

Tektronix®

**PA3000
Leistungsanalysator
Benutzerhandbuch**



077-1154-01



PA3000
Leistungsanalysator
Benutzerhandbuch

Copyright © Tektronix. Alle Rechte vorbehalten. Lizenzierte Software-Produkte stellen Eigentum von Tektronix oder Tochterunternehmen bzw. Zulieferern des Unternehmens dar und sind durch nationale Urheberrechtsgesetze und internationale Vertragsbestimmungen geschützt.

Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete Patente in den USA und anderen Ländern geschützt. Die Informationen in dieser Broschüre machen Angaben in allen früheren Unterlagen hinfällig. Änderungen der Spezifikationen und der Preisgestaltung vorbehalten.

TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc.

Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Informationen zu diesem Produkt und dessen Verkauf, zum Kundendienst sowie zum technischen Support:

- In Nordamerika rufen Sie die folgende Nummer an: 1-800-833-9200.
- Unter www.tektronix.com finden Sie die Ansprechpartner in Ihrer Nähe.

Garantie

Tektronix garantiert, dass dieses Produkt für einen Zeitraum von drei (3) Jahren ab Versanddatum keine Fehler in Material und Verarbeitung aufweist. Wenn ein Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, dieses fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz für dieses fehlerhafte Produkt zur Verfügung zu stellen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und geeignete Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an die Service-Stelle von Tektronix verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse innerhalb des Landes der Tektronix Service-Stelle befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE GARANTIEN HINSICHTLICH DER HANDELSGÄNGIGKEIT UND DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

[W4 – 15AUG04]

Inhalt

Wichtige Sicherheitsinformationen	vii
Allgemeine Sicherheitsangaben	vii
Sicherheit bei Wartungsarbeiten	xi
Begriffe in diesem Handbuch	xi
Symbole und Begriffe auf dem Produkt	xii
Informationen zur Einhaltung von Vorschriften	xiii
EMV-Kompatibilität	xiii
Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen	xiv
Umweltschutzhinweise	xv
Vorwort	xvii
Merkmale und Funktionen	xvii
Erste Schritte	1
Vor dem ersten Einsatz: Sicherheit	1
Einschalten	3
Konzept der globalen, der Gruppen- und der Kanalparameter	4
Anschließen des Prüflings	5
Ergebnisansicht	7
Navigieren in der Ergebnisansicht	8
Navigieren im Menüsystem	9
Bildschirmhilfe	10
Frontpaneel	11
Frontpaneelbedienelemente und -anschlüsse	11
Schnellansicht-Tasten	12
Ergebnisansicht	13
Signalansicht	14
Balkendiagrammansicht	16
Integratoransicht	18
Vektoransicht	20
Mathematikansicht	22
Setup-Ansicht	23
USB-Anschluss des Frontpaneels	24
Softkeys	25
Menü- und Hilfetasten	26
Funktions- und Buchstabentasten	26
Ziffern- und Formeltasten	27
Aufzeichnung von Daten auf einem Speichergerät	28
Verbindung von Signalen	31
Übersicht über die Eingänge	31
Anschließen eines einfachen Stromwandlers	33

Anschließen eines externen Nebenschlusswiderstands	34
Anschließen eines Messumformers mit Spannungsausgang	36
Anschließen eines Spannungswandlers/-Messumformers.....	38
Netzanschluss für externe Messumformer	39
Das Menüsystem.....	40
Messgrößen.....	40
Menü „Measurement Configuration“ (Messkonfiguration)	43
Modi	47
Eingänge	53
Diagramme und Signalkurven.....	59
Schnittstellen	61
Datenprotokoll	62
Mathematische Ergebnisse.....	62
Systemkonfiguration.....	66
User Configuration (Benutzerkonfiguration)	68
Betrieb per Fernsteuerung	70
Übersicht.....	70
Schnittstelle mit RS-232-Systemen.....	70
Schnittstelle für USB-Systeme	70
Schnittstelle für Ethernet-Systeme.....	70
Schnittstelle für GPIB-Systeme (optional).....	71
Statusmeldungen.....	71
Befehlsauflistung.....	73
IEEE 488.2 Standard-Befehle und Statusbefehle	74
Kanal- und Gruppenbefehle	76
Befehle zum Abfragen von Geräteinformationen	77
Befehle zum Auswählen und Auslesen von Messergebnissen.....	78
Befehle zur Konfiguration von Messwerten	83
Befehle zur Moduseinstellung.....	88
Befehle zur Eingangseinstellung	92
Befehle für Diagramme und Signalkurven.....	98
Schnittstellenbefehle	98
Befehle für Datenaufzeichnung	100
Befehl für Bildschirmaufnahme.....	100
Math. Befehle	101
Befehle zur Systemkonfiguration	102
Befehle zur Benutzerkonfiguration	105
Senden und Empfangen von Befehlen.....	106
Kommunikationsbeispiele	107
Software des PA3000.....	110
PC-Software PWRVIEW	110

Firmware-Aktualisierungsprogramm	111
Anwendungsbeispiele	113
Beispiel 1: Effizienzprüfung von einphasigen Anwendungen	114
Beispiel 2: Effizienzprüfung bei dreiphasigen Anwendungen	124
Beispiel 3: Energieverbrauchsprüfung	135
Beispiel 4: Standby-Leistungsmessungen (IEC 62301 Ausg. 2.0).....	142
Beispiel 5: Einschaltstromprüfung.....	149
Referenzinformationen.....	156
Gemessene Parameter	156
Genauigkeitgleichungen	158
Summgleichungen	159
Kommunikationsschnittstellen	163
Index	

Liste der Abbildungen

Abbildung i: Leistungsanalysator PA3000 von Tektronix	xvii
Abbildung 1: Typische Eingänge am PA3000.....	5
Abbildung 2: Eingangsmodul auf der Rückseite.....	6
Abbildung 3: Ergebnisansicht (Gerät mit vier Kanälen).....	7
Abbildung 4: Links-/Rechts-Hardkey-Pfeiltasten	8
Abbildung 5: Frontpaneelbedienelemente und -anschlüsse.....	11
Abbildung 6: Schnellansicht-Tasten.....	12
Abbildung 7: Ergebnisansicht	13
Abbildung 8: Signalansicht.....	14
Abbildung 9: Balkendiagrammansicht.....	16
Abbildung 10: Integratoransicht	18
Abbildung 11: Vektoransicht.....	20
Abbildung 12: Mathematikansicht	22
Abbildung 13: Setup-Ansicht (erste Ansicht).....	23
Abbildung 14: Setup-Ansicht (zweite Ansicht).....	24
Abbildung 15: Funktions- und Buchstabentasten.....	26
Abbildung 16: Beispieldatendatei	29
Abbildung 17: Signaleingänge auf der Rückseite (Kanal 1 abgebildet).....	31
Abbildung 18: Schaltungen bei einem Stromwandler.....	33
Abbildung 19: Schaltungen bei einem externen Nebenschlusswiderstand.....	35
Abbildung 20: Schaltungen bei einem Stromwandler.....	37
Abbildung 21: Schaltungen bei einem externen Nebenschlusswiderstand.....	39
Abbildung 22: Messgrößenansicht	40
Abbildung 23: Beispiel für eine verschobene Messgröße	42
Abbildung 24: Menü „Measurement Configuration“ (Messkonfiguration)	43
Abbildung 25: Einphasig, zwei Leitungen und Gleichstrommessungen. Wählen Sie den Modus „1 Phase, 2 Leitungen“.....	53
Abbildung 26: Einphasig, drei Leitungen. Wählen Sie „1 Phase, 3 Leitungen“	54
Abbildung 27: Dreiphasig, drei Leitungen (Zwei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 3 Leitungen“.....	54
Abbildung 28: Dreiphasig, drei Leitungen (Drei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 3 Leitungen“ (3V3A).....	54
Abbildung 29: Dreiphasig, drei Leitungen (Drei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 4 Leitungen“.....	55
Abbildung 30: Dreiphasig, vier Leitungen (Drei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 4 Leitungen“.....	55
Abbildung 31: Statusbyte.....	71
Abbildung 32: Statusbyte-Register.....	72
Abbildung 33: Display Data Status Register	72

Abbildung 34: Display Data Status Enable Register	72
Abbildung 35: Standard Event Status Register	73
Abbildung 36: Standard Event Status Enable Register.....	73
Abbildung 37: PWRVIEW-Software.....	110
Abbildung 38: Anschlussdiagramm zur AC/DC-Effizienzmessung.....	115
Abbildung 39: Effizienzmessung auf dem PA3000.....	116
Abbildung 40: Oberwellen-Balkendiagramm auf dem PA3000.....	118
Abbildung 41: Effizienzmessung mit der PWRVIEW-Software	119
Abbildung 42: Trenddiagramm der Effizienz	121
Abbildung 43: Protokollierungs-Setup.....	122
Abbildung 44: Einrichten von benutzerdefinierten Grenzwerten	123
Abbildung 45: Effizienz des PWM-Motorantriebs (Einphasiger Eingang und dreiphasiger Ausgang)	125
Abbildung 46: Vektordiagramm auf dem PA3000.....	129
Abbildung 47: Effizienz des PWM-Motorantriebs (Dreiphasiger Eingang und dreiphasiger Ausgang).....	130
Abbildung 48: AUX-Eingangseinstellung für Drehmoment- und Drehzahlmessungen.....	132
Abbildung 49: Oberwellen-Balkendiagramm	133
Abbildung 50: Anschlussdiagramm für Energieverbrauchsmessungen	136
Abbildung 51: Energieverbrauchsprüfung auf dem PA3000	136
Abbildung 52: Integrations-Trenddiagramm	140
Abbildung 53: Benutzerdefinierte Grenzwerte.....	141
Abbildung 54: Anschlussdiagramm für Standby-Leistungsmessungen	143
Abbildung 55: Modus „Standby Power“ (Standby-Leistungsmodus)	144
Abbildung 56: Vollständige Konformitätsprüfung der Standby-Leistung gemäß IEC 62301	146
Abbildung 57: Bericht zur Prüfung der Standby-Leistung gemäß IEC 62301 Ausg. 2.0	148
Abbildung 58: Anschlussdiagramm zur Einschaltstrommessung.....	150
Abbildung 59: Min- und Max-Spalten für die Einschaltstrommessung	152
Abbildung 60: Einschaltstrommessung.....	153
Abbildung 61: Kommunikationsschnittstellen auf der Rückseite des Leistungsanalysators.....	164

Liste der Tabellen

Tabelle 1: Frontpanelbedienelemente und -anschlüsse	11
Tabelle 2: Signaleingänge auf der Rückseite	31
Tabelle 3: Bewertungsfaktoren für TIF	46
Tabelle 4: Auswirkungen der Frequenzbereichseinstellungen im PWM-Modus.....	52
Tabelle 5: Eingangsbereiche	56
Tabelle 6: Gültige Kanalparameter	63
Tabelle 7: Gültige Gruppenparameter.....	64
Tabelle 8: Gültige Gruppenparameter.....	64
Tabelle 9: Parameter für die Rückgabe der Werte von den Analog- und Zählereingängen	65
Tabelle 10: Bitdefinitionen des Statusbyte-Registers.....	72
Tabelle 11: Bitdefinitionen für Display Data Status Register.....	72
Tabelle 12: Bitdefinitionen für Display Data Status Enable Register.....	72
Tabelle 13: Bitdefinitionen für Standard Event Status Register.....	73
Tabelle 14: Bitdefinitionen für Standard Event Status Enable Register.....	73
Tabelle 15: Phasenmessungen	156
Tabelle 16: Messgenauigkeit.....	158
Tabelle 17: Summgleichungen – Eine Phase, drei Leitungen	159
Tabelle 18: Summgleichungen – Drei Phasen, drei Leitungen	161
Tabelle 19: Summgleichungen – Drei Phasen, vier Leitungen	162
Tabelle 20: Beschreibungen der USB-Anschlussstifte	164
Tabelle 21: Kommunikationsschnittstellen auf der Rückseite.....	165
Tabelle 22: Beschreibungen der Ethernet-Stifte	165
Tabelle 23: Beschreibungen der Stiftekongfiguration der GPIB-Schnittstelle	166
Tabelle 24: Beschreibungen der AUX-Eingangs-/Ausgangsstifte	166
Tabelle 25: Beschreibungen der RS-232-Schnittstellenstifte	167

Wichtige Sicherheitsinformationen

Dieses Handbuch enthält Informationen und Warnhinweise, die vom Benutzer befolgt werden müssen, um einen sicheren Betrieb und Zustand des Geräts zu gewährleisten.

Weitere Sicherheitshinweise im Hinblick auf Wartungsarbeiten finden sich am Ende dieses Abschnitts. (Siehe Seite xi, *Sicherheit bei Wartungsarbeiten*.)

Allgemeine Sicherheitsangaben

Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß Spezifikation. Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an daran angeschlossenen Geräten die folgenden Sicherheitshinweise. Lesen Sie alle Anweisungen sorgfältig durch. Bewahren Sie diese Anweisungen auf, damit Sie später darin nachlesen können.

Halten Sie regionale und nationale Sicherheitsvorschriften ein.

Für einen sachgemäßen und sicheren Betrieb des Geräts ist es ganz wesentlich, dass Sie neben den in diesem Handbuch aufgeführten Sicherheitshinweisen auch allgemeingültige Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen.

Das Gerät ist ausschließlich für den Gebrauch durch geschultes Personal konzipiert.

Die Abdeckung sollte nur zu Reparatur-, Wartungs- oder Einstellungs Zwecken und nur von qualifiziertem Personal entfernt werden, das die damit verbundenen Risiken kennt.

Prüfen Sie vor jedem Gebrauch mit Hilfe einer bekannten Quelle, ob das Gerät ordnungsgemäß funktioniert.

Dieses Gerät ist nicht zum Erfassen gefährlicher Spannungen geeignet.

Verwenden Sie bei Arbeiten in der Nähe von freiliegenden spannungsführenden Leitern eine persönliche Schutzausrüstung, um Verletzungen durch einen Stromschlag oder Lichtbogen zu vermeiden.

Während der Verwendung dieses Produkts müssen Sie eventuell auf andere Teile eines größeren Systems zugreifen. Beachten Sie die Sicherheitsabschnitte in anderen Gerätehandbüchern bezüglich Warn- und Vorsichtshinweisen zum Betrieb des Systems.

Wird dieses Geräts in ein System integriert, liegt die Verantwortung für die Sicherheit des Systems beim Systembauer.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Ordnungsgemäßes Netzkabel verwenden. Verwenden Sie nur das mit diesem Produkt ausgelieferte und für das Einsatzland zugelassene Netzkabel.

Verwenden Sie das mitgelieferte Netzkabel nicht für andere Produkte.

Richtige Spannungseinstellung verwenden. Stellen Sie sicher, dass sich der Auswahlschalter in der richtigen Position für die verwendete Quelle befindet.

Gerät erden. Das Gerät ist über den Netzkabelschutzleiter geerdet. Zur Verhinderung von Stromschlägen muss der Schutzleiter mit der Stromnetzterdung verbunden sein. Vergewissern Sie sich, dass eine geeignete Erdung besteht, bevor Sie Verbindungen zu den Eingangs- oder Ausgangsanschlüssen des Geräts herstellen.

Trennen Sie nicht die Erdungsverbindung des Netzkabels.

Vom Stromnetz trennen. Über das Netzkabel kann das Produkt vom Stromnetz getrennt werden. Die Lage des Schalters ist in den Anweisungen vermerkt. Positionieren Sie das Gerät niemals so, dass das Netzkabel schwer zu erreichen ist. Es muss dem Benutzer immer zugänglich sein, so dass das Gerät bei Bedarf schnell vom Stromnetz getrennt werden kann.

Ordnungsgemäßes Anschließen und Trennen. Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüflleitungen an, während diese an eine Spannungsquelle angeschlossen sind.

Verwenden Sie nur isolierte Spannungstastköpfe, Prüflleitungen und Adapter, die mit dem Produkt geliefert wurden oder die von Tektronix als geeignetes Zubehör für die Produkte genannt werden.

Alle Angaben zu den Anschlüssen beachten. Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Kennangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen. Überschreiten Sie nicht den Kennwert der Messkategorie (CAT), der Spannung oder der Stromstärke für die Einzelkomponente eines Produkts, Tastkopfs oder Zubehörs mit dem niedrigsten Kennwert. Gehen Sie vorsichtig vor, wenn Sie 1:1-Prüflleitungen verwenden, da die Spannung der Tastkopfspitze direkt auf das Produkt übertragen wird.

Schließen Sie keine Spannung an Klemmen – einschließlich Masseanschlussklemmen – an, die den maximalen Nennwert der Klemme überschreitet.

An der Masseanschlussklemme dürfen keine potenzialfreien Messungen vorgenommen werden, deren Werte die für diese Klemme angegebene Nennspannung übersteigen.

Die Messklemmen dieses Geräts sind nicht für den Anschluss an Schaltkreise der Kategorie III bzw. IV vorgesehen.

Gerät nicht ohne Abdeckungen betreiben. Bedienen Sie dieses Produkt nur bei vollständig angebrachten Abdeckungen bzw. Platten und bei geschlossenem Gehäuse. Kontakt mit gefährlichen Spannungen ist möglich.

Freiliegende Leitungen und Anschlüsse vermeiden. Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

Gerät nicht betreiben, wenn ein Defekt vermutet wird. Wenn Sie vermuten, dass das Gerät beschädigt ist, lassen Sie es von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen.

Ist das Gerät beschädigt, deaktivieren Sie es. Verwenden Sie das Produkt nur, wenn es keine Schäden aufweist und ordnungsgemäß funktioniert. Sollten Sie Zweifel an der Sicherheit des Geräts haben, schalten Sie es ab und ziehen Sie das Netzkabel ab. Kennzeichnen Sie das Gerät entsprechend, um zu verhindern, dass es erneut in Betrieb genommen wird.

Vor der Verwendung müssen Spannungstastköpfe, Prüflleitungen und Zubehör auf mechanische Beschädigung untersucht und bei Bedarf ausgetauscht werden. Verwenden Sie Tastköpfe und Prüflleitungen nur dann, wenn sie keine Schäden aufweisen, wenn keine Metallteile freiliegen und wenn die Verschleißmarkierung nicht zu sehen ist.

Prüfen Sie das Gerät vor dem Gebrauch auf äußerliche Unversehrtheit. Halten Sie Ausschau nach Rissen oder fehlenden Teilen.

Verwenden Sie nur die angegebenen Ersatzteile.

Batterien ordnungsgemäß ersetzen. Ersetzen Sie Batterien nur durch Batterien des angegebenen Typs und der angegebenen Kapazität.

Batterien ordnungsgemäß wiederaufladen. Laden Sie Batterien nur für die Dauer des empfohlenen Ladezyklus.

Richtige Sicherung verwenden. Verwenden Sie nur die Sicherung des für dieses Produkt angegebenen Typs.

Augenschutz tragen. Tragen Sie Augenschutz, wenn Sie hochintensiven Strahlen oder Laserstrahlung ausgesetzt sind.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder bei Nässe betreiben. Bedenken Sie, dass bei einem Wechsel von einer kalten in eine warme Umgebung Kondensationserscheinungen am Gerät auftreten können.

Nicht in einer explosionsfähigen Atmosphäre betreiben.

Oberflächen des Geräts sauber und trocken halten. Eingangssignale entfernen, bevor Sie das Produkt reinigen.

Für angemessene Kühlung sorgen. Weitere Informationen über die Installation des Produkts mit ordnungsgemäßer Kühlung erhalten Sie im Handbuch.

Schlitze und Öffnungen dienen der Kühlung und dürfen niemals abgedeckt oder anderweitig blockiert werden. Stecken Sie keine Gegenstände in die Öffnungen.

Für eine sichere Arbeitsumgebung sorgen. Stellen Sie das Gerät stets so auf, dass die Anzeige und die Markierungen gut eingesehen werden können.

Vermeiden Sie eine unangemessene oder übermäßig lange Verwendung von Tastaturen, Pointern und Tastenfeldern. Eine unangemessene oder übermäßig lange Verwendung von Tastaturen oder Pointern kann zu schweren Verletzungen führen.

Achten Sie darauf, dass Ihr Arbeitsplatz den geltenden ergonomischen Standards entspricht. Lassen Sie sich von einem Ergonomiespezialisten beraten, damit Sie sich keine Verletzungen durch eine zu starke Beanspruchung zuziehen.

Verhalten Sie sich beim Heben und Tragen des Produkts vorsichtig. Das Produkt ist mit Hebe- und Tragegriffen ausgestattet.

Verwenden Sie nur die für dieses Produkt angegebene Gestelleinbau-Hardware von Tektronix.

Tastköpfe und Prüflleitungen

Bevor Sie Tastköpfe oder Prüflleitungen anschließen, müssen Sie zunächst das vom Netzanschluss des Geräts abgehende Netzkabel an eine ordnungsgemäß geerdete Steckdose anschließen.

Lassen Sie Ihre Finger hinter dem Fingerschutz auf den Tastköpfen.

Nicht verwendete Tastköpfe, Prüflleitungen und Zubehör entfernen.

Verwenden Sie stets die korrekte Messkategorie (CAT), Spannung, Temperatur, Höhe und Tastköpfe, Prüflleitungen und Adapter mit entsprechender Nennstromstärke für alle Messungen.



WARNUNG. *Überschreiten Sie zur Vermeidung von Stromschlägen nicht die maximale Mess- oder Ladeschlussspannung der Prüflleitung.*

Ordnungsgemäßes Anschließen und Trennen. Verbinden Sie zuerst die Prüflleitung mit dem Messinstrument, bevor sie diese mit dem Messkreis verbinden. Verbinden Sie die Referenzprüflleitung mit dem Messkreis, bevor Sie den Prüflleitungseingang verbinden. Trennen Sie den Prüflleitungseingang und die Referenzprüflleitung vom Messkreis, bevor Sie die Prüflleitungen vom Messinstrument trennen.

Ordnungsgemäßes Anschließen und Trennen. Trennen Sie den Messkreis von der Stromquelle, bevor Sie die Prüflleitungen anschließen oder trennen.

Schließen Sie Prüflleitungen nur an Messkreise mit einer Spannung von höchstens der Nennspannung des jeweiligen Prüflleitungssatzes an.

Prüflleitungen und Zubehör untersuchen. Untersuchen Sie Prüflleitungen und Zubehör vor jedem Gebrauch auf Schäden (Schnitte, Risse oder Schäden am Tastkopfkörper, am Zubehör oder an der Kabelummantelung). Verwenden Sie den Tastkopf nicht, wenn er beschädigt ist.

Verwendung der potenzialfreien Messung. Die potenzialfreie Spannung der Referenzleitung darf die potenzialfreie Nennspannung nicht überschreiten.

Sicherheit bei Wartungsarbeiten

Der Abschnitt *Sicherheit bei Wartungsarbeiten* enthält zusätzliche Informationen, die für eine sichere Wartung des Geräts relevant sind. Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen. Bevor Sie Wartungsmaßnahmen gleich welcher Art durchführen, sollten Sie sich die Angaben unter *Sicherheit bei Wartungsarbeiten* sowie die *Allgemeinen Sicherheitsangaben* durchlesen.

Stromschläge vermeiden. Berühren Sie keine blanken Anschlüsse.

Nicht allein arbeiten. Nehmen Sie Wartungsarbeiten und Einstellungen am Geräteinnern nur dann vor, wenn eine weitere Person anwesend ist, die Erste Hilfe leisten oder Wiederbelebungsmaßnahmen einleiten kann.

Vom Stromnetz trennen. Um einen Stromschlag zu vermeiden, schalten Sie das Gerät aus und ziehen Sie das Netzkabel ab, bevor Sie Abdeckungen oder Platten abnehmen oder das Gehäuse für Wartungsarbeiten öffnen.

Bei eingeschaltetem Gerät alle Wartungsarbeiten mit Umsicht durchführen. Das Gerät kann gefährlich hohe Spannungen oder Ströme führen. Trennen Sie den Netzanschluss, entfernen Sie die Batterie (falls vorhanden) und trennen Sie die Prüflleitungen, bevor Sie Schutzplatten entfernen, löten oder Komponenten ersetzen.

Nach jeder Reparatur Sicherheit überprüfen. Überprüfen Sie nach jeder Reparatur erneut die Erdung und die Durchschlagsfestigkeit der Netzleitung.

Begriffe in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:



WARNUNG. *Warnungen weisen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die eine Verletzungs- oder Lebensgefahr darstellen.*



VORSICHT. *Vorsichtshinweise machen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.*

Symbole und Begriffe auf dem Produkt

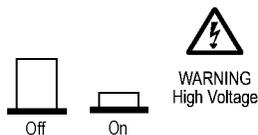
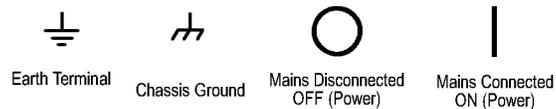
Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:

- **GEFAHR** weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die mit der entsprechenden Hinweisstelle unmittelbar in Verbindung steht.
- **WARNUNG** weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar mit der entsprechenden Hinweisstelle in Verbindung steht.
- **VORSICHT** weist auf mögliche Sach- oder Geräteschäden hin.



Ist das Gerät mit diesem Symbol gekennzeichnet, lesen Sie unbedingt im Handbuch nach, welcher Art die potenziellen Gefahren sind und welche Maßnahmen zur Vermeidung derselben zu treffen sind. (In einigen Fällen wird das Symbol aber auch verwendet, um den Benutzer darauf hinzuweisen, dass im Handbuch Kennwerte zu finden sind.)

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



Informationen zur Einhaltung von Vorschriften

In diesem Abschnitt finden Sie die vom Gerät erfüllten Normen hinsichtlich EMV (elektromagnetischer Verträglichkeit), Sicherheit und Umweltschutz.

EMV-Kompatibilität

EG-Konformitätserklärung – EMV entspricht der Richtlinie für elektromagnetische Verträglichkeit. Die Einhaltung der folgenden Spezifikationen, wie im Amtsblatt der Europäischen Union aufgeführt, wurde nachgewiesen:

EN 61326-1, EN 61326-2-1. EMV-Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte.^{1 2 3 4}

- CISPR 11. Störstrahlung und Störspannung, Gruppe 1, Klasse A
- IEC 61000-4-2. Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (ESD)
- IEC 61000-4-3. Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
- IEC 61000-4-4. Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen (Burst)
- IEC 61000-4-5. Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (Surge)
- IEC 61000-4-6. Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder
- IEC 61000-4-11. Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen

EN 61000-3-2. Grenzwerte für Oberwellenströme

EN 61000-3-3. Grenzwerte für Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flimmern

Mfr. Kontaktadresse.

Tektronix, Inc. PO Box 500, MS 19-045
Beaverton, OR 97077, USA
www.tek.com

- ¹ Dieses Gerät ist nur für den Betrieb außerhalb von Wohnbereichen vorgesehen, da es elektromagnetische Störungen verursachen kann.
- ² Diesen Standard überschreitende Emissionen sind möglich, wenn das Gerät an ein Prüfobjekt angeschlossen ist.
- ³ Das Gerät entspricht den Störfestigkeitsanforderungen der geltenden aufgelisteten Standards möglicherweise nicht, wenn Prüfleitungen und/oder Tastköpfe angeschlossen sind, da es bei diesen Prüfleitungen/Tastköpfen zu Kopplungen elektromagnetischer Störungen kommen kann. Um den Einfluss elektromagnetischer Störungen zu minimieren, minimieren Sie den Schleifenbereich zwischen den ungeschirmten Teilen des Signals und den zugehörigen Rückleitungen, und halten Sie die Leitungen möglichst von Quellen elektromagnetischer Störungen fern. Durch das Verdrillen ungeschirmter Prüfleitungen lässt sich der Schleifenbereich effektiv verkleinern. Halten

Sie bei Tastköpfen die Messerückleitung so kurz wie möglich und nah am Tastkopfkörper. Um dies zu erleichtern, verfügen einige Tastköpfe über entsprechendes Tastkopfspitzen-Zubehör. Beachten Sie in allen Fällen die Sicherheitshinweise für die verwendeten Prüflösungen oder Tastköpfe.

- 4 Um die Einhaltung der hier aufgeführten EMV-Normen zu gewährleisten, dürfen nur qualitativ hochwertige, abgeschirmte Kabel verwendet werden.

Konformitätserklärung für Australien/Neuseeland – EMV

Entspricht gemäß ACMA folgender Norm der EMV-Bestimmung des Funkkommunikationsgesetzes:

- CISPR 11. Störstrahlung und Störspannung, Gruppe 1, Klasse A, gemäß EN 61326-1.

Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen

Dieser Abschnitt enthält die Sicherheitsvorschriften, denen das Produkt entspricht, sowie Angaben zur Einhaltung weiterer Sicherheitsbestimmungen.

EG-Konformitätserklärung – Niederspannung

Die Einhaltung der folgenden Spezifikationen, wie im Amtsblatt der Europäischen Union aufgeführt, wurde nachgewiesen:

Niederspannungsrichtlinie

- EN 61010-1. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
- EN 61010-2-030. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise.

Gerätetyp

Prüf- und Messgerät.

Sicherheitsklasse

Klasse 1 – geerdetes Gerät.

Beschreibung des Belastungsgrads

Ein Messwert für die Verunreinigungen, die in der Umgebung um das Gerät und innerhalb des Geräts auftreten können. Normalerweise wird die interne Umgebung eines Geräts als identisch mit der externen Umgebung betrachtet. Geräte sollten nur in der für sie vorgesehenen Umgebung eingesetzt werden.

- Belastungsgrad 1. Keine Verunreinigungen oder nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen. Geräte dieser Kategorie sind vollständig gekapselt, hermetisch abgeschlossen oder befinden sich in sterilen Räumen.
- Belastungsgrad 2: Normalerweise treten nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen auf. Gelegentlich muss mit zeitweiliger Leitfähigkeit durch Kondensation gerechnet werden. Dies ist die typische Büro- oder häusliche

Umgebung. Zeitweilige Kondensation tritt nur auf, wenn das Gerät außer Betrieb ist.

- Belastungsgrad 3. Leitende Verunreinigungen oder trockene, nicht leitende Verunreinigungen, die durch Kondensation leitfähig werden. Dies sind überdachte Orte, an denen weder Temperatur noch Feuchtigkeit geregelt werden. Dieser Bereich ist vor direkter Sonneneinstrahlung, Regen und direktem Windeinfluss geschützt.
- Belastungsgrad 4. Verunreinigungen, die bleibende Leitfähigkeit durch Strom leitenden Staub, Regen oder Schnee verursachen. Typischerweise im Freien.

Klassifizierung des Belastungsgrads

Belastungsgrad 2 (gemäß Definition nach IEC 61010-1). Nur zur Verwendung in trockenen Innenräumen.

IP-Schutzarten

IP20 (gemäß Definition in IEC 60529).

Beschreibung der Mess- und Überspannungskategorie

Die Messanschlüsse an diesem Gerät können für das Messen von Netzspannungen einer oder mehrerer der folgenden Kategorien ausgelegt sein (spezifische Kennwerte siehe Angaben auf dem Produkt oder im Handbuch).

- Kategorie II. Über Verbraucherstellen (Steckdosen o. Ä.) direkt an die Gebäudeverkabelung angeschlossene Schaltkreise.
- Kategorie III. Innerhalb der Gebäudeverkabelung und des Verteilungssystems.
- Kategorie IV. An der Stromversorgungsquelle des Gebäudes.

***HINWEIS.** Lediglich an den Netzanschluss gekoppelte Schaltkreise sind einer Überspannungskategorie zugeordnet. Lediglich Messstromkreise sind einer Messkategorie zugeordnet. Für andere im Gerät befindliche Schaltkreise sind keine Kennwerte angegeben.*

Kennwert für die Netzüberspannungskategorie

Überspannungskategorie II (gemäß Definition nach IEC 61010-1)

Umweltschutzhinweise

In diesem Abschnitt finden Sie Informationen zu den Auswirkungen des Geräts auf die Umwelt.

Produktentsorgung

Beachten Sie beim Recycling eines Geräts oder Bauteils die folgenden Richtlinien:

Geräterecycling. Zur Herstellung dieses Geräts wurden natürliche Rohstoffe und Ressourcen verwendet. Das Gerät kann Substanzen enthalten, die bei unsachgemäßer Entsorgung nach Produktauslauf Umwelt- und Gesundheitsschäden hervorrufen können. Um eine solche Umweltbelastung zu vermeiden und den Verbrauch natürlicher Rohstoffe und Ressourcen zu verringern, empfehlen wir Ihnen, dieses Produkt über ein geeignetes Recyclingsystem zu entsorgen und so die Wiederverwendung bzw. das sachgemäße Recycling eines Großteils des Materials zu gewährleisten.



Dieses Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß den Richtlinien 2012/19/EU und 2006/66/EG für Elektro- und Elektronik-Altgeräte und Batterien entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (www.tek.com).

Vorwort

Merkmale und Funktionen

Bei dem Tektronix-Gerät PA3000 handelt es sich um einen leistungsstarken und vielseitigen Leistungsanalysator höchster Präzision. Konzipiert wurde er für die eindeutige und zuverlässige Messung von elektrischer Leistung und Energie an allen elektrischen Geräten. Der PA3000 ist nicht nur ein benutzerfreundliches Labormessgerät, sondern dient auch als schnelle und programmierbare automatische Prüfoberfläche.

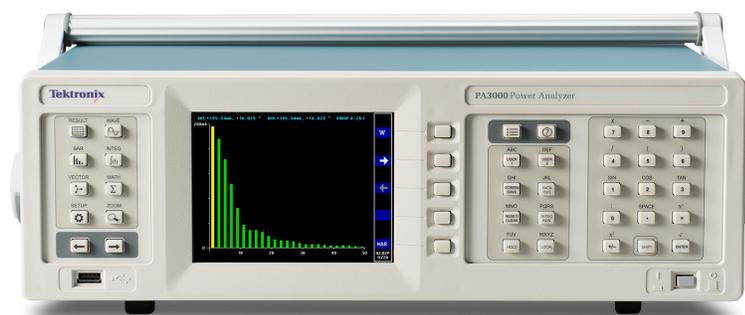


Abbildung i: Leistungsanalysator PA3000 von Tektronix

Einige grundlegende Merkmale sind unten aufgelistet:

- Messungen in Watt, Volt, Ampere, Voltampere und des Leistungsfaktors; selbst bei verzerrten Signalen liefert das Gerät stets zuverlässige Werte.
- Standardmäßig 100 Oberwellen für Spannung, Stromstärke und Leistung.
- 1 bis 4 Kanäle für Mehrphasenmessungen.
- Prompter Zugriff auf Ergebnisse, Diagramme und Menüs.
- Integrierte Nebenschlusswiderstände von 30 A und 1 A.
- Messungen ab dem Milliwatt- bis in den Megawattbereich.
- Helles Farbdisplay.
- Zahlreiche Computerschnittstellen wie RS232, USB, GPIB (optional) und Ethernet.
- Datenprotokollierung auf einem angeschlossenen USB-Flash-Laufwerk.
- Stromversorgung (± 15 V) für externe Messumformer.

- Benutzerfreundliche Menüführung mit kontextbezogener Hilfe.
- Integrierte Mathematikansicht, über die sich Ergebnisse einsehen und bearbeiten lassen. Optimal für Messungen z. B. des Wirkungsgrads.

Erste Schritte

Vor dem ersten Einsatz: Sicherheit

Lesen Sie sich die folgenden Warnhinweise sorgfältig durch, bevor Sie den Leistungsanalysator anschließen.



WARNUNG. Achten Sie zur Vermeidung möglicher Stromschläge und Verletzungen auf Folgendes:

Durch das Anschließen des Leistungsanalysators an aktive Schaltkreise werden die Anschlüsse und einige Bauteile im Innern des Leistungsanalysators unter Spannung gesetzt.

Unterbrechen Sie den Schaltkreis, falls möglich, bevor Sie eine Verbindung zum Leistungsanalysator herstellen.

Achten Sie vor dem Anschließen der Schaltkreise darauf, dass die höchste Messspannung und die höchste Spannung gegen Erde ($600 V_{\text{eff}}$, CAT II) nicht überschritten wird.

Verwenden Sie keine Kabel oder Zubehörteile, die nicht den geltenden Sicherheitsvorschriften entsprechen. Schwere oder gar tödliche Verletzungen durch Stromschlag könnten die Folge sein.

Nebenschlusswiderstände und Leiter können im Betriebszustand Wärme erzeugen und bei Kontakt zu Hautverbrennungen führen.

Qualifiziertes Personal

Dieses Produkt darf nur von qualifiziertem Personal bedient werden. Damit sind ausschließlich solche Personen gemeint, die mit der Installation, dem Aufbau, dem Anschließen, dem Prüfen der Anschlüsse und der Bedienung des Analysators vertraut sind und in folgenden Bereichen geschult wurden:

- Ein-/Aus-/Freischalten sowie Erden und Kennzeichnen elektrischer Schaltungen und Dienste/Systeme entsprechend den geltenden Sicherheitsvorschriften
- Pflegen und Bedienen geeigneter Sicherheitsausrüstungen im Einklang mit den geltenden Sicherheitsvorschriften
- Erste Hilfe

Achten Sie darauf, dass alle Personen, die das Gerät verwenden, das Benutzerhandbuch und die Sicherheitshinweise gelesen und genau verstanden haben.

- Installation**
- Der Netzanschluss muss diesen Bereichen/Werten entsprechen: 100 V bis 240 V, 50/60 Hz.
 - Das Gerät darf nur bei bestimmten Umgebungsbedingungen verwendet werden. Achten Sie darauf, dass die tatsächlichen Umgebungsbedingungen den zulässigen Bedingungen gemäß Definition in diesem Handbuch entsprechen.
 - Achten Sie darauf, dass das Gerät so aufgestellt wird, dass das Netzkabel jederzeit zugänglich ist und problemlos vom Netzanschluss getrennt werden kann.

- Vor jedem Einsatz**
- Achten Sie darauf, dass die Netz- und Verbindungskabel sowie sämtliche Zubehörteile und angeschlossenen Geräte, die zusammen mit dem Analysator verwendet werden, ordnungsgemäß funktionieren und sauber sind.
 - Achten Sie darauf, dass sämtliche Zubehörteile von Drittanbietern, die zusammen mit dem Analysator verwendet werden, den geltenden Standards IEC 61010-031 bzw. IEC 61010-2-032 entsprechen und für den jeweiligen Spannungsmessbereich geeignet sind.

