden die Werte der entsprechenden Kanäle angezeigt.
- Funktionstaste **el/mech** drücken.

### Anzeigen mechanischer Werte

Die Messwerte von Motor 1 werden auf folgendem Bildschirm angezeigt.

1:W3	PI	600.0ms	f1u --- Hz	16:17:11
U1 300.0 mV $\approx$	M <sub>1</sub>	-10.000	Nm	
I1 30.00 mA $\approx$				
U2 300.0 mV $\approx$	n <sub>1</sub>	0.0000	krpm	
I2 30.00 mA $\approx$				
U3 300.0 mV $\approx$	P <sub>M1</sub>	0.0000	kW	
I3 30.00 mA $\approx$				
	S <sub>L1</sub>	--.--	%	
	$\eta_1$	--.--	%	
	P	$\pm$ 0.0000	mW	
RS	Motor 1, Main			
LCD +	LCD -		el/mech	Mot/Gp

esp067.gif

Durch Drücken der Messtasten **1...n** werden die Werte der entsprechenden Eingänge angezeigt.

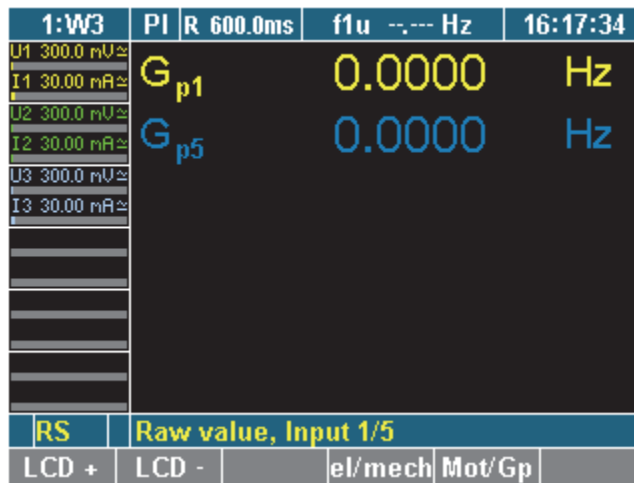
Anzeige	Beschreibung
M <sub>1</sub>	Drehmoment Motor 1
n <sub>1</sub>	Drehzahl Motor 1
P <sub>M1</sub>	Mechanische Leistung Motor 1
S <sub>L1</sub>	Schlupf Motor 1
η <sub>1</sub>	Wirkungsgrad Motor 1
P	Elektrische Referenzleistung, ja nach Konfiguration

**Anzeigen der Rohwerte**

Rohwerte sind nicht skalierte Messwerte eines Kanals.

1. Funktionstaste **Mot/Gp** drücken.

Der Messwert von Motor 1 wird wie auf folgendem Bildschirm angezeigt.



esp068.gif

2. Durch Drücken der Messtasten **1...n** werden die Werte der entsprechenden Eingänge angezeigt.

Anzeige	Beschreibung
Gp1	Drehmoment Motor 1
Gp2 ...	Drehmoment Motor 2
Gp5	Drehzahl Motor 1
Gp6 ...	Drehzahl Motor 2

**Drehmoment anzeigen – Alle Motoren**

1. Messtaste **WAV** drücken.

Die Drehmomentwerte für die Motoren 1 bis 4 werden angezeigt.



## Prozessschnittstelle – Technische Daten

### Acht Eingänge (Analog/Digital)

Die differentiellen Eingänge können individuell als Analog- oder Digitaleingang konfiguriert werden.

#### Als Analogeingang konfigurierter Eingang

Parameter	Spannung
Bereich	$\pm 10$ V Nennspannung (Sättigungsbereich ca. +2 %)
Maximale Eingangsspannung	$\pm 50$ Veff
Maximale Gleichtaktspannung gegen Erde	$\pm 10$ V (ohne zusätzlichen Fehler)
	$\pm 25$ (ohne Begrenzung durch Schutzteile)
Messunsicherheit	$\pm (0,1$ % von AVG+ 0,08 % von AVGR)

#### Als Digitaleingang konfigurierter Eingang

Parameter	Frequenz
Messsignal	TTL-kompatibel oder AC (Schaltschwelle ca. +1,5 V $\pm$ 0,5 V Hysterese)
Bereich	0.5 Hz bis 500 kHz <sup>[1]</sup>
Maximale Eingangsspannung	$\pm 50$ Veff
Maximale Gleichtaktspannung gegen Erde	$\pm 25$ V
Messunsicherheit	$\pm 0,025$ % von AVG
[1] Die Anzahl der Impulse pro Umdrehung muss mit der Drehzahl des Motors so synchronisiert werden, dass die maximale Messfrequenz nicht überschritten wird. Zudem muss sichergestellt werden, dass die Auflösung für die Messung der Frequenz bei geringen Motordrehzahlen ausreicht.	

### Vier Digitaleingänge für die Ermittlung der Drehrichtung

Eingänge für die Ermittlung der Drehrichtung werden nur für Motoren und zusammen mit den entsprechenden digitalen Drehzahleingängen verwendet.

### Vier Ausgänge (analog)

Ausgangsspannung	maximal $\pm 10,3$ V; maximale Last 5 mA, vor Kurzschluss geschützt, geteilter LO-Anschluss zur Erde möglich
Zulässige externe Spannung	maximal 50 Veff an HI-Eingang
Zusätzlicher Fehler	$\pm (0,15$ % von AVG + 0,05 % FV), Endwert FV = 10 V
Temperaturkoeffizient	< 0,2 x Fehlergrenze/K
Ausgangsrate	entspricht dem aktuellen Mittelungsintervall
Auflösung	ungefähr $\pm 8000$ Zähler für $\pm 10$ V, 1 Zähler $\approx 1,25$ mV
Anstiegszeit	10 bis 90 %: ungefähr 10 ms
Ansprechzeit	bis $\pm 0,2$ %: 25 MS
	bis $\pm 1,0$ %: ungefähr 20 ms



# **Kapitel 10**

## **Messwertberechnung**

<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Messwerte pro Phase x (Kanal x – mit x indizierte Werte) .....	10-3
Gesamtwerte (Summe oder Mittel).....	10-4
Frequenzanalyse.....	10-6
Optionale Prozessschnittstellen-Formeln.....	10-7



## Messwerte pro Phase x (Kanal x – mit x indizierte Werte)

Für die meisten Werte, z. B. Effektivwerte (RMS), Leistung, berechnete Werte wie Impedanz oder Leistungsfaktor, sind die entsprechenden Werte der Grundschiwingung H01 ebenfalls verfügbar. Aufgrund der häufig auftretenden Verzerrungen durch Oberschwingungen eignen sich die H01-Werte oft besser für die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom (Winkel) bzw. für die durch induktive oder kapazitive Lasten verursachte Blindleistung. Es muss jedoch eine stabile Synchronisationsquelle vorhanden und ausgewählt sein.

Effektivwerte (RMS)	$U_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 \cdot dt}$	$I_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 \cdot dt}$
Mittel <sup>[1]</sup>	$U_{\text{M}} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u \cdot dt$	$I_{\text{M}} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T i \cdot dt$
Gleichgerichtetes Mittel	$U_{\text{RM}} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T  u  \cdot dt$	$I_{\text{RM}} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T  i  \cdot dt$
Positive Spitze	$U_{\text{P+}} = \text{MAX}(u)$	$I_{\text{P+}} = \text{MAX}(i)$
Negative Spitze	$U_{\text{P-}} = \text{MIN}(u)$	$I_{\text{P-}} = \text{MIN}(i)$
Spitze-Spitze	$U_{\text{PP}} = U_{\text{P+}} - U_{\text{P-}}$	$I_{\text{PP}} = I_{\text{P+}} - I_{\text{P-}}$
Spitzenfaktor <sup>[2]</sup>	$U_{\text{CF}} = \frac{U_{\text{P}}}{U_{\text{RMS}}}$	$I_{\text{CF}} = \frac{I_{\text{P}}}{I_{\text{RMS}}}$
Formfaktor	$U_{\text{FF}} = \frac{U_{\text{RM}}}{U_{\text{RMS}}}$	$I_{\text{FF}} = \frac{I_{\text{RM}}}{I_{\text{RMS}}}$
Korrigiertes gleichgerichtetes Mittel	$U_{\text{RMC}} = U_{\text{RM}} \cdot 1,1107$	$(U_{\text{RM}} \cdot \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{2}}) - \text{nicht für Strom}$
Klirrfaktor <sup>[3]</sup>	$U_{\text{THD}} = \frac{\sqrt{U_{\text{RMS}}^2 - U_{\text{H01}}^2}}{U_{\text{H01}}}$	$I_{\text{THD}} = \frac{\sqrt{I_{\text{RMS}}^2 - I_{\text{H01}}^2}}{I_{\text{H01}}}$
Oberschwingungsanteil <sup>[4]</sup>	$U_{\text{HC}} = \frac{\sqrt{U_{\text{RMS}}^2 - U_{\text{H01}}^2}}{U_{\text{RMS}}}$	$I_{\text{HC}} = \frac{\sqrt{I_{\text{RMS}}^2 - I_{\text{H01}}^2}}{I_{\text{RMS}}}$
Grundschiwingungsanteil	$U_{\text{FC}} = \frac{U_{\text{H01}}}{U_{\text{RMS}}}$	$I_{\text{FC}} = \frac{I_{\text{H01}}}{I_{\text{RMS}}}$

### Hinweis

*Beim W3-System sind die oben aufgeführten Spannungen sowohl für die Phasenspannung  $U_x$  (gemessen) als auch für die Phase-Phase-Spannung  $U_{xy}$  (berechnet) verfügbar. Beim W2-System ist die Phase-Phase-Spannung  $U_{xy}$  direkt an den Eingang des Kanals angeschlossen und wird direkt gemessen. Phasenspannungswerte sind nicht verfügbar.*

Phasenverschiebung der Grundschiwingung zur Referenz (Synch.)

$$\varphi \text{ U H01}$$

$$\varphi \text{ I H01}$$

Wirkleistung

$$P = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u \cdot i \cdot dt$$

Scheinleistung	$S = U_{RMS} \cdot I_{RMS}$	
Blindleistung <sup>[4]</sup>	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$ (+...induktiv, -...kapazitiv)	
Korrigierte Leistung <sup>[5]</sup>	$P_c = P \cdot \left(2 - \frac{U_{FF}}{1,1107}\right) = P \cdot \left(2 - \frac{U_{rms}}{U_{rm,1,1107}}\right)$ (Norm EN60076-1)	
Leistungsfaktor	$\lambda = \frac{P}{S}$	
Phasenverschiebung <sup>[6]</sup>	$\varphi = \arccos \lambda$	
Impedanz	$Z = \frac{S}{I_{RMS}^2}$	
In Reihe geschaltete Komponenten	$R_S = \frac{P}{I_{RMS}^2}$	$X_S = \frac{Q}{I_{RMS}^2}$
Parallel geschaltete Komponenten	$R_P = \frac{U_{RMS}^2}{P}$	$X_P = \frac{U_{RMS}^2}{Q}$
Energie durch die Integrationsfunktion für P (separat für positives und negatives P)	$E = \int u \cdot i \cdot dt$	

Hinweise

- [1] Mittelwert für reinen (AC) Sinus = 0.
- [2] Zur Berechnung des Spitzenfaktors wird der größere Absolutwert des positiven und negativen Spitzenwerts verwendet.
- [3] Die Standardmethode zur Berechnung des Klirrfaktors und des Oberschwingungsgehalts ist als die Summe der einzelnen Oberschwingungen definiert. Diese einzelnen Werte sind im NORMA Power Analyzer nicht allgemein verfügbar. Die hier verwendete Methode (Einsetzen durch Berechnung aus Grundschwingung und Effektivwerte) führt nur im Falle der Zwischenharmonischen zu einer zusätzlichen Abweichung.

Harmonic content (according to DIN): $U_{hc} = k = \frac{\sqrt{(U_{H2}^2 + U_{H3}^2 + \dots + U_{Hn}^2)}}{\sqrt{(U_{H1}^2 + U_{H2}^2 + \dots + U_{Hn}^2)}}$	Harmonic distortion (according to IEC): $U_{hd} = \frac{\sqrt{(U_{H2}^2 + U_{H3}^2 + \dots + U_{Hn}^2)}}{U_{H01}}$
--	---

- [4] Aufgrund der Verzerrung (Oberschwingungen) und unterschiedlichen Lasten stammt die Blindleistung Q nicht nur aus der Phasenverschiebung. Das Zeichen für Q wird von dem Phasenverschiebungstest entnommen, der fehlschlagen könnten, wenn keine eindeutige Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom erkannt wird.
- [5] Beim W3-System kann je nach Transformatortyp der Effektivwert (RMS) der Spannung und rm-Wert der Phasenspannung bzw. der Phase-Phase-Spannung gewählt werden. Die W2-Systemberechnung ist auf Phase-Phase-Spannungen beschränkt (aufgrund der nicht verfügbaren Phasenspannung). Wenn bei einem N5000-Gerät das W2-System und die Phasenspannungsmethode ausgewählt ist, so ist P<sub>c</sub> nur für das zweite System verfügbar (P<sub>Cd</sub>/P<sub>Cs</sub>/P<sub>Cb</sub>/P<sub>C</sub>).
- [6] Siehe auch [3]. Die Phasenverschiebung φ für Breitbandsignale ist im Grunde ein künstliches Ergebnis, denn sie entspricht lediglich einem physischen Winkel für sinusförmige Signale. Es ist häufig sinnvoll, stattdessen φ<sub>H01</sub>, die Phasenverschiebung der Grundschwingungsspannung zum Grundschwingungsstrom, zu verwenden.

## Gesamtwerte (Summe oder Mittel)

Einige Werte sind für Geräte mit 1, 2, 4 oder 5 Kanälen ggf. nicht verfügbar. Die Auswahl des W2-Systems ist nur für die Kanäle 1 und 2 (Kanal 3 kann unabhängig verwendet werden). Die Kanäle 4-5-6 des NORMA 5000 werden immer als W3-System konfiguriert.

Mittelwert der Phasenspannungen (RMS, RM, M, RMC, H01) nicht verfügbar mit W2	$U_{\Delta} = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{3}$	W2: -/-
Mittelwert der Phase-Phase-Spannungen (RMS, RM, M, RMC, H01)	$U_{\Delta} = \frac{U_{12} + U_{23} + U_{31}}{3}$	W2: $U_{\Delta} = \frac{U_{13} + U_{23} + U_{12}}{3}$
Mittelwert der Phasenströme (RMS, RM, M, H01)	$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}$	W2: $I = \frac{I_1 + I_2}{2}$

Summen der Leistungswerte

Wirkleistung	$P = P_1 + P_2 + P_3$	W2: $P = P_1 + P_2$
Blindleistung <sup>[1]</sup>	$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$	W2: $Q = Q_1 + Q_2$
Scheinleistung <sup>[2]</sup>	$S = S_1 + S_2 + S_3$	W2: $S = S_1 + S_2$
Korrigierte Leistung <sup>[3]</sup>	$P_C = P_{C1} + P_{C2} + P_{C3}$	W2: $P_C = P_{C1} + P_{C2}$

Impedanz<sup>[4]</sup>

$$Z = \frac{U_{\Delta}^2}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

In Reihe geschaltete Komponenten

$$R_s = \frac{U_{\Delta}^2 \cdot P}{P^2 + Q^2} \quad X_s = \frac{U_{\Delta}^2 \cdot Q}{P^2 + Q^2}$$

Parallel geschaltete Komponenten

$$R_p = \frac{U_{\Delta}^2}{P} \quad X_p = \frac{U_{\Delta}^2}{Q}$$

Gesamter Leistungsfaktor

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

Gesamte Phasenverschiebung<sup>[5]</sup>

$$\varphi = \arccos \lambda$$

Energie durch die Integrationsfunktion für P (separat für positives und negatives P)

$$E = \int u \cdot i \cdot dt$$

Frequenz des ausgewählten Kanals (Spannung oder Strom 1...3...6)

**f<sub>XU</sub> oder f<sub>XI</sub>**

Messintervall

**t<sub>AVG</sub>**

Zeit seit Start (Zurücksetzen)

**t<sub>RAVG</sub>**

Hinweise:

- [1] Bei Q1 und Q2 eines W2-Systems handelt es sich um interne Werte:  $Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2}$ ,  $Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2}$
- [2] Bei S1 und S2 eines W2-Systems handelt es sich um interne Werte:  $S_1 = U_{13} \cdot I_1 \cdot \sqrt{3} / 2$ ,  $S_2 = U_{23} \cdot I_2 \cdot \sqrt{3} / 2$
- [3] Die Scheinleistung von W2 wird im Gegensatz zum W3-System aus 2 Spannungen und zwei Strömen berechnet. Dies kann im Falle asymmetrischer Systeme/Lasten zu Unterschieden zwischen den W3- und W2-Messungen führen.
- [4] Die berechneten Werte der Gesamtimpedanzen stellen die durchschnittlichen Phasenimpedanzen in einem symmetrischen 3-Leiternetz (Stern) dar, was der gemessenen Summe der Phase-Phase-Spannungen  $U_{\Delta}$  und den Wirk- und Blindleistungswerten P und Q entspricht.
- [5] Die Phasenverschiebung  $\varphi$  für Breitbandssignale ist im Grunde ein künstliches Ergebnis. Sie entspricht nur für sinusförmige Signale einem physischen Winkel. Es ist häufig sinnvoll, stattdessen  $\varphi_{H01}$ , die Phasenverschiebung der Grundschwingungsspannung zum Grundschwingungsstrom, zu verwenden.

## Frequenzanalyse

Die Grundberechnungsmethode zur Analyse von Oberschwingungen ist ein FFT-Algorithmus (Fast Fourier-Transformation):

$$b_k = \frac{2}{T} \cdot \int_0^T f(t) \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot k \cdot \frac{t}{T}\right) \cdot dt$$

$$a_k = \frac{2}{T} \cdot \int_0^T f(t) \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot k \cdot \frac{t}{T}\right) \cdot dt$$

$$c_k = |b_k + j \cdot a_k| = \sqrt{(a_k^2 + b_k^2)}$$

$T$  ... Länge des Analyseintervalls ( $2^n$  Datenpunkte)

$k$  ... Ordnung der Spektralkomponente

$$Y_{C,k} = \frac{c_k}{\sqrt{2}}$$

Größenordnung der Spektralkomponente  $k$  (Effektivwert)

$$Y_{C,0} = c_0 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T f(t) \cdot dt$$

DC-Wert

Es werden drei verschiedene Berechnungsmethoden implementiert:

- Der FFT-Modus verwendet eine feste Sampling-Frequenz. Auf die Eingangsdaten wird zunächst eine Hanning-Fensterfunktion („Kosinus-Glockenverteilung“) angewendet, um spektrale Einflüsse unsynchronisierter Frequenzanteile zu unterdrücken. Es stehen verschiedene Frequenzbereiche von 0...310 Hz bis zur Hälfte der Sampling-Frequenz des Geräts zur Verfügung. Das Ergebnis der FFT wird zusätzlich geglättet, um den von der Fensterfunktion verursachten Gartenzaun-Effekt der Größenordnung zu reduzieren.  
Die Ergebnisse sind nur als Effektivwerte verfügbar.
- DFT-Modus. Die ungeglätteten Ergebnisse der FFT (siehe 1. oben) werden weiterverarbeitet, um die Grundschantwings-Frequenz und die Größenordnung ihrer ganzzahligen Oberschwingungen zu interpolieren.  
Die Ergebnisse können als Effektivwerte oder als % der Grundschantwung angezeigt werden.
- STD-Modus (nach EN61000-4-7 Ausg. 2.1). Bei dieser Berechnung wird ein softwarebasiertes Synchronisierungsverfahren verwendet, um die FFT über eine ganzzahlige Anzahl von Grundschantwingszyklen anzuwenden. Daher ist keine Fensterfunktion erforderlich. In der Norm werden nur Intervalle von 10 bzw. 12 Zyklen (für  $f_{nom} = 50$  Hz bzw. 60 Hz) spezifiziert, für niedrigere Frequenzen stellt das Gerät einige weiter bereit.