Anschlussreihenfolge



WARNUNG. Wird der Messkreis zum Messen der NETZSPANNUNG verwendet, darf die Spannung gegen Erde in einer CAT-II-Umgebung nicht mehr als $600 V_{eff}$ betragen, um mögliche Stromschläge oder Verletzungen zu vermeiden.

Beim Anschluss eines Schaltkreises an den Leistungsanalysator ist es aus Sicherheitsgründen erforderlich, die im Folgenden beschriebene Reihenfolge einzuhalten:

1. Schließen Sie das Netzkabel des Leistungsanalysators an eine ordnungsgemäß geerdete Steckdose an.

Der Leistungsanalysator ist nun mit dem Schutzleiter verbunden.

2. Schalten Sie das Gerät ein.
3. Schließen Sie den Messkreis an. Gehen Sie dabei entsprechend allen Anweisungen und dem Schaltplan in diesem Handbuch vor.

- Beim Einsatz**
- Arbeiten Sie beim Anschließen von Kabeln und Geräten in Teams von mindestens zwei Personen.
 - Sobald Sie Schäden am Gehäuse, an den Bedienelementen, am Netzkabel, an den Verbindungskabeln oder an angeschlossenen Geräten feststellen, trennen Sie den Analysator umgehend vom Netzanschluss.
 - Sollten Sie Zweifel am sicheren Betrieb des Geräts haben, schalten Sie das Gerät selbst sowie die jeweiligen Zubehörteile unverzüglich ab, sichern Sie sie vor versehentlichem Wiedereinschalten und lassen Sie durch eine qualifizierte Fachkraft Wartungsarbeiten vornehmen.

Einschalten

1. Überzeugen Sie sich davon, dass sich der Leistungsanalysator in einem einwandfreien Zustand befindet und keine Anzeichen von Schäden aufweist.
2. Halten Sie sich an die im obigen Abschnitt *Vor dem ersten Einsatz: Sicherheit* beschriebene Anschlussreihenfolge. (Siehe Seite 1.)
3. Betätigen Sie den Netzschalter, um den Leistungsanalysator einzuschalten.

Das Gerät wird hochgefahren; dies dauert etwa 15 Sekunden. Beim Hochfahren werden die Seriennummer sowie die Firmware-Version des Geräts angezeigt.
4. Anschließend ist das Gerät betriebsbereit.

Konzept der globalen, der Gruppen- und der Kanalparameter

- Definition Gruppe** Bei einem Mehrphasenleistungsanalysator ist es häufig erforderlich, mehrere Messkanäle miteinander zu verknüpfen. Dies wird als Gruppierung bezeichnet. Innerhalb einer Gruppe fungiert ein Kanal als Frequenzquelle sowie als Referenz für alle anderen Kanäle der Gruppe. Gruppierungen kommen häufig in Anwendungen wie bei Messungen von Drehstrommotoren zum Einsatz. Kanal 1 und 2 können zusammengefasst werden, um die Eingangsleistung zu messen, während Kanal 3 und 4 zum Messen der Ausgangsleistung zusammengefasst werden können. Weitere Informationen zum Gruppieren von Kanälen sind in Abschnitt *Wiring (Verkabelung)* in Kapitel *Das Menüsystem* zu finden. (Siehe Seite 53, *Wiring (Verkabelung)*.)
- Globale, Gruppen- und Kanaleinstellungen** Am PA3000 sind viele verschiedene Einstellungen möglich, die sich sowohl auf die Darstellung der Ergebnisse als auch auf die Ergebnisse selbst auswirken. Zur leichteren Bedienbarkeit des Geräts wird bei einigen Einstellungen nur ein Parameter verändert, bei anderen gleich mehrere. Je nach Parameter betreffen die Einstellungen das gesamte System (global), eine einzelne Gruppe oder einen einzelnen Kanal. Die einzelnen Parameter, die sich auf Messungen und die jeweiligen Ergebnisse auswirken, sind im Folgenden aufgeführt.
- Globale Einstellungen** Globale Einstellungen wirken sich auf sämtliche Messungen aus. Die folgenden Einstellungen sind global:
- Austastung (Siehe Seite 66, *Austastung*.)
 - Mittelwertbildung (Siehe Seite 66, *Mittelwertbildung*.)
 - Update rate (Aktualisierungsrate) (Siehe Seite 66, *Update rate (Aktualisierungsrate)*.)
 - Autozero (Auto-Null) (Siehe Seite 66, *Auto-Null*.)
- Globale Einstellungen werden im Menü „System Configuration“ (Systemkonfiguration) angezeigt.
- Gruppeneinstellungen** Einstellungen, die für eine einzelne Gruppe vorgenommen werden, wirken sich auf jeden Kanal dieser Gruppe aus. Dies betrifft folgende Einstellungen:
- Messungen (Siehe Seite 40, *Messgrößen*.)
 - Konfiguration von Messwerten (Siehe Seite 43, *Menü „Measurement Configuration“ (Messkonfiguration)*.)
 - Modus (Siehe Seite 47, *Modi*.)
 - Wiring (Verkabelung) (Siehe Seite 53, *Wiring (Verkabelung)*.)
 - Bereiche (Siehe Seite 56, *Bereichseinstellung*.)

- Auswahl des Nebenschlusswiderstands (Siehe Seite 57, *Nebenschlusswiderstände*.)
- Frequenzquelle (Siehe Seite 57, *Frequenzquelle*.)
- Bandwith (Bandbreite) (Siehe Seite 58, *Bandwith (Bandbreite)*.)

Kanaleinstellungen

Änderungen an den Kanaleinstellungen sind völlig unabhängig von jeglichen Gruppierungen. Folgende Einstellung wird auf Kanalebene vorgenommen:

- Skalierungsfaktor (Siehe Seite 58, *Skalierung*.)

Wird eine Einstellung an einem Parameter für eine Gruppe oder einen Kanal vorgenommen, wird diese Gruppe bzw. dieser Kanal ganz oben im Menü angezeigt. Ändern lässt sich die Gruppe bzw. der Kanal über die beiden Hardkey-Pfeiltasten (links/rechts).

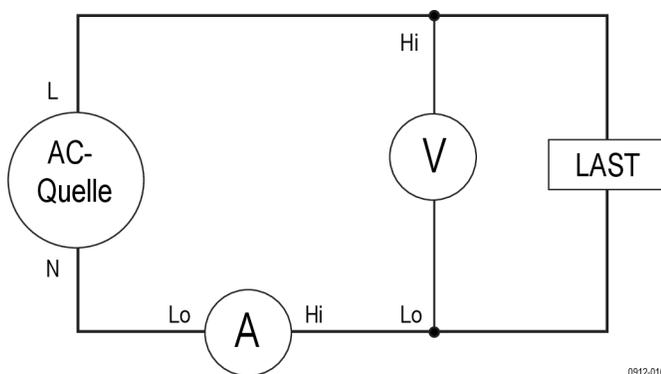
Anschließen des Prüflings

Die Messung von bis zu 600 V_{eff}, CAT II, bzw. 30 A_{eff} oder 1 A_{eff} erfolgt durch den PA3000 direkt über die 4-mm-Anschlüsse auf der Rückseite jeder Analogkarte. Informationen zu Messungen außerhalb dieses Bereichs (Schwach- oder Starkstrom) sind in den Abschnitten zur Verwendung von Stromstärke- und Spannungs-Messumformern zu finden. (Siehe Seite 31, *Verbindung von Signalen*.)

Möchten Sie die Leistung messen, schalten Sie die Messklemmen des PA3000 mit der Versorgungsspannung parallel und mit dem Laststrom in Serie (siehe unten).



WARNUNG. Die Verwendung von ungeeigneten oder beschädigten Sicherheitskabeln kann zu schweren oder tödlichen Verletzungen durch Stromschlag führen. Verwenden Sie zum Schutz vor Verletzungen stets hochwertige Sicherheitskabel, die den im Lieferumfang enthaltenen entsprechen, und überprüfen Sie vor Gebrauch deren Unversehrtheit.



0912-016

Abbildung 1: Typische Eingänge am PA3000

Orientieren Sie sich an folgender Abbildung, wenn Sie die Kabel an das Eingangsmodul auf der Rückseite des PA3000 anschließen.



Abbildung 2: Eingangsmodul auf der Rückseite

- Schließen Sie den Außenleiter der Wechselspannungsquelle an die Anschlussbuchse **VHI**.
- Schließen Sie den Neutraleiter der Wechselspannungsquelle an die Anschlussbuchse **VLO**.
- Schließen Sie den Neutraleiter der Last entweder an den Anschluss 30 A **AHI** oder 1 A **A1A**.
- Schließen Sie den Neutraleiter der Spannungsquelle an die Anschlussbuchse **ALO**.

Bei einphasigen Prüflingen mit Anschlussstecker ist die einfachste und sicherste Methode zum Herstellen einer Verbindung die Verwendung einer Tektronix-Anschlussbox. Damit stehen dann eine Leitungsdose zum Anschließen des Prüflings sowie 4x4-mm-Buchsen zur Verfügung, über die eine direkte Verbindung zu den PA3000-Anschlüssen gemäß obiger Beschreibung erfolgen kann.

Schalten Sie die Spannungsquelle der Last ein. Der Leistungsanalysator ist nun zum Messen bereit. Bedenken Sie, dass das Gerät bei angeschlossener Last nicht ein- oder ausgeschaltet werden muss.

Navigieren in der Ergebnisansicht

Auf der rechten Seite der meisten Ansichten befindet sich eine Spalte mit Softkey-Tasten. Verwenden Sie diese Tasten, um in der angezeigten Ansicht zu navigieren oder auf andere Ansichten bzw. Menüs zuzugreifen. Die Softkey-Tasten werden zwar in den Menüs angezeigt, jedoch durch die Tasten des Frontpaneels rechts vom Display gesteuert.



Seite nach oben



Eine Messergebniszeile nach oben blättern



Eine Messergebniszeile nach unten blättern



Seite nach unten

Zum Vergrößern der Ergebnisse dient die Taste  (ZOOM auf dem linken Frontpaneel). Damit lassen sich die folgenden vier Vergrößerungsstufen durchlaufen:

- 4 Spalten mit je 12 Ergebnissen
- 2 Spalten mit je 6 Ergebnissen
- 1 Spalte mit je 3 Ergebnissen
- 4 Spalten mit je 9 Ergebnissen mit 6 mathematischen Ergebnissen

Sind mehr Spalten vorhanden als gleichzeitig angezeigt werden können (z. B. 6 Spalten mit Ergebnissen im 4-Spalten-Modus), verwenden Sie die beiden Pfeiltasten-Hardkeys (links/rechts), um zu diesen Spalten zu blättern.



1152-010

Abbildung 4: Links-/Rechts-Hardkey-Pfeiltasten

Beim PA3000 ist die Auswahl zwischen fester und automatischer Bereichseinstellung möglich. Als Standard wurde die automatische Bereichseinstellung gewählt. Wenn Sie die feste Bereichseinstellung wählen oder der Spitzenwert des Eingangssignals größer ist als der Bereich, hat dies eine Bereichsüberschreitung zur Folge. Auf der Anzeige wird dies dadurch gekennzeichnet, dass alle Ergebnisse des Kanals, bei dem eine Bereichsüberschreitung aufgetreten ist, blinken. Außerdem werden die Anzeigen „Vrms“ und/oder „Arms“ blinkend dargestellt, um den Benutzer zu informieren, wo die Bereichsüberschreitung stattfindet: am Spannungskanal, am Stromkanal oder an beiden Kanälen.

Navigieren im Menüsystem

Über das Menüsystem lassen sich sämtliche Einstellungen am PA3000 ändern. In das Menüsystem gelangen Sie über die  (Taste MENU).

Durch erneutes Drücken der Taste  oder durch Drücken von  (Taste RESULT) gelangen Sie jederzeit wieder zur Messgrößenansicht zurück.

Bei aktivem Menüsystem können die fünf Softkey-Tasten rechts neben der Anzeige zum Navigieren und Auswählen von Optionen verwendet werden. Eine Liste mit den Menütasten finden Sie in diesem Handbuch im Abschnitt zu den Softkeys. (Siehe Seite 25, *Softkeys*.)

Wenn das Menü, in dem Sie sich gerade befinden, einen Gruppen- oder Kanalnamen anzeigt, gelten die Einstellungen nur für die angezeigte Gruppe bzw. den angezeigten Kanal. Zum Wechseln in andere Gruppen oder Kanäle dienen die beiden Hardkey-Pfeiltasten (links/rechts).

Beispiel: Auswählen von Messgrößen für die Anzeige

Eine der ersten Aufgaben, die ausgeführt werden sollten, ist das Ändern der angezeigten Messgrößen.

Dazu sind folgende Schritte erforderlich:

1. Drücken Sie die Taste  (zum Anzeigen des Menüs).
2. Drücken Sie , um die Liste der Messgrößen einzusehen. Mit einem Häkchen gekennzeichnete Messgrößen werden in der angegebenen Reihenfolge angezeigt.
3. Mit den Tasten  und  wählen Sie eine Messgröße aus, die angezeigt werden soll. Drücken Sie anschließend , um die Anzeige zu aktivieren.
4. Ändern Sie die Reihenfolge, in der die Anzeige der Messgrößen erfolgen soll, indem Sie zunächst die Messgröße, die Sie verschieben möchten, auswählen und dann die Taste  drücken.

Die Auswahlleiste wird daraufhin rot angezeigt.

5. Zum Verschieben der Messgröße verwenden Sie  und , zum Bestätigen der neuen Position drücken Sie .

Um eine ausgewählte Messgröße zu entfernen, wählen Sie sie aus und drücken Sie anschließend .

Informationen zum Wiederherstellen der Standardliste finden Sie im Menü „Benutzerkonfiguration“. (Siehe Seite 68, *User Configuration (Benutzerkonfiguration)*.)

HINWEIS. *In Abhängigkeit des gewählten Modus lassen sich einige Messgrößen nicht auswählen. (Siehe Seite 47, Modi.) Es sind weitere Informationen zur Auswahl von Messgrößen erhältlich. (Siehe Seite 40, Messgrößen.)*

Bildschirmhilfe

Im gesamten Menüsystem kann der Benutzer auf die Bildschirmhilfe zurückgreifen, die nützliche Kurzinformationen zum jeweiligen Thema bietet.

Drücken Sie beispielsweise  und anschließend die Taste  (HELP). Auf dem Bildschirm erscheint ein Hilfstext zum Hauptmenü. Drücken Sie die Taste  erneut, um die Hilfe wieder zu entfernen und zur vorherigen Bildschirmansicht zurückzukehren.

Wenn Sie Menüoptionen auswählen und Informationen zu einer bestimmten Bildschirmansicht benötigen, drücken Sie , um Kurzinformationen zum jeweiligen Thema zu erhalten. Doch nicht zu jeder Bildschirmansicht bzw. in jeder Ebene gibt es einen Hilfstext. Wenn nach dem Drücken der Taste  also kein Hilfstext angezeigt wird, ist für diese Ansicht bzw. Ebene schlicht keine Hilfe verfügbar.

Frontpaneel

Frontpaneelbedienelemente und -anschlüsse

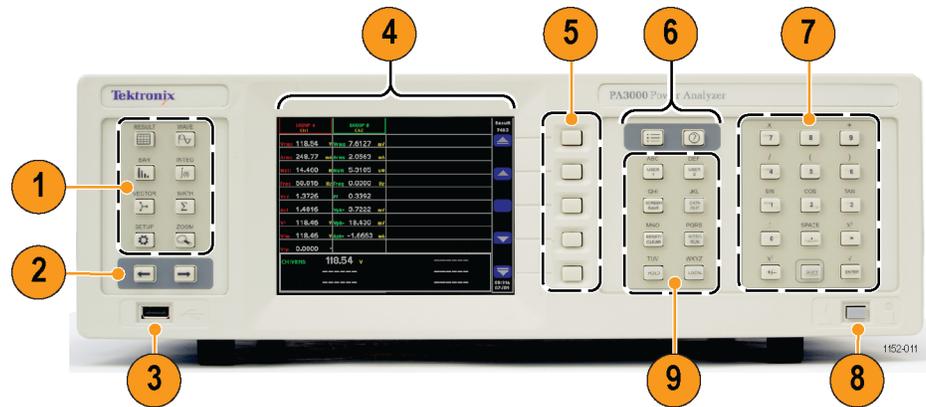


Abbildung 5: Frontpaneelbedienelemente und -anschlüsse

Tabelle 1: Frontpaneelbedienelemente und -anschlüsse

1	Schnellansicht-Tasten
2	Links-/Rechts-Hardkey-Pfeiltasten
3	USB-Anschluss für Flash-Laufwerke
4	TFT-Bildschirm: 640 x 480
5	Softkeys
6	Menü- und Hilfetasten
7	Ziffern- und Formeltasten
8	Frontseitiger Netzschalter
9	Funktions- und Buchstabentasten

Schnellansicht-Tasten

Über die Schnellansicht-Tasten ist ein bequemer Zugriff auf die verschiedenen Anzeigen möglich.



1152.012

Abbildung 6: Schnellansicht-Tasten

Mit den ersten sieben Tasten lässt sich die Bildschirmansicht, d. h. die angezeigten Informationen, ändern:

- Über die Taste  (RESULT) wird die normale Ergebnisansicht angezeigt.
- Über die Taste  (WAVE) werden Signale angezeigt.
- Über die Taste  (BAR) wird ein Oberwellen-Balkendiagramm angezeigt.
- Über die Taste  (INTEG) werden im Integratormodus Integratorsignale angezeigt.
- Über die Taste  (VECTOR) wird ein Vektordiagramm angezeigt.
- Über die Taste  (MATH) werden die mathematischen Ergebnisse entsprechend der im Menü „Math“ (Mathematik) vorgenommenen Konfiguration angezeigt.
- Über die Taste  (SETUP) wird ein Bildschirm mit der aktuellen Gerätekonfiguration angezeigt.

Durch Drücken einer dieser Tasten ändert sich die Bildschirmansicht entsprechend. Durch nochmaliges Drücken derselben Taste ändert sich nichts.

Im unteren Teil des Funktionstastenfelds befinden sich die ZOOM-Taste () sowie zwei Pfeiltasten (links/rechts).

Mit der ZOOM-Taste lässt sich die Anzahl der angezeigten Ergebnisse ändern. Sie ändert sich von vier Spalten auf zwei Spalten, auf eine Spalte und schließlich auf vier Spalten mit mathematischen Ergebnissen unten. Bei erneutem Drücken der Taste kehren Sie wieder zur Anzeige mit vier Spalten zurück.

Mit den beiden Pfeiltasten lässt sich die Ergebnisanzzeige nach links bzw. nach rechts schieben. Dadurch kann der Benutzer mehr Ergebnisse einsehen (es können bis zu 15 Spalten mit Ergebnissen erzeugt werden). Die Pfeiltasten können auch in anderen Bildschirmansichten verwendet werden, wie z. B. in der Menüansicht zum Ändern von Gruppen oder in der Signalansicht zum Bewegen der Cursors.

Ergebnisansicht

Die Ergebnisansicht ist die Standardansicht, die nach dem Einschalten des Geräts angezeigt wird.

GROUP A Ch1	GROUP B Ch2	GROUP C Ch3	GROUP D Ch4	Result 33406
Vrms 118.79	Vrms 0.0000	Vrms 0.0000	Vrms 0.0000	
Arms 0.0000	Arms 0.0000	Arms 0.0000	Arms 0.0000	A
Watt 0.0000	Watt 0.0000	Watt 0.0000	Watt 0.0000	W 
VA 0.0000	VA 0.0000	VA 0.0000	VA 0.0000	VA
Freq 59.975	Freq 0.0000	Freq 0.0000	Freq 0.0000	Hz
PF 0.0000	PF 0.0000	PF 0.0000	PF 0.0000	
				
				
				06:45P 02/08

Abbildung 7: Ergebnisansicht

In der Ergebnisansicht werden alle angeforderten Ergebnisse dargestellt.

Die Größe/Anzahl der Ergebnisse auf dem Bildschirm lässt sich mithilfe der Taste  regulieren.

Änderungen an der Art und Reihenfolge, in der die Ergebnisse angezeigt werden, lassen sich über das Messgrößenmenü vornehmen. (Siehe Seite 40, *Messgrößen*.) Darüber hinaus bietet das Menü „Measurement Configuration“ (Messkonfiguration) die Möglichkeit, die Anzahl der angezeigten Oberwellen, die angezeigten Spalten für Min-Hold und Max-Hold sowie die Anzeige der SUM-Spalte zu regulieren. (Siehe Seite 43, Menü „Measurement Configuration“ (*Messkonfiguration*).)

Signalansicht

Drücken Sie , um die Signalansicht anzuzeigen. In dieser Ansicht werden die Signale der gemessenen Daten im kontinuierlichen Betriebsmodus angezeigt.

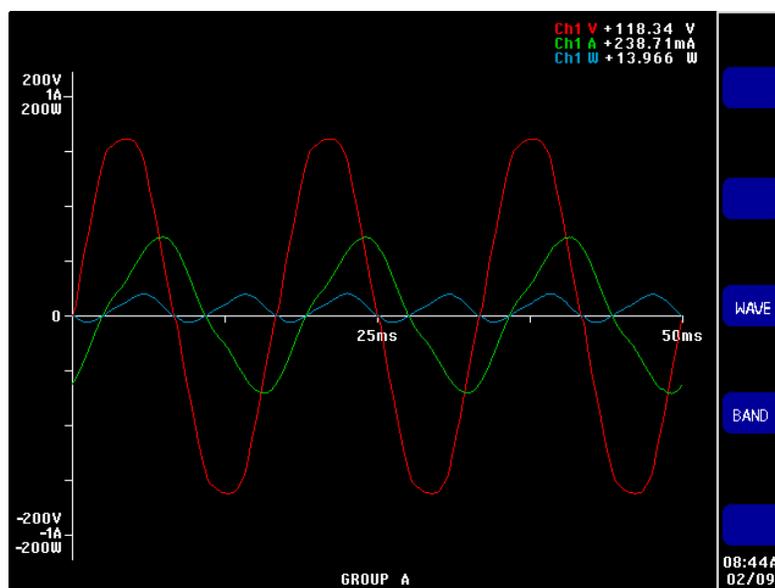


Abbildung 8: Signalansicht

Die Signalansicht ist in zwei Bereiche unterteilt. Oben rechts werden die Werte für Spannung, Stromstärke und Leistung für jeden der Kanäle der jeweiligen Gruppe angezeigt. Für die Bezeichnung des Kanals wird derselbe Farbcode verwendet wie für das zugehörige Signal. (Siehe Seite 59, *Diagramme und Signalkurven*.) Messgrößen werden selbst dann angezeigt, wenn das Signal nicht dargestellt wird.

Unterhalb dieser Messgrößen ist das eigentliche Signal zu sehen, das in einem Koordinatensystem mit einer x-Achse und einer y-Achse grafisch dargestellt wird.

Wählen Sie die Signale, die angezeigt werden sollen, indem Sie  drücken, **Graphs and Waveforms** (Diagramme und Signalkurven) und anschließend **Waveform** (Signalkurve) auswählen. Schließlich müssen Sie noch die Größen auswählen, die Sie anzeigen lassen möchten: Spannung, Stromstärke oder Leistung. Sie können auch  drücken, um schnell auf das Menü „Select Waveforms“ (Signalkurven auswählen) zugreifen zu können.

Die Auswahl des Signals erfolgt nach Gruppen. Das heißt, dass auf ein und derselben Signalkurve nur Signale einer bestimmten Gruppe angezeigt werden können.

Ändern lässt sich die Gruppe über die beiden Pfeiltasten (links/rechts), die sich neben der Anzeige links unten befinden. Dadurch können die Gruppe und die Signale, die angezeigt werden, geändert werden.

Beim Darstellen eines Signals beginnt das Phasenreferenzsignal der Gruppe am Schnittpunkt von x-Achse und y-Achse. Ob nun das Referenzsignal in die Anzeige mit aufgenommen werden soll oder nicht, hat keinen Einfluss auf die Position der anderen Signale. Beispiel: Als Phasenreferenz wurde das Spannungssignal von Kanal 1 gewählt. Das Stromstärkesignal von Kanal 1 ist im Verhältnis dazu um 90 Grad versetzt. Auch wenn das Spannungssignal von Kanal 1 nicht angezeigt wird, beginnt das Stromstärkesignal dennoch mit einer Verzögerung von 90 Grad.

Der Bereich für die x-Achse (Zeit) entspricht dem doppelten Zeitintervall des niedrigsten angezeigten Frequenzsignals – aufgerundet auf einen Zeitabschnitt, der mit der Ziffer 1, 2 oder 5 beginnt. Beispiel: 50 Hz ist die niedrigste Frequenz. Das doppelte Zeitintervall wäre demnach 40 ms. Durch die Aufrundung ergibt dies eine Zeitbasis von 50 ms. Wird bei keinem der angezeigten Signale die Frequenz gemessen (d. h. bei Gleichstrom), wird 500 ms als Zeitbasis verwendet.

Auf der y-Achse wird der Bereich für alle angezeigten Kanäle derselben Einheit (Volt, Ampere oder Watt) untersucht. Der verwendete Bereich entspricht dem Maximalbereich.

Balkendiagrammansicht

Drücken Sie , um die Balkendiagrammansicht anzuzeigen. In der Balkendiagrammansicht werden Oberwellendaten zu Spannung, Stromstärke oder Leistung in Form eines Balkendiagramms angezeigt.

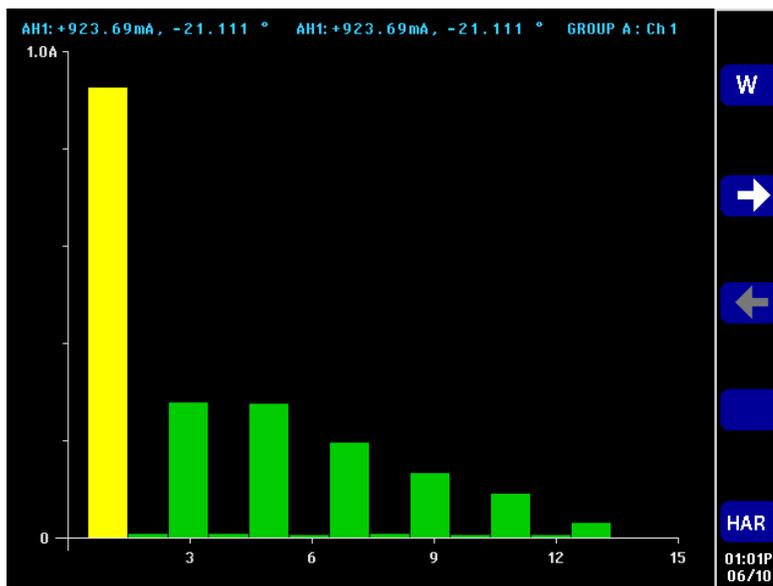


Abbildung 9: Balkendiagrammansicht

Die für diese Anzeige verwendeten Daten basieren auf der Oberwelleneinstellung für die Gruppe, in der sich der Kanal befindet. Alle mit den Softkeys vorgenommenen Änderungen wirken sich lediglich auf diese Gruppe aus. Über die Hardkey-Pfeiltasten (links/rechts) lässt sich der Kanal ändern.

Oberwellen müssen nicht als Ergebnis des Balkendiagramms angezeigt werden. Wenn Oberwellen niemals angezeigt oder konfiguriert werden, werden die Standardeinstellungen für Oberwellen als Grundlage für das Balkendiagramm herangezogen.

Oberhalb jedes Diagramms werden zwei Messwerte sowie der Name der Gruppe und des Kanals angezeigt. Bei dem ersten Wert handelt es sich um den Grundwert in den gemessenen Einheiten nebst Phasenwinkel. Der zweite Wert gibt die markierte Oberwelle in den Einheiten an, die auch für die Ergebnisansicht verwendet würden (entweder in Prozent oder als absolute Werte gemäß Festlegung durch den Benutzer für die jeweilige Gruppe), sowie den Phasenwinkel. Der Phasenwinkel wird unabhängig davon angezeigt, ob er in der Ergebnisansicht dargestellt wird oder nicht.

Über die Softkey-Pfeiltasten (links/rechts) kann eine einzelne Oberwelle ausgewählt werden. Diese Oberwelle wird dann nicht grün, sondern gelb dargestellt. Über die Pfeiltasten lässt sich nur die Auswahl der Oberwelle der aktiven Gruppe ändern. Wird auf der Anzeige nur ein Balkendiagramm dargestellt, ist die Verwendung der Auswahlfunktion denkbar einfach. Wenn der Benutzer dann über die Hardkey-Pfeiltasten zum nächsten Kanal wechselt, werden als Grundlage für die ausgewählte Oberwelle mögliche Änderungen verwendet, die in der Ansicht des vorhergehenden Kanals vorgenommen wurden.

Für die x-Achse gilt eine maximale Anzahl der anzeigbaren Oberwellenwerte von 50, auch wenn theoretisch 100 möglich wären. Welche Oberwellenwerte angezeigt werden, ergibt sich aus der Abfolge und dem Bereich der Oberwellen für die jeweilige Gruppe. Beispiel: Wurde das Gerät so konfiguriert, dass bis zur 50. Oberwelle gerade und ungerade Wellen angezeigt werden, werden 50 Oberwellen angezeigt. Lautet die Konfiguration auf ungerade Oberwellen bis zur 19. Welle, so werden 10 Oberwellen angezeigt.

Sind weniger als 50 Oberwellen anzuzeigen, werden sie über die gesamte zulässige Breite des Diagramms verteilt. Hat der Benutzer für die Anzeige mehr als 50 Oberwellen ausgewählt, lässt sich die Anzeige mit den Softkey-Pfeiltasten (links/rechts) weiterblättern. Dabei ändern sich die Achsenbezeichnungen nach Erreichen der 50. Oberwelle.

In der folgenden Übersicht sind die Softkeys näher erläutert:



Ändern der angezeigten Oberwellen (Volt, Ampere, Watt und wieder zurück zu Volt). Die Einstellung erfolgt nach Gruppen.



Verschieben der ausgewählten Oberwelle um eins nach rechts (höhere Ordnung).



Verschieben der ausgewählten Oberwelle um eins nach links (niedrigere Ordnung).



Wechseln in das Menü für die Oberwelleneinstellung.

Integratoransicht

Drücken Sie , um die Integratoransicht anzuzeigen. Mit der Integratoransicht können Sie sich im Integratormodus integrierte Ergebnisse auf einer Kurve anzeigen lassen. (Siehe Seite 49, *Modus „Integrator“*.)

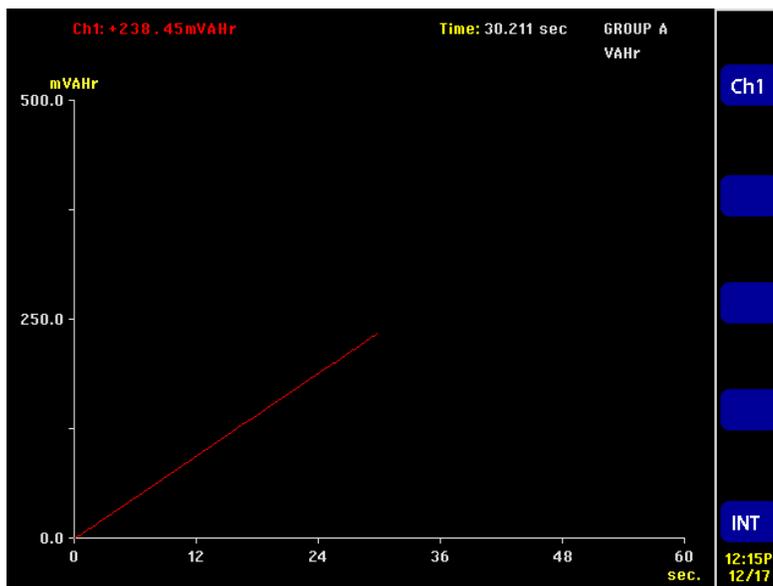


Abbildung 10: Integratoransicht

Jederzeit lässt sich eines der folgenden Ergebnisse anzeigen:

- Wattstunden
- Voltamperestunden
- VAR-Stunden
- Amp Hours (Amperestunden)
- Watt-Mittelwert
- PF Average (PF-Mittelwert)
- Volt
- Amps (Ampere)
- Watt
- Fundamental VA-Hours (VAHf) (Grund-VA-Stunden (VAHf))
- Fundamental VAr-Hours (VArHf) (Grund-VAr-Stunden (VArHf))
- Korrektur-VArS

Wie beim Integrator selbst erfolgt die Darstellung der Ergebnisse nach Gruppen. Das heißt, dass in einem 3p4w-System mit SUM-Ergebnissen höchstens vier Kurven gleichzeitig angezeigt werden können. Im Rahmen der Gruppenbeschränkungen besteht auch die Möglichkeit, Kurven zur Anzeige hinzuzufügen oder aus ihr zu entfernen. Beispiel: Sie möchten sich das Ergebnis von Kanal 1 sowie das SUM-Ergebnis anzeigen lassen.

Aus zwei Gründen ist diese Auswahl zulässig.

- Zum einen sind die integrierten Ergebnisse für jeden Kanal in einem symmetrischen 3-Phasen-System sehr ähnlich, so dass sich die Kurven gegenseitig überlagern. Dies könnte zu Verwirrungen führen.
- Zum anderen gilt für ein symmetrisches 3-Phasen-System: Wenn die Kanal- und die SUM-Ergebnisse auf derselben Kurve angezeigt werden, erreichen die Werte der Kanalkurve bestenfalls $1/3$ des Maximalwerts der y-Achse. Wird das SUM-Ergebnis nun aus der Ansicht entfernt und die y-Achse neu skaliert, hat dies eine bessere Auflösung für die Kanalkurve zur Folge.

Oben in der Bildschirmansicht wird je ein Messwert für die einzelnen Kanäle der Gruppe angezeigt (auch für den SUM-Kanal). Der Messwert gilt für das Ergebnis, das auch in der Einstellungsansicht für das Integratorsignal zum Anzeigen ausgewählt wurde. Wenn mit der Kurve also Wattstunden dargestellt werden, dann ist die Einheit des Messwerts demnach auch Wattstunde.

Die Kurve hat stets dieselbe Farbe wie die Kanalbezeichnung.

Solange das Integratordiagramm in der Anzeige zu sehen ist, kann mit den Hardkey-Pfeiltasten zu den Gruppenergebnissen gewechselt werden. Befindet sich nur eine Gruppe im Integratormodus, ändert sich das Diagramm nicht.

Die Skalierung sowohl der x-Achse als auch der y-Achse erfolgt automatisch. Auf der y-Achse ändert sich das Zeitintervall automatisch mit jeder Verlängerung der Integrationszeit. Damit ist die Lesbarkeit des Diagramms am besten gewährleistet.

In der Integratoransicht können Sie die Kurven durch Drücken der Taste **INT** jederzeit ändern. Damit gelangen Sie direkt in das Menü für die Integratoroberwelleneinstellung der ausgewählten Gruppe.

Vektoransicht

Drücken Sie , um die Vektoransicht anzuzeigen. In der Vektoransicht werden Oberwellendaten in Volt, Ampere oder Volt und Ampere in Form eines Vektordiagramms angezeigt.

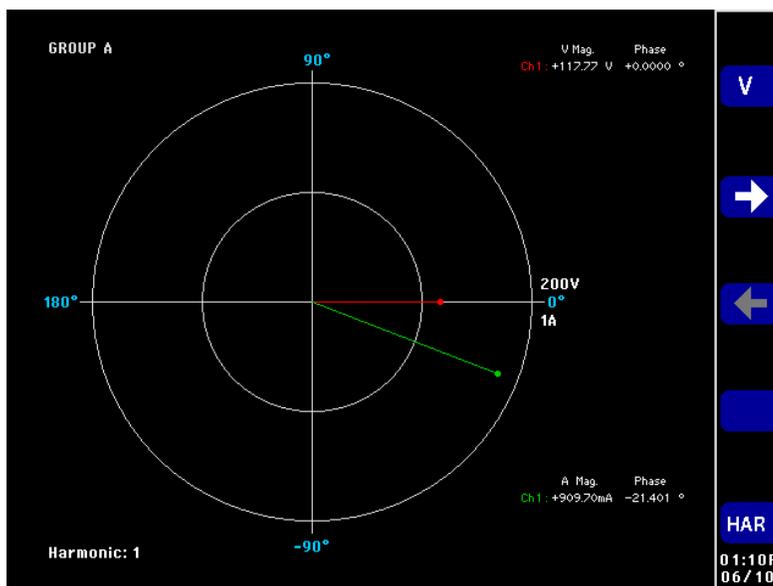


Abbildung 11: Vektoransicht

Die Darstellung der Vektoren erfolgt nach Gruppen. Über die Hardkey-Pfeiltasten (links/rechts) lässt sich die aktuell angezeigte Gruppe ändern. Die aktive Gruppe wird in der linken oberen Ecke in der entsprechenden Gruppenfarbe angezeigt.

Über die Softkey-Pfeiltasten (links/rechts) lässt sich die Nummer der aktuell angezeigten Oberwelle ändern. Die Oberwellen, die für die Anzeige zur Verfügung stehen, entsprechen den Oberwellen aus der Ergebnisansicht. Hier gibt es jedoch zwei Unterschiede: Zum einen wird weiterhin die absolute Größe verwendet, falls die Ergebnisansicht so konfiguriert wurde, dass Größen in Prozent des Grundwerts angezeigt werden. Dadurch wird ein echter Vergleich zwischen den Größen der ausgewählten Oberwelle für jeden Kanal der Gruppe ermöglicht. Zum anderen wird weiterhin die Oberwelleneinstellung verwendet, falls der Benutzer keine Oberwellen zum Anzeigen aktiviert hat. Auf diese Weise können rasch Daten zu Oberwellen eingesehen werden, ohne dass die Oberwellen angezeigt werden müssen.

Mit der oberen Taste **V/A** kann zwischen der Anzeige verschiedener Größen hin- und hergewechselt werden: nur Spannungsvektoren, nur Stromstärkevektoren oder sowohl Spannungs- als auch Stromstärkevektoren.

Für jeden angezeigten Vektor wird eine andere Farbe verwendet. Im Diagramm können bis zu sechs Vektoren gleichzeitig angezeigt werden. Dies wäre bei einer 3p4w-Konfiguration der Fall, bei der Spannung und Stromstärke angezeigt werden.

Neben der Anzeige einer Vektorgeraden werden rechts neben dem Vektordiagramm auch die Größe und der Phasenwinkel des Vektors angezeigt. Es werden Angaben sowohl zur Spannung als auch zur Stromstärke angezeigt, selbst wenn der Vektor nicht dargestellt wird.

Als Grundlage für die Größe wird der Maximalbereich für die angezeigte Gruppe verwendet (bei der automatischen Bereichseinstellung können Kanäle in verschiedenen Bereichen liegen). Bei Änderung der Nummer der Oberwelle ändern sich die Bereiche nicht, so dass ein visueller Vergleich zwischen den Oberwellennummern möglich ist.

In der folgenden Übersicht sind die Softkeys näher erläutert:



Ändern der Größe für die angezeigten Vektoren (nur Volt, nur Ampere, Volt und Ampere zusammen). Die Einstellung erfolgt nach Gruppen.



Verschieben des angezeigten Oberwellenvektors um eins nach rechts (höhere Ordnung). Die Einstellung erfolgt nach Gruppen.



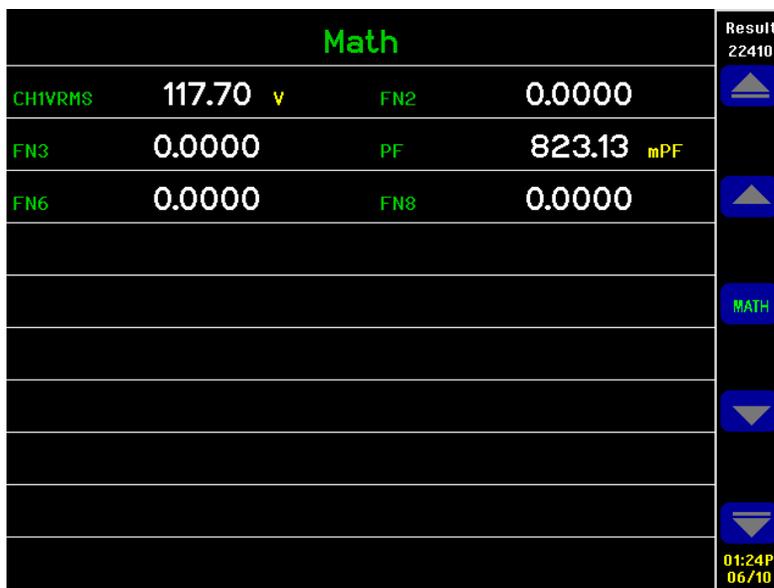
Verschieben des angezeigten Oberwellenvektors um eins nach links (niedrigere Ordnung). Die Einstellung erfolgt nach Gruppen.



Wechseln in das Menü für die Oberwelleneinstellung. Wechseln in die entsprechende Gruppe.

Mathematikansicht

Drücken Sie , um die Mathematikansicht anzuzeigen. In der Mathematikansicht werden benutzerkonfigurierte Werte angezeigt. Dabei kann es sich um eine Auswahl von Werten handeln, die auf einer bequem ablesbaren Bildschirmansicht angezeigt werden sollen, oder aber auch um elementare Messgrößen, die mathematisch verarbeitet wurden, um einen benötigten Wert anzuzeigen.



Math				Result
CHVRMS	117.70 v	FN2	0.0000	22410
FN3	0.0000	PF	823.13 mPF	
FN6	0.0000	FN8	0.0000	
				MATH
				01:24P
				06/10

Abbildung 12: Mathematikansicht

Es lassen sich bis zu 30 Mathematikfunktionen (Bezeichnung von FN1 bis FN30) festlegen. Für jede Funktion kann Folgendes angegeben werden:

- **Name.** Benutzerfreundlicher Name mit maximal zehn Zeichen. (Die Standardvorgabe entspricht der Bezeichnung, z. B. FN1.) In den Menüs wird die Funktionsbezeichnung immer zusammen mit dem Benutzernamen für die Funktion angezeigt.
- **Units (Einheitszeichen).** Benutzerfreundliche Einheitszeichen wie z. B. W für Watt. (Als Standardeinstellung wird ein leeres Feld angezeigt). Gegebenenfalls wird dem Einheitszeichen ein Präfix wie u, m, k oder M vorangestellt. Die Einheitszeichen können bis zu vier Zeichen lang sein.
- **Function (Funktion).** Die eigentliche mathematische Formel mit bis zu 100 Zeichen.

Weitere Informationen finden Sie bei den mathematischen Ergebnissen. (Siehe Seite 62.)

Setup-Ansicht

Drücken Sie , um die Setup-Ansichten anzuzeigen. In der ersten Ansicht werden die aktuelle Konfiguration der Kanäle und Gruppen, aber auch Elemente wie Austastung und Fernsteuerungseinstellungen angezeigt. Drücken Sie  oder , um unten in der Ansicht Informationen anzuzeigen.

Analyzer Configuration				
	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4
V Scaling	1.000	1.000	1.000	1.000
I Scaling	1.000	1.000	1.000	1.000
Ext.Shunt Scal.	1.000	1.000	1.000	1.000
V Ext.Phase Comp.	0.000	0.000	0.000	0.000
I Ext.Phase Comp.	0.000	0.000	0.000	0.000
V Range	5 V	5 V	5 V	200 V
I Range	12.5 mA	500 mA	500 mA	500 mA
	GROUP A	GROUP B	GROUP C	GROUP D
Wiring	1Ph2W	1Ph2W	1Ph2W	1Ph2W
Mode	Integrator	Normal	Normal	Normal
V Range	Auto	Auto	Auto	Auto
I Range	Auto	Auto	Auto	Auto
Shunt	Internal 1 A	Internal 30 A	Internal 30 A	Internal 30 A
Freq. Source	Volts	Volts	Volts	Volts
Phase Ref.	Volts	Volts	Volts	Volts
Freq. Range	>10 Hz	>10 Hz	>10 Hz	>10 Hz
Bandwidth	High	High	High	High

Press -> for instruments information

05:37P
01/22

Abbildung 13: Setup-Ansicht (erste Ansicht)

Sie können auf die zweite Ansicht zugreifen, indem Sie unten auf der linken Seite des Frontpaneels die rechte Hardkey-Pfeiltaste drücken. Diese Ansicht dient zur Anzeige der Gerätekonfiguration (z. B. wann das Gerät zuletzt überprüft und wann es angepasst wurde), der Seriennummer des Geräts, der Firmware-Version sowie einiger Angaben zu den installierten Analogkarten.

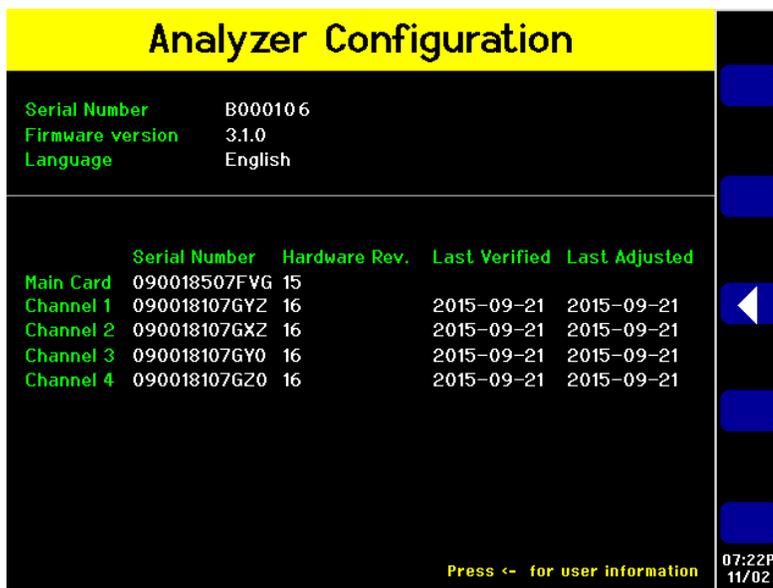


Abbildung 14: Setup-Ansicht (zweite Ansicht)

USB-Anschluss des Frontpaneels

Am USB-Anschluss des Frontpaneels können Sie ein USB-Flash-Laufwerk anschließen, um Bildschirmaufnahmen zu erstellen oder Daten zur Verwendung an einem anderen Gerät zu sammeln.

Wenn Sie das Flash-Laufwerk mit dem USB-Anschluss verbinden, leuchtet die LED unter der Taste „DATA OUT“ vorübergehend auf.

Wenn Sie die Taste „SCREEN SAVE“ drücken, erstellt das Gerät eine Bildschirmaufnahme und speichert die Bildschirmansicht auf dem Flash-Laufwerk. Die LED unter der Taste „DATA OUT“ leuchtet auf, während die Ansicht auf dem Flash-Laufwerk gespeichert wird.

Wenn Sie die Taste „DATA OUT“ drücken, schreibt das Gerät die Messdaten in eine Datei auf dem Flash-Laufwerk. Die LED unter der Taste blinkt, während das Gerät die Daten aufzeichnet. Drücken Sie die Taste nochmals, um die Datenaufzeichnung zu stoppen.

Zusätzliche Informationen zum USB-Anschluss des Frontpaneels finden Sie weiter unten in diesem Dokument bei der Erläuterung der Kommunikationsschnittstellen. (Siehe Seite 163, *USB-Hostanschluss auf dem Frontpaneel*.)

Softkeys

Softkeys übernehmen je nach Kontext unterschiedliche Funktionen. Gleiche Funktionen verwenden gemeinsame Softkey-Symbole. Diese sind in der folgenden Übersicht noch einmal aufgelistet. Wird das Symbol auf der Taste grau angezeigt, ist der Mindest-/Höchstwert dieser Taste erreicht. Einzelheiten zu den speziellen Funktionen der Softkeys sind in den jeweiligen Abschnitten dieses Handbuchs nachzulesen.

	Seite nach oben
	Eine Ergebniszeile/Menüzeile/Hilfetextzeile nach oben.
	Keine Funktion
	Eine Ergebniszeile/Menüzeile/Hilfetextzeile nach unten.
	Seite nach unten
	Zum vorherigen Menü wechseln.
	Zum nächsten Menü wechseln.
	Verschieben der ausgewählten Messgröße innerhalb der Liste (nach oben oder nach unten).
	Verschieben der ausgewählten Messgröße um eine Zeile nach oben
	Verschieben der ausgewählten Messgröße um eine Zeile nach unten.
	Auswählen des markierten Elements.
	Abbrechen
	Wert anwenden.
	Löschen eines Zeichens links neben der Cursorposition.
	Löschen des Texteintrags.

Menü- und Hilfetasten

Die Menü- und Hilfetasten befinden sich oberhalb der Funktions- und Buchstabentasten rechts neben der Anzeige.

-  Ein- und Ausschalten der Bildschirmmenüs. Das Menü erscheint stets in der obersten Ebene.
-  Ein- und Ausschalten der Bildschirmhilfe. Diese ist kontextbezogen und richtet sich nach der aktuellen Anzeige. Ist das Hilfefenster geöffnet, lassen sich nur die konfigurierten Softkeys bedienen. Das Drücken anderer Tasten bewirkt keine Änderung. Drücken Sie nochmals , um die Hilfeansicht zu schließen.

Funktions- und Buchstabentasten

Rechts neben den Softkeys befinden sich die Funktionstasten, über die auch Buchstaben eingegeben werden können.



Abbildung 15: Funktions- und Buchstabentasten

- USER 1/ABC, USER 2/DEF. Über diese Tasten gelangen Sie rasch in ein zuvor zugewiesenes Menü. Die Zuweisung erfolgt durch Halten einer dieser Tasten für mindestens 2 Sekunden, wenn das gewünschte Menü gerade auf dem Bildschirm angezeigt wird. Beispiel: Auf der Anzeige ist das Menü Spannungsbereich zu sehen. Halten Sie [USER 1] gedrückt, um der Taste dieses Menü zuzuweisen. Nun können Sie zu jedem beliebigen Zeitpunkt das Menü Spannungsbereich über [USER 1] aufrufen.
- SCREEN SAVE/GHI. Drücken Sie diese Taste, um eine Bildschirmaufnahme anzufertigen und den Bildschirm auf einem mit dem USB-Anschluss des

Frontpaneels verbundenen Flash-Laufwerk zu speichern. Die Abbildung wird auf dem Flash-Laufwerk in einem Ordner „PA3000“ als Bitmapdatei gespeichert. Der Dateiname wird vom Gerät automatisch zugewiesen, etwa „SCREEN01.BMP“. Falls der Name bereits existiert, erhöht das Gerät die Zahl, um zu verhindern, dass eine vorhandene Datei überschrieben wird. Die LED unter der Taste „DATA OUT“ leuchtet auf, während die Ansicht auf dem Flash-Laufwerk aufgezeichnet wird.

- DATA OUT/JKL. Drücken Sie diese Taste, um die Aufzeichnung von Daten zu starten oder zu beenden. Wenn Daten aufgezeichnet werden, leuchtet diese Taste auf.
- RESET/CLEAR/MNO. Die Funktion dieser Taste ist von der Gerätekonfiguration abhängig. Damit können Min-/Max-Hold-Ergebnisse gelöscht oder der Integrator zurückgesetzt werden.
- INTEG RUN/PQRS. Drücken Sie diese Taste, um den Integrator zu starten oder zu stoppen. Läuft der Integrator, leuchtet diese Taste.
- HOLD/TUV. Drücken Sie diese Taste, um die Aktualisierung der Ergebnisse in der Ansicht anzuhalten. Ein erneutes Drücken dieser Taste ermöglicht die weitere Aktualisierung. Solange die Anzeige eingefroren ist, leuchtet die unter der HOLD-Taste befindliche LED. Läuft der Integrator, werden die Werte weiter gesammelt.
- LOCAL/WXYZ. Jedes Mal, wenn das Gerät über USB, GPIB, Ethernet oder RS-232 Daten empfängt, wird das Frontpaneel gesperrt. Durch Drücken der LOCAL-Taste ist das Frontpaneel wieder bedienbar. Bei Sperrung des Frontpaneels leuchtet die unter der LOCAL-Taste befindliche LED.

Drücken Sie zur Eingabe von Buchstaben die SHIFT-Taste. Sie befindet sich unterhalb der Ziffern- und Formelstasten. Die unter der SHIFT-Taste befindliche LED leuchtet auf. Mit jedem erneuten Drücken einer Buchstabentaste wird der nächstfolgende Buchstabe gemäß der über der Taste angegebenen Reihenfolge ausgewählt. Wird dieselbe Taste nicht innerhalb einer Sekunde erneut gedrückt oder wird eine andere Taste gedrückt, bewegt sich der Cursor um eine Position weiter.

Ziffern- und Formelstasten

Der numerische Teil des Tastenfelds dient hauptsächlich zur Eingabe von Ziffern und Formeln. Folgende Tasten stehen zur Verfügung:

- $7 / \times$ – die Ziffer sieben oder (als SHIFT-Alternativbelegung) multiplizieren
- $8 / -$ – die Ziffer acht oder (als SHIFT-Alternativbelegung) subtrahieren
- $9 / +$ – die Ziffer neun oder (als SHIFT-Alternativbelegung) addieren
- $4 / /$ – die Ziffer vier oder (als SHIFT-Alternativbelegung) dividieren

- 5 / (– die Ziffer fünf oder (als SHIFT-Alternativbelegung) die öffnende Klammer
- 6 /). die Ziffer sechs oder (als SHIFT-Alternativbelegung) die schließende Klammer
- 1/SIN. die Ziffer eins oder (als SHIFT-Alternativbelegung) die Sinusfunktion
- 2/COS. die Ziffer zwei oder (als SHIFT-Alternativbelegung) die Cosinusfunktion
- 3/TAN. die Ziffer drei oder (als SHIFT-Alternativbelegung) die Tangensfunktion
- 0 / :. die Ziffer null oder (als SHIFT-Alternativbelegung) der Doppelpunkt
- . /SPACE. der Dezimalpunkt oder (als SHIFT-Alternativbelegung) die Leertaste
- =/x^y. das Gleichheitszeichen oder (als SHIFT-Alternativbelegung) potenzieren
- +/-x². positiv bzw. negativ oder (als SHIFT-Alternativbelegung) quadrieren
- SHIFT. Mithilfe dieser Taste werden auf der Tastatur alternative Funktionen eingegeben.
- ENTER/√. Eingabe oder (als SHIFT-Alternativbelegung) die Quadratwurzel

Aufzeichnung von Daten auf einem Speichergerät

Mit dem PA3000 lassen sich Daten auf einem USB-Flash-Laufwerk aufzeichnen. Das Gerät schreibt alle ausgewählten Messgrößen in eine .csv-Datei (Datei mit durch Kommata getrennten Werten), die auf dem angeschlossenen USB-Flash-Laufwerk gespeichert wird. Ergebnisse werden mit der im Menü „USB Host Data Out“ (USB-Host-Datenausgang) angegebenen Rate aufgezeichnet (standardmäßig alle 0,5 Sekunden).

Stecken Sie, noch bevor Sie die Datenaufzeichnung aktivieren, ein USB-Flash-Laufwerk in den USB-Anschluss auf der Vorderseite des PA3000. Der Anschluss auf der Rückseite ist nicht für USB-Flash-Laufwerke geeignet.

Datenaufzeichnung

Zum Starten der Datenaufzeichnung drücken Sie die DATA OUT-Taste. Die unter der Taste befindliche LED leuchtet auf und zeigt an, dass Daten aufgezeichnet werden. Zum Beenden der Datenaufzeichnung drücken Sie die DATA OUT-Taste. Wenn die LED nicht mehr leuchtet, kann das USB-Flash-Laufwerk entfernt werden.

Datenspeicherung und Format

Die Daten werden in einem Verzeichnis auf dem USB-Flash-Laufwerk abgelegt, das vom PA3000 angelegt wird. Die erzeugte Verzeichnisstruktur enthält die letzten fünf Ziffern der Seriennummer des verwendeten PA3000 sowie das Datum, an dem die Datenaufzeichnung begonnen hat. Für den Dateinamen wird die Uhrzeit im 24-h-Format verwendet, zu der die Datenaufzeichnung begonnen hat. Die Dateierweiterung lautet .csv.

Beispiel: Ein PA3000 mit der Seriennummer 100010210134 beginnt am 31. März 2016 um 14:18:56 Uhr mit der Aufzeichnung von Daten. Der zugehörige Verzeichnisbaum sieht wie folgt aus:

```
\PA3000\10134\16-03-31\14-18-56.csv
```

Der erste Teil der Datei enthält Kopfdaten zum verwendeten Gerät (in Form der Seriennummer) sowie die Uhrzeit, zu der die Datenaufzeichnung begonnen hat.

Der zweite Teil enthält Angaben zur Gruppenkonfiguration des PA3000. Dazu gehören der Gruppenindex, der Name der Gruppe, die Anzahl der Kanäle der Gruppe sowie die Anzahl der für die Gruppe ausgegebenen Ergebnisse.

Der dritte Teil der Datei enthält Spaltenüberschriften für jede aktuell ausgewählte Messgröße. Weitere Spalten enthalten eine indizierte Menge der aktuell ausgewählten Messgrößen, und zwar in der auf dem PA3000-Bildschirm angezeigten Reihenfolge. Die ausgegebenen Daten könnten beispielsweise wie folgt aussehen:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Tektronix PA3000							
2	Serial Nur B010134							
3	Firmware 3.1.0							
4	Start Date	3/15/2016						
5	Start Time	14:18:56 AM						
6								
7	Group	Name	# of Ch.	# of Res.	Wiring			
8	1	GROUP A	1	59	1Ph2W			
9	2	GROUP B	1	0	1Ph2W			
10								
11	# Math Re	6						
12								
13								
14	Index	Time	Vrms(1)	Arms(1)	Watt(1)	Freq(1)	PF(1)	Vcf(1)
15	1	11:56:24	1.19E+02	1.02E+00	1.00E+02	6.00E+01	8.25E-01	1.38E+01
16	2	11:56:25	1.19E+02	1.03E+00	1.01E+02	6.00E+01	8.26E-01	1.38E+01
17	3	11:56:25	1.19E+02	1.03E+00	1.01E+02	6.00E+01	8.28E-01	1.38E+01
18	4	11:56:26	1.19E+02	1.03E+00	1.01E+02	6.00E+01	8.27E-01	1.38E+01
19	5	11:56:26	1.18E+02	1.03E+00	1.00E+02	6.00E+01	8.25E-01	1.38E+01
20	6	11:56:27	1.18E+02	1.03E+00	1.00E+02	6.00E+01	8.26E-01	1.38E+01
21	7	11:56:27	1.18E+02	1.02E+00	1.00E+02	6.00E+01	8.25E-01	1.38E+01
22	8	11:56:28	1.18E+02	1.03E+00	1.00E+02	6.00E+01	8.24E-01	1.38E+01
23	9	11:56:28	1.18E+02	1.03E+00	1.00E+02	6.00E+01	8.25E-01	1.38E+01

Abbildung 16: Beispieldatendatei

Daneben werden bei der Datenaufzeichnung auch mathematische Ergebnisse ausgegeben. Diese sind hinter den Kanalergebnissen zu finden. Es werden jedoch nur diejenigen mathematischen Ergebnisse ausgegeben, die zuvor aktiviert wurden. Der Spaltenname besteht aus dem Funktionsnamen und den vom Benutzer angegebenen Einheiten.

Zusätzliche Informationen zum USB-Anschluss des Frontpaneels und zu Anforderungen an das USB-Flash-Laufwerk finden Sie weiter unten in diesem Dokument. (Siehe Seite 163, *USB-Hostanschluss auf dem Frontpaneel*.)

Verbindung von Signalen

Übersicht über die Eingänge



WARNUNG. Verhütung möglicher Stromschläge und Verletzungen:

Berühren Sie keine Anschlüsse, internen Schaltkreise oder Messgeräte, die nicht geerdet sind.

Befolgen Sie stets die Anweisungen zur Anschlussreihenfolge. (Siehe Seite 2, Anschlussreihenfolge.)

Der Anschluss von Signalen an das Gerät erfolgt an der Rückseite des Leistungsanalysators. Dort befinden sich für jede Analogkarte mehrere Eingänge (siehe Abbildung unten).

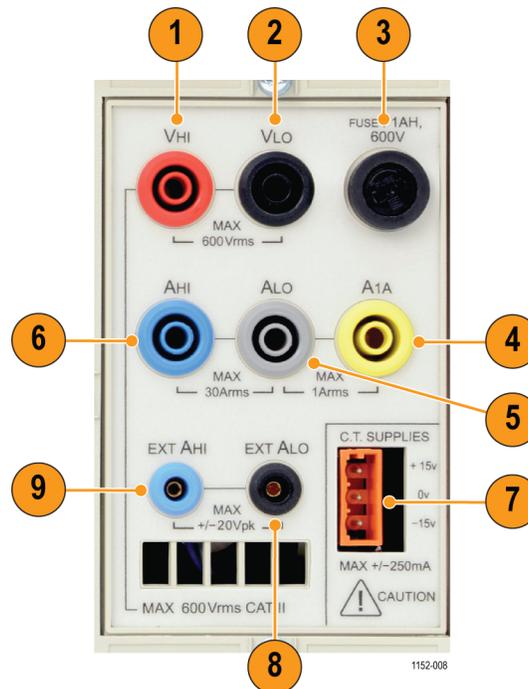


Abbildung 17: Signaleingänge auf der Rückseite (Kanal 1 abgebildet)

Tabelle 2: Signaleingänge auf der Rückseite

Nr.	Beschreibung
1	Anschluss Hochspannung (VHI)
2	Anschluss Niederspannung (VLO)
3	T1AH, 250-V-Sicherung zum Schutz des 1-A-Nebenschlusswiderstands

Tabelle 2: Signaleingänge auf der Rückseite (Fortsetzung)

Nr.	Beschreibung
4	Anschluss 1-A-Starkstrom (A1A)
5	Anschluss Schwachstrom (ALO, sowohl für den 30-A- als auch den 1-A-Nebenschlusswiderstand üblich)
6	Anschluss 30-A-Starkstrom (AHI)
7	Stromversorgung (± 15 V) für externe Messumformer
8	Schwachstromeingang externer Nebenschlusswiderstand (EXT ALO)
9	Starkstromeingang externer Nebenschlusswiderstand (EXT AHI)

Spannung An die rote VHI- und die schwarze VLO-Sicherheitsbuchse (4 mm) an der Rückseite des PA3000 können Spannungen von bis zu $600 V_{\text{eff}}$ direkt angeschlossen werden.

Stromstärke Der PA3000 verfügt über zwei integrierte Nebenschlusswiderstände. Der erste Nebenschlusswiderstand macht es möglich, Stromstärken von bis zu $30 A_{\text{eff}}$, $200 A_{\text{Sp}}$ direkt an die blaue AHI- und die graue ALO-Sicherheitsbuchse (4 mm) an der Rückseite jedes Messkanals des PA3000 anzuschließen. Mit dem zweiten Nebenschlusswiderstand können bis zu $1 A_{\text{eff}}$, $5 A_{\text{Sp}}$ direkt an die gelbe A1A- und die graue ALO-Sicherheitsbuchse (4 mm) angeschlossen werden, die sich ebenfalls an der Rückseite jedes Messkanals befinden.

Externe Stromeingänge An den externen Stromeingängen ist eine Spannung von bis zu $\pm 20 V_{\text{Sp}}$ zulässig, die sich proportional zur gemessenen Stromstärke verhält. Aus diesem Grund ist der Anschluss der unterschiedlichsten externen Stromstärke-Messumformer möglich – von Schwachstrom-Nebenschlusswiderständen im Milliampere-Bereich bis hin zu Messumformern mit hoher Amplitude. Bei jedem Messumformertyp lässt sich der PA3000 entsprechend skalieren, damit der Stromstärkewert korrekt abgelesen werden kann. (Siehe Seite 53, *Eingänge*.)

Die Wahl des Stromstärke-Messumformers richtet sich:

- nach der gemessenen Stromstärke, einschließlich Spitzenwerten und Transienten.
- nach der erforderlichen Präzision.
- nach der erforderlichen Bandbreite: Wenn es sich nicht um reine Sinuskurven handelt, ist eine höhere Bandbreite nötig als die Grundfrequenz
- danach, ob Gleichstrom vorliegt.

- nach der Zweckmäßigkeit des Anschlusses – d. h. ein anklemmbarer Stromwandler mit zu öffnenden Greifklemmen, die einen Schnellanschluss in einem festen Kabelstrang ermöglichen
- nach der Wirkung des Messumformers im Schaltkreis.

Anschließen eines einfachen Stromwandlers

Zum Anschließen eines herkömmlichen Stromwandlers (CT) wie derjenigen aus der CL-Serie von Tektronix (aber auch jedes anderen Messumformers mit Stromausgang) verbinden Sie den normalen AHI- und ALO-Eingang des PA3000 mit den Ausgängen des Stromwandlers. Beachten Sie die Anweisungen des Herstellers zur Sicherheit bei der Verwendung und Installation des Messumformers. Je nach Ausgangspegel des Stromwandlers müssen Sie entweder den AHI-Eingang (30 A) oder den AHI-Eingang (1 A) verwenden. Die Wahl richtet sich nach dem dynamischen Bereich, den Sie am Ausgang des Stromwandlers erwarten.

In der Regel ist der positive bzw. der HI-Ausgang des Messumformers mit einer Pfeilspitze oder mit dem Symbol „+“ gekennzeichnet. Verbinden Sie diesen Anschluss mit dem entsprechenden AHI-Eingang des PA3000.

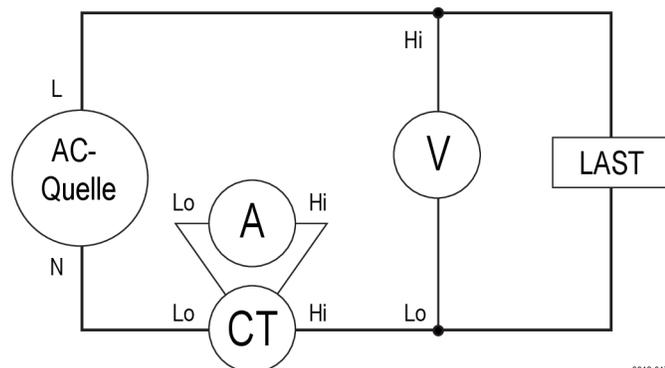


Abbildung 18: Schaltungen bei einem Stromwandler

Skalieren der Stromstärke

Ein Stromwandler erzeugt einen Ausgangsstrom, der sich proportional zum gemessenen Laststrom verhält. Beispielsweise erzeugt der Tektronix CL200 einen Ausgangsstrom, der 1/100 des gemessenen Stroms beträgt.

Um mit dem PA3000 die Stromstärke präzise messen zu können, verwenden Sie die Skalierfunktion des Analysators, mit der der CT-Ausgangsstrom skaliert bzw. multipliziert wird.

Beispiel: Der CL200 ist ein CT mit einem Verhältnis von 100:1. Wird damit eine Stromstärke von 100 A gemessen, beträgt sein Ausgangsstrom 1 A. Um dies mit dem PA3000 zu skalieren, muss der Skalierfaktor 100 eingegeben werden:

Drücken Sie 

Wählen Sie   **Inputs** (Eingänge) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **Scaling** (Skalierung) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **Amps** (Ampere) und drücken Sie anschließend .

Mit der Taste  löschen Sie den Eintrag

Geben Sie den neuen Skalierfaktor ein (100).

Drücken Sie 

Über die Taste  kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

Der PA3000 steht nun für Messvorgänge mit einem CT bereit.

Anschließen eines externen Nebenschlusswiderstands

Mit einem Nebenschlusswiderstand lässt sich der Stromstärkemessbereich des PA3000 auf einfache Weise erweitern. Der Nebenschlusswiderstand wird mit der Last in Reihe geschaltet. Die Spannung am Nebenschlusswiderstand verhält sich direkt proportional zur Stromstärke.

Diese Spannung kann direkt an die externen Stromeingänge des PA3000 angelegt werden.

Beispielsweise wird ein 1-Milliohm-Nebenschlusswiderstand zum Messen von 200 A_{eff} verwendet.

1. Überprüfen Sie, ob die zu erzeugende Spannung für den PA3000 geeignet ist

$$V = I \times R \text{ (Ohmsches Gesetz)}$$

$$V_{\text{shunt}} = I \times R_{\text{shunt}}$$

$$V_{\text{shunt}} = 200 \text{ A} \times 0,001 \text{ } \Omega$$

$$V_{\text{shunt}} = 0,2 \text{ V}$$

Das liegt weit unter den 20 V_{pk} der externen Stromeingänge des PA3000

2. Schalten Sie den Nebenschlusswiderstand mit der Last in Reihe und schließen Sie ihn an die Eingänge EXT AHI und EXT ALO (siehe Abbildung).

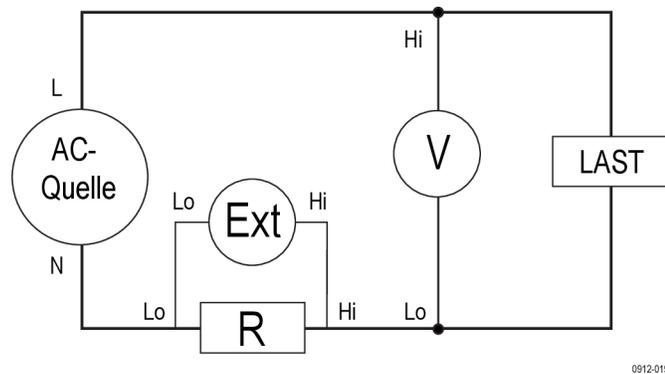


Abbildung 19: Schaltungen bei einem externen Nebenschlusswiderstand

Trennen Sie sämtliche Verbindungen zum normalen ALO-Anschluss!



WARNUNG. An den Verbindungen zu den normalen AMPS-Anschlüssen können hohe Spannungen anliegen.

Trennen Sie sämtliche Verbindungen zum ALO-Anschluss. So vermeiden Sie Fehler und die Gefahr eines Stromschlags. Da EXT LO und ALO innerhalb des PA3000 miteinander verschaltet sind, können Verbindungen zu AHI, ALO und AIA dasselbe Potential aufweisen wie EXT LO.

3. Richten Sie den PA3000 so ein, dass er die Stromstärke von den Anschlüssen EXT AHI und EXT ALO misst.

Drücken Sie

Wählen Sie **Inputs** (Eingänge) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie **Shunt** (Nebenschlusswiderstand) und drücken sie anschließend .

Wählen Sie **External** (Extern) und drücken Sie anschließend

Über die Taste kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

4. Nehmen Sie eine Skalierung der Messgrößen auf dem Bildschirm vor.

Die Standardskala ist $1 \text{ V} = 1 \text{ A}$.

In diesem Beispiel beträgt der Widerstand $R = 0,001 \Omega$. Der Skalierfaktor wird in Ampere pro Volt angegeben. In diesem Fall beträgt er 1.000.

Der Skalierfaktor für die Stromstärke wird wie folgt eingegeben:

Drücken Sie

Wählen Sie   **Inputs** (Eingänge) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **Scaling** (Skalierung) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **External Shunt** (Externer Nebenschlusswiderstand) und drücken Sie anschließend .

Mit der Taste  löschen Sie den Eintrag
Geben Sie den neuen Skalierfaktor ein (100).

Drücken Sie .

Über die Taste  kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

Der PA3000 steht nun für Messvorgänge mit einem externen Nebenschlusswiderstand bereit.

Anschließen eines Messumformers mit Spannungsausgang

In diesen Messumformern befinden sich aktive Schaltungen, mit deren Hilfe die Leistung bei hoher Bandbreite verbessert wird. Sie können vom Typ mit Hallelement oder mit Rogowski-Spule sein.

Das Verfahren ähnelt dem der Installation eines externen Nebenschlusswiderstands gemäß obiger Beschreibung.

1. Beachten Sie die Anweisungen des Herstellers zur Sicherheit bei der Verwendung und Installation des Messumformers.
2. Verbinden Sie den Spannungsausgang mit den Anschlüssen EXT AHI und EXT ALO des PA3000-Kanals wie oben.
3. Richten Sie den PA3000 ein:

Drücken Sie .

Wählen Sie   **Inputs** (Eingänge) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **Shunt** (Nebenschlusswiderstand) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **External** (Extern) und drücken Sie anschließend .

Über die Taste  kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

4. Wählen Sie einen Skalierfaktor und geben Sie diesen ein. Die Einstufung dieser Typen von Messumformern erfolgt häufig in mV/A. So entspricht

beispielsweise ein Messumformer mit einem Ausgang von 100 mV/A einem externen Nebenschlusswiderstand von 100 mΩ. Zum Konvertieren der Sollskalierung von Volt pro Ampere in das gewünschte Verhältnis Ampere pro Volt ist die Umkehrung des Werts erforderlich. Beim oben genannten Beispiel ändert sich 100 mV/A in 10 A/V.

Drücken Sie .

Wählen Sie   **Inputs** (Eingänge) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **Scaling** (Skalierung) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **External Shunt** (Externer Nebenschlusswiderstand) und drücken Sie anschließend .

Mit der Taste  löschen Sie den Eintrag

Geben Sie den neuen Skalierfaktor ein (z. B. 0,1) ein

Drücken Sie .

- Über die Taste  kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

Der PA3000 steht nun für Messvorgänge mit einem Messumformer mit Spannungsausgang bereit.

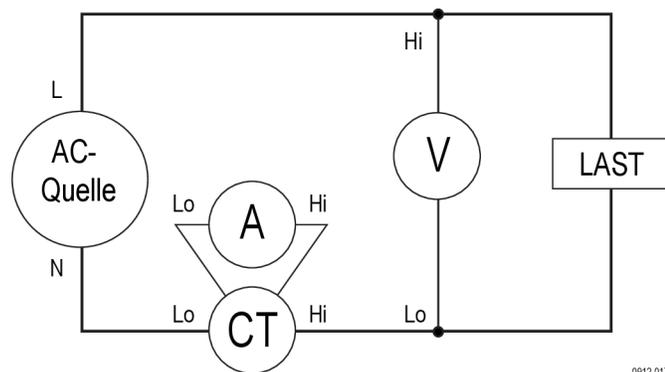


Abbildung 20: Schaltungen bei einem Stromwandler

Anschließen eines Spannungswandlers/-Messumformers

Zur Erweiterung des Messbereichs kann der PA3000 zusammen mit einem Spannungswandler (VT) oder einem anderen Messumformer verwendet werden. Beachten Sie die Anweisungen des Herstellers zur Sicherheit bei der Verwendung und Installation des Messumformers.

Der Ausgang des Messumformers ist mit den normalen Anschlüssen VHI und VLO verbunden. In der Regel ist der positive bzw. der HI-Ausgang des Messumformers mit einer Pfeilspitze oder mit dem Symbol „+“ gekennzeichnet. Verbinden Sie diesen Anschluss mit dem VHI-Eingang des PA3000.

Skalieren der Spannung

Ein Spannungswandler (VT) erzeugt einen Spannungsausgang, der sich proportional zur gemessenen Spannung verhält.

Um mit dem PA3000 die Spannung präzise messen zu können, verwenden Sie die Skalierfunktion des Leistungsanalysators, mit der der VT-Ausgangsstrom skaliert bzw. multipliziert wird.

Erfolgt die Messung beispielsweise mit einem VT mit einem Verhältnis von 1000:1, dann muss der Skalierfaktor 1000 gewählt werden.

Drücken Sie .

Wählen Sie   **Inputs** (Eingänge) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **Scaling** (Skalierung) und drücken Sie anschließend .

Wählen Sie   **Volts** (Volt) und drücken Sie anschließend .

Mit der Taste  löschen Sie den Eintrag

Geben Sie den neuen Skalierfaktor ein (1000).

Drücken Sie .

Über die Taste  kehren Sie zur Messgrößenansicht zurück.

Der PA3000 steht nun für Messvorgänge mit einem VT bereit.

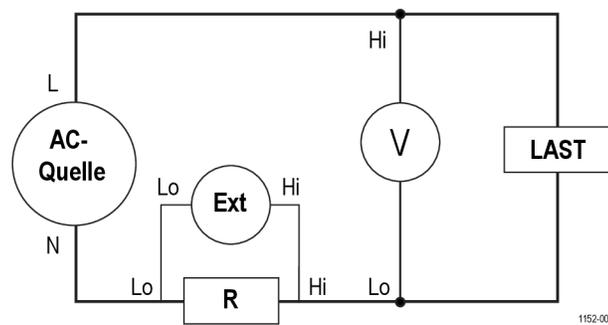


Abbildung 21: Schaltungen bei einem externen Nebenschlusswiderstand

Netzanschluss für externe Messumformer

Der PA3000 verfügt über eine Stromversorgung (± 15 V), an die ein externer Messumformer angeschlossen werden kann. Über den Anschluss sind pro Schiene auf jeder Analogkarte 250 mA (250 mA an +15 V und 250 mA an -15 V) verfügbar. Die Anschlussbuchse befindet sich auf jeder Analogkarte neben den Eingängen. Vier Gegenstecker (Tektronix-Ersatzteilnummer 56-598) werden zum Anschließen mitgeliefert. Diese Stecker sind vom Typ Wago 231-303/026-000.