Für die Spektralanteile können verschiedene Gruppierung gewählt werden:

Basis-Spektralanteile	$Y_{C,k}$	Nur [Effektivwert]
Oberschwingungsanteile	$Y_{H,h}$	[Effektivwert] oder [% Grundschantwung]
Oberschwingungsgruppen	$Y_{g,h}$	[Effektivwert] oder [% Grundschantwung]
Oberschwingungs-Untergruppen	$Y_{sg,h}$	[Effektivwert] oder [% Grundschantwung]
Mittige Zwischenharmonischen-Untergruppen	$Y_{isg,h}$	[Effektivwert] oder [% Grundschantwung]
Oberschwingungs- und Zwischenharmonischenuntergruppen	$Y_{sg,h}$ , $Y_{isg,h}$	[Effektivwert] oder [% Grundschantwung]

Hinweis

Definitionen und Formeln sind der EN61000-4-7 Ausg. 2.1 zu entnehmen.

Die Verzerrungsfaktoren werden für alle Gruppierungsmodi (außer den Spektralanteilen) wie folgt berechnet:

Oberschwingungsanteile:	$THD_Y = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} \left(\frac{Y_{H,h}}{Y_{H,1}}\right)^2}$ nur [%]
Oberschwingungsgruppen:	$THDG_Y = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} \left(\frac{Y_{g,h}}{Y_{g,1}}\right)^2}$ nur [%]
Oberschwingungs-Untergruppen:	$THDS_Y = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} \left(\frac{Y_{sg,h}}{Y_{sg,1}}\right)^2}$ nur [%]
Mittige Zwischenharmonischen-Untergruppen:	$TIDS_Y = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} \left(\frac{Y_{isg,h}}{Y_{sg,1}}\right)^2}$ nur [%]
Oberschwingungs- und Zwischenharmonischenuntergruppen:	$THDT_Y = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} \left(\frac{Y_{sg,h}}{Y_{sg,1}}\right)^2 + \sum_{h=2}^{40} \left(\frac{Y_{isg,h}}{Y_{sg,1}}\right)^2}$ nur [%]

Hinweis

TIDS und THDT sind in der EN-Norm nicht definiert.

## Optionale Prozessschnittstellen-Formeln

Drehmoment  $M_d = S_{M_d} * \left( \frac{1}{T} \int_0^T u_{(t)} dt - Z_{M_d} \right)$

- $M_d$  Drehmoment in Nm
- $S_{M_d}$  Skalierungsfaktor für Drehmoment in Nm/V oder in Nm/Hz
- $Z_{M_d}$  Nullpunktoffset für Drehmoment in V oder in Hz
- $U_{(T)}$  analoges Drehmomentsignal am Messeingang
- oder
- Pulse für das digitale Drehmomentsignal am Messeingang
- $T$  Mittelwertbildungsintervall in Sekunden

Drehzahl (Pulseingang):  $n = \frac{1}{S_n} * \left( \frac{1}{T} \sum_0^T pulses * 60 - Z_n \right)$

- $n$  Drehzahl in 1/Min.
- $S_n$  Skalierungsfaktor des Pulstransmitters in Pulse/Umdrehung
- $Z_n$  Nullpunktoffset des Pulstransmitters in Hz (üblicherweise = 0)
- $T$  Mittelwertbildungsintervall in Sekunden

Drehzahl (Analogeingang):  $n = \text{Error! Objects cannot be created from editing field codes.}$

- $n$  Drehzahl in 1/Min.
- $S_n$  Skalierungsfaktor der Drehzahl in U/min pro V
- $Z_N$  Nullpunktoffset der Drehzahl in V
- $u_{(t)}$  analoges Drehzahlsignal am Messeingang
- $T$  Mittelwertbildungsintervall in Sekunden

## NORMA 4000/5000

### Bedienungsanleitung

---

Mechanische Leistung  $P_m = n * M_d * 2\pi/60$   
 $P_m$  Mechanische Leistung in W

Wirkungsgrad  $\eta = \frac{P_m}{P} * 100\%$  (MOT) oder  $\eta = \frac{P}{P_m} * 100\%$  (GEN)

$\eta$  Wirkungsgrad  
 $P$  el. Leistungsreferenz  
 $P_m$  Mechanische Leistung

Schlupf  $SL = \frac{f - \frac{n}{60} * p}{f} * 100\%$

$p$  Anzahl der Polpaare  
 $f$  el. Frequenz [Hz]



# Kapitel 11

## Technische Daten

Titel	Seite
Technische Daten – Fluke NORMA 4000/5000 .....	11-3
Allgemeine technische Daten .....	11-3
Referenzbedingungen .....	11-3
Umgebungsbedingungen .....	11-3
Normen .....	11-3
Schnittstellen .....	11-4
Datenspeicher .....	11-4
Konfigurationsspeicher .....	11-4
Technische Daten zum Kanal .....	11-4
Spannung .....	11-4
Strom .....	11-4
Frequenz und Synchronisation .....	11-5
Eigenunsicherheit (Referenzbedingungen) Spannung und Strom .....	11-5
Eigenunsicherheit (Referenzbedingungen) Wirkleistung .....	11-5
Blockdiagramme .....	11-9
Übersicht .....	11-9
Spannungskanäle .....	11-10
Stromkanäle .....	11-10



## Technische Daten – Fluke NORMA 4000/5000

### Allgemeine technische Daten

	NORMA 4000	NORMA 5000
Kompaktes System	1 bis 3 Phasen	bis zu 6 Phasen
	kontinuierliche Mittelwerte	
Schnittstellenbefehle	SCPI Vers.1999.0; Legacy-Emulation von D5255 einstellbar	
Gehäuse	Metallgehäuse der Schutzklasse 1, IP 40	
Gewicht	5 kg	7 kg
Abmessungen (B, H, T)	237,0 mm, 150,0 mm (3HU), 315,0 mm	447,0 mm, 150,0 mm (3HU), 315,0 mm
Anzeige	145 mm, 320 x 240 Pixel; Hintergrundbeleuchtung und Kontrast einstellbar	
Betrieb	Folientastatur, mit Cursor, Funktionstasten und direkten Funktionen	
Netzanschluss	85 bis 264 V AC (47 bis 440 Hz) 120 bis 300 V DC, Eurostecker mit Schalter ungefähr 40 VA	ungefähr 65 VA
Messklemmen	Schutzkontaktsteckdose (4 mm); 2 je Eingang; (für Stromeingänge optionale Anschlussklemme) Shunt-Anschluss via BNC-Buchse	
Kalibrationsintervall	2 Jahre	

### Referenzbedingungen

Temperatur	23 °C ±1 °C (71,6 °F bis 75,2 °F)
Feuchtigkeit	< 60 % r.F.
Netzanschluss	115 V/230 V ± 10 %
Netzfrequenz	50 Hz/60 Hz
Aufwärmzeit	> 30 Minuten

### Umgebungsbedingungen

Betriebstemperaturbereich	+5 bis +35 °C (+41 °F bis +95 °F)
Lagertemperaturbereich	-20 bis +50 °C (-4 °F bis +122 °F)
Klimaklasse	B2 (gemäß IEC 60654-1)
Relative Luftfeuchtigkeit	maximal 85 %, nicht kondensierend
Höhe	Unter 2000 m

### Normen

Elektrische Sicherheit	
EN 61010-1/2. Ausgabe	1000 V CAT II (600 V CAT III) Verschmutzungsgrad 2, Schutzart I
EN61558	für Transformatoren
EN 61010-2-031/61010-2-032	für Zubehör
Elektromagnetische Verträglichkeit	
Emission	IEC 61326-1, Klasse B
Störfestigkeit	IEC 61326-1/Industrielle Standorte

Prüfspannungen	
Netzanschlussgehäuse (Erdanschluss)	1,5 kV AC
Messeingänge des Netzanschlusses	5,4 kV AC
Messeingänge – Gehäuse	3,3 kV AC
Messeingänge – Messeingänge	5,4 kV AC

### Schnittstellen

RS232		RS232-Schnittstelle für Firmware-Upload und Datenaustausch mit dem PC; das Gerät kann über einen externen Adapter an einen Drucker angeschlossen werden
IFC 1 Option	GPIO	IEEE 488.2/1 MBit/s
	LAN	Ethernet/10 MBits/s oder 100 MBits/s

### Datenspeicher

Messdatenspeicher	ungefähr 4 MB
-------------------	---------------

### Konfigurationsspeicher

Die aktuellen Messgeräteinstellungen können für späteres erneutes Laden als Konfigurationen in einem nicht-flüchtigen Speicher gespeichert werden. Änderungen, die nicht in einer Konfiguration gespeichert sind, gehen beim Abschalten des Geräts verloren. Bis zu 15 benutzerdefinierte Konfigurationen können dauerhaft unter vordefinierten Namen gespeichert werden.