Das Menüsystem

In diesem Abschnitt werden einige wichtige Menüs des PA3000 beschrieben.

Messgrößen

Legen Sie mithilfe des Messgrößenmenüs fest, in welcher Reihenfolge die Messgrößen in der Ansicht dargestellt werden sollen. Standardmessgrößen sind: V_{rms} , A_{rms} , Watt, VA, PF und Freq. Diese Einstellung erfolgt nach Gruppen. Die nach Gruppen geordneten Messgrößen können Sie sich in jeder beliebigen Reihenfolge, sogar nach Oberwellen, anzeigen lassen. Allerdings werden die Oberwellenergebnisse stets als Block angezeigt (alle Spannungsoberwellen entsprechend den eingestellten Parametern als durchgängiger Block).

Die folgende Abbildung zeigt eine normale Messgrößenansicht.

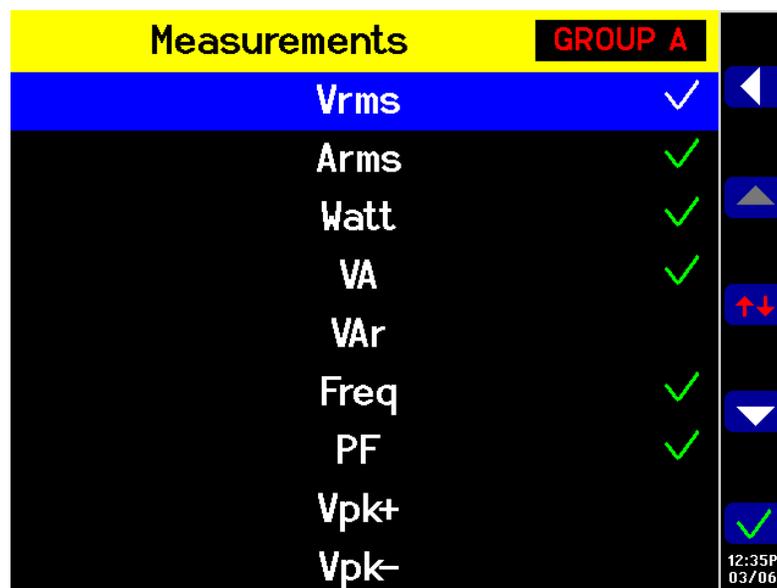


Abbildung 22: Messgrößenansicht

Über die Messgrößenansicht können Sie wählen, welche Messgröße als Ergebnis angezeigt werden soll, und die Reihenfolge ändern, in der die Anzeige der Ergebnisse erfolgen soll. Folgende Softkeys stehen Ihnen über die Messgrößenansicht zur Verfügung:



Zum vorherigen Menü wechseln



Auswahl nach oben oder zum Anfang der Liste

	Verschieben der Messgröße
	Auswahl nach unten oder zum Ende der Liste
	Auswählen der Messgröße für die Anzeige / Aufheben der Auswahl

Zum Ansteuern eines gewünschten Ergebnisses können die Softkey-Pfeiltasten (aufwärts/abwärts) verwendet werden. Die aktuelle Auswahl wird blau hervorgehoben.

Wurde ein Ergebnis ausgewählt, wird dies am Ende der entsprechenden Zeile mit einem grünen Häkchen gekennzeichnet.

In der Ergebnisansicht werden alle ausgewählten Ergebnisse angezeigt, und zwar in der Reihenfolge, in der sie auch in der Messgrößenliste aufgeführt sind. Die Listeneinstellungen gelten nur für die ausgewählte Gruppe.

HINWEIS. Sofern sich die Gruppe nicht im Integratormodus befindet, können keine Integrationsmessgrößen ausgewählt werden. Dabei handelt es sich um folgende Messgrößen:

Stunden
Wattstunden
VA-Stunden
VAr-Stunden
Amperestunden
Watt (Mittelwert)
PF (Mittelwert)
Korrigierter VAr-Wert
Grund-VA-Stunden (VAHf)
Grund-VAr-Stunden (VArHf)

Wenn Sie die Reihenfolge der Ergebnisse ändern möchten, steuern Sie das gewünschte Ergebnis an und klicken Sie anschließend auf . Wenn diese Taste gedrückt wurde, erscheint die Auswahlleiste nicht mehr in blauer, sondern in roter Farbe.

Nun stehen Ihnen folgende Softkeys zur Verfügung:

	Zum vorherigen Menü wechseln
	Verschieben der ausgewählten Messgröße nach oben (grau unterlegt, wenn bereits am Anfang der Liste).

	Abbrechen der Aktion und Zurücksetzen der Messgröße an die Position, an der sie sich vor der Aktion befand.
	Verschieben der ausgewählten Messgröße nach unten (grau unterlegt, wenn bereits am Ende der Liste).
	Verschieben der Messgröße in die gewählte Position. Die Softkeys erhalten wieder ihre Standardfunktion für die Messgrößenansicht.

In der folgenden Abbildung ist ein Beispiel für das Verschieben einer Messgröße dargestellt:

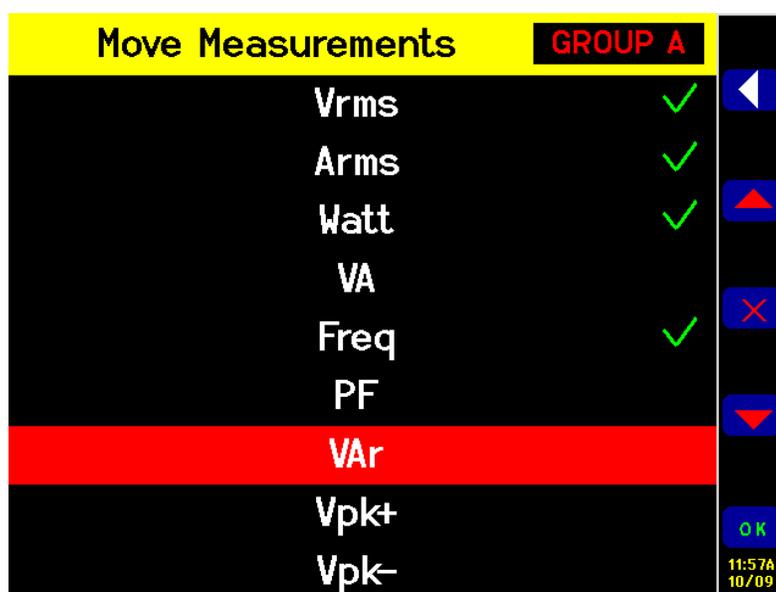


Abbildung 23: Beispiel für eine verschobene Messgröße

Menü „Measurement Configuration“ (Messkonfiguration)

Ändern Sie mithilfe des Menüs „Measurement Configuration“ (Messkonfiguration) die Berechnung und Darstellung einiger Ergebnisse.

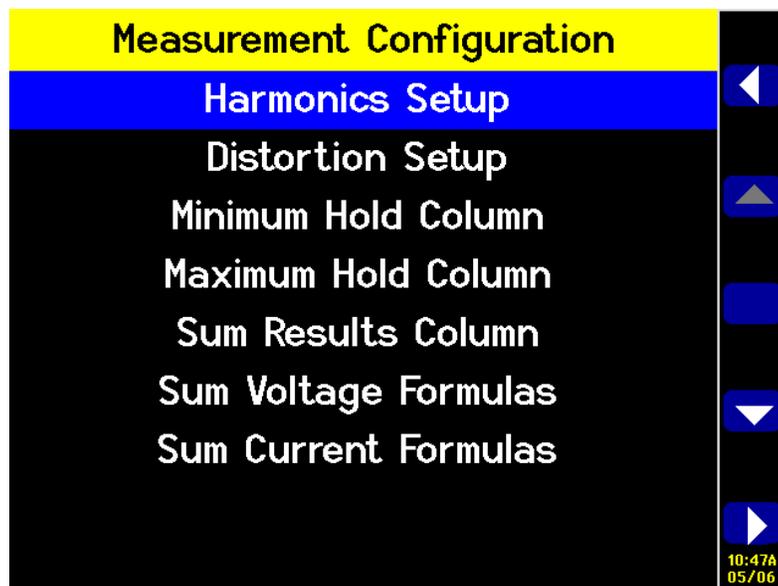


Abbildung 24: Menü „Measurement Configuration“ (Messkonfiguration)

Die oberste Ebene im Messkonfigurationsmenü umfasst folgende Untermenüs:

- Harmonics Setup (Einstellen der Oberwellen). Konfigurieren Sie mithilfe dieser Menüs V-, A- und W-Oberwellen.
- Distortion Setup (Einstellen der Verzerrung)
- Minimum Hold Column (Spalte für Min-Hold)
- Maximum Hold Column (Spalte für Max-Hold)
- Sum Results Column (Spalte für SUM-Ergebnisse)
- Sum Voltage Formulas (SUM-Spannungsformeln)
- Sum Current Formulas (SUM-Stromformeln)

Harmonics Setup (Einstellen der Oberwellen)

Mit Harmonics Setup (Einstellen der Oberwellen) konfigurieren Sie die Einstellung und Darstellung von Oberwellenmengen in den Messergebnissen. Die einzelnen Einstellungen für Spannung, Strom und Leistung bieten konfigurierbare Optionen, die von der Anwendung und der Darstellung der Ergebnisse abhängen. In den einzelnen Menüs für Spannung, Strom und Leistung können Sie die folgenden Optionen festlegen:

- **Sequence (Oberwellenfolge).** Gerade und ungerade oder nur ungerade Oberwellen (Standardeinstellung: gerade und ungerade)
- **Range (Bereich).** 1 bis 100 (Standardeinstellung: 7)
- **Format.** Absoluter Wert oder in Prozent des Grundwerts (Standardeinstellung: absoluter Wert)
- **Display Phase Angle (Anzeige des Phasenwinkels).** Ein oder aus (Standardeinstellung: ein) (nur Volt und Ampere)

Die Auswahl der anzuzeigenden Oberwellenergebnisse hat keinen Einfluss auf die Oberwellendaten, die für die Berechnung von Verzerrungen verwendet werden.

Informationen zur Anzeigegeschwindigkeit können Sie diesem Handbuch im Abschnitt zur Benutzerkonfiguration entnehmen. (Siehe Seite 68, *User Configuration (Benutzerkonfiguration)*.) Mit dem Gerät können nicht 100 Oberwellen in V, A und W im 100-ms-Takt berechnet und angezeigt werden.

Distortion Setup (Einstellen der Verzerrung)

Im Menü „Distortion Setup“ (Einstellen der Verzerrung) können die Verzerrungsfaktoren (df) für Spannung und Strom, Gesamtoberwellenverzerrung (THD) und den Faktor für den Telefonstörfaktor konfigurieren.

Verzerrungsfaktor. In der Formel für den Verzerrungsfaktor werden die Auswirkungen hoher Frequenzen und Rauschanteile berücksichtigt. Diese Gleichung bringt nur dann einen gültigen Wert hervor, wenn der Effektivwert nicht kleiner ist als der Grundwert. Ist der Grundwert größer als der Effektivwert, erscheint in der Anzeige - - - - .

Die Gleichungen lauten wie folgt:

$$V_{df} = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{V_{rms}^2 - V_{h01}^2} \times 100\%$$

und

$$A_{df} = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{A_{rms}^2 - A_{h01}^2} \times 100\%$$

Als Referenzwert kann entweder der Grundwert oder der Effektivwert verwendet werden. In der Standardeinstellung entspricht der Referenzwert dem Grundwert.

Gesamtoberwellenverzerrung. Die Gesamtoberwellenverzerrung (THD – Total Harmonic Distortion) ist eine Messgröße für die Verzerrung eines Signals.

In den Messgrößenmenüs für V und A lassen sich folgende Parameter festlegen:

- **Harmonic Reference (Oberwellenreferenz).** Grundwert oder Effektivwert (Standardeinstellung: Grundwert).
- **Harmonic Sequence (Oberwellenfolge).** Gerade und ungerade oder nur ungerade Oberwellen (Standardeinstellung: gerade und ungerade)
- **Harmonic Range (Oberwellenbereich).** 2 bis 100 (Standardeinstellung: 7) Dies ist die letzte in die Berechnung einzubeziehende Oberwelle. Lautet die Einstellung „nur ungerade Oberwellen“ und ist als Bereich eine gerade Zahl angegeben, gilt für die Berechnung die vorletzte Oberwelle als letzter Wert.
- **Harmonic Zero (Oberwellennull).** Ausschließen oder einschließen (Standardeinstellung: ausschließen)

Bei den Einstellungen für die Verzerrung und die Oberwellen wird berücksichtigt, ob die tatsächliche Anzeige der Messwerte ein- oder ausgeschaltet ist. Beispiel: Wird die Anzahl der anzuzeigenden Oberwellen geändert (z. B. von 7 in 13), hat das Aus- und spätere Wiedereinschalten der Anzeige von Spannungsoberwellen keine Auswirkungen auf diese Einstellung.

Die Formeln für die Spannungs-THD und die Stromstärke-THD lauten wie folgt:

$$V_{thd} = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (V_{hn})^2} \times 100\%$$

und

$$A_{thd} = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (A_{hn})^2} \times 100\%$$

Mit der Formel für die Oberwellengesamtverzerrung (zuvor als Serienformel bezeichnet) werden genauere Ergebnisse für das Oberwellenrauschen erzielt, wenn die THD weniger als 5 % beträgt. Bei der Auswahl der THD-Formel ist es von besonderer Bedeutung, für den Maximalwert der Oberwellen eine ausreichend große Zahl zu wählen, um gültige Ergebnisse zu erzielen. Je höher die Anzahl der Oberwellen ist, desto präziser fällt die Berechnung aus.

Telefonstörfaktor. Beim Telefonstörfaktor (TIF – Telephone Influence Factor) handelt es sich um eine THD-Messgröße, bei der die Frequenzen innerhalb der Bandbreite einer gewöhnlichen Fernsprechleitung gewichtet werden. Er ist ein Maß dafür, wie die Spannungs- oder Stromverzerrung in elektrischen Schaltkreisen benachbarte Fernsprechleitungen beeinträchtigen kann. TIF-Messungen werden in Normen wie der ANSI C50.13 für „Drehende elektrische Maschinen – Synchrongeneratoren mit Vollpolläufer“ verlangt und werden zumeist an Standby-Stromversorgungen und an USV vorgenommen. Die Anzahl der in eine TIF-Messung einbezogenen Oberwellen beläuft sich auf 1 bis 73 (gerade und ungerade).

Die Formeln für die Spannungs-TIF und die Stromstärke-TIF lauten wie folgt:

Standardreferenz = Grundwert

$$V_{tif} = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (k_n \times V_{hn})^2}$$

und

$$A_{tif} = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (k_n \times A_{hn})^2}$$

Es gelten folgende Bewertungsfaktoren (k_n):

Tabelle 3: Bewertungsfaktoren für TIF

Oberwelle	k_n	Oberwelle	k_n	Oberwelle	k_n
1	0,5	21	6050	41	10340
3	30	23	6370	43	10600
5	225	24	6650	47	10210
6	400	25	6680	49	9820
7	650	27	6970	50	9670
9	1320	29	7320	53	8740
11	2260	30	7570	55	8090
12	2760	31	7820	59	6730
13	3360	33	8830	61	6130
15	4350	35	8830	65	4400
17	5100	36	9080	67	3700
18	5400	37	9330	71	2750
19	5630	39	9840	73	2190

Spalten für Min-Hold und Max-Hold

Die Spalten für Min-Hold und Max-Hold stellen eine Möglichkeit dar, neben den aktuell ausgewählten Ergebnissen eine neue Spalte hinzuzufügen, in der entweder die Minimal- oder Maximalwerte der ausgewählten Messgrößen angezeigt werden. Die Spalten lassen sich individuell aktivieren bzw. deaktivieren. Zum Zurücksetzen der in den Spalten angezeigten Werte drücken Sie die RESET/CLEAR-Taste. Die Werte in beiden Spalten werden zurückgesetzt, wenn die Min-Hold- oder die Max-Hold-Spalte aktiviert wird.

Sum Results Column (Spalte für SUM-Ergebnisse)

Die Sum Results Column (Spalte für SUM-Ergebnisse) bietet die Möglichkeit, neben der aktuellen Gruppe von Messgrößen eine SUM-Spalte hinzuzufügen. Dort werden die Ergebnisse für Mehrkanalgruppen angezeigt. Die Spalte wird nach dem letzten Kanal der Gruppe angezeigt. Die Spalte für den Maximalwert wird rechts neben den SUM-Ergebnissen angezeigt; die Spalte für den Minimalwert wird links neben den SUM-Ergebnissen angezeigt.

Außer in der Konfiguration mit 1 Phase und 2 Leitungen (1P2W) sind die SUM-Ergebnisse in allen Anschlusskonfigurationen verfügbar. (Siehe Seite 53, *Wiring (Verkabelung)*.)

Formeln für SUM-Spannung und SUM-Strom

Beim PA3000 besteht die Möglichkeit, zwischen zwei Methoden für die Summierung von Spannungs- und Stromwerten zu wählen. Die Methoden für die Spannung hängen nicht von den Methoden für den Strom ab. Eine Liste der Formeln für SUM-Spannung und SUM-Strom befindet sich bei den SUM-Gleichungen an späterer Stelle in diesem Dokument. (Siehe Seite 159, *Summengleichungen*.)

Modi

Mit Hilfe von Modi werden am Gerät gezielt Einstellungen vorgenommen, um bestimmte Arten von Messungen durchführen zu können. Diese Modi verfügen über die erforderlichen Filter- und Konfigurationsparameter, um spezielle Signale zu messen, die in bestimmten Anwendungen vorkommen.

Modi werden auf Gruppenebene angewandt. Beispielsweise könnte bei Vorschaltgeräten für eine Gruppe A der Modus „Normal“ gewählt werden, um damit die Eingangsleistung zu messen, und für eine Gruppe B der Vorschaltmodus, mit dem die Ausgangsleistung gemessen wird.

Folgende Modi stehen zur Verfügung:

- Normal
- Ballast (Vorschaltgerät)
- Standby Power (Standby-Leistung)
- Integrator
- PWM-Motor

Häufig ist es erforderlich, dem Gerät eine bestimmte Betriebsart aufzuzwingen, wenn ein bestimmter Modus ausgewählt wurde. Beispielsweise wird beim Modus „Ballast“ (Vorschaltgerät) eine hohe Bandbreite erzwungen. In diesen Fällen geschieht Folgendes:

- Bei der Rückkehr in den Modus „Normal“ werden sämtliche geänderten Einstellungen wieder zurückgesetzt.
- Wurde eine Einstellung erzwungen, kann der Benutzer sie nicht ändern, solange der Leistungsanalysator nicht wieder in den Modus „Normal“ zurückgekehrt ist.

Modus „Normal“ Mit dem Modus „Normal“ werden die meisten Leistungsmessungen vorgenommen. Er eignet sich ideal für gleichmäßige Signale, für die keine speziellen Messmethoden erforderlich sind. Der Modus „Normal“ ist der Standardmodus.

Modus „Vorschaltgerät“ Der Modus „Ballast“ (Vorschaltgerät) ist speziell für die Konfiguration einer Gruppe geeignet, damit Messungen der komplexen modulierten Signale am Ausgang von Vorschaltgeräten durchgeführt werden können. Bei modernen Vorschaltgeräten mit elektronischen Lichtsignalen gestaltet sich das Durchführen präziser Messungen häufig als recht schwierig. Grund dafür ist, dass die Ausgangssignale von hoher Frequenz sind und von der Netzfrequenz stark moduliert werden. Mit dem Modus „Ballast“ (Vorschaltgerät) wird nun die Möglichkeit geschaffen, den Messzeitraum an die Netzfrequenz zu koppeln.

Nachdem Sie den Modus „Ballast“ (Vorschaltgerät) ausgewählt haben, müssen Sie die Grundfrequenz einstellen, mit der der Strom übertragen wird. Dies ist in der Regel 50, 60 oder 400 Hz. Die Bildschirmansicht für die Einstellungen lässt sich wie folgt aufrufen: **Modes** (Modi) → **Setup Modes** (Modi einstellen) → **Ballast Setup** (Vorschaltgerät einstellen). Anhand der eingegebenen Einstellungen passt der Leistungsanalysator dann das Messfenster an, damit die angegebene Frequenz vollständig angezeigt werden kann.

Bei der vom Gerät ausgegebenen Frequenz handelt es sich nicht um die Netzfrequenz, sondern um die Schaltfrequenz des Vorschaltgeräts. Diese Frequenz wird auch für die Analyse der Oberwellen verwendet.

Wird der Modus „Ballast“ (Vorschaltgerät) ausgewählt, erhält die Gruppe folgende Einstellungen: Frequenzbereich: „>10 Hz“, Bandbreite: „Hoch“. Diese Einstellungen sind in diesem Modus gesperrt und werden bis zur Rückkehr in den Modus „Normal“ dort gespeichert.

Modus „Standby Power“ (Standby-Stromleistung) Mit dem Modus „Standby Power“ (Standby-Leistung) werden die Watt-, Ampere-, VA- und PF-Messwerte über einen vom Benutzer festzulegenden Messzeitraum zusammengefasst. Dies wird in vielen Normen für die Standby-Leistung verlangt.

Wegen der deutlichen verbraucherseitigen Nachfrage und aufgrund neuer Rechtsvorschriften zum energetischen Wirkungsgrad sind immer mehr Messungen erforderlich, mit denen der Stromverbrauch von Produkten im Standby-Betrieb ermittelt wird.

Eine der am meisten verbreiteten Normen für Messungen ist IEC 62301. Ein Teil dieser Norm sieht die Leistungsmessung über einen verlängerten Zeitraum vor, in dem sämtliche kurzzeitigen Stromversorgungsereignisse erfasst werden. Im Modus „Standby Power“ (Standby-Leistung) ist eine ununterbrochene Abtastung von Spannung und Stromstärke über einen vom Benutzer festgelegten Zeitraum möglich, wodurch eine präzise Messung der Leistung erfolgen kann.

Im Modus „Standby Power“ (Standby-Leistung) müssen Sie das Integrationsfenster in Sekunden angeben. Daraufhin werden Watt, Ampere, Leistungsfaktor und Voltampere über genau diesen Zeitraum integriert. Die vom Benutzer als normal festgelegte Aktualisierungsrate für alle weiteren Ergebnisse bleibt davon unberührt.

Der Integrationszeitraum richtet sich nach der Kombination des angegebenen Fensters sowie nach der Aktualisierungsrate des Geräts. (Siehe Seite 66, *Update rate (Aktualisierungsrate)*.) Grund dafür ist, dass die Ergebnisse über ein ganzzahliges Vielfaches der Aktualisierungsrate integriert werden. Beispiel: Beträgt die Aktualisierungsrate 0,5 Sekunden (Standardeinstellung), entspricht der Integrationszeitraum in jedem Fall exakt dem angegebenen. Ist jedoch eine Aktualisierungsrate von 0,4 Sekunden gewünscht, wechselt der Integrationszeitraum zwischen 1,2 Sekunden und 0,8 Sekunden.

Die genauesten Messwerte lassen sich erzielen, wenn die Bereiche während des Messzeitraums gleich bleiben. (Siehe Seite 56, *Feste/automatische Bereichseinstellung*.)

Modus „Integrator“

Der Modus „Integrator“ bietet die Möglichkeit, Messungen zur Bestimmung des Energieverbrauchs durchzuführen, indem Messungen über einen bestimmten Zeitraum integriert oder kontinuierlich ausgeführt werden. Die Integration kann manuell mithilfe eines auslösenden Schwellenwerts oder bei einem bestimmten Wert gestartet werden. Darüber hinaus sind für einige Parameter auch Mittelwerte verfügbar.

Die Auswahl der erforderlichen Messgrößen erfolgt im Menü *Measurements*. (Siehe Seite 40, *Messgrößen*.) Es stehen folgende Integratormessgrößen zur Verfügung:

- Stunden
- Wattstunden
- VA-Stunden
- VAr-Stunden
- Amperestunden
- Watt (Mittelwert)
- PF (Mittelwert)
- Correction VAr (Korrektur-VArS)
- Fundamental VA-Hours (VAHf) (Grund-VA-Stunden (VAHf))
- Fundamental VAr-Hours (VArHf) (Grund-VAr-Stunden (VArHf))

Diese Messgrößen gelten auf Gruppenebene. Die Messgrößen lassen sich nur dann auswählen und anzeigen, wenn sich die Gruppe im Integratormodus befindet. Wird eine Integratormessgröße ausgewählt und wird der Integratormodus anschließend geändert, werden die Messgrößen als nicht ausgewählt angezeigt. Wird für die Gruppe dann wieder der Integratormodus gewählt, wird die zuvor vorgenommene Auswahl wiederhergestellt.

Konfiguration des Modus „Integrator“

Nach Auswahl des Modus „Integrator“ und der anzuzeigenden Messgrößen kann unter **Modes** (Modi) → **Setup Mode** (Modi einstellen) → **Integrator Setup** (Integrator einstellen) aus einer Vielzahl von Optionen zum Starten und Anhalten des Integrators gewählt werden. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- **Start Method** (Startmethode). Wählen Sie „Manual“ (Manuell), „Clock“ (Uhrzeit) oder „Level“ (Wert) aus.
- **Configure Clock Start** (Start nach Uhrzeit konfigurieren). Geben Sie den Startzeitpunkt (Datum und Uhrzeit) an.
- **Duration** (Dauer). Geben Sie die Integratorlaufzeit in Minuten an. Eine Dauer von 0,0 bedeutet eine unendliche Laufzeit.
- **Configure Level** (Wert konfigurieren). Wählen Sie einen Kanal, ein Signal, einen Schwellenwert oder eine Richtung aus.
- **CVArS Power Factor** (CVArS-Leistungsfaktor). Geben Sie den gewünschten Leistungsfaktor für Korrektur-VArS im Bereich $\pm 1,0$ V an.

Startmethode. Die Startmethoden werden nachfolgend beschrieben.

- **Manuelles Starten.** Dies ist die Standardmethode. Der manuelle Startvorgang der Integration wird über die INTEG RUN-Taste am Frontpaneel ausgelöst. Damit wird der Integrator für all diejenigen Gruppen gestartet, deren Einstellung auf Integratormodus mit manuellem Start lautet und die zu dem Zeitpunkt noch nicht integriert werden. Die unter der Taste befindliche LED leuchtet auf.
- **Starten nach Uhrzeit.** In diesem Modus können Sie den Zeitpunkt (Datum und Uhrzeit) einstellen, zu dem der Integrator mit der Gruppe starten soll. Datum und Uhrzeit können im angegebenen Format im Menü „Clock“ (Uhrzeit) unter *System Configuration* (Siehe Seite 67.) (Systemkonfiguration) eingegeben werden. Sobald der gewünschte Zeitpunkt erreicht ist, startet die Integration automatisch.

Wenn Sie eine Kombination aus Datum und Uhrzeit eingeben, die vor dem aktuellen Datum und der aktuellen Uhrzeit liegt, startet die Integration nicht. Die Integration wird nur dann gestartet, wenn vor der geplanten Startzeit die Bildschirmansicht mindestens einmal aktualisiert wurde.

- **Starten nach Wert.** Mithilfe dieser Startmethode können Sie die Integration starten lassen, sobald der von Ihnen eingegebene Schwellenwert

für einen bestimmten Parameter über- oder unterschritten wird. Sobald die Bedingungen erfüllt sind, startet die Integration automatisch.

Folgende Konfiguration ist möglich:

- Wählen Sie den Kanal (1 bis 4).
- Wählen Sie den Signalparameter aus diesem Kanal. Hierbei kann es sich um jeden beliebigen Parameter handeln. Einzige Ausnahme bilden integrierte Werte und Oberwellenwerte (auch Grundwerte).
- Wählen Sie den zu beobachtenden Schwellwert. Hierbei handelt es sich um den tatsächlichen Parameterwert als Dezimalzahl. Beispiel: Für 80 mA müssen Sie 0,08 eingeben, für 80 V ist die Eingabe 80 erforderlich.
- Wählen Sie, ob das Signal größer oder gleich dem Schwellwert oder kleiner oder gleich dem Schwellwert sein soll.
- Aus jeder beliebigen Gruppe kann ein Triggerkanal 1-4 gewählt werden, der dann für die Integration als Trigger fungiert. Die Triggermessung muss nicht in dem Kanal oder in der Gruppe erfolgen, in dem/der die Integration stattfindet.

Anhalten der Integration. Die Integration einer Gruppe kann entweder manuell angehalten werden oder wird nach Ablauf eines vorher festgelegten Zeitraums beendet. Wurde als Dauer für die jeweilige Gruppe null eingestellt, wird die Integration erst dann angehalten, wenn die Taste **INTEG RUN** gedrückt wird. Die Dauer wird in Minuten als Gleitpunktzahl eingegeben (0,0 bis 10.000).

Wenn Sie die INTEG RUN-Taste drücken, um die Integration manuell anzuhalten, wird die Integration in allen Gruppen beendet, die sich im Modus „Integrator“ befinden. Wo als Dauer null eingestellt wurde, läuft der Integrator dagegen weiter. Die unter der Taste befindliche LED erlischt, sobald in allen Gruppen sämtliche Integrationsvorgänge abgeschlossen sind.

Zurücksetzen der Integrationswerte. Über die RESET/CLEAR-Taste werden die Integrationswerte für alle angehaltenen Gruppen auf null zurückgesetzt. Auf Gruppen, die zu dem Zeitpunkt integriert werden, hat dies keinerlei Auswirkungen.

Korrigierte VAR-Werte (CVArS). Mit diesem Parameter werden diejenigen VAR-Werte angezeigt, die zur Anpassung des durchschnittlichen Leistungsfaktors an einen Zielleistungsfaktor erforderlich sind. Der Zielleistungsfaktor wird in der Setup-Ansicht des Integrators unter „CVArS Power Factor“ eingegeben.

Mit der Korrektur werden die erforderlichen VARs errechnet, so dass mit Hilfe einer Phasenverschiebung ein Zielleistungsfaktor ermittelt werden kann. Es werden nicht alle VARs berechnet. Wenn ein schlechter Leistungsfaktor auf Verzerrungen zurückzuführen ist, kann kein Phasenvoreil- oder -nacheilwinkel eine Verbesserung herbeiführen.

Modus „PWM-Motor“

Der Modus „PWM-Motor“ ermöglicht genaue Messungen von PWM-Motoren. Er wurde entwickelt, um die Schwierigkeiten überwinden zu können, die mit Messungen der komplexen Signale am Motorantrieb in Zusammenhang stehen. Die Hochfrequenzabtastung wurde mit der digitalen Filterung kombiniert, um so die Trägerfrequenz unterdrücken und die Motorfrequenz extrahieren zu können. Gleichzeitig sind aber weiterhin Daten für Leistungsparameter nutzbar, die vor der Filterung erfasst wurden.

Nachdem Sie den PWM-Modus ausgewählt haben, sollten Sie den Frequenzbereich der Motorfrequenz wählen (nicht die Trägerfrequenz). Die Einstellungen dazu können Sie im Menü **Inputs** (Eingänge) → **Frequency Source** (Frequenzquelle) → **Frequency Range** (Frequenzbereich) vornehmen.

Innerhalb des PWM-Modus gilt für die Motorfrequenz ein Höchstwert von 900 Hz, selbst wenn ein höherer Frequenzbereich ausgewählt wurde.

Von der Auswahl des Frequenzbereichs hängt auch die Geschwindigkeit ab, mit der die Ergebnisse ausgegeben werden. Die Aktualisierungsrate für alle Kanäle lässt sich im Menü „System Configuration“ einstellen. (Siehe Seite 66, *Update rate (Aktualisierungsrate)*.) Wurde für den Frequenzbereich im PWM-Modus jedoch ein Wert zwischen 1 und 100 Hz oder zwischen 0,1 und 10 Hz festgelegt, wird die Geschwindigkeit, mit der die Ergebnisse für diese Gruppe ausgegeben werden, entsprechend folgender Tabelle angepasst:

Tabelle 4: Auswirkungen der Frequenzbereichseinstellungen im PWM-Modus

Aktualisierungsrate (Sekunden)	>10 Hz <900 Hz	1 Hz bis 100 Hz	0,1 Hz bis 10 Hz
0,2	0,4	2,4	20,2
0,3	0,3	2,4	20,4
0,4	0,4	2,4	20,4
0,5	0,5	2,5	20,5
0,6	0,6	2,4	20,4
0,7	0,7	2,1	20,3
0,8	0,8	2,4	20,8
0,9	0,9	2,7	20,7
1,0	1,0	3,0	21,0
1,1	1,1	2,2	20,9
1,2	1,2	2,4	20,4
1,3	1,3	2,6	20,8
1,4	1,4	2,8	21,0
1,5	1,5	3,0	21,0
1,6	1,6	3,2	20,8
1,7	1,7	3,4	20,4
1,8	1,8	3,6	21,6

Tabelle 4: Auswirkungen der Frequenzbereichseinstellungen im PWM-Modus (Fortsetzung)

Aktualisierungsrate (Sekunden)	>10 Hz <900 Hz	1 Hz bis 100 Hz	0,1 Hz bis 10 Hz
1,9	1,9	3,8	20,9
2,0	2,0	4,0	22,0

Ergebnisse aus Kanälen, die sich nicht im Modus „PWM-Motor“ befinden, werden mit der angegebenen Geschwindigkeit ausgegeben.

Eingänge

Das Menü „Inputs“ (Eingänge) bietet Konfigurationsoptionen für alle physischen Eingangssignale des Leistungsanalysators. Konfigurieren Sie mithilfe dieses Menüs und der Untermenüs alle Anschlüsse und Gruppeneinstellungen. Für den normalen Betrieb ist es nicht erforderlich, die vorgegebenen Standardwerte zu ändern. Einzige Ausnahme bildet hier die Auswahl der Nebenschlusswiderstände.

Wiring (Verkabelung)

Bei Mehrphasenmessungen können einer Gruppe mehrere Kanäle zugewiesen werden. Dadurch wird eine präzise Frequenz- und Phasenanalyse der Mehrphasensignale ermöglicht. Die Frequenz des ersten Kanals der Gruppe wird als Grundfrequenz für alle anderen Kanäle der Gruppe verwendet. Alle Phasenmessungen werden relativ zur Phasenreferenz (Standardeinstellung: Spannung) des ersten Kanals der Gruppe vorgenommen.

In den nachstehenden Abbildungen ist für jede der möglichen Anschlusskonfigurationen die Verkabelung der einzelnen Kanäle dargestellt.

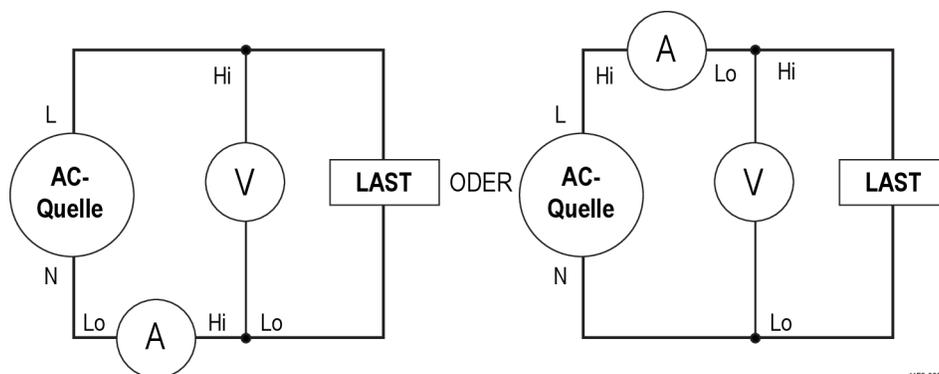


Abbildung 25: Einphasig, zwei Leitungen und Gleichstrommessungen. Wählen Sie den Modus „1 Phase, 2 Leitungen“

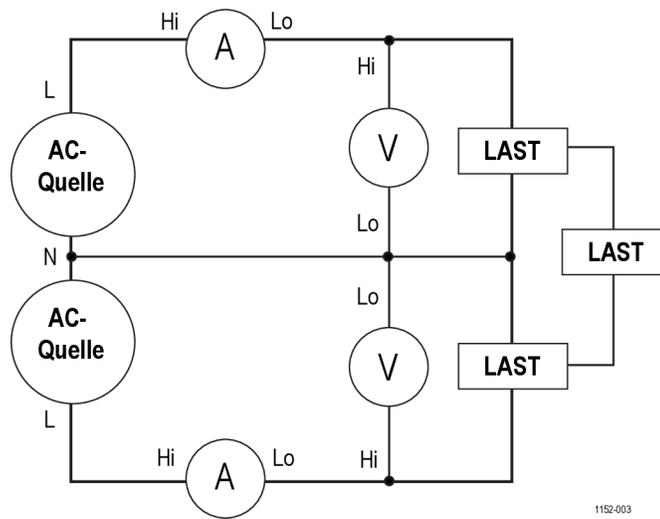


Abbildung 26: Einphasig, drei Leitungen. Wählen Sie „1 Phase, 3 Leitungen“

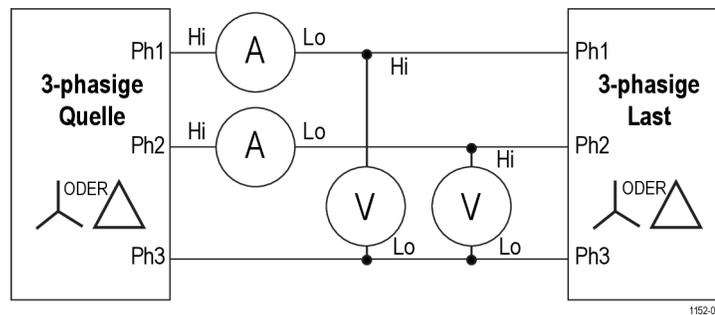


Abbildung 27: Dreiphasig, drei Leitungen (Zwei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 3 Leitungen“

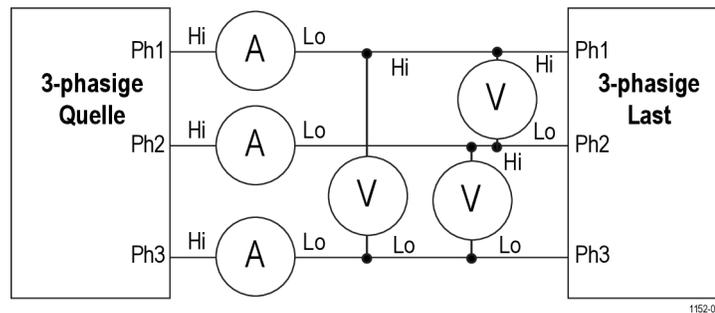


Abbildung 28: Dreiphasig, drei Leitungen (Drei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 3 Leitungen“ (3V3A).