### Technische Daten zum Kanal

#### Spannung

8 Messbereiche für U	0,3 – 1 – 3 – 10 – 30 – 100 – 300 – 1000 V
U <sub>ss</sub>	2 x Messbereich
U <sub>max</sub>	1000 V <sub>eff</sub> , 2000 V <sub>ss</sub> kontinuierlich 1400 V <sub>eff</sub> , 2000 V <sub>ss</sub> , maximal 10 Sekunden
Eingangsimpedanz	2 MΩ/20 pF
Gleichtaktunterdrückung	120 dB bei 100 kHz
Temperaturkoeffizient	0,05 x Eigenunsicherheit/K

#### Strom

	I Gleichstrom, 10 A maximal	I Gleichstrom, 20 A maximal
6 Messbereiche für Gleichstrom	30 bis 100 mA - 0,3 – 1 – 3 – 10 A	60 bis 200 mA - 0,6 – 2 – 6 – 20 A
I <sub>ss</sub>	2 x Messbereich	
I <sub>max</sub>	12 A kontinuierlich 20 A maximal 10 Sekunden/100 A maximal 1 Sekunde	24 A kontinuierlich 32 A maximal 10 Sekunden/120 A maximal 1 Sekunde
<b>Eingangsimpedanz mit integrierten Shunts</b>		
Bereiche	30, 100 mA: 1,4 Ohm typisch	60, 200 mA: 1 Ohm typisch
	0,3, 1 A: 0,25 Ohm typisch	0,6, 2 A: 0,2 Ohm typisch
	3, 10 A: 0,025 Ohm typisch	6, 20 A: 0,02 Ohm typisch
<b>Messanschluss für Shunt oder Fühler</b>		
BNC-Buchse	100 kΩ/200 pF	
Bereiche	30 – 100 mV - 0,3 – 1 – 3 – 10 V	
U <sub>max</sub>	20 V <sub>eff</sub> , 30 V <sub>ss</sub> kontinuierlich 30 V <sub>eff</sub> , 50 V <sub>ss</sub> , maximal 10 Sekunden	
Gleichtaktunterdrückung	120 dB bei 100 kHz	
Temperaturkoeffizient	0,05 x Eigenunsicherheit/K	

### Frequenz und Synchronisation

Bereich	0,2 Hz bis Messrate (102 kHz/341 kHz/1 MHz)
Messfehler	± 0,01 % Messwert
Kanalwahl	alle Kanäle U/I, oder externer Eingang
Tiefpassfilter	optional integrierbar mit 3 verschiedenen Grenzwertfrequenzen
(Externer) Synchronisierungseingang	Maximal 50 V, 0,2 Hz bis Messrate
Synchronisierungsausgang	TTL-Impulssignal 5 V

### Eigenunsicherheit (Referenzbedingungen) Spannung und Strom

max. Unsicherheit kd + kg in ± % (der Anzeige + pf rmg)

	PP42	PP50	PP52	PP54	PP64
Messrate	341 kHz	1024 kHz	341 kHz		
Bandbreite	3 MHz	10 MHz	3 MHz		
45 bis 65 Hz <sup>[1]</sup>					0,01 + 0,02
10 bis 1000 Hz	0,1 + 0,1	0,05 + 0,05			0,03 + 0,02
bei 10 kHz	0,25 + 0,25	0,2 + 0,2			
bei 100 kHz	0,5 + 0,5	0,4 + 0,4			
DC bis 10 Hz <sup>[2]</sup>	0,2 + 0,2	0,1 + 0,1			
1 bis 10 kHz	$(0,1+0,1)+(0,15+0,15) \cdot \log(f/1 \text{ kHz})$	$(0,05+0,05)+(0,15+0,15) \cdot \log(f/1 \text{ kHz})$		$(0,03+0,02)+(0,17+0,18) \cdot \log(f/1 \text{ kHz})$	
10 bis 100 kHz	$(0,25+0,25)+(0,25+0,25) \cdot \log(f/10 \text{ kHz})$	$(0,2+0,2)+(0,2+0,2) \cdot \log(f/10 \text{ kHz})$			
>100 kHz	Stufenweise abnehmend auf -30% bei der oberen Grenzfrequenz				
<p>[1] Anti-Aliasing-Filter ein, AC-Kopplung                      [2] Anti-Aliasing-Filter ein, DC-Kopplung, typischer max. Fehler                      Hinweise:                      Spannungsunsicherheit (Fehler): <math>F_v \text{ in \% of rdg} = \pm (kd + \frac{kg}{kv})</math>                      V Größenordnungsfaktor kv = Anzeige (V) ÷ Bereich (V)                      Stromunsicherheit (Fehler): <math>F_i \text{ in \% of rdg} = \pm (kd + \frac{kg}{ki})</math>                      I Größenordnungsfaktor: ki = Anzeige (I) ÷ Bereich (I)</p>					

### Eigenunsicherheit (Referenzbedingungen) Wirkleistung

Nenn-Phasenunsicherheit ka in 1/1000 Grad

Stromeingang	Frequenz	PP42	PP50	PP52	PP54	PP64
BNC (extern)	45...65 Hz <sup>[1]</sup>	10				2
BNC (extern)	10...10 kHz	5 + 5/kHz				
Direkt	45...65 Hz <sup>[1]</sup>	10				2,5
Direkt	10...10 kHz	5 + 15/kHz	5+10/kHz	5+15/kHz	5+10/kHz	5 + 5/kHz
<p>[1] Anti-Aliasing-Filter ein, AC-Kopplung                      Hinweise:                      Leistungsunsicherheit (Fehler): <math>F_p \text{ in \% of rdg} = \pm \left( F_v + F_i + ka \cdot kp \cdot \frac{\pi}{1,8} \cdot \sqrt{\frac{1}{PF^2} - 1} \right)</math> PF = Leistungsfaktor, ka in Grad                      kp = Größenordnung abhängig vom Phasenfehler: <math>kp = \text{MAX} \left[ 1; \sqrt{\frac{1}{kv}}; \sqrt{\frac{1}{ki}} \right]</math>                      kv, ki .100 % (Bereichsüberschreitung): kp=1</p>						

Wichtige Schlüsselergebnisse der vorhergehenden Gleichung, siehe auch Abbildungen 11-1 bis 11-3:

Zustände (AAF aus)		PP42	PP50	PP52	PP54	PP64
V = 100 % I direkt I = 100% PF = 1	45...65 Hz	0,40	0,20	0,20	0,20	0,10
	1 kHz	0,40	0,20	0,20	0,20	0,10
	10 kHz	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80
	100 kHz	2,00	1,60	1,60	1,60	1,60
V = 100 % I direkt I = 100% PF = 0,3	45...65 Hz	0,43	0,23	0,23	0,23	0,13
	1 kHz	0,51	0,28	0,31	0,28	0,16
	10 kHz	1,86	1,38	1,66	1,38	1,11
	100 kHz	10,35	7,18	9,95	7,18	4,40
V = 100 % I direkt I = 100% f = 45...65 Hz	PF = 1	0,40	0,20	0,20	0,20	0,10
	0,3	0,43	0,23	0,23	0,23	0,13
	0,1	0,49	0,29	0,29	0,29	0,19
	0,03	0,69	0,49	0,49	0,49	0,39
V = 100 % I direkt I = 50 f = 45...65 Hz	PF = 1	0,50	0,25	0,25	0,25	0,12
	0,3	0,54	0,29	0,29	0,29	0,16
	0,1	0,62	0,37	0,37	0,37	0,24
	0,03	0,91	0,66	0,66	0,66	0,53
V = 100 % I direkt I = 10% f = 45...65 Hz	PF = 1	1,30	0,65	0,65	0,65	0,28
	0,3	1,39	0,74	0,74	0,74	0,37
	0,1	1,57	0,92	0,92	0,92	0,55
	0,03	2,22	1,57	1,57	1,57	1,20
PP64 (AAF ein)		PF = 1	0,3	0,1	0,03	0,01
V = 100 % 45...65 Hz I direkt	I = 100 %	0,06	0,07	0,10	0,21	0,50
	50%	0,08	0,10	0,14	0,29	0,70
	10%	0,24	0,28	0,38	0,70	1,62