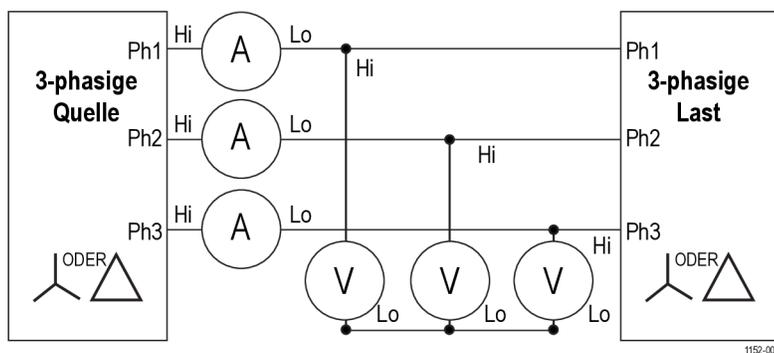


Abbildung 29: Dreiphasig, drei Leitungen (Drei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 4 Leitungen“

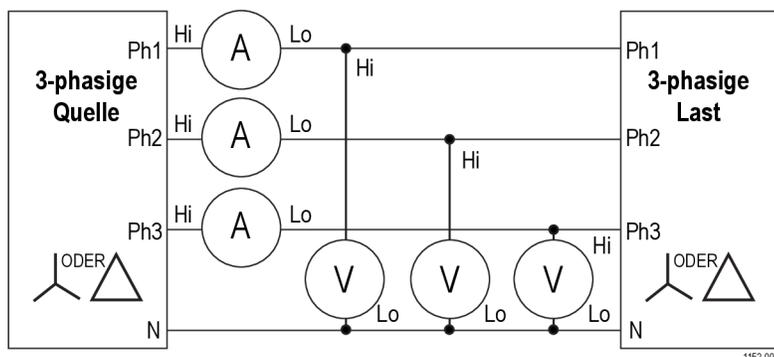


Abbildung 30: Dreiphasig, vier Leitungen (Drei-Wattmeter-Methode). Wählen Sie „3 Phasen, 4 Leitungen“

Je nach Anschlusskonfiguration sind nicht alle Gruppen verfügbar. Beispiel: Bei einer 1P2W-Konfiguration für jeden Kanal entsprechen die vier Kanäle den vier Gruppen. Bei einer 1P3W-Konfiguration für Gruppe A sind Kanäle 1 und 2 in Gruppe A. Somit bleiben für Kanäle 2 und 3 maximal die Gruppen B und C. Eine Gruppe D gibt es in diesem Fall nicht.

Die Anschlusskonfiguration von Gruppe A hat die oberste Priorität, gefolgt von den Gruppen B, C und zuletzt D. Beispiel: Es wird von einer 1P2W-Konfiguration für alle Gruppen ausgegangen. Wenn nun Gruppe A als 1P3W konfiguriert wird, lässt sich für Gruppe D nichts einstellen, während für Gruppe C als einzige Möglichkeit die Konfiguration 1P2W bleibt. Für Gruppe B bleibt die Auswahl zwischen 1P2W, 1P3W und 3P3W.

Außenleitermessungen sind nur gültig, wenn die Signalfrequenz unter 1 kHz beträgt. Sie sind nur in den Anschlusskonfigurationen 1P3W, 3P3W und 3P4W gültig.

Neutralleitermessungen sind nur in den Anschlusskonfigurationen 3P3W und 3P3W (3V3A) gültig. In der Anschlusskonfiguration 3P3W entsprechen die Werte für den Neutralleiterstrom (AN) in den mathematischen Formeln dem Außenleiterstrom von Phase 3.

Bereichseinstellung

Über die Bereichseinstellung lässt sich der Spannungs- oder Strombereich je nach Anwendung auf einen festen Bereich einstellen oder automatisch festlegen. Das Testen des Einschaltstroms erfordert beispielsweise einen festen Strombereich, da die automatische Bereichseinstellung zu langsam wäre, um den stärksten Einschaltstrom zu erfassen. Die Liste der verfügbaren Strombereiche hängt von dem ausgewählten Nebenschlusswiderstand ab.

Die Einstellung der Bereiche erfolgt nach Gruppen. Folgende Bereiche sind vorgesehen:

Tabelle 5: Eingangsbereiche

Bereich-Nr.	Volt	30-A-Nebenschlusswiderstand	4-A-Nebenschlusswiderstand	Ext. Nebenschlusswiderstand
Auto				
4	5 V	0,5 A	0,0125 A	0,05 V
5	10 V	1 A	0,025 A	0,1 V
6	20 V	2 A	0,05 A	0,2 V
7	50 V	5 A	0,125 A	0,5 V
8	100 V	10 A	0,25 A	1 V
9	200 V	20 A	0,5 A	2 V
10	500 V	50 A	1,25 A	5 V
11	1.000 V	100 A	2,5 A	10 V
12	2.000 V	200 A	5 A	20 V

Feste/automatische Bereichseinstellung. Standardmäßig ist die automatische Bereichseinstellung ausgewählt. Sie ist am besten für die meisten Messungen geeignet. Die feste Bereichseinstellung kann beispielsweise dann die bessere Wahl sein, wenn sich die Spannung oder die Stromstärke fortlaufend ändert oder hohe Spitzenwerte aufweist, wodurch der Leistungsanalysator unverhältnismäßig viel Zeit auf die Änderung der Bereiche verwenden müsste.

Wenn Sie die feste Bereichseinstellung wählen oder der Spitzenwert des Eingangssignals größer ist als der Bereich, hat dies eine Bereichsüberschreitung zur Folge. Auf der Anzeige wird dies dadurch gekennzeichnet, dass alle Ergebnisse des Kanals, bei dem eine Bereichsüberschreitung aufgetreten ist, blinken. Außerdem werden die Anzeigen „Vrms“ und/oder „Arms“ blinkend dargestellt, um den Benutzer zu informieren, wo die Bereichsüberschreitung stattfindet: am Spannungskanal, am Stromkanal oder an beiden Kanälen.

Nebenschlusswiderstände. Der Leistungsanalysator verfügt über drei verschiedene Stromeingänge bzw. Nebenschlusswiderstände. Dies sind:

- **Internal 30 A** (Intern 30 A). Dies ist der Standardwert, der für gewöhnliche Strommessungen von bis zu 30 A_{eff} (200 A_{pk}) verwendet wird. Diese Auswahl verwendet die blauen AHI- und die grauen ALO-4-mm-Buchsen auf der Rückseite.
- **Internal 1 A** (Intern 1 A). Dies wird für Messungen mit geringen Strömen verwendet, z. B. Standby-Strom-Anwendungen, bei denen die Stromstärke unter 1 A liegt. Diese Auswahl verwendet die gelben A1A- und die grauen ALO-4-mm-Buchsen auf der Rückseite.
- **External** (Extern). Dies wird bei Messungen der Stromstärke verwendet, wenn ein externer Messumformer mit Spannungsausgang eingesetzt wird. Die blaue und die schwarze 2-mm-Buchse auf jeder Analogkarte werden für die Eingänge des externen Nebenschlusswiderstands verwendet.



VORSICHT. Durch das Anlegen eines Effektivstroms größer 15 A im ausgeschalteten Zustand kann das Gerät Schaden nehmen. Um Schäden am Gerät zu vermeiden, dürfen keine Effektivströme größer 15 A angelegt werden, wenn das Gerät ausgeschaltet ist.

Frequenzquelle

Das Menü „Frequency Source“ (Frequenzquelle) bietet folgende Optionen:

- Source (Quelle)
- Phase Reference (Phasenreferenz)
- Frequency Range (Frequenzbereich)

Source (Quelle). Viele Messwerte (einschließlich die Effektivwerte von Spannung, Strom und Leistung) basieren auf Berechnungen, die von der korrekten, vom Leistungsanalysator ermittelten Grundfrequenz abhängig sind. Der PA3000 verwendet zum Ermitteln von Frequenzen patentrechtlich geschützte Verfahren, durch die Probleme aufgrund von Rauschen bei Verwendung von einfachen Nulldurchgangsverfahren vermieden werden. Daher ist es in der Regel nicht erforderlich, die Einstellungen der Vorgabe „Voltage“ (Spannung) anzupassen.

Als Quellenauswahl stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- „Volts“ (Volt). Dies ist die Standardfrequenzquelle und für die meisten Anwendungen geeignet.
- Amps (Ampere). „Amps“ (Ampere) kann ausgewählt werden, wenn das Spannungssignal sehr stark verzerrt ist, das Stromsignal jedoch nicht. Die Signale am Ausgang eines PWM-Motorantriebs sind ein Beispiel dafür.
- „External Frequency 1/2“ (Externe Frequenz 1/2). Auf der Rückseite des Leistungsanalysators befinden sich zwei Zählereingänge auf dem Anschluss für Aux-Eingänge/-Ausgänge. Jeder davon kann als externe Frequenzquelle

für Signale verwendet werden, wenn die Spannungs- und Stromsignale einen zu hohen Rauschpegel aufweisen. Legen Sie ein TTL-kompatibles Rechtecksignal am externen Eingang mit der gewünschten Frequenz an.

Phase Reference (Phasenreferenz). Die Phasenreferenz wird zur Analyse von Oberwellen verwendet, um einen Bezugspunkt von null Grad zu erhalten.

Folgende Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung:

- „Volts“ (Volt). Dies ist die Standardauswahl. Die Phase wird in Bezug auf das Spannungssignal am ersten Kanal in der Gruppe berechnet.
- Amps (Ampere). Die Phase wird in Bezug auf das Stromsignal am ersten Kanal in der Gruppe berechnet.
- External Frequency 1/2 (Externe Frequenz 1/2). Die Phase wird in Bezug auf das externe Eingangssignal berechnet.

Frequency Range (Frequenzbereich).

Es gibt drei Frequenzbereiche:

- **>10 Hz.** Dies ist die Standardauswahl.
- **1 Hz bis 100 Hz**
- **0,1 Hz bis 10 Hz**

Wenn die Grundfrequenz größer 50 kHz ist, sollte der Bereich auf „>10 Hz“ eingestellt werden. Für Messungen, bei denen die Grundfrequenz unter 50 kHz liegt, wird der Bereich „>10 Hz“ empfohlen, insbesondere bei niedrigen Signalpegeln. Die Bereiche „1 Hz bis 100 Hz“ und „0,01 Hz bis 10 Hz“ sollten nur bei langsamen Signalen verwendet werden. Die Verwendung dieser Bereiche verlangsamt die Aktualisierungsraten.

Bandwith (Bandbreite) Die Bandbreite wird auf Gruppenbasis festgelegt. Durch Festlegen der Bandbreite auf „Low“ (Niedrig) wird ein zweipoliger 10-kHz-Filter auf die Kanäleingänge für Spannung und Strom angewendet. „High“ (Hoch) ist die Standardauswahl.

Skalierung Die Skalierung passt den skalierten Ausgang von Wandlern, wie z. B. Stromtransformatoren, so an, dass der tatsächlich gemessene Strom auf dem Leistungsanalysator angezeigt wird. Der Skalierungsfaktor beeinflusst jeden gemessenen Wert in Bezug auf den Eingang, auf den er angewendet wird. Der maximale Skalierungsfaktor beträgt 100.000; das Minimum ist 0,00001. Die Standardauswahl ist 1,0000 für alle Skalierungsfaktoren.

Volts scaling (Skalierung der Spannung). Geben Sie den Skalierungsfaktor des Wandlers ein. Beispiel: Ein Spannungswandler 100:1 wird zum Messen von 15 kV verwendet. Die Spannung am Ausgang des Wandlers beträgt

$15.000/100 = 150$ V. Wenn Sie den Skalierungsfaktor 100 eingeben, zeigt der Leistungsanalysator 15.000 V an.

Amps scaling (Skalierung der Stromstärke). Geben Sie den Skalierungsfaktor des verwendeten Wandlers ein. Beispiel: Der Tektronix CL1200 erzeugt 1 A pro 1.000 A, die durch die Öffnung des CL fließen. Es handelt sich um einen Stromwandler 1.000:1. Wenn Sie den Skalierungsfaktor 1.000 eingeben, zeigt der Leistungsanalysator den korrekten Stromwert an.

Skalierungsfaktor = Wandlereingangsstrom ÷ Wandlerausgangsstrom

External shunt scaling (Externe Skalierung des Nebenschlusswiderstands). Diese Skalierung wird auf die Spannungseingänge an Strommesskanälen angewendet. Sie wird für Stromwandler mit einem Spannungsausgang verwendet. Dazu gehören Hall-Effekt-Wandler sowie einfache ohmsche Nebenschlusswiderstände.

Der Skalierungsfaktor wird in (abgelesenen) Ampere pro (angelegten) Volt ausgedrückt. Der Vorgabewert ist 1. Dies bedeutet, dass beim Anlegen von $1 V_{\text{eff}}$ der Messwert im Stromkanal $1 A_{\text{eff}}$ beträgt.

Ein Beispiel dafür ist ein Clamp-on-Stromwandler mit Hall-Effekt, der bis zu 100 A misst. Er besitzt einen Spannungsausgang von 10 mV pro Ampere, was 100 A/V entspricht. Wenn Sie „100,00“ eingeben, zeigt der Leistungsanalysator den korrekten Systemstrom an.

Analog Inputs (Analogeingänge)

Der Leistungsanalysator besitzt vier Analogeingänge auf der Geräterückseite. Jeder der vier Eingänge kann verwendet werden, um Signale von einem Gerät, wie z. B. einem Drehzahl- oder Geschwindigkeitssensor, zu messen. Jeder der Eingänge besitzt zwei verschiedene Bereiche: Die Bereiche sind ± 10 V (Standardbereich) und ± 1 V. Jeder Eingang wird einmal pro Millisekunde abgetastet. Die ausgegebene Messung entspricht dem Mittelwert der Abtastungen über die von der Aktualisierungsrate bestimmte Zeitspanne.

Analogeingänge werden für die Math-Einstellungen verfügbar gemacht. Sie können in die mathematische Formel integriert und in der Mathematikansicht angezeigt werden. (Siehe Seite 62, *Mathematische Ergebnisse*.)

Diagramme und Signalkurven

Der PA3000 kann Daten auf verschiedene Weisen anzeigen:

- Signalkurven
- Oberwellen-Balkendiagramme
- Vektordiagramme
- Integratordiagramme

Es sind Menüoptionen für Signalkurven und Integratordiagramme, Balkendiagramme und Vektordiagramme verfügbar. (Siehe Seite 12, *Schnellansicht-Tasten*.)

Signalkurven

Im Menü „Waveform“ (Signalkurve) wählen Sie die anzuzeigenden Signalkurven aus. Sie können für jede Gruppe ein beliebiges Spannungs-, Strom- oder Watt-Signal für jeden Kanal in der Gruppe zum Anzeigen in der grafischen Signaldarstellung auswählen. (Siehe Seite 12, *Schnellansicht-Tasten*.)

Zum Wechseln zwischen Gruppen verwenden Sie die linke und rechte Pfeiltaste unten links in der Anzeige.

Integrator parameters (Integratorparameter)

Mit dem Menü „Integrator Graph“ (Integrator-diagramm) wählen Sie einen im Integratordiagramm anzuzeigenden Parameter aus. Folgende Integratorparameter stehen zur Verfügung:

- Wattstunden
- Voltamperestunden
- VAR-Stunden
- Amp Hours (Amperestunden)
- Watt-Mittelwert
- PF Average (PF-Mittelwert)
- Volt
- Amps (Ampere)
- Watt
- Fundamental VA-Hours (VAHf) (Grund-VA-Stunden (VAHf))
- Fundamental VAr-Hours (VArHf) (Grund-VAr-Stunden (VArHf))
- Korrektur-VArS

Für jedes ausgewählte Signal ist im Menü „Graph“ (Grafik) eine Option verfügbar, über die der ausgewählte Parameter für jeden Kanal in der Gruppe aktiviert bzw. deaktiviert werden kann.

Parameter für Integrator-Grafiken werden auf Gruppenbasis festgelegt. Zum Wechseln zwischen Gruppen verwenden Sie die linke und rechte Pfeiltaste unten links in der Anzeige.

Es sind zusätzliche Informationen zur Einstellung des Integrators verfügbar. (Siehe Seite 49, *Modus „Integrator“*.) Es sind zusätzliche Informationen zur Anzeige der Integrator-Signalkurven verfügbar. (Siehe Seite 18, *Integratoransicht*.)

Schnittstellen

Über das Menü „Interfaces“ (Schnittstellen) können Sie die Schnittstellen für die Fernsteuerung des PA3000 einrichten.

- RS-232-Baudrate** Es stehen die Werte 9600, 19200 und 38400 (Standardwert) zur Verfügung.
- Der PA3000 verwendet Hardware-Handshaking (RTS/CTS) ohne Parität mit acht Datenbits und einem Stoppbit (N,8,1).
- Die RS-232-Baudrate bleibt nach einem „*RST“- oder „:DVC“-Befehl unverändert.
- GPIB-Adresse** Geben Sie die GPIB-Adresse ein.
- Die Vorgabeadresse ist 6. Die Adresse bleibt nach einem „*RST“- oder „:DVC“-Befehl unverändert.
- Ethernet** Der PA3000 bietet Ethernet-Kommunikation über einen Ethernet-Anschluss mit TCP/IP.
- Die Ethernet-Schnittstelle baut eine TCP/IP-Verbindung über Port 5025 auf. Port 5025 wurde von der IANA (Internet Assigned Numbers Authority), der für die Zuordnung von Nummern und Namen im Internet zuständigen Behörde, als SCPI-Schnittstelle zugewiesen.
- Verwenden Sie das Menü „IP Selection Method“ (IP-Auswahlmethode), um eine dynamisch zugewiesene IP-Adresse zu nutzen. Wählen Sie dazu **Set IP using DHCP** (IP mittels DHCP einstellen) aus, oder wählen Sie über **Fix IP Address** (Feste IP-Adresse) eine feste/statische IP-Adresse aus. Drücken Sie zum Anzeigen der aktuellen IP-Einstellungen  und blättern Sie ans Ende des Menüs.
- Um die statische IP-Adresse zu konfigurieren, wählen Sie im Menü „Ethernet Setup“ die Option **Static IP Settings** (Statische IP-Einstellungen) aus. Dies ermöglicht die Eingabe der IP-Adresse, der Subnetzmaske und des Standard-Gateways. Nachdem Sie die relevanten Daten eingegeben haben, drücken Sie in jedem Menü , damit die Eingabe übernommen wird.
- Weitere Informationen zu den grundlegenden Kommunikationsanforderungen von TCP/IP erhalten Sie von National Instruments unter <https://www.ni.com/visa>.
- Der Ethernet-Modus (Statisch/DHCP), die IP-Adresse, der Standard-Gateway und die Subnetzmaske bleiben nach einem „*RST“- oder „:DVC“-Befehl unverändert.
- Verbindung mit totem Socket.** Der Port 5030 zur Trennung toter Sockets (DST) wird verwendet, um bestehende Ethernet-Verbindungen zu beenden. Ein toter Socket ist ein Socket, der vom Gerät offengehalten wird, da dieser nicht ordnungsgemäß geschlossen wurde. Dies ist oft der Fall, wenn der Host-Computer

ausgeschaltet oder neu gestartet wird, ohne den Socket vorher zu schließen. Dieser Port kann nicht für Befehls- und Steuerungsfunktionen genutzt werden.

Mit dem Port zur Trennung toter Sockets können Sie eine tote Sitzung auf einem offenen Port manuell beenden. Eine bestehende Ethernet-Verbindung wird getrennt und beendet, sobald die Verbindung zum Port zur Trennung toter Sockets hergestellt wird.

Datenprotokoll

Sie können das Aufzeichnungsintervall für USB-Daten konfigurieren. Drücken

Sie zur Konfiguration des Datenaufzeichnungsintervalls , navigieren Sie zu Interfaces (Schnittstellen) und wählen Sie „USB Host Data Out“ (USB-Host-Datenausgang) aus.

Mathematische Ergebnisse

Die mathematischen Ergebnisse werden auf einem anderen Ergebnisbildschirm angezeigt als die übrigen Ergebnisse. Dadurch wird die Anzeige der mathematischen Ergebnisse verbessert. Normale Messparameter können auf dem Bildschirm für mathematische Ergebnisse angezeigt werden. Sie müssen einfach in einer Formel angegeben werden. (Siehe Seite 22, *Mathematikansicht*.)

Sie können die Werte von bis zu 30 mathematischen Funktionen, mit der Bezeichnung FN1 bis FN30, einstellen. Für jede Funktion kann Folgendes angegeben werden:

- **Name.** Benutzerfreundlicher Name mit maximal 10 Zeichen. (Die Standardvorgabe entspricht der Bezeichnung, z. B. FN1.) In den Menüs wird die Funktionsbezeichnung immer zusammen mit dem Namen, den der Benutzer der Funktion gegeben hat, angezeigt.
- **Units (Einheitszeichen).** Benutzerfreundliche Einheitszeichen wie z. B. W für Watt. (Als Standardeinstellung wird ein leeres Feld angezeigt). Gegebenenfalls wird dem Einheitszeichen ein Präfix wie u, m, k, M vorangestellt. Einheitszeichen dürfen maximal vier Zeichen umfassen.
- **Function (Funktion).** Die eigentliche mathematische Formel mit bis zu 100 Zeichen.

Beispiel: $W = 21,49$, $VA = 46,45$

Name = „PF“

Einheitszeichen = „PF“

Funktion = „CH1:W/CH1:VA“

Um diese Funktion anzuzeigen, navigieren Sie in die Menüliste „MATH“ (Mathematik), in der FN1 bis FN30 angezeigt werden, und drücken Sie , um die Funktion auszuwählen. Drücken Sie als Nächstes auf , um den Ergebniswert der Funktion anzuzeigen; als Mathematikergebnis wird Folgendes angezeigt: „PF 463,27 mPF“.

Beispiel: CH1:W = 21,49, CH2:W = 53,79

Name = „EFFICIENCY“

Einheitszeichen = „%“

Funktion = „(CH1:W/CH2:W)*100“

Um diese Funktion anzuzeigen, navigieren Sie in die Menüliste „MATH“ (Mathematik), in der FN1 bis FN30 angezeigt werden, und drücken Sie , um die Funktion auszuwählen. Drücken Sie als Nächstes auf , um den Ergebniswert der Funktion anzuzeigen; als Mathematikergebnis wird Folgendes angezeigt: „EFFIZIENZ 39.95 mw“.

Sie können jeden der unten aufgeführten Kanal- oder Gruppenparameter zusätzlich zum Spannungseingang an jedem der vier Analogeingänge angeben.

- Gültige Zeichen sind A-Z, 0-9, ., x, -, +, /, (,), :, Leerzeichen und ^
- Es dürfen maximal 100 Zeichen verwendet werden.
- Das Zahlenformat ist [+/-]<Dezimalstellen>[E[+/-]Exponent].

Beim Eingeben einer Formel können Sie zum Bewegen des Cursors die linke und rechte Pfeiltaste verwenden. Dies erleichtert das Korrigieren und Ändern komplexer Formeln.

Jede mathematische Funktion kann aktiviert oder deaktiviert werden. Nur aktivierte Ergebnisse sind zum Anzeigen verfügbar.

Die gültigen Kanalparameter sind CH<1 – 4>, gefolgt von „:“ und dann einem der folgenden Parameter:

Tabelle 6: Gültige Kanalparameter

VRMS – Volt (Effektivwert)	ACF – Amp-Spitzenfaktor	VAHF – Grundwert VA-Stunden
AMP – Ampere (Effektivwert)	VTHD – Volt-Gesamtoberwellenverzerrung	VARHF – Grundwert VAR-Stunden
W – Watt	VDF – Volt-Verzerrungsfaktor	VF – Grundwert Volt
VA – Voltampere	VTIF – Volt-Telefonstörfaktor	AF – Grundwert Ampere
VAR – Voltampere reaktiv	ATHD – Ampere-Gesamtoberwellenverzerrung	WF – Grundwert Watt
FREQ – Frequenz	ADF – Ampere-Verzerrungsfaktor	VAF – Grundwert Scheinleistung

Tabelle 6: Gültige Kanalparameter (Fortsetzung)

PF – Leistungsfaktor	ATIF – Ampere-Telefonstörfaktor	VARF – Grundwert Voltampere reaktiv
VPKP – Volt-Spitze (positiv)	Z – Impedanz	PFF – Grundleistungsfaktor
VPKN – Volt-Spitze (negativ)	R – Widerstand	VRNG – Spannungsbereich
APKP – Ampere-Spitze (positiv)	X – Reaktanz	ARNG – Stromstärkebereich
APKN – Ampere-Spitze (negativ)	TINT – Integrationszeit (Stunden)	VLL – Außenleiterspannung
VDC – Volt DC	WHR – Wattstunden	VLN – Neutralleiterspannung
ADC – Ampere DC	VAHR – Voltampere-Stunden	VHA<1-99> – Winkel der Spannungsoberwellen (1-99)
VRMN – Gleichrichtwert für Spannung	VARH	VHM<1-99> – Wert der Spannungsoberwellen (1-99)
ARMN – Gleichrichtwert für Ampere	AHR – Amperestunden	AHA<1-99> – Winkel der Stromoberwellen (1-99)
VCMN – Korrigierter Gleichrichtwert für Spannung	WAV – Watt (Durchschnitt)	AHM<1-99> – Wert der Stromoberwellen (1-99)
ACMN – Korrigierter Amp-Gleichrichtwert	PFAV – Leistungsfaktor (Durchschnitt)	WHM<1-99> – Wert der Leistungsoberwellen (1-99)
VCF – Volt-Spitzenfaktor	CORRVARs – Korrektur-VArS	

Die gültigen Gruppenparameter sind GRP<A-D>: gefolgt von einem der folgenden Parameter:

Tabelle 7: Gültige Gruppenparameter

AN	Neutralstrom (oder Strom der Phase 3 für 3P3W)
----	--

Die gültigen SUM-Parameter sind GRP<A-D>, gefolgt von „:SUM:“ und dann einem der folgenden Parameter:

Tabelle 8: Gültige Gruppenparameter

VRMS	Volt eff	ARMS	Amp eff
W	Watt	VA	Voltampere
VAR	Voltampere reaktiv	PF	Leistungsfaktor
AHR	Amperestunden	WHR	Wattstunden
VAHR	Voltamperestunden	VARH	VAR-Stunden
WAV	Watt-Mittelwert	PFAV	PF-Mittelwert
TINT	Integrationszeit	CORRVARs	Korrektur-VArS
WF	Grundleistung	VF	Grundspannung
AF	Grundstrom	VARF	Grundwert VA reaktiv
PFF	Grundleistungsfaktor		

Die folgenden Parameter werden für die Rückgabe der Werte von den Analog- und Zählereingängen verwendet:

Tabelle 9: Parameter für die Rückgabe der Werte von den Analog- und Zählereingängen

ANA1	Analogeingang 1	ANA2	Analogeingang 2
ANA3	Analogeingang 3	ANA4	Analogeingang 4
COUNT1	Frequenz von Zähler 1	COUNT2	Frequenz von Zähler 2

Außerdem kann eine Funktion bei Verwendung von „FNx“ auf eine andere Funktion verweisen, wobei x die Nummer der Funktion ist. Funktionen werden in der Reihenfolge von 1 bis 30 berechnet. Dies muss beim Erstellen von Funktionen berücksichtigt werden.

Folgende Operatoren sind über die Frontpaneel-Tasten verfügbar:

- $+ - x / ()$
- X^2 . Wird als 2 angezeigt und erhebt die vorhergehende Zahl ins Quadrat.
- X^y . Wird als $^$ angezeigt und erhebt die Folgezahl zur Potenz der vorhergehenden Zahl.
- $\sqrt{\quad}$. Wird als SQRT() angezeigt und berechnet die Quadratwurzel der Zahl in der Klammer.

Folgende Operatoren können eingegeben werden:

- SIN(), COS(), TAN(). Diese Operatoren geben von einem in der Klammer angegebenen Winkel in Grad jeweils den Sinus-, Kosinus- oder Tangenswert zurück.
- ASIN(), ACOS(). Diese Operatoren geben von einer in der Klammer angegebenen Zahl zwischen -1 und 1 den Winkel in Grad zurück.
- ATAN(). Dieser Operator gibt von einer in der Klammer angegebenen Zahl den Winkel in Grad zurück.
- LN(), LOG(). Dieser Operator gibt jeweils den Logarithmus der Zahl in der Klammer zurück. LN ist der Logarithmus zur Basis e, LOG ist der Logarithmus zur Basis 10.

Folgende Konstanten können eingegeben werden:

- PI. Wobei $\pi \approx 3.14159$

HINWEIS. Bei aktivierter Umschalttaste werden Operatoren wie COS(), SIN() und TAN() als ganze Wörter eingegeben. Operatoren wie ACOS(), ASIN(), ATAN(), LN() und LOG() müssen bei aktivierter Umschalttaste als einzelne Buchstaben eingegeben werden.

Bei Auswahl von OK wird die Formel überprüft. Bei einem Fehler wird eine Fehlermeldung angezeigt. Sind keine Fehler vorhanden, wird der berechnete Wert unten in der Ansicht angezeigt.

Wenn das mathematische Ergebnis ungültig ist (z. B. „unendlich“ wegen Division durch Null) werden vier Striche angezeigt.

Systemkonfiguration

Austastung	<p>Nutzen Sie „Blanking“ (Austastung, um die Ergebnisse unterhalb eines bestimmten Werts auf null zu setzen. Die Austastungspegel sind auf 5 % des aktuell ausgewählten Bereichs festgelegt.</p> <p>Ist „Blanking“ (Austastung) aktiviert, werden alle Werte unterhalb der Schwelle als Wert null angezeigt. Deaktivieren Sie „Blanking“ (Austastung), wenn Sie niedrige Ströme oder Spannungen messen möchten.</p> <p>Wenn die Austastung für die Spannung oder den Strom erfolgt, werden alle zugehörigen Messwerte, einschließlich W, VA und PF, ausgetastet.</p>
Mittelwertbildung	<p>Es kann eine Mittelungstiefe zwischen 1 und 10 festgelegt werden. Der Vorgabewert ist 10. Eine auf 0,5 Sekunden eingestellte Aktualisierungsrate entspricht einer Mittelwertbildung über fünf Sekunden.</p> <p>Bei einer Änderung der Aktualisierungsrate wird die Mittelwertbildung zurückgesetzt.</p>
Update rate (Aktualisierungsrate)	<p>Die Aktualisierungsrate bestimmt, wie oft Ergebnisse innerhalb des Geräts verfügbar sind. Die Werte im Menü „Update Rate“ (Aktualisierungsrate) geben das Zeitintervall (in Sekunden) zwischen den Ergebnisaktualisierungen an. Hinsichtlich Anzahl und Art der zugelassenen Ergebnisse gibt es Einschränkungen bei kürzeren Aktualisierungsraten.</p> <p>Der Bereich liegt zwischen 0,2 und 2 Sekunden in Schritten von 0,1 Sekunden. Der Standardwert ist 0,5. Bei Aktualisierungsraten unter 0,5 Sekunden ist die Anzahl der Ergebnisse begrenzt, die bei dieser Rate aktualisiert werden können.</p>
Auto-Null	<p>Mithilfe von „Autozero“ (Auto-Null) lassen sich niedrige parasitäre Signale, z. B. Gleichspannungs-Offsets, aus der Messung entfernen. Drei Optionen stehen zur Verfügung:</p>

- **On** (Ein). (Standard) Das Gerät führt „Autozero“ (Auto-Null) einmal pro Minute aus.
- **Off** (Aus). Wenn „Autozero“ (Auto-Null) deaktiviert ist, verwendet das Gerät die letzten Auto-Null-Werte.
- **Run Now** (Jetzt Ausführen). Das Gerät führt Auto-Null sofort für die ausgewählten Bereiche aus. Dieser Vorgang dauert etwa 100 ms. Der Status der Aktivierung oder Deaktivierung von Auto-Null bleibt unverändert und es gibt keine Rückmeldung, dass die Funktion ausgeführt wurde.

Clock (Zeit)

Über die folgenden Optionen können Sie die interne Uhrzeit überprüfen und einstellen:

- **Set Time** (Uhrzeit einstellen). Geben Sie die Uhrzeit im angezeigten Format ein, und drücken Sie zur Bestätigung .
- **Set Date** (Datum einstellen). Geben Sie das Datum im angezeigten Format ein, und drücken Sie zur Bestätigung .
- **Time Format** (Uhrzeitformat). Wählen Sie „12 Hour“ (12 Stunden) oder „24 Hour“ (24 Stunden), und drücken Sie zur Bestätigung .
- **Date Format** (Datumsformat). Wählen Sie das gewünschte Datumsformat aus, und drücken Sie zur Bestätigung .

Power saving (Stromsparfunktion)

Das Gerät kann seinen Energieverbrauch durch Ausschalten der Anzeige verringern.

Das Menü „Display“ (Anzeige) umfasst die folgenden Optionen:

- **Always On** (Immer eingeschaltet). Dies ist der Standardmodus, bei dem die Anzeige immer eingeschaltet ist.
- **Switch off after 10 minutes** (Nach 10 Minuten abschalten). Die Anzeige wird nach 10 Minuten abgeschaltet, wenn keine Taste gedrückt wird. Die Anzeige kann durch Drücken einer beliebigen Taste wieder eingeschaltet werden.
- **Switch off in remote mode** (Im Fernsteuerungsmodus abschalten). Sobald das Gerät einen Befehl über eine der Kommunikationsschnittstellen erhält, wird die Anzeige abgeschaltet. Durch Drücken einer beliebigen Taste wird die Anzeige wieder eingeschaltet. Das Gerät bleibt jedoch im Fernsteuerungsmodus, bis die LOCAL-Taste gedrückt wird. Wenn die LOCAL-Taste zum Einschalten der Anzeige gedrückt wird, wechselt das Gerät nicht zurück in den lokalen Modus.

**Analyzer configuration
(Analysatorkonfiguration)**

Das Menü „Analyzer Configuration“ (Analysatorkonfiguration) hat die gleiche Funktion wie die Taste  (SETUP). Die Auswahl dieses Menüs schließt die Einrichtung des Instruments ab. Mit den Softkey-Tasten „Nach oben“ und „Nach unten“ können Sie durch die Konfiguration navigieren.

Durch Drücken der Pfeiltaste nach rechts ändert sich der Konfigurationsbildschirm und zeigt Informationen über die physische Einheit an. Dazu gehören die Seriennummer der Einheit, die Firmware-Version sowie Informationen über die Hauptkarte und die Analogkarten, einschließlich des Kalibrierungsdatums.

User Configuration (Benutzerkonfiguration)

Das Menü „User Configuration“ (Benutzerkonfiguration) bietet die Möglichkeit, eine Konfiguration zu laden oder die aktuelle zu ändern.

**Load Default Configuration
(Standardkonfiguration
laden)**

Bei Auswahl dieser Option durch Drücken von  wird jede Menüoption des PA3000 auf ihren werkseitigen Vorgabewert zurückgesetzt. Die Vorgabewerte sind in den vorherigen Abschnitten dieses Kapitels aufgeführt.

**Load from USB (Von USB
laden)**

Hiermit laden Sie eine Konfigurationsdatei von einem verbundenen USB-Flash-Laufwerk.

**Save to USB (Auf USB
speichern)**

Hiermit speichern Sie die aktuelle Konfiguration auf einem verbundenen USB-Flash-Laufwerk im Ordner „\PA3000“.

Der Dateiname hat das Format CONFIGXY.CFG. Dabei steht XY für die erste verfügbare Nummer der Sequenz von 01 bis 99. Beispiel: Wenn eine Datei mit dem Namen CONFIG01.CFG bereits auf dem Flash-Laufwerk vorhanden ist, wird die neue Konfiguration CONFIG02.CFG benannt.

Konfiguration

Voreingestellte Benutzerkonfigurationen können von einer der acht auswählbaren internen Speicherbänke geladen oder dort gespeichert werden.

Für jede Benutzerkonfiguration sind folgende Optionen verfügbar:

- Die gespeicherte Konfiguration wird angewendet.
- Die Konfiguration umbenennen. Der Name darf maximal 16 Zeichen umfassen.
- Eine Konfiguration speichern. Hiermit werden die gesamten Einstellungen des Geräts zum jetzigen Zeitpunkt gespeichert.

HINWEIS. *Beim Versuch, eine nicht gespeicherte Konfiguration zu laden, wird eine Fehlermeldung angezeigt. Die aktuelle Konfiguration der Einheit bleibt unverändert.*

Betrieb per Fernsteuerung

Übersicht

Mit den Fernsteuerungsbefehlen des Geräts können Hochgeschwindigkeitsmessungen sowie komplexe oder repetitive Messungen durchgeführt werden. Die Kommunikation von PA3000-Geräten erfolgt über die Standards RS-232, Ethernet oder USB. Eine GPIB-Schnittstelle kann optional hinzugefügt werden.

Schnittstelle mit RS-232-Systemen

Die RS-232-Schnittstelle ist ein 9-poliger Standard-D-Stecker für PC, der sich auf der Geräterückseite befindet und zur Fernsteuerung des PA3000 verwendet werden kann. Es sollte ein Modemkabel verwendet werden.

Die RS-232-Schnittstelle verwendet 8 Bit, keine Parität, ein Stoppbit und Hardware-Flusssteuerung.

Eine detaillierte Beschreibung der Stifte der RS-232-Schnittstelle finden Sie im Abschnitt *Serielle Schnittstelle*. (Siehe Seite 167, *Serielle Schnittstelle*.)

Details zu den Schnittstellenmenüs finden Sie im Abschnitt *RS-232-Baudrate*. (Siehe Seite 61, *RS-232-Baudrate*.)

Schnittstelle für USB-Systeme

Der PA3000 unterstützt die Steuerung per USB unter Verwendung von TMC (Test and Measurement Class)-Kompatibilität.

Eine detaillierte Beschreibung der Stifte der Schnittstelle, zusammen mit Geschwindigkeits- und Verbindungsinformationen, ist im Abschnitt *Referenz* dieses Dokuments enthalten. (Siehe Seite 163, *Kommunikationsschnittstellen*.)

Schnittstelle für Ethernet-Systeme

Der PA3000 unterstützt die Steuerung per Ethernet mit einem 10Base-T-Netzwerk.

Weitere Informationen zur Verbindung über Ethernet finden Sie im Abschnitt *Ethernet-Schnittstelle*. (Siehe Seite 165, *Ethernet-Schnittstelle*.)

Informationen zum Einrichten der Ethernet-Adressierungsinformationen finden Sie im Abschnitt *Ethernet-Konfiguration*. (Siehe Seite 61, *Ethernet*.)

Schnittstelle für GPIB-Systeme (optional)

Der PA3000 unterstützt optional die Steuerung über eine GPIB-Schnittstelle. Diese Option muss von einem autorisierten Tektronix-Kundendienstvertreter installiert werden.

Eine detaillierte Beschreibung der Stifte der GPIB-Schnittstelle finden Sie unter *IEEE 488/GPIB*. (Siehe Seite 165, *IEEE 488/GPIB (optional)*.)

Statusmeldungen

Statusbyte

Der PA3000 verwendet ein Statusbyte ähnlich IEEE 488.2. Das Statusbyte-Register (STB) des PA3000 enthält die ESB- und DAS-Bits. Diese beiden Bits geben einen Nicht-Null-Status im ESR-Register (Standard Event Status Register) bzw. im DSR-Register (Display Data Status Register) an.

Das ESR-Register und das DSR-Register verfügen jeweils über Registeraktivierungen, die vom Benutzer eingestellt werden. Diese Registeraktivierungen fungieren als Maske, die ausgewählte Elemente der entsprechenden Statusregister an das Statusbyte-Register reflektiert. Durch das Festlegen des entsprechenden Bits der Registeraktivierung auf 1 werden die im STB zusammenzufassenden Bits konfiguriert.

Wenn ein Statusbyte gelesen wurde, werden die DSR- und ESR-Register geleert.

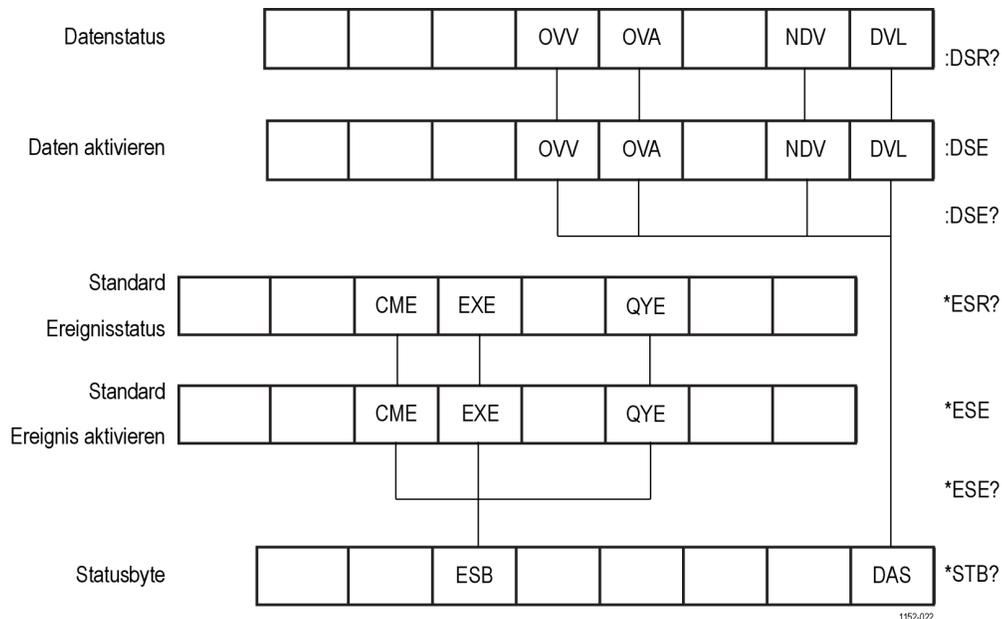


Abbildung 31: Statusbyte

Statusbyte-Register (STB)

Gelesen von „*STB?“.



Abbildung 32: Statusbyte-Register

Tabelle 10: Bitdefinitionen des Statusbyte-Registers

Bit	Name	Beschreibung
5	ESB	Überblicks-Bit für den Ereignisstatus zur Anzeige des standardmäßigen Ereignisstatus
0	DAS	Überblicks-Bit für den Anzeigestatus zur Anzeige der Anzeigedaten

Display Data Status Register (DSR)

Gelesen von „:DSR?“ oder zusammengefasst vom *STB? DAS-Bit. Beim Einschalten wird DSR auf Null initialisiert. Nach dem Lesen mit dem Befehl „:DSR?“ werden die Register-Bits gelöscht.



Abbildung 33: Display Data Status Register

Tabelle 11: Bitdefinitionen für Display Data Status Register

Bit	Name	Beschreibung
4	OVV	Wird gesetzt, um eine Überlast im Spannungsbereich anzugeben
3	OVA	Wird gesetzt, um eine Überlast im Strombereich anzugeben
1	NDV	Wird gesetzt, um anzugeben, dass seit dem letzten :DSR?-Befehl neue Daten verfügbar sind
0	DVL	Wird gesetzt, um die Verfügbarkeit von Daten anzugeben

Display Data Status Enable Register (DSE)

Gelesen von „:DSE?“ und eingestellt mit „:DSE <Wert>“.



Abbildung 34: Display Data Status Enable Register

Tabelle 12: Bitdefinitionen für Display Data Status Enable Register

Bit	Name	Beschreibung
4	OVV	OVV-Bit aktivieren
3	OVA	OVA-Bit aktivieren

Tabelle 12: Bitdefinitionen für Display Data Status Enable Register (Fortsetzung)

Bit	Name	Beschreibung
1	NDV	NDV-Bit aktivieren
0	DVL	DVL-Bit aktivieren

Standard Event Status Register (ESR)

Gelesen von „*ESR?“ oder zusammengefasst vom ESB-Bit im STB.



Abbildung 35: Standard Event Status Register

Tabelle 13: Bitdefinitionen für Standard Event Status Register

Bit	Name	Beschreibung
5	CME	Fehler bei Befehl; Befehl nicht erkannt
4	EXE	Fehler bei der Befehlsausführung
2	QYE	Abfragefehler

Standard Event Status Enable Register (ESE)

Gelesen von „*ESE?“ und eingestellt mit „*ESE <Wert>“.



Abbildung 36: Standard Event Status Enable Register

Tabelle 14: Bitdefinitionen für Standard Event Status Enable Register

Bit	Name	Beschreibung
5	CME	CME-Bit aktivieren
4	EXE	EXE-Bit aktivieren
2	QYE	QYE-Bit aktivieren

Befehlsauflistung

Für die Befehlssyntax werden die folgenden Konventionen verwendet:

- Eckige Klammern geben optionale Parameter oder Schlüsselwörter an [].
- Spitze Klammern geben anzugebende Werte an < >.

Befehle und Rückgaben werden als ASCII-Zeichenfolgen gesendet, die mit einem Zeilenvorschub enden. Der PA3000 unterscheidet nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung, und Leerzeichen werden ignoriert, wenn sie nicht zwischen Befehl und Parameter erforderlich sind.

Mehrere Befehle können nicht in einer einzelnen Zeichenfolge gesendet werden, wenn ein Semikolon (;) am Ende jedes Befehls verwendet wird.

Bei allen Befehlen, für die ein Parameter angegeben wird, ist zwischen dem Ende des Befehls und dem ersten Parameter eine Leerstelle erforderlich. Beispielsweise :SYST:CTYPE? 1 ist zulässig. :SYST:CTYPE?1 verursacht hingegen einen Timeout-Fehler.

Die Liste der Befehle ist in relevante Abschnitte unterteilt. In der Regel entspricht jeder Abschnitt einer Menüoption aus dem Hauptmenü.

IEEE 488.2 Standard-Befehle und Statusbefehle

*IDN? Identität der Einheit

Syntax *IDN?

Rückgabe Tektronix, PA3000, Seriennummer, Firmware-Version

Beschreibung Die Seriennummer ist die Seriennummer des Hauptgehäuses. Die Firmware-Version ist die Version des Firmware-Pakets, das alle Prozessoren umfasst.

*CLS Ereignisstatus löschen

Syntax *CLS

Beschreibung Dieser Befehl leert alle Ereignisregister und Warteschlangen.

*ESE Standard Event Status Enable Register einstellen

Syntax *ESE <Flags>
Wobei Flags dem Wert für die Registeraktivierung als Dezimalwert von 0 bis 255 entspricht.

Vorgabe 0

Beschreibung Dieser Befehl legt die Bits im Standard Event Status Register fest, die vom ESB-Bit im Statusbyte zusammengefasst werden. Das Standard Event Status Enable Register verwendet dieselben Bitdefinitionen wie das Standard Event Status Register.

***ESE? Standard Event Status Enable Register lesen**

Syntax	*ESE?
Rückgabe	0 – 255
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Wert im Standard Event Status Enable Register zurück.

***ESR? Read Standard Event Status Register**

Syntax	*ESR?
Rückgabe	0 – 255
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Wert im Standard Event Status Register zurück. Das Register wird nach dem Lesen gelöscht.

***RST Gerät zurücksetzen**

Syntax	*RST
Beschreibung	Dieser Befehl setzt die Gerätekonfiguration auf die Standardwerte zurück (dies entspricht derselben Aktion wie die Menüoption „Load Default Configuration“ (Standardkonfiguration laden) auf dem Frontpanel).

Warten Sie nach dem Senden des *RST-Befehls mindestens drei Sekunden, bevor Sie weitere Befehle senden, damit alle Standardwerte berechnet und eingestellt werden können.

***STB? Statusbyte lesen**

Syntax	*STB?
Rückgabe	0 – 255
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Wert im Statusbyte zurück.

:DSE Data Status Enable Register einstellen

Syntax	:DSE <Flags> Wobei Flags dem Wert für die Registeraktivierung als Dezimalwert von 0 bis 255 entspricht.
Vorgabe	255
Beschreibung	Dieser Befehl legt die Bits im Data Status Enable Register fest, die vom DAS-Bit im Statusbyte zusammengefasst werden.

:DSE? Data Status Enable Register lesen

Syntax :DSE?

Rückgabe 0 – 255

Beschreibung Dieser Befehl gibt den Wert im Data Status Enable Register zurück.

:DSR? Read Data Status Register

Syntax :DSR?

Rückgabe 0 – 255

Beschreibung Dieser Befehl gibt den Wert im Data Status Register zurück. Das Data Status Register wird nach dem Lesen gelöscht.

:DVC Gerät löschen

Syntax :DVC

Beschreibung Dieser Befehl hat denselben Effekt wie *RST oder :CFG:USER:LOAD 0 (Laden der Standardbenutzerkonfiguration).

Warten Sie nach dem Senden des *RST-Befehls mindestens drei Sekunden, bevor Sie weitere Befehle senden, damit alle Standardwerte berechnet und eingestellt werden können.

Kanal- und Gruppenbefehle

Die folgenden Befehle werden verwendet, um die aktive Gruppe oder den aktiven Kanal auszuwählen. Die Befehle haben einen ähnlichen Effekt wie das Drücken der linken und rechten Pfeiltaste, um zu einer anderen Gruppe bzw. einem anderen Kanal zu wechseln, während ein Menübildschirm angezeigt wird.

:INST:NSEL Aktive Gruppe festlegen

Syntax :INST:NSEL <Gruppennummer>

Wobei <Gruppennummer> eine Ganzzahl zwischen 1 und 4 ist, je nach Anzahl der im Leistungsanalysator verfügbaren Gruppen

Beschreibung Dieser Befehl legt die angegebene Gruppe als aktive Gruppe für nachfolgende Befehle und Aktionen fest. Ein Zurücksetzen hat hierauf keine Auswirkungen.

:INST:NSEL?	Aktive Gruppe lesen
Syntax	:INST:NSEL?
Rückgabe	<Gruppennummer>
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die Nummer der ausgewählten Gruppe zurück (zwischen 1 and 4, abhängig von der Anschlusskonfiguration).

:INST:NSELC	Aktiven Kanal auswählen
Syntax	:INST:NSELC <Kanalnummer> Wobei <Kanalnummer> eine Ganzzahl zwischen 1 und 4 ist, je nach Anzahl der im Leistungsanalysator verfügbaren Kanäle. Ein Zurücksetzen hat hierauf keine Auswirkungen.
Beschreibung	Dieser Befehl legt die Nummer des ausgewählten Kanals fest (zwischen 1 und 4, je nach Anzahl der im Leistungsanalysator installierten Kanäle).

:INST:NSELC?	Aktiven Kanal zurückgeben
Syntax	:INST:NSELC?
Rückgabe	<Kanalnummer>
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die Nummer des ausgewählten Kanals zurück (zwischen 1 und 4, je nach Anzahl der installierten Kanäle).

Befehle zum Abfragen von Geräteinformationen

Die Befehle zum Abfragen von Geräteinformationen werden verwendet, um Geräteinformationen zurückzugeben, die über die mit dem Befehl *IDN? zurückgegebenen Informationen hinausgehen.

:CAL:DATE?	Kalibrierungsdatum
Syntax	:CAL:DATE? <Kanalnummer>, <Datumstyp> Wobei <Kanalnummer> die Werte 1 bis 4 und <Datumstyp> die Werte 1 bis 2 annehmen kann.
Rückgabe	Das entsprechende Kalibrierungsdatum im Format TT-MM-JJJJ
Beschreibung	Dieser Befehl gibt das Kalibrierungsdatum der jeweiligen Analogkarte zurück. Beim <Datumstyp> gibt Wert 1 das Prüfdatum und Wert 2 das Kalibrierungsdatum an.

:SYST:CTYPE?	Kartentyp
Syntax	:SYST:CTYPE? <Kanalnummer> Wobei <Kanalnummer> eine Ganzzahl von 0 bis 4 ist.
Rückgabe	Tektronix, <Kartentyp>, <Seriennummer>, <Hardware-Revision> <Kartentyp> ist entweder CPU für die Hauptkarte oder ANALOG für eine Kanalkarte. <Seriennummer> ist eine Zeichenfolge mit 12 Zeichen. <Hardware-Revision> umfasst maximal vier Zeichen.
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Kartentyp, die Seriennummer und die Hardware-Revision für den angegebenen Kanal zurück. Kanal 0 ist die CPU-Hauptkarte.

Befehle zum Auswählen und Auslesen von Messergebnissen

Diese Befehle beziehen sich auf die Auswahl der gewünschten Messergebnisse und die Rückgabe dieser Ergebnisse.

:SEL Ergebnisse auswählen

Syntax :SEL:ALL
 :SEL:ALL:GRP<Gruppe>
 :SEL:CLR
 :SEL:CLR:GRP<Gruppe>
 :SEL:<Messergebnis>

Wobei <Gruppe> eine Gruppennummer von 1 bis 4 ist.
 Wobei <Messergebnis> Folgendes ist:

VLT – Volt eff
 AMP – Amp eff
 WAT – Watt
 VAS – VA
 VAR – VAr
 FRQ – Frequenz
 PWF – Leistungsfaktor
 VPK+ – Volt-Spitze (positiv)
 VPK- – Volt-Spitze (negativ)
 APK+ – Amp-Spitze (positiv)
 APK- – Amp-Spitze (negativ)
 VDC – Volt DC
 ADC – Ampere DC
 VRMN – Volt-Gleichrichtwert
 ARMN – Amp-Gleichrichtwert
 ACMN – Korrigierter Amp-Gleichrichtwert
 VCMN – Korrigierter Volt-Gleichrichtwert
 VCF – Volt-Spitzenfaktor
 ACF – Amp-Spitzenfaktor
 VTHD – Volt-Gesamtoberwellenverzerrung
 VDF – Volt-Verzerrungsfaktor
 VTIF – Volt-Telefonstörfaktor
 ATHD – Ampere-Gesamtoberwellenverzerrung
 ADF – Ampere-Verzerrungsfaktor
 ATIF – Ampere-Telefonstörfaktor
 IMP – Impedanz
 RES – Widerstand
 REA – Reaktanz
 HR – Integratorzeit ¹
 WHR – Watt-Stunden ¹
 VAH – Voltampere-Stunden ¹
 VRH – VAr-Stunden ¹
 AHR – Ampere-Stunden ¹
 WAV – Watt (Durchschnitt) ¹
 PFAV – Leistungsfaktor (Durchschnitt) ¹
 CVAR – Korrektur-VAr ¹
 VAHF – Grundwert VA-Stunden
 VARHF – Grundwert VAr-Stunden
 VF – Grundwert Volt eff
 AF – Grundwert Amp eff
 WF – Grundwert Watt

Ergebnisse auswählen (Fortsetzung)

VAF – Grundwert VA
VARF – Grundwert VAR
PFF – Grundwert Leistungsfaktor
VRNG – Spannungsbereich
ARNG – Strombereich
VLL – Außenleiterspannung
VLN – Neutralleiterspannung
VHM – Volt-Oberwellen
AHM – Amp-Oberwellen
WHM – Watt-Oberwellen

Beschreibung:SEL bestimmt, welche Ergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden sowie welche Ergebnisse vom Befehl :FRD? zurückgegeben werden. Mit dem Befehl :FRF? sehen Sie, welcher Befehl derzeit ausgewählt ist.
Mit :SEL:ALL werden alle Ergebnisse ausgewählt. Wenn der sekundäre Befehl :GRP hinzugefügt wird, werden nur die Ergebnisse in der angegebenen Gruppe ausgewählt.
:SEL:CLR löscht alle ausgewählten Ergebnisse für alle Gruppen. Wenn der sekundäre Befehl :GRP hinzugefügt wird, werden nur die Ergebnisse in der angegebenen Gruppe gelöscht.
Um einer Gruppe Ergebnisse hinzuzufügen, muss zuerst der Befehl :INST:NSEL <Gruppe> verwendet werden. Andernfalls werden die Ergebnisse der zuletzt ausgewählten Gruppe hinzugefügt (oder zu Gruppe 1, wenn zuvor noch keine Gruppe ausgewählt wurde).

¹ Diese Ergebnisse sind für die Anzeige/Rückgabe nur verfügbar, wenn sich die Gruppe im Modus „Integrator“ befindet.

:FRF? Ausgewählte Ergebnisse lesen

Syntax	<p>:FRF? :FRF:GRP<Gruppe>? :FRF:CH<Kanal>? Wobei <Gruppe> eine Gruppennummer von 1 bis 4 ist. Wobei <Kanal> eine Kanalnummer von 1 bis 4 ist.</p>
Beschreibung	Die Befehle :FRF? und :FRF:GRP? geben eine Liste der angezeigten Ergebnisse zurück. Das eigentliche Ergebnis wird nicht zurückgegeben.
Rückgabe	<p><Gruppe>, <Anzahl ausgewählte Messergebnisse>, <Anzahl zurückgegebene Messergebnisse>, <Messergebnis 1>,<Messergebnis 2>, ..., <Gruppe>,<Anzahl ausgewählte Messergebnisse>, ...</p> <p>Wobei <Anzahl ausgewählte Messergebnisse> die Anzahl der Messergebnisse ist, die entweder über das Frontpaneel oder mit dem Befehl SEL ausgewählt wurden.</p> <p><Anzahl zurückgegebene Messergebnisse> ist gleich der Anzahl der Zeilen in der verwendeten Anzeige. Bei Auswahl von Oberwellen übersteigt die Anzahl der zurückgegebenen Ergebnisse die Anzahl der ausgewählten Messergebnisse.</p> <p><Messergebnis 1>, <Messergebnis 2>, ... sind die Namen der ausgewählten Messergebnisse. Die zurückgegebenen Daten entsprechen der Bezeichnung auf dem Ergebnisbildschirm. Für Oberwellen wird „Vharm“, „Aharm“ und „Wharm“ zurückgegeben. Jeder Wert wird durch ein Komma getrennt zurückgegeben.</p> <p>:FRF? gibt die Auswahlen für alle Gruppen zurück.</p> <p>:FRF:CH<Kanal>? gibt die Ergebnisliste für einen bestimmten Kanal zurück. Dies ist nützlich für die Vereinfachung von Messungen. Der Befehl gibt dieselben Daten zurück wie der Befehl „:FRF:GRP?“, mit der Ausnahme, dass auch die Kanalnummer angegeben wird. Beispiel:</p> <p><Gruppe>, <Kanal>, <Anzahl ausgewählte Messergebnisse>, <Anzahl zurückgegebene Ergebnisse>, <Messergebnis 1>,<Messergebnis 2>, ..., <Gruppe>,<Kanal>, <Anzahl ausgewählte Messergebnisse>, ...</p>

:MOVE Ergebnisse verschieben

Syntax	<p>:MOVE:<Messergebnis> <neue Position> Wobei <Messergebnis> der unter dem Befehl :SEL definierten Liste an Messergebnissen entspricht. (Siehe Seite 79, :SEL.) <Neue Position> ist die Position in der Ergebnisliste auf dem Bildschirm und umfasst den Bereich 1 bis 51.</p>
Beschreibung	Der Verschiebefehl wird verwendet, um die Reihenfolge der Ergebnisse auf dem Bildschirm bei den zurückgegebenen Ergebnissen unter Verwendung von :FRD? zu ändern. :FRF? kann verwendet werden, um die Reihenfolge der Ergebnisse zu bestätigen.

:FRD? Vordergrunddaten lesen

Syntax	<p>:FRD? :FRD:CH<Kanal>? :FRD:GRP<Gruppe>? Wobei <Kan> eine Kanalnummer von 1 bis 4 ist. Wobei <Gruppe> eine Gruppennummer von 1 bis 4 ist.</p>
Beschreibung	<p>Die Befehle geben Ergebnisse vom Leistungsanalysator zurück. Die Ergebnisse werden in der Reihenfolge zurückgegeben, in der sie auf dem Bildschirm angezeigt werden. Jedes Ergebnis ist eine durch ein Komma getrennte Gleitpunktzahl.</p> <p>Die Sequenz wird durch die Reihenfolge bestimmt, in der Ergebnisse auf dem Frontpaneel angezeigt werden. Die Sequenz kann konfiguriert werden, indem die Reihenfolge über das Frontpaneel des Geräts geändert oder der Befehl :MOVE verwendet wird.</p> <p>Ergebnisse werden in der Anzeige spaltenweise von links zurückgegeben. Dies bedeutet, dass bei Auswahl von SUM-Ergebnissen oder Maximal- und Minimalergebnissen für die Anzeige auch diese Ergebnisse zurückgegeben werden.</p>
Rückgabe	<p>Wenn für :FRD:CH<Kanal>? Minimal- und Maximalergebnisse ausgewählt werden, werden diese zurückgegeben. Die Reihenfolge ist <Min>, <Kanal>, <Max>.</p> <p>Wenn für :FRD:GRP<Gruppe>? Minimal-, Maximal- oder SUM-Ergebnisse ausgewählt werden, werden diese zurückgegeben. Die Reihenfolge ist <Min>, <Kanal>, <Max>, <Min>, <Kanal>, <Max>, ..., <Sum-Min>, <Sum>, <Sum-Max>.</p> <p>:FRD? gibt jede Gruppe zurück, beginnend bei Gruppe A. Die Reihenfolge der Ergebnisse in der Gruppe ist gleich wie beim Befehl :FRD:GRP<Gruppe>?.</p>

Befehle zur Konfiguration von Messwerten

Die Befehle zur Konfiguration von Messwerten entsprechen dem Menü „Measurement Configuration“ (Messkonfiguration). (Siehe Seite 43, *Menü* „Measurement Configuration“ (Messkonfiguration).)

:HMX:VLT/AMP/WAT Befehle zur Konfiguration der Anzeige von Oberwellen.

Konfiguration der Oberwellenanzeige

Syntax :HMX:VLT:SEQ <wert>

:HMX:AMP:SEQ <wert>

:HMX:WAT:SEQ <wert>

Wobei <Wert> für gerade und ungerade Oberwellen gleich 0 und für nur ungerade Oberwellen gleich 1 ist.

Beschreibung Wenn Oberwellenmesswerte mit dem :SEL-Befehl (Siehe Seite 79.) ausgewählt werden, kann der Leistungsanalysator alle Oberwellen anzeigen oder nur die ungeraden Oberwellen von der ersten Oberwelle bis zur angegebenen Zahl.
Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Syntax :HMX:VLT:RNG <wert>

:HMX:AMP:RNG <wert>

:HMX:WAT:RNG <wert>

Wobei <Wert> der maximalen Oberwellenzahl zur Anzeige im Bereich 1 bis 100 entspricht.

Beschreibung Wenn Oberwellenmesswerte mit dem :SEL-Befehl (Siehe Seite 79.) ausgewählt werden, zeigt der Leistungsanalysator alle Oberwellen bis zu der durch den <Wert> angegebenen Zahl an. Die angezeigten Oberwellen können mit dem Befehl für die Sequenz von Oberwellen auf ausschließlich ungerade Oberwellen eingeschränkt werden.
Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Syntax :HMX:VLT:FOR <wert>

:HMX:AMP:FOR <wert>

:HMX:WAT:FOR <wert>

Wobei <Wert> 0 den absoluten Werten und 1 den Prozentwerten entspricht.

Beschreibung Wenn Oberwellenmesswerte mit dem :SEL-Befehl (Siehe Seite 79.) ausgewählt werden, kann der Leistungsanalysator alle Oberwellen (ausgenommen der ersten) als absoluten Wert oder als Prozentwert der Hauptoberwelle (erste Oberwelle) anzeigen.
Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:HMX:VLT/AMP:DF Befehle zum Einstellen der Verzerrungsfaktormessungen.

Einstellen des Verzerrungsfaktors

Syntax	:HMX:VLT:DF:REF <wert> :HMX:AMP:DF:REF <wert> Wobei <Wert> 0 für den Grundwert steht und 1 für den Effektivwert.
Beschreibung	Bei Verzerrungsfaktor-Messungen (auch bekannt als Abstandsformel) kann die Bezugsgröße im Nenner der Gleichung entweder der Effektivmesswert oder der Oberwellengrundmesswert sein. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:HMX:VLT/AMP:PHA Anzeige des Phasenwinkels

Syntax	:HMX:AMP:PHA <wert> :HMX:VLT:PHA <wert> Wobei <Wert> 0 für aktiviert steht und 1 für deaktiviert.
Beschreibung	Dieser Befehl aktiviert oder deaktiviert (Standard: aktiviert) die Anzeige des Spannungs- oder Stromphasenwinkels.
Syntax	:HMX:AMP:PHA? :HMX:VLT:PHA?
Rückgabe	0 oder 1

:HMX:VLT/AMP:THD Befehle zum Einstellen von Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung.

Einstellen der Gesamtoberwellenverzerrung

Syntax	:HMX:VLT:THD:REF <wert> :HMX:AMP:THD:REF <wert> Wobei <Wert> 0 für den Grundwert steht und 1 für den Effektivwert.
Beschreibung	Bei Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung (THD) (auch bekannt als Serienformel) kann die Bezugsgröße im Nenner der Gleichung entweder der Effektivmesswert oder der Oberwellengrundmesswert sein. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:HMX:VLT:THD:SEQ <wert> :HMX:AMP:THD:SEQ <wert> Wobei <Wert> 0 für gerade und ungerade Oberwellen und 1 für ausschließlich ungerade Oberwellen steht.
Beschreibung	Bei Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung (THD) können die in der Messung verwendeten Oberwellen alle Oberwellen bis zu der angegebenen Zahl oder nur die ungeraden Oberwellen umfassen. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Einstellen der Gesamtoberwellenverzerrung (Fortsetzung)

Syntax	<p>:HMX:VLT:THD:RNG <wert> :HMX:AMP:THD:RNG <wert></p> <p>Wobei <Wert> der maximalen Oberwellenzahl zur Anzeige im Bereich 2 bis 100 entspricht.</p>
Beschreibung	<p>Bei Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung (THD) legt der <Wert> die maximale in der Formel verwendete Oberwellenzahl fest.</p> <p>Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>
Syntax	<p>:HMX:VLT:THD:NZ <wert> :HMX:AMP:THD:NZ <wert></p> <p>Wobei <Wert> 0 für nicht berücksichtigt steht und 1 für berücksichtigt.</p>
Beschreibung	<p>Bei Messungen der Gesamtoberwellenverzerrung (THD) kann in der Formel die Gleichspannungskomponente entweder berücksichtigt oder nicht berücksichtigt werden.</p> <p>Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>

:HMX:VLT/AMP:TIF**Einstellen des Telefonstörfaktors**

Syntax	<p>:HMX:VLT:TIF:REF <wert> :HMX:AMP:TIF:REF <wert></p> <p>Wobei <Wert> 0 für den Grundwert steht und 1 für den Effektivwert.</p>
Beschreibung	<p>Bei Messungen des Telefonstörfaktors kann die Bezugsgröße im Nenner der Gleichung entweder der Effektivmesswert oder der Oberwellengrundmesswert sein.</p> <p>Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>

:MIN Mindestwertspalte

Syntax :MIN <wert>

Wobei <Wert> 0 für deaktiviert steht und 1 für aktiviert.

Beschreibung Der Befehl MIN fügt den Ergebnissen eine Spalte hinzu, in der der Mindestwert jedes Parameters seit der letzten Zurücksetzung der Mindestwerte angezeigt wird. Eine Spalte wird für jeden Kanal in der Gruppe sowie für SUM-Ergebnisse hinzugefügt, falls diese ausgewählt sind.

Durch Aktivieren der Spalte werden die MIN- und MAX-Werte für die aktuell ausgewählte Gruppe zurückgesetzt. Diese Werte können auch mit dem Befehl :RES oder durch Drücken der Taste RESET/CLEAR auf dem Frontpaneel zurückgesetzt werden.

Zum Zurücksetzen der MIN-Haltewerte verwenden Sie den Befehl :MIN 1, um die Spalte wieder zu aktivieren. Beachten Sie, dass sowohl MIN- als auch MAX-Haltewerte zurückgesetzt werden.

Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Syntax :MIN?

Rückgabe 0 oder 1

Beschreibung Dieser Befehl gibt den Status der Mindestwertspalte zurück. Wenn die Spalte deaktiviert ist, wird 0 zurückgegeben. Wenn die Spalte aktiviert ist, wird 1 zurückgegeben.

Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:MAX Maximalwertspalte

Syntax :MAX <wert>

Wobei <Wert> 0 für deaktiviert steht und 1 für aktiviert.

Beschreibung Der Befehl MAX fügt den Ergebnissen eine Spalte hinzu, in der der Maximalwert jedes Parameters seit der letzten Zurücksetzung der Maximalwerte angezeigt wird. Eine Spalte wird für jeden Kanal in der Gruppe sowie für SUM-Ergebnisse hinzugefügt, falls diese ausgewählt sind.

Durch Aktivieren der Spalte werden die MIN- und MAX-Werte für die aktuell ausgewählte Gruppe zurückgesetzt. Diese Werte können auch mit dem Befehl :RES oder durch Drücken der Taste RESET/CLEAR auf dem Frontpaneel zurückgesetzt werden.

Zum Zurücksetzen der MAX-Haltewerte verwenden Sie den Befehl :MAX 1, um die Spalte wieder zu aktivieren. Beachten Sie, dass sowohl MIN- als auch MAX-Haltewerte zurückgesetzt werden.

Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Syntax :MAX?

Maximalwertspalte (Fortsetzung)

Rückgabe	0 oder 1
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Status der Maximalwertspalte zurück. Wenn die Spalte deaktiviert ist, wird 0 zurückgegeben. Wenn die Spalte aktiviert ist, wird 1 zurückgegeben. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:SUM SUM-Ergebnisse

Syntax	:SUM <wert> Wobei <Wert> 0 für deaktiviert steht und 1 für aktiviert.
Beschreibung	Der Befehl fügt den Ergebnissen eine Spalte hinzu, die die SUM-Werte jedes für eine Gruppe ausgewählten Parameters (falls zutreffend) anzeigt. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen. Wenn die Anschlusskonfiguration der aktuell ausgewählten Gruppe 1 Phase, 2 Leitungen ist, wird eine Anforderung zum Hinzufügen von SUM-Ergebnissen ignoriert.
Syntax	:SUM?
Rückgabe	0 oder 1
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Status der SUM-Ergebnisse zurück. Wenn die Spalte deaktiviert ist, wird 0 zurückgegeben. Wenn die Spalte aktiviert ist, wird 1 zurückgegeben. Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:SUM:AMP:METHD <Methode> :SUM:VLT:METHD <Methode> Wobei <Methode> für die Summiermethode 1 oder 2 steht.
Beschreibung	Mit diesen Befehlen wird die Summiermethode für die Mindestwert-, Maximalwert- und SUM-Spalten festgelegt. Siehe SUM-Gleichungen weiter unten im Dokument. (Siehe Seite 159, <i>Summgleichungen</i> .)
Syntax	:SUM:AMP:METHD? :SUM:VLT:METHD?
Rückgabe	Die Summiermethode (1 oder 2)

Befehle zur Moduseinstellung

Die Befehle zur Moduseinstellung entsprechen dem Menü „Modes“ (Modi). (Siehe Seite 47, *Modi*.) Diese Befehle steuern, wie Gruppen konfiguriert werden, um Parameter unter bestimmten Bedingungen zu messen.

:MOD Modus

Syntax :MOD:NOR (Modus „Normal“)
 :MOD: BAL (Modus „Vorschaltgerät“)
 :MOD: SBY (Modus „Standby-Leistung“)
 :MOD: INT (Modus „Integrator“)
 :MOD: PWM (Modus „PWM-Motor“)

Beschreibung Mit diesem Befehl wird der Modus für eine Gruppe eingestellt. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Syntax :MOD?

Rückgabe Modusnummer von 0 bis 4

Beschreibung Dieser Befehl gibt einen Hinweis zum Modus für die aktive Gruppe zurück. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Folgende Werte werden zurückgegeben:

- 0 – Modus „Normal“
- 1 – Modus „Vorschaltgerät“
- 2 – Modus „Standby-Leistung“
- 3 – Modus „Integrator“
- 4 – Modus „PWM-Motor“

:MOD: BAL Modus „Vorschaltgerät“

Syntax :MOD: BAL: FREQ <wert>
 Wobei <Wert> für die Netzfrequenz im Bereich von 45 bis 1.000 Hz steht

Beschreibung Dieser Befehl stellt die Netzfrequenz für den Modus „Vorschaltgerät“ ein. (Siehe Seite 48, *Modus „Vorschaltgerät“*.) Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Syntax :MOD: BAL: FREQ?

Rückgabe Frequenz des Vorschaltgeräts für die ausgewählte Gruppe

Beschreibung Dieser Befehl gibt die Frequenz für den Modus „Vorschaltgerät“ für die aktive Gruppe zurück.

:MOD:SBY Standby-Modus

Syntax	:MOD:SBY:PER <wert> Wobei <Wert> für den Integrationszeitraum der Standby-Leistung im Bereich von 1 bis 1.200 Sekunden als Ganzzahl steht.
Beschreibung	Dieser Befehl stellt den Integrationszeitraum für den Standby-Leistungsmodus ein. (Siehe Seite 48, <i>Modus „Standby Power“ (Standby-Stromleistung)</i> .) Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL , um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:MOD:SBY:PER?
Rückgabe	Integrationszeitraum für die ausgewählte Gruppe
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Integrationszeitraum für die aktive Gruppe zurück.

:MOD:INT Modus „Integrator“

Syntax	:MOD:INT:ST:METH <Methode> Wobei <Methode> 0 – Manuell 1 – Uhrzeit 2 – Pegel Da der Integrator eine Gruppenfunktion ist, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL , um die aktive Gruppe auszuwählen.
Beschreibung	Dieser Befehl legt die Startmethode für den Integrator fest.
Syntax	:MOD:INT:ST:CLK:TIME <Uhrzeit> Wobei <Uhrzeit> dem Format hh:mm:ss/AP oder hh:mm:ss entsprechen kann.
Beschreibung	Dieser Befehl legt die Uhrzeit für den Start des Integrators fest, wenn die Startmethode „Uhr“ verwendet wird. Die Daten müssen in dem vom Benutzer angegebenen Format eingegeben werden.
Syntax	:MOD:INT:ST:CLK:DATE <Datum> Wobei <Datum> einem der folgenden Formate entspricht: ■ tt:mm:jjjj oder mm:tt:jjjj oder jjjj:mm:tt ■ tt/mm/jjjj oder mm/tt/jjjj oder jjjj/mm/tt ■ tt-mm-jjjj oder mm-tt-jjjj oder jjjj-mm-tt
Beschreibung	Dieser Befehl legt das Datum für den Start des Integrators fest, wenn die Startmethode „Uhr“ verwendet wird. Die Daten müssen in dem vom Benutzer angegebenen Format eingegeben werden.
Syntax	:MOD:INT:ST:LVL:CH <Kanal> Wobei <Kanal> eine Zahl von 1 bis 4 ist.
Beschreibung	Dieser Befehl legt den Kanal zur Verwendung für den Pegel-Trigger fest. Wird als 1, 2, 3 oder 4 angegeben. Wenn die Kanalnummer nicht gültig ist, wird das ESR-Bit gesetzt.