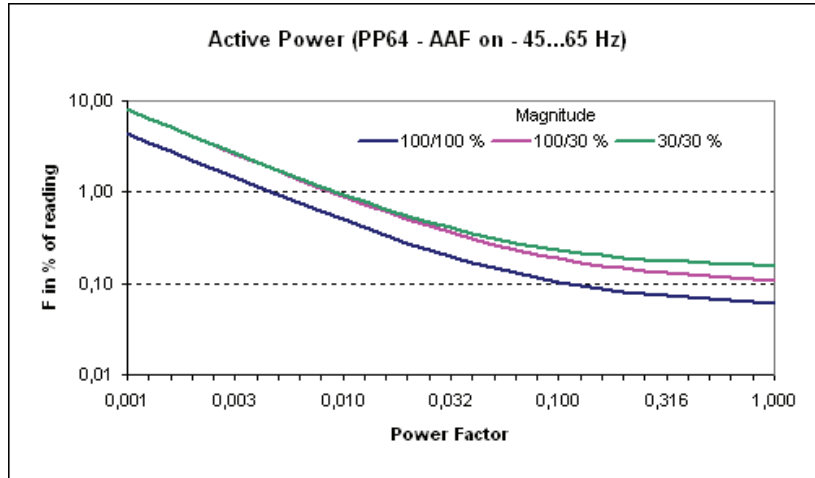


Abbildung 11-1. Wirkleistung (PP64 – AAF ein 45 bis 65 Hz)

esn200.eps

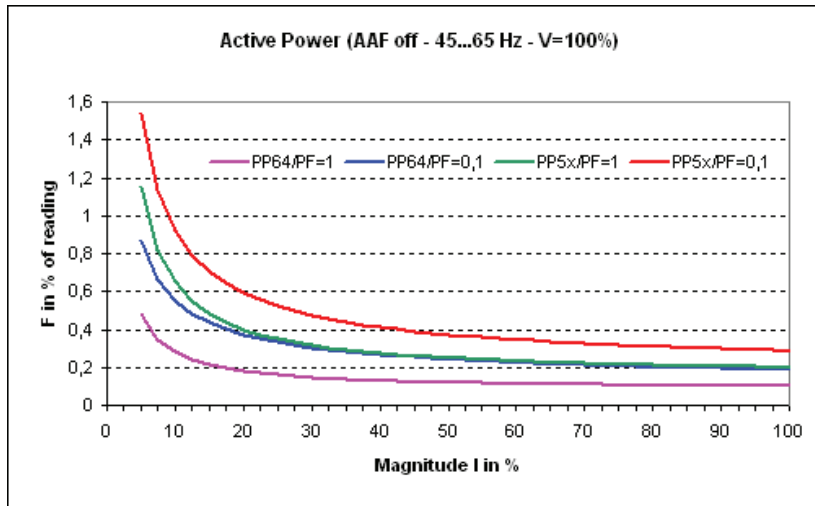


Abbildung 11-2. Wirkleistung (AAF aus - 45 bis 65 Hz - V=100%)

esn201.eps

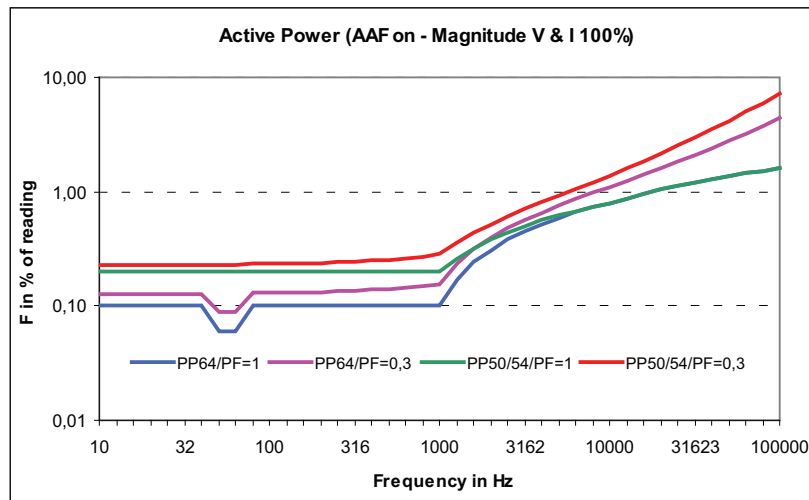


Abbildung 11-3. Wirkleistung (AAF ein - Größenordnung V & I 100%)

esn202.eps

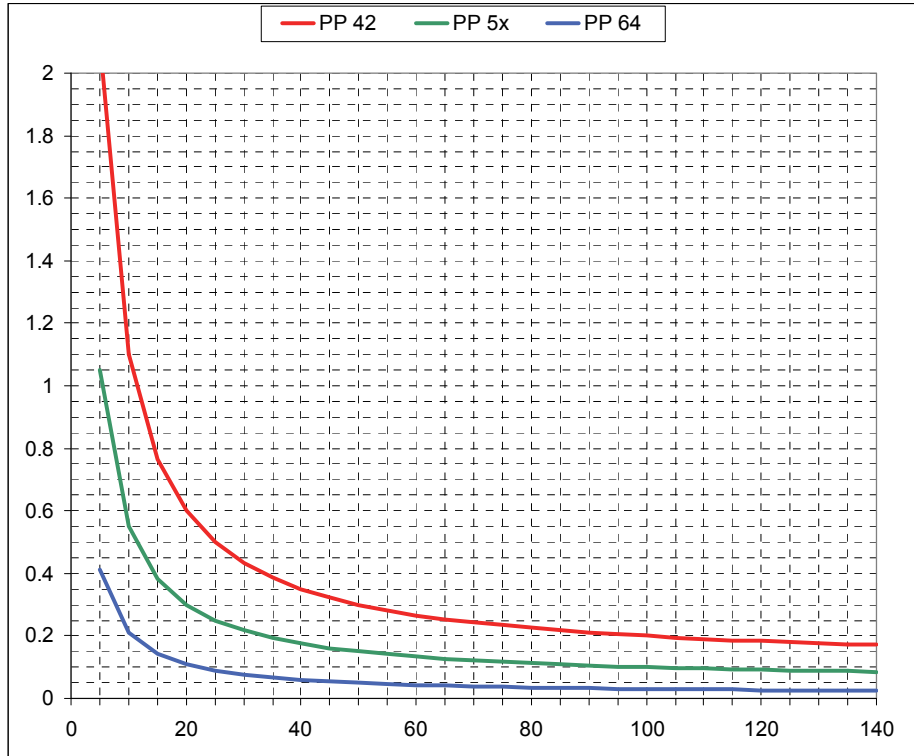


Abbildung 11-4. Linearität von U und I in % vs. Messwert/Bereich in % (50/60 Hz)

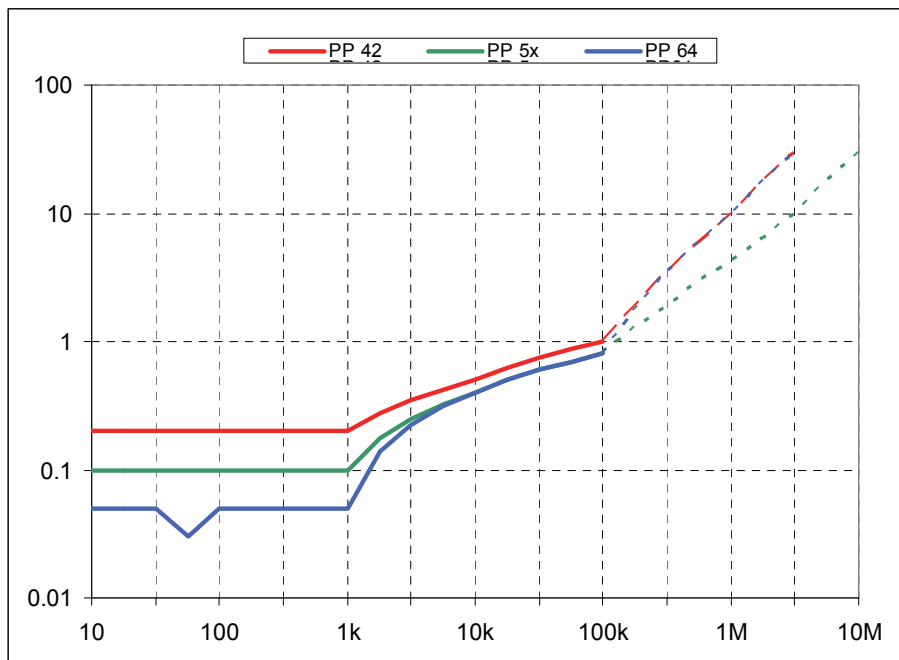
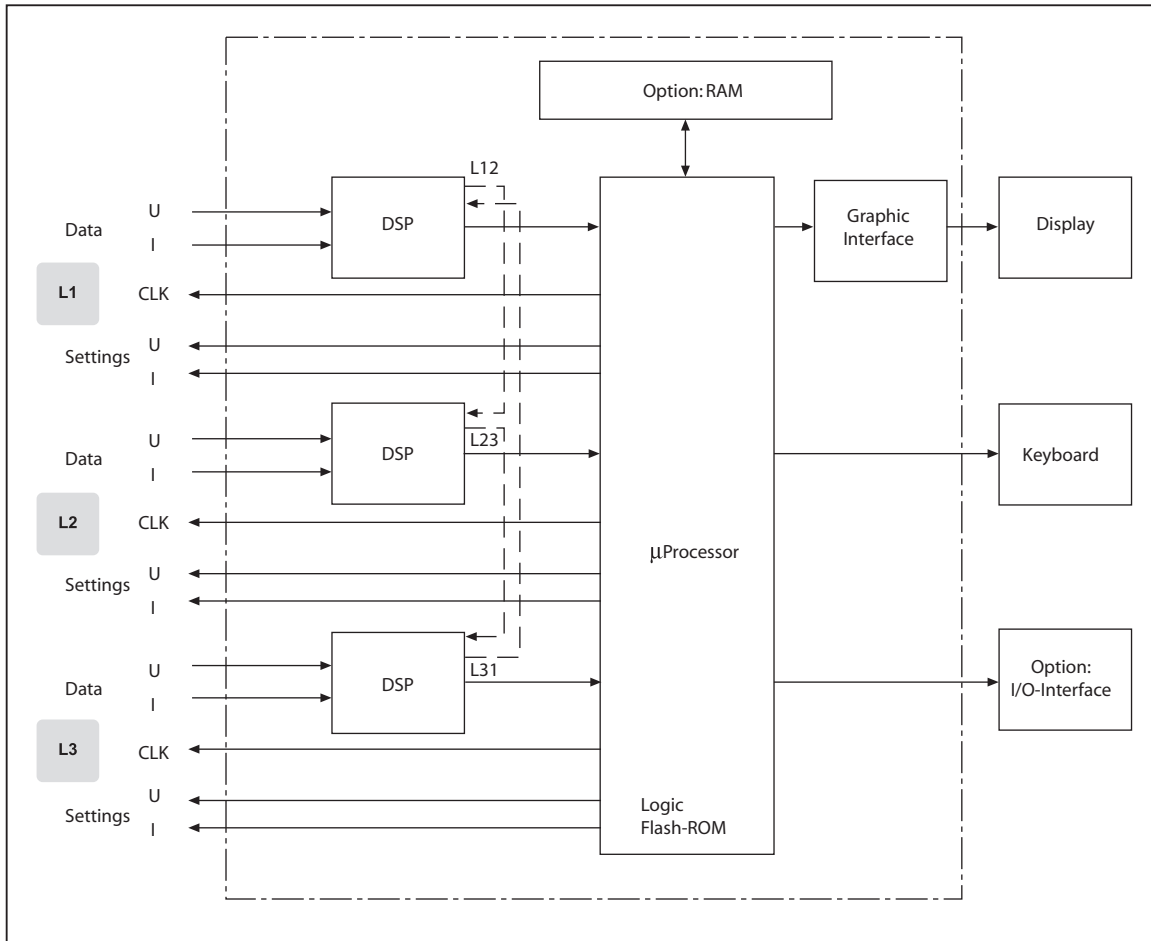


Abbildung 11-5. Unsicherheit in % von U und I vs. Frequenz (Messwert/Bereich = 100 %, Anti-Aliasing-Filter aus)



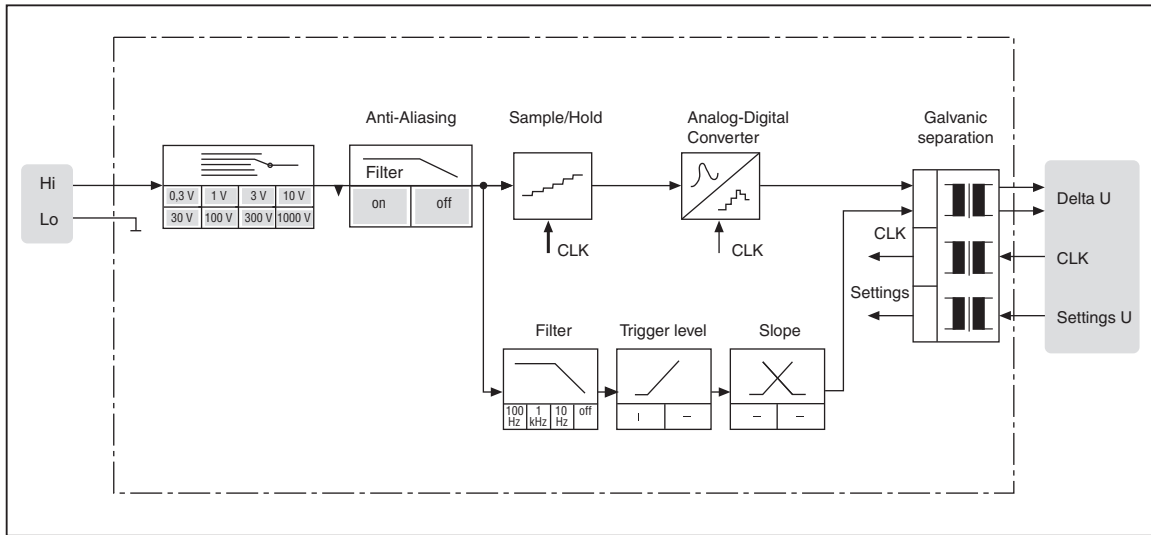
## Blockdiagramme

### Übersicht



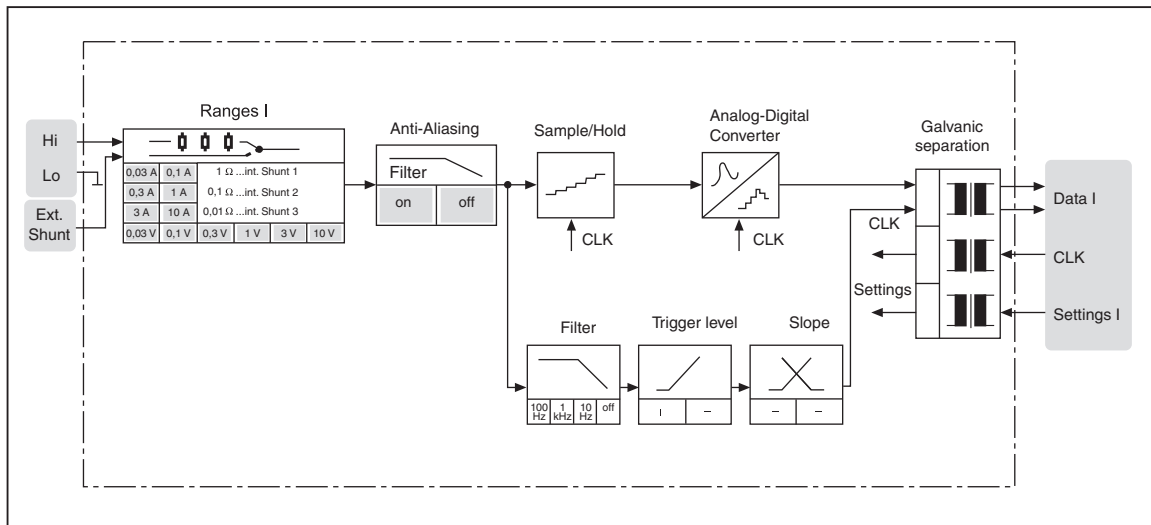
esp073.eps

## Spannungskanäle



esp074.eps

## Stromkanäle



esp075.eps

# **Kapitel 12**

## **Service und Zubehör**

<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Messgerät .....	12-3
Analyzer .....	12-3
Optionales Zubehör .....	12-3
Standardausrüstung.....	12-3
Zubehör .....	12-11
Zubehör .....	12-11
Software.....	12-11
Service .....	12-12
Allgemein .....	12-12



## Messgerät

### Analyzer

Fluke-Modellnummer	Beschreibung/Technische Daten
Fluke NORMA 4000	Basismodell 2/3 19", mit Netzadapter, hintergrundbeleuchteter 5,7"-Farbanzeige, RS 232-Schnittstelle für Firmware-Upload, für 3 Netzphasen und optionale Erweiterungen
Fluke NORMA 5000	Basismodell 19", mit Netzadapter, hintergrundbeleuchteter 5,7"-Farbanzeige, RS 232-Schnittstelle für Firmware-Upload, für 6 Netzphasen und optionale Erweiterungen
PP 42	Netzphase für Spannungs-, Strom- (20 A) und Leistungsmessung, Bandbreite von 3 MHz, Samplingrate 1/3 MHz, Fehlergrenze $\pm 0,1$ % des Messwerts bzw. $\pm 0,1$ % des Bereichs
PP 50	Netzphase für Spannungs-, Strom- (10 A) und Leistungsmessung, Bandbreite von 10 MHz, Samplingrate 1 MHz, Fehlergrenze $\pm 0,05$ % des Messwerts bzw. $\pm 0,05$ % des Bereichs
PP 52	Netzphase für Spannungs-, Strom- (20 A) und Leistungsmessung, Bandbreite von 3 MHz, Samplingrate 1/3 MHz, Fehlergrenze $\pm 0,05$ % des Messwerts bzw. $\pm 0,05$ % des Bereichs
PP 54	Netzphase für Spannungs-, Strom- (10 A) und Leistungsmessung, Bandbreite von 3 MHz, Samplingrate 1/3 MHz, Fehlergrenze $\pm 0,05$ % des Messwerts bzw. $\pm 0,05$ % des Bereichs
PP 64	Netzphase für Spannungs-, Strom- (10 A) und Leistungsmessung, Bandbreite von 3 MHz, Samplingrate 1/3 MHz, Fehlergrenze $\pm 0,025$ % des Messwerts bzw. $\pm 0,025$ % des Bereichs