Modus „Integrator“ (Fortsetzung)

Syntax	:MOD:INT:ST:LVL:SIG:<Messgröße> Wobei <Messgröße> für folgende Messgrößen steht: VLT – Volt eff AMP – Amp eff WAT – Watt VAS – VA VAR – VAr FRQ – Frequenz PWF – Leistungsfaktor VPK+ – Volt-Spitze (positiv) VPK- – Volt-Spitze (negativ) APK+ – Amp-Spitze (positiv) APK- – Amp-Spitze (negativ) VDC – Volt DC ADC – Ampere DC VRMN – Volt-Gleichrichtwert ARMN – Amp-Gleichrichtwert VCF – Volt-Spitzenfaktor ACF – Amp-Spitzenfaktor VTHD – Volt-Gesamtoberwellenverzerrung VDF – Volt-Verzerrungsfaktor VTIF – Volt-Telefonstörfaktor ATHD – Ampere-Gesamtoberwellenverzerrung ADF – Ampere-Verzerrungsfaktor ATIF – Ampere-Telefonstörfaktor IMP – Impedanz RES – Widerstand REA – Reaktanz AI1 – Analogeingang 1 AI2 – Analogeingang 2 AI3 – Analogeingang 3 AI4 – Analogeingang 4
Beschreibung	Dieser Befehl legt das Signal, das für den Vergleich mit dem Schwellenwert überwacht werden soll, fest. Der Befehl wird gefolgt von dem normalen Signalauswahlparameter, wie z. B. VRMS oder PWF.
Syntax	:MOD:INT:ST:LVL:SIG?
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die numerische Kennung der ausgewählten Messgröße zurück.
Syntax	:MOD:INT:ST:LVL:THRES <Schwellenwert>
Beschreibung	Dieser Befehl legt den Pegel des Schwellenwerts fest, eine Gleitpunktzahl von $\pm 1e9$
Syntax	:MOD:INT:ST:LVL:DIR <Richtung> Wobei <Richtung> 0 für \geq steht und 1 für \leq

Modus „Integrator“ (Fortsetzung)

Beschreibung	Dieser Befehl legt die Richtung der Signaländerung fest, wenn „Pegel“ als Trigger verwendet wird.
Syntax	:MOD:INT:DUR <Dauer> Wobei <Dauer> der Zeit in Minuten entspricht
Beschreibung	Dieser Befehl legt die Dauer der Integration fest mit einem Wert zwischen 0,0 und 10.000.
Syntax	:MOD:INT:PF <Leistungsfaktor> Wobei <Leistungsfaktor> dem gewünschten Leistungsfaktor entspricht
Beschreibung	Dieser Befehl legt den gewünschten Leistungsfaktor für Korrektur-VArS fest mit einem Wert zwischen +1,0 und -1,0.
Syntax	:MOD:INT:RUN
Beschreibung	Dieser Befehl startet die Integration auf allen Integratoren.
Syntax	:MOD:INT:STOP
Beschreibung	Dieser Befehl stoppt die Integration auf allen ausgeführten Integratoren.
Syntax	:MOD:INT:RESET
Beschreibung	Dieser Befehl setzt die Integration auf allen Integratoren zurück.

:MOD:PWM

HINWEIS. Es gibt keine spezifischen Befehle für den Modus „PWM-Motor“ außer dem normalen Befehl :MOD:PWM zum Auswählen des Modus „PWM-Motor“.

Befehle zur Eingangseinstellung

Die Befehle zur Eingangseinstellung entsprechen dem Menü „Inputs“. (Siehe Seite 53, *Eingänge*.) Diese Befehle werden verwendet, um die Kanalisierung und Überwachung von Signaleingängen in den PA3000 zu steuern.

:WRG Anschlusskonfiguration

Syntax	:WRG : 1P2 – 1 Phase, 2 Leitungen festlegen :WRG : 1P3 – 1 Phase, 3 Leitungen festlegen :WRG : 3P3 – 3 Phasen, 3 Leitungen festlegen :WRG : 3P4 – 3 Phasen, 4 Leitungen festlegen :WRG : 3P3V3A – 3 Phasen, 3 Leitungen (3V3A) festlegen
Beschreibung	Dieser Befehl legt die Anschlusskonfiguration für die aktuell ausgewählte Gruppe fest. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:WRG?
Rückgabe	0, 1, 2, 3 oder 4 Jeder Wert stellt eine Anschlusskonfiguration dar: 0 ist 1P2W 1 ist 1P3W 2 ist 3P3W 3 ist 3P4W 4 ist 3P3W (3V3A)

:NAME Gruppenname

Syntax	:NAME <wert> Wobei <Wert> dem Gruppennamen entspricht
Beschreibung	Dieser Befehl legt den Anzeigenamen für die Gruppe fest. Pro Gruppenname sind maximal acht Zeichen zulässig. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:NAME?
Rückgabe	Gruppenname mit maximal acht Zeichen
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Anzeigenamen für die aktive Gruppe zurück. Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:RNG Bereichseinstellung

Syntax :RNG:VLT:FIX <Bereich>

:RNG:AMP:FIX <Bereich>

:RNG:VLT:AUT

:RNG:AMP:AUT

VLT – Spannungsbereichseinstellung

AMP – Strombereichseinstellung

FIX – Feste Bereichseinstellung

AUT – Automatische Bereichseinstellung

Wobei <Bereich> einer Bereichsnummer von 4 bis 12 entspricht.

Beschreibung Dieser Befehl stellt den Bereich für die aktuell ausgewählte Gruppe ein. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

Die Bereichsnummern für die einzelnen Eingänge werden in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Bereich-Nr.	Volt	30-A-Nebenschlusswiderstand	10-A-Nebenschlusswiderstand	5-A-Nebenschlusswiderstand
Auto				
4	5 V	0,5 A	0,0125 A	0,05 V
5	10 V	1 A	0,025 A	0,1 V
6	20 V	2 A	0,05 A	0,2 V
7	50 V	5 A	0,125 A	0,5 V
8	100 V	10 A	0,25 A	1 V
9	200 V	20 A	0,5 A	2 V
10	500 V	50 A	1,25 A	5 V
11	1.000 V	100 A	2,5 A	10 V
12	2.000 V	200 A	5 A	20 V

Syntax :RNG:VLT?

:RNG:AMP?

Rückgabe 0 bis 12

Beschreibung Dieser Befehl gibt die Bereichskonfiguration zurück, die für die aktuell ausgewählte Gruppe gilt. Wenn sich die aktuell ausgewählte Gruppe im Modus für automatische Bereichseinstellung befindet, wird 0 zurückgegeben.

Syntax :RNG:VLT:AUT?

:RNG:AMP:AUT?

Bereichseinstellung (Fortsetzung)

Rückgabe	0 bis 12
Beschreibung	<p>Dieser Befehl gilt für einen Kanal, nicht für eine Gruppe. Er gibt den jeweiligen Bereich zurück, in dem sich der aktuell ausgewählte Kanal befindet. Wenn eine Gruppe mehrere Kanäle enthält und für die Gruppe der Modus für automatische Bereichsauswahl eingestellt ist, sucht der Kanal den besten Bereich für anliegende Signale.</p> <p>Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um den aktiven Kanal auszuwählen.</p>

:SHU Auswahl des Nebenschlusswiderstands

Syntax	<p>:SHU:INT :SHU:INT1A :SHU:EXT</p> <p>INT – Internen Nebenschlusswiderstand von $30 A_{eff}$ einstellen INT1A – Internen Nebenschlusswiderstand von $1 A_{eff}$ einstellen EXT – Externen Nebenschlusswiderstand einstellen</p>
Beschreibung	<p>Dieser Befehl legt den Nebenschlusswiderstand für alle Kanäle in der aktuell ausgewählten Gruppe fest.</p> <p>Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>
Syntax	:SHU?
Rückgabe	0, 1 oder 2
Beschreibung	<p>Dieser Befehl gibt die Einstellung des Nebenschlusswiderstands für die aktuell ausgewählte Gruppe zurück.</p> <p>0 – Interner Nebenschlusswiderstand von $30 A_{eff}$ 1 – Interner Nebenschlusswiderstand von $1 A_{eff}$ 2 – Externer Nebenschlusswiderstand</p> <p>Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.</p>

:FSR Frequenzeinstellungen

Syntax	: FSR : VLT : FSR : AMP : FSR : EXT1 : FSR : EXT2 VLT – Spannungskanal als Quelle festlegen. INT1A – Aktuellen Kanal als Quelle festlegen. EXT1 = Externen Zählereingang 1 als Quelle festlegen. EXT2 = Externen Zählereingang 2 als Quelle festlegen.
Beschreibung	Dieser Befehl legt die Frequenzquelle für die aktuell ausgewählte Gruppe fest. Der erste Kanal in der Gruppe bestimmt die Frequenz. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	: FSR?
Rückgabe	0, 1, 2, oder 3
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die aktuell konfigurierte Frequenzquelle für die ausgewählte Gruppe zurück. Folgende Werte werden zurückgegeben: 0 – Spannungskanal 1 – Stromkanal 2 – Externer Zählereingang 1 3 – Externer Zählereingang 2 Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	: FSR : PHR : VLT – Spannungskanal als Referenz festlegen. : FSR : PHR : AMP – Stromkanal als Referenz festlegen.
Beschreibung	Diese Befehle legen als Phasenreferenz für die Gruppe entweder den Spannungskanal oder den Stromkanal der ersten Karte in der Gruppe fest. Diese Befehle werden für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	: FSR : PHR?
Rückgabe	0 oder 1
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die aktuell konfigurierte Phasenreferenz für die ausgewählte Gruppe zurück. Folgende Werte werden zurückgegeben: 0 – Spannungskanal 1 – Stromkanal Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	: FSR : RNG <Wert> Wobei <Wert> 0 bis 2 entspricht.

Frequenzeinstellungen (Fortsetzung)

Beschreibung	Dieser Befehl legt den zulässigen Frequenzbereich für das Eingangssignal fest. Folgende Werte werden zurückgegeben: 0 – >10 Hz 1 – 1 Hz bis 100 Hz 2 – 0,1 Hz bis 10 Hz Dieser Befehl wird für eine Gruppe ausgeführt. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.
Syntax	:FSR:RNG?
Rückgabe	0, 1 oder 2
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den aktuell konfigurierten Frequenzbereich für die ausgewählte Gruppe zurück. Folgende Werte werden zurückgegeben: 0 – >10 Hz 1 – 1 Hz bis 100 Hz 2 – 0,1 Hz bis 10 Hz Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:BDW Bandwith (Bandbreite)

Syntax	:BDW <wert> Wobei <Wert> 0 oder 1 entspricht
Beschreibung	Dieser Befehl legt die Bandbreite aller Spannungs- und Strommesskanäle in der aktiven Gruppe fest. 0 = hohe Bandbreite und 1 = niedrige Bandbreite. Im Modus für niedrige Bandbreite wird ein zweipoliger 10-kHz-Filter in den Spannungs- und Strommesskanälen bereitgestellt.
Syntax	:BDW?
Rückgabe	0 oder 1
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die aktuell konfigurierte Bandbreite für die ausgewählte Gruppe zurück. Folgende Werte werden zurückgegeben: 0 – Hohe Bandbreite 1 – Niedrige Bandbreite Da dieser Befehl für eine Gruppe ausgeführt wird, verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen.

:SCL Skalierung

Syntax	<p>:SCL:VLT <Skalierung> :SCL:AMP <Skalierung> :SCL:EXT <Skalierung> :SCL:VLT:GRP <Skalierung> :SCL:AMP:GRP <Skalierung> :SCL:EXT:GRP <Skalierung></p> <p>VLT – Skalierung Spannungskanal AMP – Skalierung Stromkanal EXT – Skalierung externer Nebenschlusswiderstand</p> <p>Wobei <Skalierung> einer Zahl zwischen 0,00001 und 100.000 entspricht.</p>
Beschreibung	<p>Dieser Befehl legt den Skalierungsfaktor für den aktuell ausgewählten Kanal fest. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSELC, um den aktiven Kanal auszuwählen.</p> <p>Bei Verwendung der Option GRP wird der gleiche Skalierungsfaktor auf alle Kanäle in der Gruppe angewendet. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSEL, um die aktive Gruppe auszuwählen, bevor Sie die Option GRP verwenden.</p>
Syntax	<p>:SCL:VLT? :SCL:AMP? :SCL:EXT?</p> <p>VLT – Skalierung Spannungskanal AMP – Skalierung Stromkanal EXT – Skalierung externer Nebenschlusswiderstand</p>
Rückgabe	Eine Zahl zwischen 0,00001 und 100.000
Beschreibung	Dieser Befehl gilt für einen Kanal, nicht für eine Gruppe. Er gibt den Skalierungsfaktor für den aktuell ausgewählten Kanal zurück. Verwenden Sie zuerst den Befehl :INST:NSELC, um den aktiven Kanal auszuwählen.

:ANA Analog Inputs (Analogeingänge)

Syntax	<p>:ANA <Eingang> , <Bereich></p> <p>Wobei <Eingang> einer Eingangsnummer zwischen 1 und 4 und <Bereich> 1 oder 10 entspricht.</p>
Beschreibung	Dieser Befehl legt die analogen Eingänge 1 bis 4 fest. Wenn <Bereich> gleich 1 ist, wird der ±1-Volt-Bereich ausgewählt. Wenn <Bereich> gleich 10 ist, wird der ±10-Volt-Bereich für den angegebenen Eingang ausgewählt.
Syntax	<p>:ANA? <Eingang></p> <p>Wobei <Eingang> eine Gruppennummer von 1 bis 4 ist.</p>
Rückgabe	Das gemessene analoge Signal am ausgewählten Eingang

Befehle für Diagramme und Signalkurven

:WAV Signaldiagramme

Syntax :WAV:VLT <aktivieren>
 :WAV:AMP <aktivieren>
 :WAV:WAT <aktivieren>

Beschreibung Diese Befehle aktivieren oder deaktivieren die Anzeige eines Signalkurvendiagramms, wobei für <aktivieren> gilt: Wert 1 zum Aktivieren und 0 zum Deaktivieren. Bei diesen Befehlen handelt es sich jeweils um kanalbasierte Befehle. Wählen Sie mit :INST:NSELC den gewünschten Kanal, bevor Sie diese Befehle verwenden.

Syntax :WAV:VLT?
 :WAV:AMP?
 :WAV:WAT?

Beschreibung Diese Befehle geben den Aktivierungs- oder Deaktivierungsstatus der Anzeige des Signalkurvendiagramms zurück. Bei diesen Befehlen handelt es sich jeweils um kanalbasierte Befehle. Wählen Sie mit :INST:NSELC den gewünschten Kanal, bevor Sie diese Befehle verwenden.

Rückgabe 1 bei aktivierter Signalkurve oder 0 bei deaktivierter Signalkurve.

Schnittstellenbefehle

Schnittstellenbefehle werden verwendet, um die verschiedenen Kommunikationsmöglichkeiten mit dem Leistungsanalysator einzustellen und zu steuern.

:COM:RS2 RS-232-Konfiguration

Syntax :COM:RS2:BAUD <Baudrate>
 Wobei <Baudrate> einer Baudrate von 9.600, 19.200 oder 38.400 entspricht.

Beschreibung Dieser Befehl legt die RS-232-Baudrate fest.

Syntax :COM:RS2:BAUD?

Rückgabe Baudrate von 9.600, 19.200 oder 38.400

:COM:IEE GPIB-Konfiguration

Syntax :COM:IEE:ADDR <Adresse>
 Wobei <Adresse> einer Adresse im Bereich 1 bis 30 entspricht.

Beschreibung Dieser Befehl legt die GPIB-Adresse für den PA3000 fest.

Syntax :COM:IEE:ADDR?

Rückgabe Die GPIB-Adresse für den Leistungsanalysator. Wenn -1 zurückgegeben wird, ist keine GPIB-Karte installiert.

:COM:ETH Ethernet-Konfigurationen zurückgeben

Syntax	:COM:ETH:SUB? :COM:ETH:IP? :COM:ETH:GATE? SUB – Subnetzmaske IP – IP-Adresse GATE – Standard-Gateway
Rückgabe	Zahl im Format einer IPv4-Adresse xxx.xxx.xxx.xxx
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die angeforderten Informationen im Format einer IP-Adresse zurück. Die zurückgegebene Information ist die aktuelle Konfiguration. Wenn DHCP als Zuordnungsmethode verwendet wird, werden als Werte die vom DHCP-Server zugeordneten Werte zurückgegeben.

:COM:ETH:STAT Statische Ethernet-Konfiguration

Syntax	:COM:ETH:STAT <Wert> Wobei <Wert> 0 oder 1 entspricht
Beschreibung	Dieser Befehl legt fest, ob der Leistungsanalysator eine statische IP-Adresse oder eine von einem DHCP-Server zugeordnete Adresse verwendet. Bei <Wert> = 0, wird ein DHCP-Server verwendet. Bei <Wert> = 1, werden die statischen IP-Einstellungen verwendet.
Syntax	:COM:ETH:STAT?
Rückgabe	0 oder 1
Syntax	:COM:ETH:STAT:SUB <wert> :COM:ETH:STAT:IP <IP-Wert> :COM:ETH:STAT:GATE <IP-Wert> SUB – Subnetzmaske IP – IP-Adresse GATE – Standard-Gateway Wobei <IP-Wert> das Format xxx.xxx.xxx.xxx hat.
Beschreibung	Diese Befehle legen den zugeordneten statischen IP-Wert für den Leistungsanalysator fest.
Syntax	:COM:ETH:STAT:SUB? :COM:ETH:STAT:IP? :COM:ETH:STAT:GATE? SUB – Subnetzmaske IP – IP-Adresse GATE – Standard-Gateway
Rückgabe	Die IP-Adresse im Format xxx.xxx.xxx.xxx.

:COM:ETH:MAC MAC-Adresse für Ethernet

Syntax	:COM:ETH:MAC?
Rückgabe	MAC-Adresse im Hexadezimalformat mit 12 Zeichen.
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die MAC-Adresse auf dem Ethernet-Controller zurück. Die MAC-Adresse hat folgendes Format: 0x0019B9635D08.

Befehle für Datenaufzeichnung

Die Befehle für Datenaufzeichnung haben den gleichen Effekt wie das Menü „Datalog“ (Datenaufzeichnung) und die DATA OUT-Taste auf dem Frontpanel.

:DATA:USB USB-Datenaufzeichnung

Syntax	:DATA:USB <Beenden/Starten> Wobei <Beenden/Starten> für 0 = Beenden; für 1 = Starten
Beschreibung	Dieser Befehl hat dieselbe Funktion wie das Drücken der DATA OUT-Taste. Wenn ein USB-Flash-Laufwerk verbunden ist, werden die Daten auf dem Flash-Laufwerk aufgezeichnet.

Befehl für Bildschirmaufnahme

:DISP:DATA? Anzeigedaten

Syntax	:DISP:DATA?
Beschreibung	Der Befehl friert die Anzeige ein und gibt ein Bitmap-Bild des Bildschirms zurück. Sobald die Übertragung abgeschlossen wurde, wird die Anzeige wie üblich aktualisiert. Die Binärdaten bilden den Inhalt einer BMP-Datei und können direkt in eine Datei auf einem Host-Computer geschrieben werden.
Rückgabe	Dieser Befehl gibt ein Bitmap-Bild als IEEE 488.2 <DEFINITE LENGTH ARBITRARY BLOCK RESPONSE DATA> formatierte Antwort zurück.

Math. Befehle

Die mathematischen Befehle ermöglichen die Einrichtung der Mathematikansicht auf dem Leistungsanalysator und die Rückgabe der Ergebnisse.

:MATH:FUNC Informationen zu math. Funktionen

Syntax	:MATH:FUNC <Funktionsnummer>,<Name>,<Formel>,<Einheit> Wobei <Funktionsnummer> = 1 bis 30 <Name> – Der dem Benutzer angezeigte Name <Formel> – Formel für die math. Funktion <Einheit> – Die anzuzeigenden Einheiten
Rückgabe	1, wenn erfolgreich, andernfalls 0.
Beschreibung	Dieser Befehl konfiguriert die angegebene mathematische Funktion.
Syntax	:MATH:FUNC? <Funktionsnummer> Wobei <Funktionsnummer> einer gültigen math. Funktionsnummer zwischen 1 und 30 entspricht
Rückgabe	<Name>,<Formel>,<Einheit> Wobei <Name> – Der dem Benutzer angezeigte Name <Formel> – Formel für die math. Funktion <Einheit> – Die anzuzeigenden Einheiten
Beschreibung	Dieser Befehl gibt Name, Formel und Einheiten der mathematischen Funktion zurück.

:MATH:FUNC:EN Aktivierung mathematischer Funktionen

Syntax	:MATH:FUNC:EN <Funktionsnummer>,<aktivieren> Wobei <Funktionsnummer> einer gültigen math. Funktionsnummer zwischen 1 und 30 entspricht Bei <Aktivieren> gleich 1, wird die Anzeige der Funktion aktiviert, bei 0 wird sie deaktiviert.
Beschreibung	Dieser Befehl aktiviert oder deaktiviert die mathematische Funktion in der Mathematikansicht.
Syntax	:MATH:FUNC:EN? <Funktionsnummer> Wobei <Funktionsnummer> einer gültigen math. Funktionsnummer zwischen 1 und 30 entspricht
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Status zurück, der angibt, ob eine mathematische Funktion aktiviert (1) oder deaktiviert (0) ist.

:MATH? Math. Ergebnisse zurückgeben

Syntax	:MATH?
Beschreibung	Dieser Befehl gibt alle berechneten mathematischen Funktionen zurück, die in einer durch Komma getrennten Zeichenfolge aktiviert sind.

Befehle zur Systemkonfiguration

Die Befehle zur Systemkonfiguration entsprechen dem Menübildschirm „System Configuration“ (Systemkonfiguration). (Siehe Seite 66, *Systemkonfiguration*.)

:BLK Austastung

Syntax	:BLK:ENB – Austastung aktiviert :BLK:DIS – Austastung deaktiviert
Beschreibung	Bei aktivierter Austastung gibt der Leistungsanalysator eine Null zurück, wenn das gemessene Signal kleiner ist als 5 % des Bereichs für den ausgewählten Kanal. Wenn der ausgetastete Kanal auch in einem anderen Ergebnis, z. B. Watt, verwendet wird, wird auch dieser Wert ausgetastet.
Syntax	:BLK?
Rückgabe	ENB, wenn aktiviert; DIS, wenn deaktiviert
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Status der Austastung zurück.

:AVG Mittelwertbildung

Syntax	:AVG:AUT <Tiefe> Wobei <Tiefe> ein Wert von 1 bis 10 ist
Beschreibung	Der Befehl legt die Tiefe des Puffers für die Mittelwertbildung fest, sodass der Mittelwert über einen Abtastungszeitraum von <Tiefe> gebildet wird. Der Abtastungszeitraum kann auch über den :UPDATE-Befehl geändert werden. Der Mittelwertpuffer wird zurückgesetzt, sobald eine Bereichs- oder Signalveränderung von mehr als 20 % erfolgt. Der Befehl legt außerdem die Tiefe der AUX-Eingänge auf denselben Wert fest.
Syntax	:AVG?
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Mittelwert als Ganzzahl zurück.
Syntax	:AVG:CH <Tiefe>
Beschreibung	Dieser Befehl legt die Mittelwerttiefe des ausgewählten Kanals fest. Der Abtastungszeitraum kann auch über den :UPDATE-Befehl geändert werden. Der Mittelwertpuffer wird zurückgesetzt, sobald eine Signalveränderung von mehr als 20 % des Mittelwerts auftritt.
Syntax	:AVG:CH?
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Mittelwert als Ganzzahl zurück.

Mittelwertbildung (Fortsetzung)

Syntax	:AVG:AUX <Tiefe> Wobei <Tiefe> ein Wert von 1 bis 10 ist
Beschreibung	Der Befehl legt die ausschließlich die Tiefe des Mittelwertpuffers für die AUX-Eingänge fest, sodass der Mittelwert über einen Abtastungszeitraum von <Tiefe> gebildet wird. Der Abtastungszeitraum kann auch über den :UPDATE-Befehl geändert werden. Der Mittelwertpuffer wird zurückgesetzt, sobald eine Signalveränderung von mehr als 2 % des Mittelwerts auftritt.
Syntax	:AVG:AUX?
Beschreibung	Dieser Befehl gibt den Mittelwert der AUX-Eingänge als Ganzzahl zurück.

:UPDATE Update rate (Aktualisierungsrate)

Syntax	:UPDATE <Aktualisierungsrate> Wobei <Aktualisierungsrate> einem Wert von 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0 oder 2,0 Sekunden entspricht.
Beschreibung	Dieser Befehl ändert die Aktualisierungsrate der Anzeige. Wenn die Aktualisierungsrate auf weniger als 0,5 Sekunden eingestellt wird, verringert sich die Anzahl der im Aktualisierungszeitraum zurückgegebenen Oberwellen.
Syntax	:UPDATE?
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die Aktualisierungsrate als Gleitpunktzahl zurück.

:SYST:ZERO Auto-Null

Syntax	:SYST:ZERO <wert> Wobei <Wert> 0 für Deaktivierung, 1 für Aktivierung 1 und 2 für sofortige Ausführung steht
Beschreibung	Dieser Befehl legt fest, ob die Auto-Null-Funktion für die Kanäle aktiviert oder deaktiviert ist.
Syntax	:SYST:ZERO?
Beschreibung	Dieser Befehl gibt die Auto-Null-Funktion für die Kanäle zurück. 0 bei deaktivierter Funktion oder 1 bei aktivierter Funktion.

:SYST:DATE Systemdatum

Syntax	<p>:SYST:DATE?</p> <p>:SYST:DATE:SET <Datumswert></p> <p>:SYST:DATE:FORMAT <Datumsformat></p> <p>Wobei <Datumswert> dem neuen Datum im ausgewählten Format und <Datumsformat> dem Datumsformat entspricht</p>
Rückgabe	Das Datum in dem vom Benutzer angegebenen Format, getrennt durch Schrägstriche (/)
Beschreibung	<p>Der :SYST:DATE?-Befehl gibt das Datum auf dem Leistungsanalysator zurück.</p> <p>Der :SYST:DATE:SET-Befehl legt das Datum auf dem Leistungsanalysator fest. Der <Datumswert> sollte dem Format entsprechen, das mit dem :SYST:DATE:FORMAT-Befehl festgelegt wurde. Wenn z. B. das gewünschte Format 0 (mm/tt/jjjj) ist, lautet der Befehl: :SYST:DATE:SET 12/31/2015.</p> <p>Verwenden Sie eines der drei Formate mit dem :SYST:DATE:FORMAT-Befehl:</p> <p><Datumsformat> = 0 – mm/tt/jjjj oder mm:tt:jjjj oder mm-tt-jjjj</p> <p><Datumsformat> = 1 – tt/mm/jjjj oder tt:mm:jjjj oder tt-mm-jjjj</p> <p><Datumsformat> = 2 – jjjj/mm/tt oder jjjj:mm:tt oder jjjj-mm-tt</p>

:SYST:TIME Systemzeit

Syntax	<p>:SYST:TIME?</p> <p>:SYST:TIME:SET <Uhrzeitwert></p> <p>:SYST:TIME:FORMAT <Uhrzeitformat></p> <p>Wobei <Uhrzeitwert> der neuen Uhrzeit im ausgewählten Format und <Uhrzeitformat> dem Uhrzeitformat entspricht</p>
Rückgabe	Die Uhrzeit kann entweder im 12-Stunden- oder 24-Stunden-Format dargestellt werden, wobei Stunden, Minuten und Sekunden durch Doppelpunkte (:) getrennt sind. Beispiel: 01:34:22P im 12-Stunden-Format oder 13:34:22 im 24-Stunden-Format.
Beschreibung	<p>Der :SYST:TIME?-Befehl gibt die Uhrzeit auf dem Leistungsanalysator im festgelegten Format zurück. Die Uhrzeit kann in einem von zwei Formaten dargestellt werden:</p> <p><Uhrzeitformat> = 0 – 12-Stunden-Format hh:mm:ssA/P</p> <p><Uhrzeitformat> = 1 – 24-Stunden-Format hh:mm:ss</p> <p>Die Uhrzeit auf dem Leistungsanalysator kann auch mit dem Befehl :SYST:TIME:SET eingestellt werden. In diesem Fall sollte der <Uhrzeitwert> im festgelegten Format angegeben werden. Wenn z. B. das gewünschte Format 0 ist (12-Stunden-Format), lautet der Befehl: :SYST:TIME:SET 08:32:20P</p> <p>Beim 12-Stundenformat wird A für AM und P für PM verwendet.</p>

:SYST:POWER Stromverbrauch

Syntax	<code>:SYST:POWER:DISP <wert></code> Wobei <Wert> 0, 1 oder 2 entspricht
Beschreibung	Mit diesem Befehl wird die Anzeige ausgeschaltet, um den Stromverbrauch des Leistungsanalysators zu senken. Die Funktionsweise der Anzeige wird durch die folgenden Werte bestimmt: 0 – Immer an 1 – Aus nach 10 Minuten ohne Tastendruck oder Fernsteuerung 2 – Aus im Fernsteuerungsmodus
Syntax	<code>:SYST:POWER:DISP?</code>
Rückgabe	0 – Immer an 1 – Aus nach 10 Minuten ohne Tastendruck oder Fernsteuerung 2 – Aus im Fernsteuerungsmodus

Befehle zur Benutzerkonfiguration

Diese Befehle entsprechen der Menüoption „User Configuration“ (Benutzerkonfiguration).

:CFG:USER Benutzerkonfigurationen

Syntax	<code>:CFG:USER:LOAD <wert></code> <code>:CFG:USER:SAVE <wert></code> Wobei <Wert> einer Benutzerkonfiguration von 1 bis 8 zum Speichern und 0 bis 8 zum Laden entspricht. 0 ist die Vorgabekonfiguration.
Rückgabe	1 wenn erfolgreich, 0 wenn nicht erfolgreich
Beschreibung	Diese Befehle werden verwendet, um eine der Benutzerkonfigurationen zu speichern und zu laden.
Syntax	<code>:CFG:USER:REN <wert>, <config.Name></code> Wobei <Wert> einer Benutzerkonfiguration von 1 bis 8 und <config.Name> einem neuen Konfigurationsnamen (maximal 16 Zeichen) entspricht.
Beschreibung	Dieser Befehl ändert den Namen der Konfiguration, um das Wiederauffinden zu erleichtern. Tipp: Warten Sie beim Speichern oder Laden von Konfigurationen mindestens drei Sekunden, nachdem Sie den <code>:CFG:USER:LOAD <Wert></code> -Befehl gesendet haben, bis Sie eine 1 (erfolgreich) oder 0 (nicht erfolgreich) auslesen.

Senden und Empfangen von Befehlen

Es gibt viele Möglichkeiten zum Senden von Befehlen an den PA3000, jedoch gelten für alle Methoden einige allgemeine Regeln:

- Alle Anweisungen sollten mit einem Zeilenvorschubzeichen (ASCII 10) abgeschlossen werden.
- Alle zurückgegebenen Informationen enden mit einem Zeilenvorschubzeichen (ASCII 10).
- Es kann nur eine Anweisung gleichzeitig gesendet werden.
:SEL:VLT; :SEL:AMP ist beispielsweise kein gültiger Befehl.
- Warten Sie bei allen Befehlen zur Gerätekonfiguration 0,5 Sekunden zwischen jedem Befehl, oder verwenden Sie die Flusssteuerung, um zu warten, bis der nächste Befehl gesendet wird.
- Das minütliche Ausführen von Auto-Null führt dazu, dass für etwa eine Sekunde keine neuen Ergebnisse angezeigt werden. Aus diesem Grund kann Auto-Null deaktiviert werden.

HINWEIS. Bei der Kommunikation über die Ethernet-Schnittstelle mit dem Leistungsanalysator, erfolgt die Reaktion auf die Kommunikation mit einem Zeilenvorschubzeichen wie ASCII LF(0x0A). In den nachfolgenden Beispielen wird das Zeilenvorschubzeichen durch „[LF]“ angegeben.

Tipp. Bei Visual Studio oder LabVIEW können Sie den Befehl „Flush, In-buffer“ verwenden, um auf schnelle Weise das Wagenrücklaufzeichen aus dem Eingangspuffer zu entfernen. Dies kann in der Software als Regel eingerichtet werden, die nach jedem ausgegebenen Schreib-/Lesebefehl ausgeführt wird.

Beispiel 1. Es wird eine Anfrage an den Leistungsanalysator gesendet, um den Status des Nebenschlusswiderstands zu bestimmen. Der Leistungsanalysator antwortet mit einem „LF“ am Ende der Zeichenfolge;

BENUTZER: „:SHU?“

Leistungsanalysator: „0[LF]“

Der Leistungsanalysator antwortet wie üblich mit einem LF-Zeichen am Ende der Zeichenfolge.

Beispiel 2. Der Benutzer sendet einen Befehl an den Leistungsanalysator, um die Austastung zu deaktivieren, und der Leistungsanalysator antwortet mit einem LF-Zeichen;

BENUTZER: „:SHU:INT“

Leistungsanalysator: „[LF]“

Der Leistungsanalysator antwortet mit einem LF-Zeichen.

Bei der Verwendung der anderen Kommunikationsmethoden antwortet der Leistungsanalysator nicht auf jede Kommunikation mit „LF“.

Kommunikationsbeispiele

Grundlegende Auswahl und Rückgabe von Ergebnissen

Die Ergebnisse werden mit dem Befehl FRD zurückgegeben. Dabei werden die anzuzeigenden Ergebnisse in der Reihenfolge zurückgegeben, in der sie auf dem Bildschirm erscheinen. Die mithilfe der Fernsteuerung ausgewählten Ergebnisse werden unten in die Liste eingefügt, mit Ausnahme von Oberwellen, die immer am Ende der Liste angezeigt werden.

:INST:NSEL 1	Legt die aktuelle Gruppe als Gruppe 1 fest.
:SEL:CLR	Löscht alle Ergebnisse aus allen Gruppen.
:SEL:VLT	
:SEL:AMP	
:SEL:FRQ	
:SEL:WAT	
:SEL:VAS	
:SEL:VAR	
:SEL:PWF	
:SEL:VPK+	
:SEL:APK+	
:FRD?	Gibt V_{eff} , A_{eff} , Frequenz, Watt, VA, VA, Leistungsfaktor, $V_{\text{pk+}}$ und $V_{\text{pk-}}$ im Gleitpunktformat wieder.
:FRF?	Gibt die ausgewählten Ergebnisse zur Bestätigung zurück und verwendet dabei die Bezeichnung in der Anzeige. In diesem Fall wird Folgendes zurückgegeben: „Veff, Aeff, Freq, Watt, VA, Var, PF, Vpk+, Apk+“

Wiederholte ErgebnISRückgabe

Der Leistungsanalysator aktualisiert die Ergebnisse mit der angegebenen Aktualisierungsrate. Damit Ergebnisse sofort zurückgegeben werden, sobald sie verfügbar sind, richten Sie das DSE-Register so ein, dass Bit 1, d. h. das NDV (New Data Available)-Bit, aktiviert ist. Lesen Sie dann das DSR-Register mit dem Befehl „:DSR?“, bis angegeben wird, dass neue Daten verfügbar sind. Senden Sie dann einen Befehl „:FRD?“, um die ausgewählten Ergebnisse abzurufen.

:DSE 2 // Aktiviert das NDV-Bit.

Bei strDSR <> „2“

:DSR?

strDSR = Empfangene Daten

Loop

:FRD?

Ergebnisse empfangen

Oberwellen

Für die Rückgabe von Oberwellen muss zuerst die Anzahl der Oberwellen sowie der Bereich ausgewählt werden und dann der Ergebnisliste in der Anzeige hinzugefügt werden.

:HMX:VLT:SEQ 0	Wählt gerade und ungerade Oberwellen aus (bei Angabe von 1 werden nur ungerade Oberwellen ausgewählt).
:HMX:VLT:RNG 9	Gibt alle Oberwellen von 1 bis 9 zurück.
:SEL:VHM	Fügt der Liste Spannungsoberwellen hinzu.

Wenn angenommen wird, dass nach Beispiel 1 der Befehl :SEL:CLR nicht ausgegeben wurde, gibt :FRD? die folgenden Ergebnisse zurück:

V_{eff} , A_{eff} , Freq, Watt, VA, VA_r , PF, V_{pk+} , A_{pk+} , V_{h1Mag} , V_{h1Ph} , V_{h2Mag} , V_{h2Ph} , ..., V_{h9Mag} , V_{h9Ph} .

Kommunikationsbeispiel für eine Gruppe von Kanälen

Das Beispiel zeigt eine vollständige Befehlssequenz für die Kommunikation mit einer Gruppe von Kanälen. Bei diesem Beispiel wird ein 1-A-Nebenschlusswiderstand verwendet und die Austastung erfolgt unter 5 % des Bereichs.

*RST	Setzt die Geräteeinstellungen auf die Vorgabewerte zurück.
*IDN?	Identifiziert das Gerät und gibt eine Zeichenfolge zurück, die der Benutzer in der Software verwenden kann: „Tektronix, PA3000, Seriennummer, Firmware-Version“.
:INST:NSEL 1	Wählt Gruppe 1 aus.
:WRG:3P3	Stellt Kanal 1 und Kanal 2 für die Konfiguration mit 3 Phasen und 3 Leitungen als Teil von Gruppe 1 ein.
:RNG:VLT:AUT	Stellt die automatische Bereichseinstellung für die Spannung ein.
:RNG:AMP:AUT	Stellt die automatische Bereichseinstellung für den Strom ein.
:SHU:INT1A	Legt den 1-A-Nebenschlusswiderstand für Strommessungen fest.
:FSR:VLT	Stellt die Spannung als Frequenzquelle ein.
:BLK:ENB	Aktiviert die Austastung.
:AVG:AUT 5	Stellt für den Mittelwert der Messergebnisse 5 ein.

:SEL:CLR	Löscht die Auswahlliste der Messergebnisse.
:SEL:VLT	Wählt V_{eff} aus.
:SEL:WAT	Wählt Watt-Leistung aus.
:SEL:AMP	Wählt A_{eff} aus.
:SEL:FRQ	Wählt Frequenz aus.
:SEL:PWF	Wählt den Leistungsfaktor aus.
:SEL:VAS	Wählt VA Leistung aus.
{ }	
{ Geben Sie hier alle weiteren Parameter, wie z. B. Oberwellen, ein. (Siehe Seite 108, Oberwellen.) }	
{ }	
:DSE 3	Stellt DSR ein, wenn Daten verfügbar sind.
Bei dsr <> 3	Führt eine Abfrage in einer Endlosschleife durch, bis DSR = 3.
:DSR?	
Loop	
:FRD:GRP1?	Liest die gemessenen Daten, die wie folgt im Gleitpunktformat angezeigt werden: V_{eff} , Watt, A_{eff} , Freq, Leistungsfaktor, VA Leistung, V_{eff} , Watt, A_{eff} , Freq, Leistungsfaktor, VA Leistung.

Software des PA3000

PC-Software PWRVIEW

PWRVIEW ist eine unterstützende Softwareanwendung für Windows-PCs, die den Funktionsumfang des Leistungsanalysators ergänzt und erweitert.