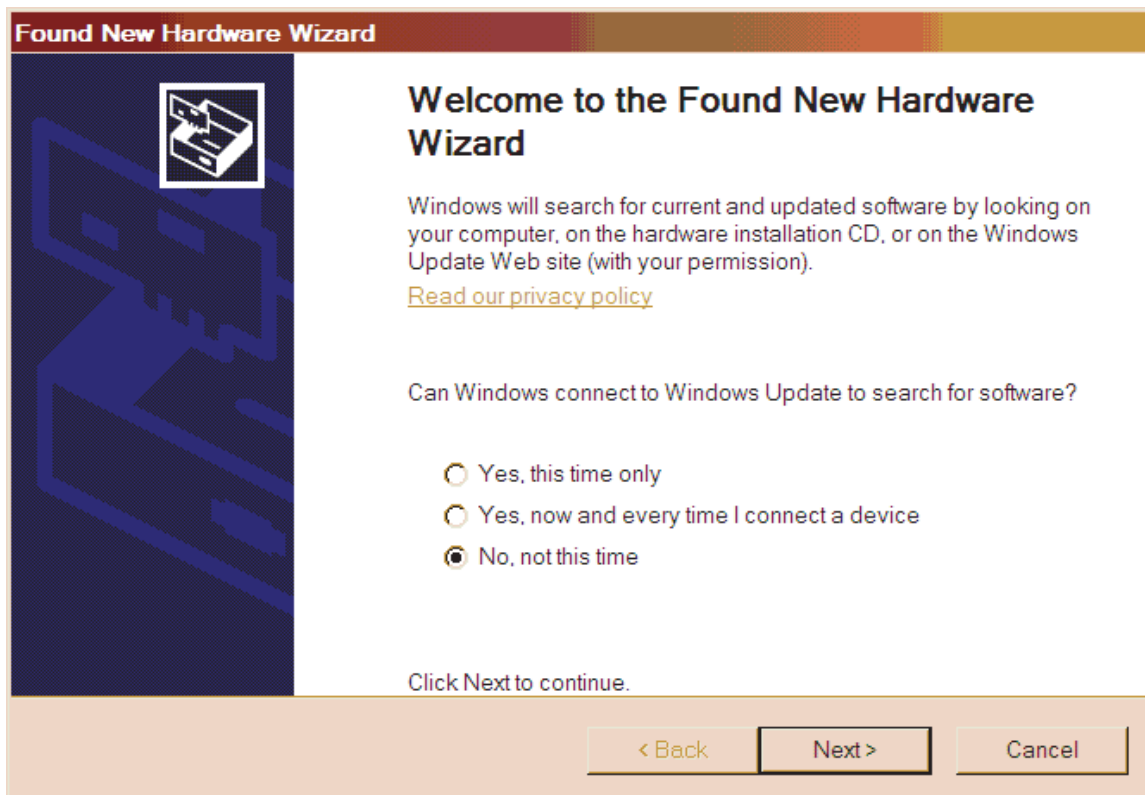
### Optionales Zubehör

Fluke-Modellnummer	Beschreibung/Technische Daten
NORMA IFC 1 (IEEE-488 + Ethernet)	IEEE-488- und Ethernet-Schnittstellen
NORMA Process IF	8 Analog-/Impulseingänge, 4 Analogausgänge
NORMA 5000 Printer	Thermodrucker für Fluke NORMA 5000
NORMA Printer Paper	Druckerpapier für NORMA 5000

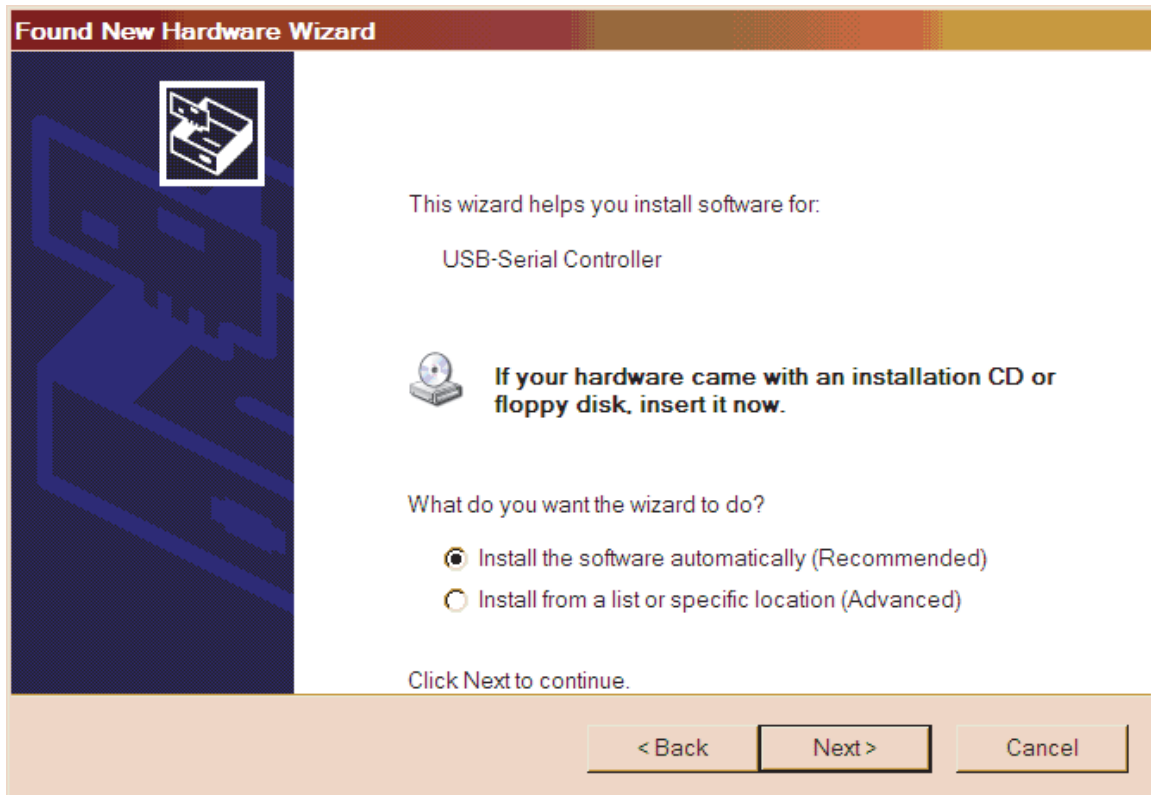
### Standardausrüstung

Im Lieferumfang des Power Analyzer ist ein Schnittstellenwandler USB zu seriell (RS 232) enthalten. Treiber installieren:

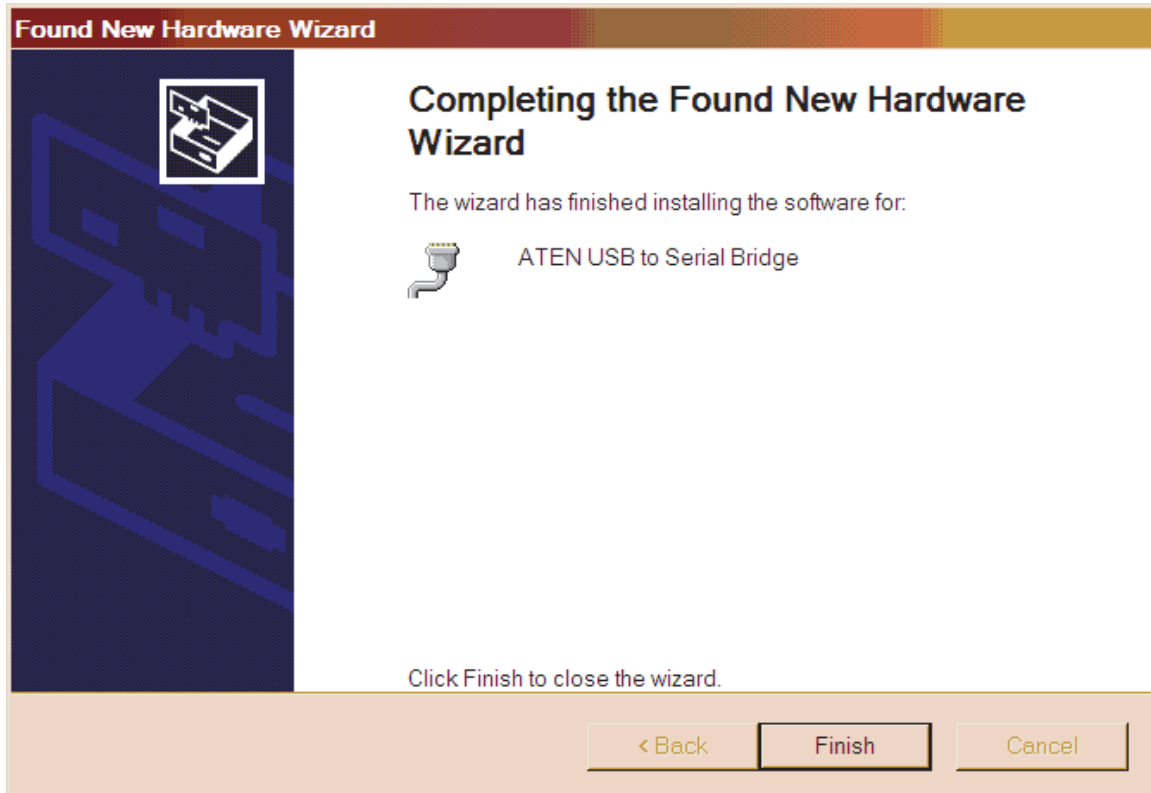
1. USB-Stecker des Kabels in einen freien USB-Steckplatz am Computer stecken.  
Der Assistent für neue Hardware wird angezeigt.



2. Die Option „No, not this time.“ aktivieren.
3. Auf **Next** klicken.
4. Die Hardware-CD mit dem Schnittstellenwandler USB zu seriell einlegen.
5. „Install the software automatically.“ auswählen.
6. Klicken Sie auf **Next**.



Windows sucht den entsprechenden Treiber und installiert diesen nach der Bestätigung der Installation von der CD auf das System.



esn082.gif

#### *Hinweis*

*Mit der aktuellen Implementierung der Fluke NORMA View-Software können serielle Adaptereinstellungen (Baud-Rate, Stoppbits usw.) nicht direkt konfiguriert werden. Dies muss vor dem Start von NORMA View manuell über eine Windows-Konfiguration geschehen.*

*Hierzu Folgendes aufrufen:*

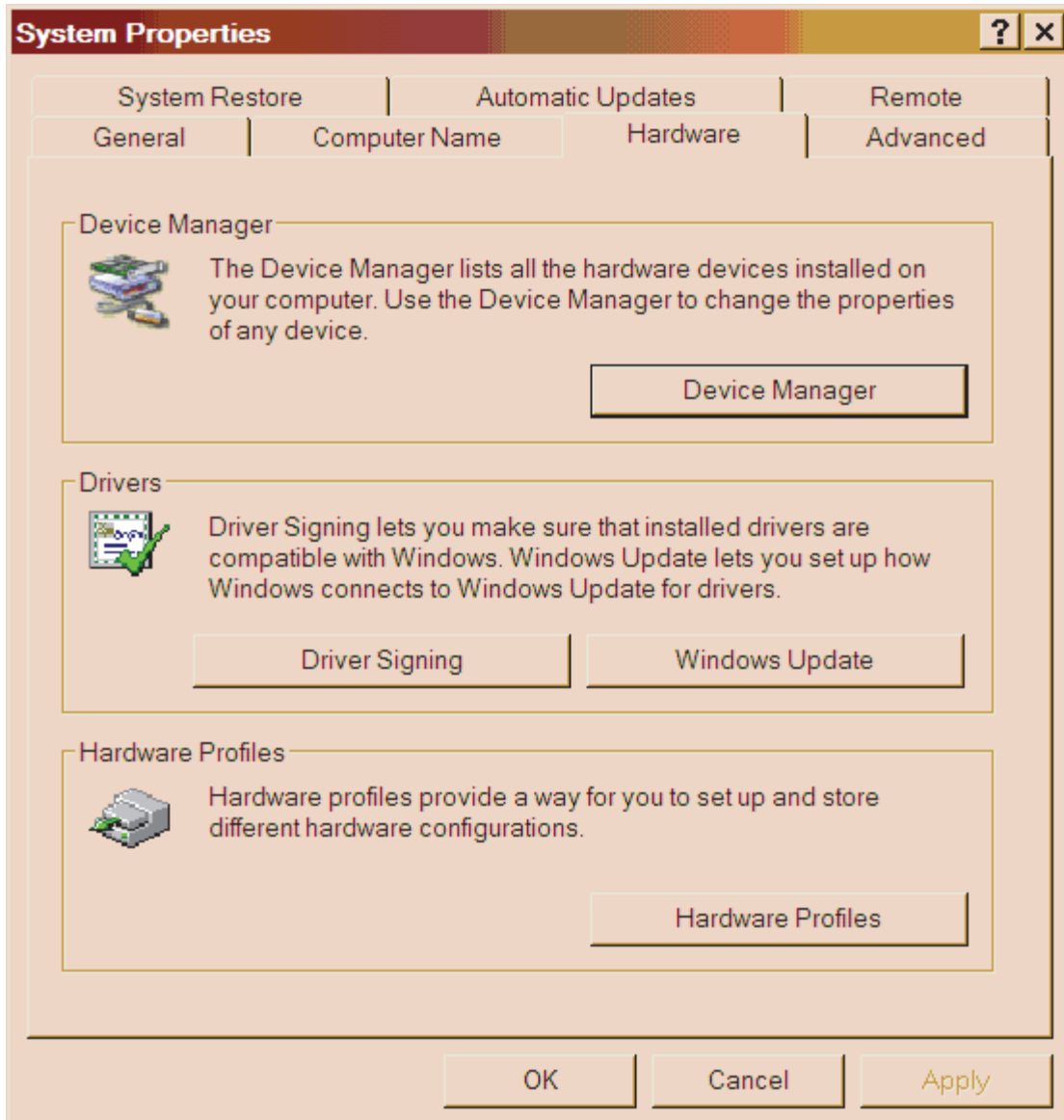
***Settings/Control Panel/Hardware/Device Manager/Ports (COM & LPT)/  
ATEN USB to Serial Bridge/Port Settings.***

*Dem Adapter kann eine andere virtuelle COM-Anschlussnummer zugewiesen werden, als in den folgenden Beispielschnappschüssen dargestellt.*

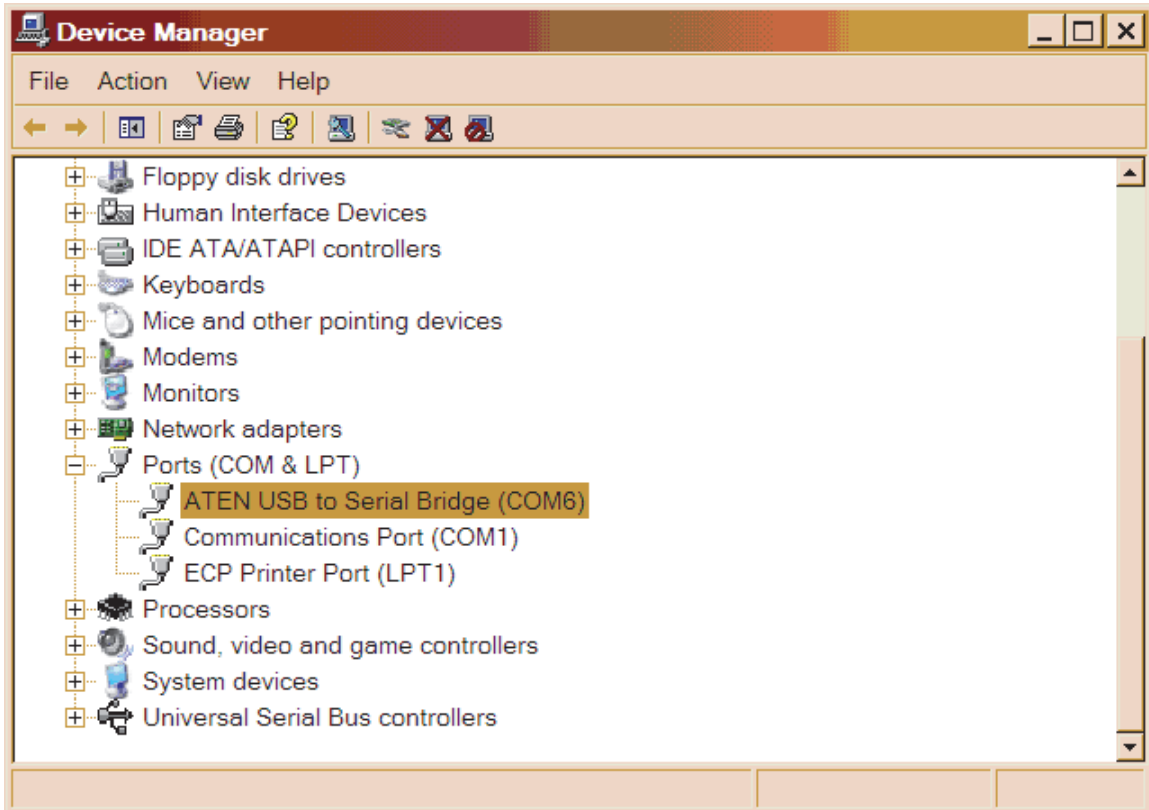




esn083.gif



esn084.gif

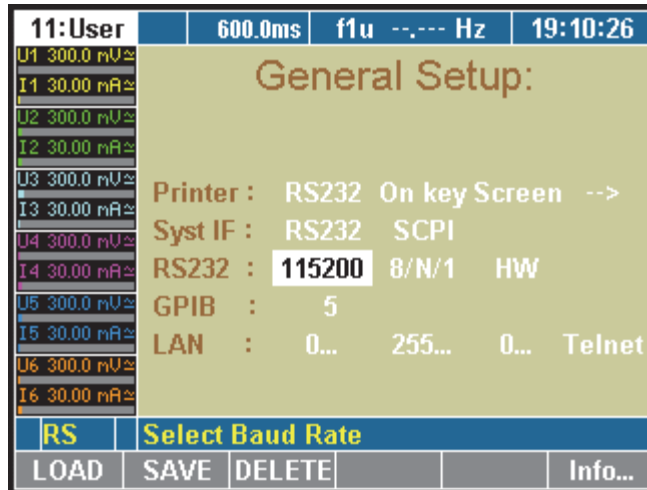


esn085.gif



esn086.gif

7. Einstellungen in Windows an die Konfiguration des Power Analyzer anpassen. Diese Informationen sind im Bildschirm „Allgemeine Einrichtung“ zu finden.



esn087.gif

## Zubehör

### Zubehör

Fluke-Modellnummer	Beschreibung/Technische Daten
NORMA Measurement Cable Set	Messkabelsatz für eine Leistungsphase, Kabellänge 1,5 m
NORMA Shunt 32A	32-A-Shunt mit Kabeln (10 mΩ, 0 bis 1 MHz)
NORMA Shunt 100A	100-A-Shunt mit Kabeln (0,2 mΩ, 0 bis 1 MHz)
NORMA Shunt 150A	150-A-Shunt mit Kabeln (0,5 mΩ, 0 bis 0,5 MHz)
NORMA Shunt 300A	300-A-Shunt mit Kabeln (0,06 mΩ, 0 bis 0,5 MHz)
NORMA Shunt 500A	500-A-Shunt mit Kabeln (0,06 mΩ, 0 bis 0,2 MHz)
NORMA Shunt 10A	10-A-Triaxial-Shunt mit Kabeln (10 mΩ, 0 bis 2 MHz)
NORMA Shunt 30A	30-A-Triaxial-Shunt mit Kabeln (1 mΩ, 0 bis 2 MHz)
NORMA 32A Shunt Cables	Messkabel für 32-A-Planar-Shunt, 1,5 m
NORMA Large Shunt Cables	Messkabel für Shunt, 1,5 m
NORMA Star Adapter	3-phasiger Sternschaltungs-Adapter

### Software

Fluke-Modellnummer	Beschreibung/Technische Daten
NORMA View	PC-Softwarebasispaket zur numerischen Anzeige, einschließlich: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plugin „Motor“ zur Unterstützung der Motor-Prozessschnittstelle</li> <li>• Plugin „Storage“ mit Datenspeicherfunktionen, DSO</li> <li>• Plugin „Harmonic“ (FFT, Oberschwingungsanalyse)</li> </ul>
LabView Driver	Treiber zur Verbindung von NORMA 4000 bzw. 5000 mit einem National Instruments-LabView-System

## **Service**

### **Allgemein**

Der Power Analyzer darf nur von einer von Fluke autorisierten spezialisierten Servicewerkstatt gewartet werden. Unter [www.fluke.com](http://www.fluke.com) sind weitere Informationen zu Servicecentern zu finden.