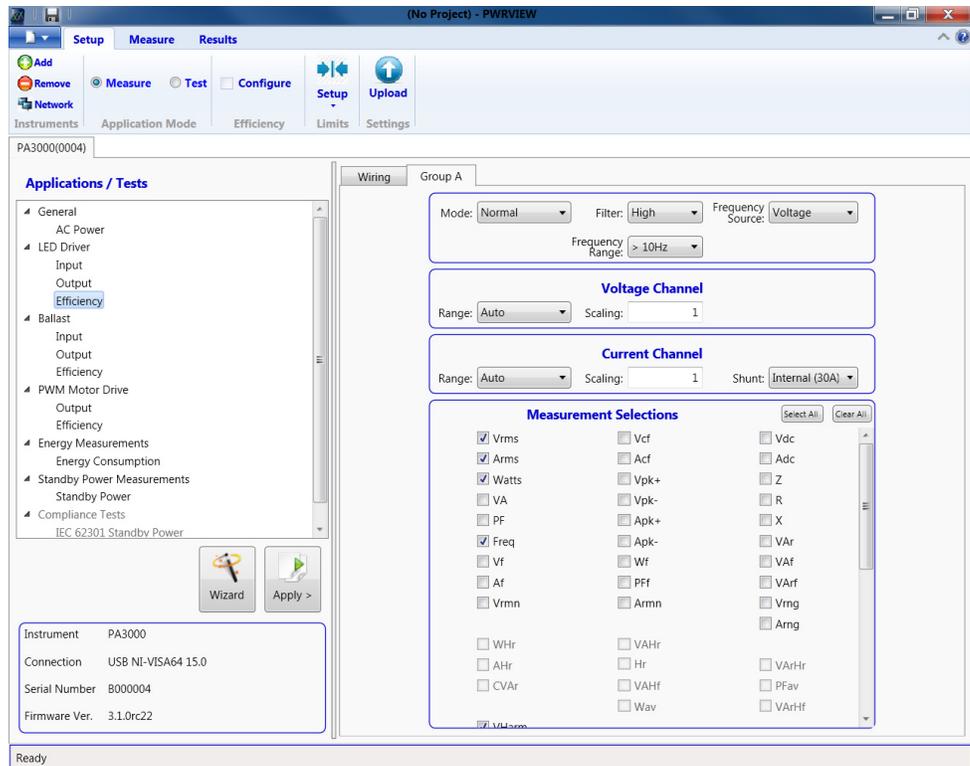


Abbildung 37: PWRVIEW-Software

Unter www.tek.com steht PWRVIEW zum kostenlosen Download bereit. Die Software ermöglicht Ihnen Folgendes:

- Herstellen einer Verbindung mit dem Leistungsanalysator über jede der verfügbaren Geräte-Kommunikationsschnittstellen
- Ändern der Geräteeinstellungen per Fernsteuerung
- Übertragen, Einsehen und Speichern der vom Gerät erfassten Messdaten in Echtzeit, wie etwa Signalkurven, Oberwellen-Balkendiagramme und Grafiken
- Protokollieren von Messdaten über einen Zeitabschnitt
- Gleichzeitiges Kommunizieren mit verschiedenen Leistungsanalysatoren von Tektronix und Herunterladen von Daten auf diesen Geräten

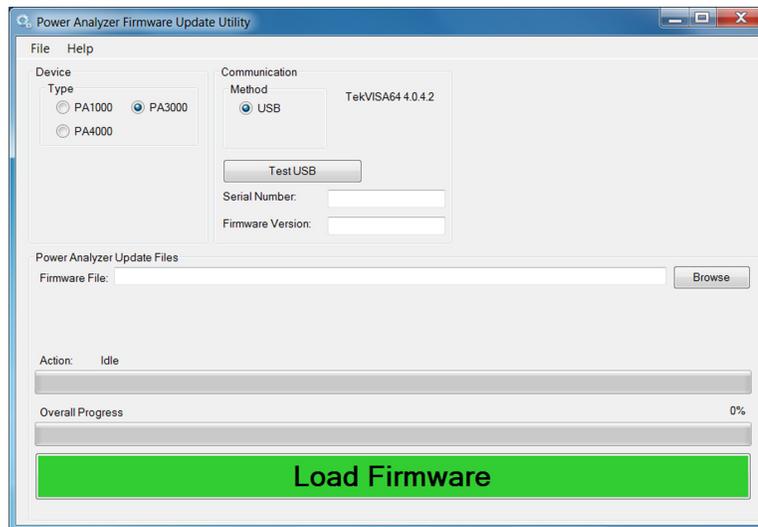
- Erstellen und Aufzeichnen von Formeln für die Berechnung des Wandlungswirkungsgrads und anderer Werte
- Exportieren von Messdaten in CSV- oder XLS-Format für den Import in andere Anwendungen
- Automatisieren von Geräteeinstellung, Datenerfassung und Berichterstellung für zentrale Anwendungen – dank Assistenten ein Aufwand von nur wenigen Klicks
- Durchführen von automatischen, vollständigen Konformitätsprüfungen für Standby-Anwendungen mit geringer Leistung gemäß IEC 62301, Ausg. 2.0
- Durchführen von automatischen Vorkonformitätsprüfungen für Stromoberwellen gemäß IEC 61000-3-2:2014 Ausg. 4 und IEC 61004-7-:2002 + A1:2009. (Derzeit nur mit Leistungsanalysator PA1000 verfügbar)
- Festlegen von benutzerdefinierten Grenzwerten

Einige Anwendungsbeispiele für den Leistungsanalysator und die PWRVIEW-Software sind in diesem Dokument enthalten. (Siehe Seite 113, *Anwendungsbeispiele*.) Verwenden Sie diese Beispiele, um sich mit dem Leistungsanalysator ohne oder mit PWRVIEW-Software vertraut zu machen. Eine PDF -Version der Online-Hilfe zu PWRVIEW ist unter www.tek.com zum Herunterladen verfügbar.

Firmware-Aktualisierungsprogramm

Der PA3000 ist so konzipiert, dass neue Funktionen durch Aktualisieren der Firmware im Produkt hinzugefügt werden können. Die Firmware kann mit einem kostenlosen PC-Software-Programm aktualisiert werden. Dieses Programm ist unter dem Abschnitt „PA3000“ der Tektronix-Website (www.tek.com) verfügbar. Laden Sie die Software herunter und installieren Sie sie auf Ihrem PC.

Führen Sie nach der Installation die Software aus, um den Hauptbildschirm anzuzeigen:



Die Software unterstützt das Herunterladen von Firmware über USB.

1. Wählen Sie als Gerätetyp „PA3000“ aus.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche zum Testen von USB, um die Seriennummer und Firmware-Version des PA3000 anzuzeigen.
3. Verweisen Sie die Software auf die Firmware-Datei.

Die Datei wird im Format „PA3000_va_b_c.bin“ benannt, wobei a, b und c Dezimalzahlen sind, die die Nummer der Firmware-Version darstellen, wie z. B. PA3000_v3_1_0.bin.

Die Datei ist auch auf der Tektronix-Website unter der Seite für den PA3000 verfügbar.

4. Nachdem Sie die erforderlichen Schritte durchgeführt haben, klicken Sie auf **Load Firmware** (Firmware laden).



VORSICHT. Trennen Sie den PA3000 beim Herunterladen nicht von der Stromversorgung.

In der zweiten Phase des Herunterladens leert sich der Bildschirm des PA3000, und die Taste [SHIFT] blinkt.

Nach Abschluss der zweiten Phase wird der PA3000 mit dem normalen Bildschirm neu gestartet und weitere Firmware-Abschnitte werden heruntergeladen.

Warten Sie an diesem Punkt, bis auf dem PC folgendes Dialogfeld angezeigt wird: „Firmware has been loaded successfully“ (Firmware wurde erfolgreich geladen).

Anwendungsbeispiele

Die meisten ein- und dreiphasigen Leistungsmessungen können auf einem PA3000 mit den Standardeinstellungen durchgeführt werden. Der Leistungsanalysator verfügt über eine vollautomatische Bereichseinstellung. Aufgrund seines speziellen Frequenzerkennungsverfahrens und der Spitzenbereichseinstellung kann er sich anpassen, um die gewünschten Messungen gemäß der veröffentlichten Spezifikation unabhängig von Frequenz oder Spitzenfaktor durchzuführen.

Einige Messungen können mithilfe der in den Leistungsanalysator integrierten Spezialmodi optimiert werden, wie dem Modus „Standby Power“ (Standby-Leistung), dem Modus „Integration“, dem Modus „Ballast“ (Vorschaltgerät) oder dem PWM-Modus. Die folgenden Anwendungsbeispiele zeigen die Verwendung einiger dieser Funktionen.

Jedes Anwendungsbeispiel erläutert zwei Methoden zur Durchführung derselben Messungen mit einigen Variationen. Die erste Methode bezieht sich auf die Durchführung der Messungen direkt auf dem PA3000, die zweite auf die Verwendung der kostenlosen PWRVIEW-Software. Der PA3000 ist hervorragend geeignet für die meisten Labormessungen, welche schnelle Überprüfung oder Überwachung erfordern. Die PWRVIEW-Software mit Standardanwendungen und Konformitätsprüfungs-Suites dagegen vereinfacht die Steuerung, Analyse, Protokollierung und Durchführung von Konformitätsprüfungen per Fernsteuerung. Anweisungen zur Installation von PWRVIEW finden Sie auf der Produktseite unter www.tek.com.

Tektronix empfiehlt, alle Anwendungsbeispiele durchzugehen, um sich mit den Funktionen des PA3000 und der PWRVIEW-Software optimal vertraut zu machen.

Die folgenden Anwendungsbeispiele sind in diesem Abschnitt enthalten:

- Effizienzprüfung von einphasigen Anwendungen (Siehe Seite 114.)
- Effizienzprüfung von dreiphasigen Anwendungen (Siehe Seite 124.)
- Energieverbrauchsprüfung (Siehe Seite 135.)
- Standby-Leistungsmessungen (IEC 62301 Ausg. 2.0) (Siehe Seite 142.)
- Einschaltstromprüfung (Siehe Seite 149.)

Beispiel 1: Effizienzprüfung von einphasigen Anwendungen

Aufgrund der verstärkten Hinwendung hin zu ökologischer Energie in den vergangenen Jahren haben sich die Effizienzstandards für alle elektronischen und elektrischen Produkte erhöht. Strengere Energiestandards, wie z. B. das internationale *Effizienzprotokoll für Level 6*, schreiben engere Effizienz-Grenzwerte vor. Dadurch wird es wichtig, die Eingangs- und Ausgangsleistung genau zu messen und gleichzeitig die Effizienz über verschiedene Last- und Versorgungsbedingungen zu berechnen. Dieses Beispiel zeigt eine einfache Methode zur Durchführung von Effizienzmessungen an einem externen AC-DC-Netzteil, das dem Effizienz-Standard der Stufe VI entspricht. Ähnliche Prinzipien können auch für Effizienzprüfungen an beliebigen AC-DC-Netzteilen, DC-AC-Umrichtern und anderen Umrichtern, wie z. B. Solarumrichter und USV-Systeme, angewendet werden.

- Messaufgabe** Effizienzmessungen sind unkompliziert. Sie erfordern die genaue Messung der Eingangsleistung und Ausgangsleistung und die Berechnung der Effizienz für angegebene Last- und Versorgungsbedingungen. Dieses Beispiel beschreibt den Aufbau und die Vorgehensweise zur Durchführung von genauen und reproduzierbaren Messungen an einem externen Netzteil. Stellen Sie sicher, dass der Prüfling nach dem ersten Einschalten stabil ist. Empfohlen wird eine Einbrennzeit von 30 Minuten vor der Durchführung von Effizienzmessungen. Bei vielen Effizienz-Standards muss außerdem die Stabilität ungefähr fünf Minuten lang überprüft werden, bevor die Abschlussmessung bei einer gegebenen Lasteinstellung durchgeführt wird.
- Messlösungen** Die Effizienzmessung kann direkt auf dem Display des Leistungsanalysators oder über die PWRVIEW-Software erfolgen. Die direkte Methode ist ideal geeignet für eine schnelle Prüfung und Überwachung. Für die langfristige Prüfung und Aufzeichnung wird jedoch die PWRVIEW-Software empfohlen. Mit der PWRVIEW-Software ist es einfach, Effizienzmessungen zu konfigurieren, zu überwachen, benutzerdefinierte Grenzwerte festzulegen und die Effizienzmessungen aufzuzeichnen. Diese Funktionen sind besonders hilfreich, wenn Sie Messungen gemäß Effizienzstandards durchführen, die eine ausgedehnte Protokollierung erfordern.
- Prüfaufbau** Führen Sie die folgenden Schritte durch, um die Effizienzmessung an einem AC-DC-Netzteil mit dem Leistungsanalysator PA3000 einzurichten:

1. Verbinden Sie den AC-Eingang am Prüfling mit dem ersten Kanal des PA3000 mithilfe einer Tektronix Anschlussbox (BB1000), wie im Anschlussdiagramm dargestellt. (Siehe Abbildung 38 auf Seite 115.)

Die Anschlussbox nutzt das Stromsignal und misst die Spannung an den Eingangsanschlüssen. Dies macht es einfacher und sicherer, das Eingangs-AC-Signal auf dem Prüfling über die mit dem PA3000 gelieferten 4-mm-Sicherheitsleitungen zu verbinden.

2. Verbinden Sie die Ausgangs-DC-Anschlüsse auf dem zweiten Kanal des PA3000 über die bereitgestellten Sicherheitsleitungen. Der Nebenschlusswiderstand des PA3000 wird mit der Ausgangslast in Reihe geschaltet. Die Spannungskanäle werden über die positiven und negativen Anschlüsse des Netzteils verbunden, wie in der Abbildung dargestellt.
3. Nachdem alle Verbindungen hergestellt wurden, führen Sie mit einer der beiden Methoden die Effizienzmessungen durch.

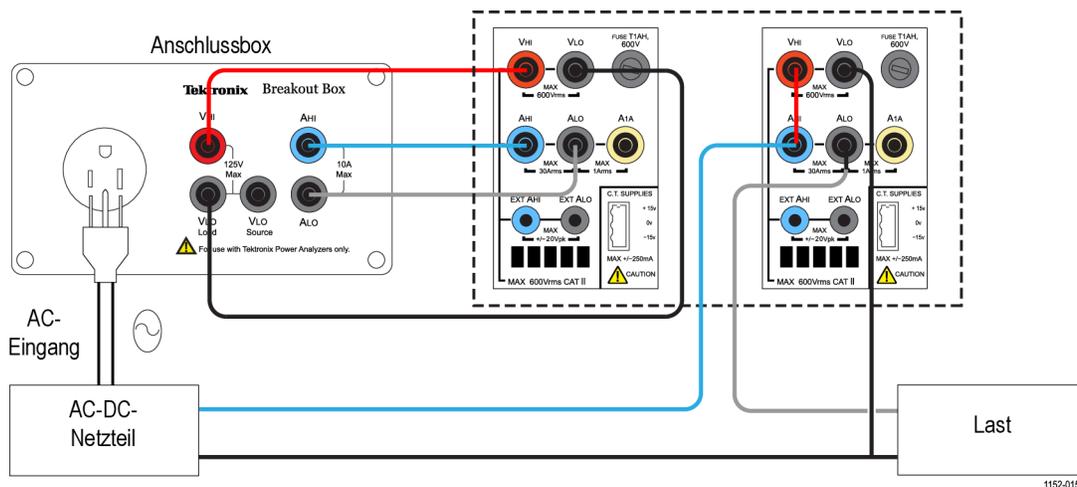


Abbildung 38: Anschlussdiagramm zur AC/DC-Effizienzmessung

**Methode 1:
Effizienzmessungen
an einphasigen
AC-DC-Netzteilen. (PA3000
direkt)**

Die folgenden Schritte beschreiben die Vorgehensweise zum Einrichten des PA3000 für Effizienzmessungen an einem AC-DC-Netzteil. Dieses Verfahren kann auch zum Prüfen der Effizienz bei anderen Anwendungen verwendet werden, wie z. B.: USV-Systeme, LED-Treiber oder DC-AC-Umrichter.

GROUP A Ch1	GROUP B Ch2	GROUP C Ch3	GROUP D Ch4	Result 1332
Vrms 109.85	Vrms 12.077	Vrms 109.88	Vrms 11.965	▲
Arms 330.82	Arms 1.3762	Arms 136.85	Arms 527.76	▲
Watt 20.628	Watt 16.620	Watt 7.3105	Watt 6.3129	▲
VA 36.339	Vdc 12.077	VA 15.037	Vdc 11.965	▲
Freq 60.000	Hz Adc 1.3762	Freq 60.000	Hz Adc 527.63	▲
PF 0.5677		PF 0.4862	VII -----	▲
Apk+ 1.0227		Apk+ 494.55		▼
Apk- -1.0184		Apk- -485.91		▼
Vdc 10.299		Vdc 37.148		▼
EFFICIENCY1 80.569 %		EFFICIENCY2 86.329 %		▼
-----		-----		02:02P
-----		-----		11/20

Abbildung 39: Effizienzmessung auf dem PA3000

1. Setzen Sie den PA3000 auf die Vorgabekonfiguration:

- a. Drücken Sie .
- b. Navigieren Sie hinunter zu **User Configuration** (Benutzerkonfiguration), und drücken Sie .
- c. Wählen Sie **Load Default Configuration** (Vorgabekonfiguration laden) aus, und drücken Sie dann  zur Bestätigung.

Der PA3000 lädt die Vorgabewerte und zeigt einen Bestätigungsbildschirm an. Drücken Sie , und kehren Sie dann zum Hauptmenü zurück, indem Sie  drücken.

2. Gehen Sie im Hauptmenü zu **Measurements** (Messungen), drücken Sie , und wählen Sie dann die gewünschten Parameter für das AC-Eingangssignal aus.

Der erste Kanal wird als Gruppe A auf der gelben Leiste oben im Bildschirm dargestellt.

Wählen Sie die gewünschten Messungen aus, wie z. B. Vrms (Spannung), Arms (Stromstärke), Watts (Leistung), VA, PF (Leistungsfaktor), Acf, Athd und A Harmonics (A Oberwellen).

3. Wählen Sie Gruppe B aus, die den zweiten Kanal auf dem PA3000 darstellt. Drücken Sie dazu links auf dem Paneel des PA3000 die Pfeiltaste nach rechts.
4. Wählen Sie die gewünschten Messungen für den DC-Ausgang aus, wie z. B. Watt, VDC und ADC. Heben Sie die Markierungen aller voreingestellten Messungen auf, die nicht benötigt werden.
5. Nachdem Sie alle gewünschten Parameter ausgewählt haben, drücken Sie , um den Ergebnisbildschirm anzuzeigen.

Der PA3000 ist jetzt für die Durchführung von AC- und DC-Messungen am ersten bzw. zweiten Kanal eingerichtet.

6. Schalten Sie den Prüfling über die Wechselstromquelle ein. An diesem Punkt kann eine entsprechende Last auf den Prüfling aufgebracht werden.
Der Ergebnisbildschirm sollte mit der Aktualisierung der Echtzeitmesswerte beginnen.
7. Die mathematische Funktion kann zur Berechnung der Effizienz verwendet werden. Drücken Sie , um die Effizienzformel einzurichten.
8. Drücken Sie in der Mathematikansicht die Softkey-Taste MATH.
9. Wählen Sie die gewünschte Funktion aus der Liste aus, und drücken Sie dann , um die Optionen einzugeben.

HINWEIS. Mit der Bearbeitungsfunktion kann jede spezifische mathematische Formel bearbeitet werden. Drücken Sie in der Bearbeitungsfunktion , um das Hilfemenü zur Unterstützung beim Formatieren der Funktion aufzurufen, oder ziehen Sie die Informationen weiter vorne in diesem Handbuch heran. (Siehe Seite 62, Mathematische Ergebnisse.)

10. Geben Sie für die Effizienzberechnungen „(CH2:W/CH1:W)*100“ ein, und drücken Sie dann . Drücken Sie , um zum Menü „Math“ zurückzukehren, wo die Funktion ggf. umbenannt werden kann und Einheiten hinzugefügt werden können.
11. Kehren Sie zum Menü „Math“ zurück, navigieren Sie hinunter zu der neu bearbeiteten Funktion und drücken Sie , um die Funktion zu aktivieren. Wählen Sie alle Funktionen aus, die auf dem Bildschirm angezeigt werden sollen.
12. Drücken Sie , um den Ergebnisbildschirm anzuzeigen.

13. Um ausgewählte mathematische Formeln anzuzeigen, drücken Sie .

14. Zum Anzeigen von mathematischen Formeln zusammen mit anderen Ergebnissen drücken Sie , um den Ergebnisbildschirm aufzurufen. Drücken Sie dann mehrere Male , bis das Mathematikfenster unten im Bildschirm angezeigt wird.

Sie können jetzt Effizienzmessungen an einem AC-DC-Netzteil durchführen.

Weitere Einstellungen, falls erforderlich

Datenprotokollierung. Mit der Protokollierungsfunktion können Sie bei längeren Effizienzprüfungen mit Last- und Quellenabtastungen Daten in Abhängigkeit von der Zeit protokollieren. Verwenden Sie die Taste DATA OUT, um Daten auf einem beliebigen kompatiblen Flash-Laufwerk aufzuzeichnen, das an den USB-Anschluss am Frontpaneel angeschlossen ist. Das Protokollierungsintervall kann geändert werden, indem Sie  drücken und zu **Interfaces** → **USB Host Data Out** navigieren. Die Protokolldatei wird als CSV-Datei gespeichert.

Signale und Oberwellen. Zum Überwachen von AC-Eingangssignalen und Oberwellen verwenden Sie die Taste  bzw. die Taste . Zum Schalten zwischen Kanälen verwenden Sie die Pfeiltasten links auf dem Paneel. Verschiedene Optionen für die Anzeige von Signalen und Oberwellen können über das Menü „Graphs and Waveforms“ (Diagramme und Signalkurven) ausgewählt werden.

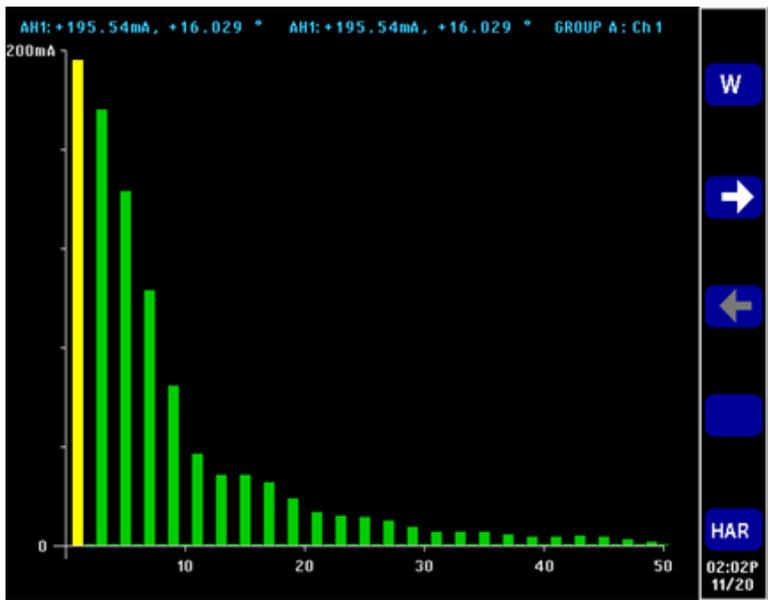


Abbildung 40: Oberwellen-Balkendiagramm auf dem PA3000

**Methode 2:
Effizienzmessungen
an einphasigen
AC-DC-Netzteilen.
(PWRVIEW-Software)**

Die folgenden Schritte beschreiben die Vorgehensweise zum Einrichten der PWRVIEW-Software bei einem PA3000 für Effizienzmessungen.

Index	Meas	A PA3000(0006) 1	B PA3000(0006) 2	C Formula
1	Vrms	120.29 V	11.969 V	Efficiency
2	Arms	206.30 mA	1.0004 A	81.769e+00
3	Watts	14.642 W	11.973 W	
4	Freq	59.967 Hz		
5	PF	590.04 m		
6	Vdc		11.969 V	
7	Adc		1.0001 A	
8	Vcf	1.3761		
9	Acf	1.0160		
10	Vrhd	2.7572 %		
11	Arhd	125.51 %		
12	Vh1m	120.24 V		
13	Vh1p	0.0000 °		
14	Vh2m	18.315 mV		
15	Vh2p	-9.0618 °		
16	Vh3m	291.52 mV		
17	Vh3p	20.847 °		
18	Vh4m	35.540 mV		
19	Vh4p	-150.57 °		
20	Vh5m	2.4083 V		
21	Vh5p	-168.46 °		
22	Vh6m	12.938 mV		
23	Vh6p	-125.69 °		
24	Vh7m	869.50 mV		
25	Vh7p	4.3581 °		
26	Vh8m	19.788 mV		
27	Vh8p	-54.288 °		
28	Vh9m	169.59 mV		
29	Vh9p	-99.692 °		
30	Vh10m	2.8242 mV		

Abbildung 41: Effizienzmessung mit der PWRVIEW-Software

1. Schließen Sie den PA3000 an den Computer an, auf dem die PWRVIEW-Software installiert ist. Verwenden Sie dazu das mitgelieferte USB-Kabel. Falls gewünscht, kann auch ein Ethernet- oder ein GPIB-Kabel verwendet werden.
2. Öffnen Sie die PWRVIEW-Software durch Doppelklicken auf das Desktop-Symbol.
3. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Add“ (Hinzufügen), um den PA3000 anzuschließen.

Alle verfügbaren Geräte werden im Auswahl-Paneel aufgeführt.

4. Wählen Sie das gewünschte Gerät (den PA3000) aus, und klicken Sie dann auf „Connect“ (Verbinden).

HINWEIS. Links auf dem Paneel werden verschiedene Standardanwendungen und Konformitätsprüfungen angezeigt, unter denen Sie auswählen können. Dieses Beispiel bezieht sich auf die Effizienzmessung an einem AC-DC-LED-Treiber. Diese Methode kann auch für ähnliche AC-DC-Netzteile verwendet werden.

5. Wählen Sie unter dem Abschnitt „Applications/Test“ (Anwendungen/Test) links auf dem Paneel die Option „LED Driver Efficiency“ (LED-Treiber-Effizienz) aus, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche „Wizard“ (Assistent).

Der Assistent hilft bei der Auswahl der Anschlüsse und des Nebenschlusswiderstands. Basierend auf den Peak-Strömen am Eingang und Ausgang steht ein 1-A- oder ein 30-A-Nebenschlusswiderstand zur Auswahl.

6. Nehmen Sie, wie vorgeschlagen, Änderungen an den Setup-Anschlüssen vor.
7. Klicken Sie auf „Finish“ (Beenden), wenn Sie damit fertig sind. Daraufhin werden Sie zur Registerkarte „Efficiency Setup“ (Effizienz-Setup) weitergeleitet.
8. Überprüfen Sie die Geräte- und Gruppeninformationen, und aktivieren Sie dann das Kontrollkästchen für die Messeffizienz.

Die PWRVIEW-Software steht nun für die Durchführung von Effizienzmessungen zur Verfügung.

9. Klicken Sie auf die Registerkarte „Measure“ (Messen) oben auf der Seite, und klicken Sie dann auf die blaue Start-Schaltfläche.

Die Aktualisierung der Messwerte beginnt.

10. Um weitere Messwerte hinzuzufügen oder Einstellungen, wie z. B. Bereich und Filter, zu ändern, gehen Sie zur Registerkarte „Setup“ und wählen Sie die gewünschten Einstellungen aus.

HINWEIS. Um Änderungen auf der Seite „Setup“ vorzunehmen, müssen die Messungen angehalten werden. Halten Sie die Messungen an, indem Sie unten auf der Seite „Setup“ auf die Schaltfläche „Stop“ klicken.

Weitere Einstellungen, falls erforderlich

Signal-, Oberwellen- und Trenddiagramm. Im Messraster können Sie Signal-, Oberwellen- und Trenddiagramme anzeigen, indem Sie in der Menüleiste auf die entsprechenden Symbole klicken.



Abbildung 42: Trenddiagramm der Effizienz

- In der PWRVIEW-Software werden Signalkurven mithilfe der vom Leistungsanalysator erfassten Oberwellendaten erstellt. Die Genauigkeit der Signalkurve hängt von der Menge der verfügbaren Oberwelleninformationen ab. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, wählen Sie die maximale Anzahl für die Anzeige von Oberwellen im Setup-Bereich aus. Beim PA3000 ergibt die Auswahl von 100 Oberwellen die besten Ergebnisse. Wenn keine Oberwellen ausgewählt werden, zeigt die Oberwellenfunktion einen leeren Bildschirm an.
- Das Oberwellen-Balkendiagramm kann für alle Spannungs-, Strom- und Wattmesswerte aktiviert werden. Über den Setup-Bildschirm können bis zu 100 Oberwellen ausgewählt werden. Wenn Sie die Maus über einen Oberwellen-Balken bewegen, werden der absolute Wert und der Prozentwert der Hauptoberwelle für die betreffende Oberwelle angezeigt.
- Das Trenddiagramm kann für jeden Messparameter aktiviert werden, indem Sie entweder mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Parameter klicken, oder indem Sie auf das Trend-Symbol in der Menüleiste klicken. Das Trenddiagramm kann über die Schaltfläche „Reset“ (Zurücksetzen) in der Menüleiste zurückgesetzt werden.

Datenprotokollierung. Das Aufzeichnen von Daten ist für die meisten Effizienzmessungen wichtig, bei denen Last- und Quellenabstimmung erforderlich ist.

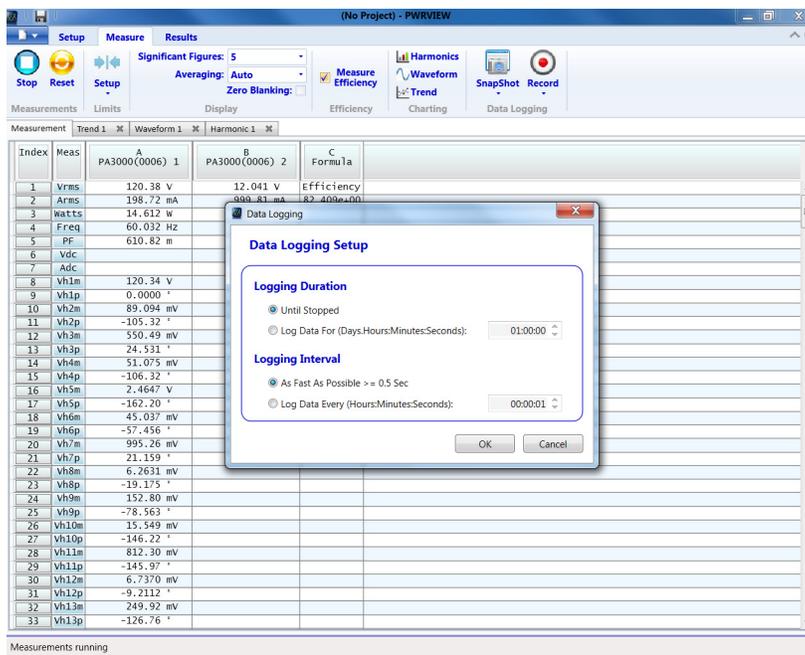


Abbildung 43: Protokollierungs-Setup

- Um Daten mithilfe von PWRVIEW aufzuzeichnen, klicken Sie in der Menüleiste auf die Schaltfläche „Record“ (Aufzeichnen). Die Software beginnt daraufhin mit der Aufzeichnung aller ausgewählten Daten, einschließlich von Formeln und Grenzwerten.
- Wenn Sie die Rate der Datenprotokollierung ändern oder die Gesamtprotokollzeit festlegen möchten, klicken Sie auf den Abwärtspfeil auf dem Aufzeichnungssymbol, um das Datenprotokollierungs-Setup zu öffnen. Hier können Sie Dauer und Intervall der Protokollierung nach Wunsch auswählen.
- Zum Anhalten der Datenprotokollierung klicken Sie auf die Schaltfläche „Stop“.
- Alle aufgezeichneten Daten werden in einer Datenbank auf dem lokalen Computer gespeichert. Um auf die Daten zuzugreifen, klicken Sie auf die Registerkarte „Results“ (Ergebnisse) und dann auf das Messsymbol. Das Dialogfeld zeigt alle archivierten Daten an.
- Wählen Sie das gewünschte Datenset aus und exportieren Sie es in Excel- oder CSV-Format.

Benutzerdefinierte Grenzwerte. Benutzerdefinierte Grenzwerte können ebenfalls mit jedem der Messparameter eingestellt werden. Benutzerdefinierte Grenzwerte helfen, Grenzwerte basierend auf verschiedenen Standards oder Prüfspezifikationen festzulegen.

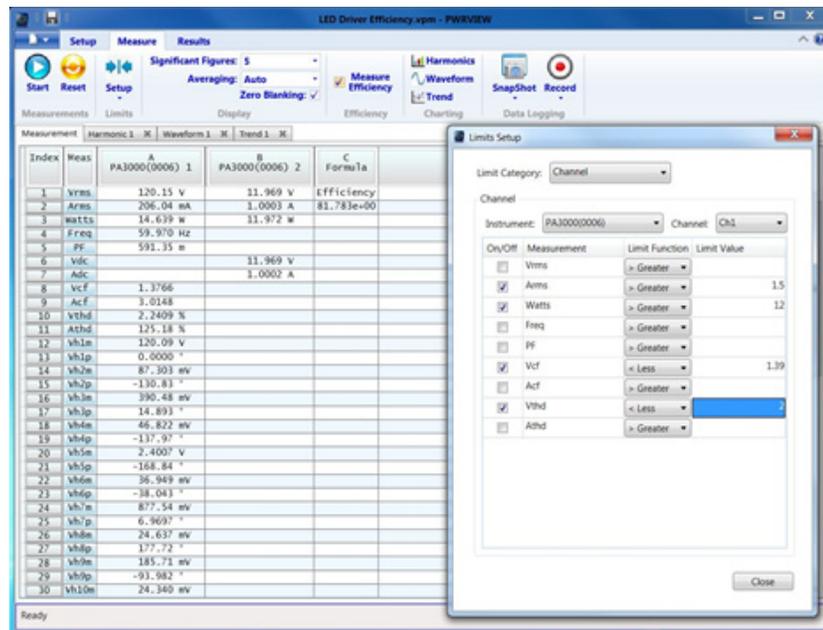


Abbildung 44: Einrichten von benutzerdefinierten Grenzwerten

- Zum Einstellen von benutzerdefinierten Grenzwerten klicken Sie entweder mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Messparameter oder klicken Sie auf das Grenzwert-Setup-Symbol in der Menüleiste. Halten Sie die Messwertaktualisierung an, um benutzerdefinierte Grenzwerte einzurichten.
- Benutzerdefinierte Grenzwerte werden auf einer separaten Registerkarte im Messraster angezeigt. In der Ergebnisspalte wird rote Schrift angezeigt, wenn die Grenzwerte fehlschlagen. Beim Bewegen des Mauszeigers über die Ergebnisse werden Grenzwertfunktion, Wert des Grenzwerts und relativer Wert angezeigt.

Beispiel 2: Effizienzprüfung bei dreiphasigen Anwendungen

Anwendungen wie Motorantriebe, Windturbinen und andere große Lasten benötigen dreiphasige Stromversorgung, um das System effizienter und wirtschaftlicher zu machen. Dieses Beispiel erläutert, wie der PA3000 dreiphasige Effizienzmessungen unterstützen kann. Das Beispiel gilt für verschiedene dreiphasige AC-DC-, DC-AC-Umrichter und AC-AC-Wandleranwendungen wie PWM-Motorantrieb, dreiphasige Umrichter, dreiphasige USV-Systeme und Windkraft.

Messaufgabe	Messungen an einer dreiphasigen Anwendung können aufgrund von potenzialfreien Hochleistungssignalen und komplizierten Leistungsberechnungen, die potenziell fehleranfällig sind, komplex sein. Idealerweise sollten die drei Phasen symmetrisch und ausgeglichen sein. Bei den meisten realen Anwendungen liegt jedoch aufgrund von Inkonsistenzen bei der Lastimpedanz, Verkabelung und anderen Systemaspekten immer irgendein Ungleichgewicht vor. Daher sind hochgenaue isolierte Messungen mit guter Phasengenauigkeit und Synchronisierung zwischen den Messkanälen wichtig.
Messlösungen	<p>Es gibt hauptsächlich zwei Anschlusskonfigurationen, die bei der dreiphasigen Leistungsmessung verwendet werden können. Die Zwei-Wattmeter-Methode wird am häufigsten bei dreiphasigen Anwendungen mit drei Leitungen verwendet. Die Drei-Wattmeter-Methode dagegen wird am häufigsten bei dreiphasigen Anwendungen mit vier Leitungen verwendet. Ausführlichere Informationen zu allen verfügbaren Anschlusskonfigurationen finden Sie im Abschnitt „Verkabelung“. (Siehe Seite 53, <i>Wiring (Verkabelung)</i>.)</p> <p>Die Zwei-Wattmeter-Methode kann für Effizienzmessungen bei dreiphasigen Eingangs- und dreiphasigen Ausgangsanwendungen mit vier Leistungsmesskanälen verwendet werden. Die Drei-Wattmeter-Methode wird für Anwendungen bevorzugt, die einen dedizierten Neutralleiter besitzen. Die folgenden Methoden erläutern verschiedene Konfigurationen für dreiphasige Leistungsmessungen und zeigen Effizienzmessungen an einem dreiphasigen System.</p>
Methode 1: Effizienzmessungen an einem dreiphasigen PWM-Motorantrieb (PA3000 direkt)	Diese Methode zeigt dreiphasige Leistungs- und Effizienzmessungen an einem PWM-Motorantrieb mit einphasigem Eingang und dreiphasigem Ausgang direkt auf dem Display des PA3000.
Prüfaufbau	Die folgenden Schritte beschreiben die Vorgehensweise zum Einrichten der Effizienzmessung an einem PWM-Motorantrieb mit einphasigem Eingang mithilfe des PA3000.

1. Verbinden Sie den einphasigen AC-Eingang am PWM-Motorantrieb mit dem ersten Kanal des PA3000 mithilfe einer Tektronix Anschlussbox (BB1000), wie im Anschlussdiagramm dargestellt.

Die Anschlussbox nutzt das Stromsignal und misst die Spannung an den Eingangsanschlüssen. Dies macht es einfacher und sicherer, das Eingangs-AC-Signal auf dem Prüfling mit den 4-mm-Sicherheitsleitungen, die mit dem PA3000 geliefert wurden, zu verbinden.

2. Verbinden Sie den dreiphasigen Ausgang des PWM-Antriebs mit drei anderen Kanälen über die Konfiguration „3 Phasen, 4 Leitungen“, wie im Anschlussdiagramm dargestellt.

Alle drei Phasen sind mit dem internen Nebenschlusswiderstand in Reihe geschaltet, und die Spannung wird jeweils über Phase und Neutralleiter gemessen.

3. Wenn der Motorantrieb keinen dedizierten Neutralleiter besitzt, erstellen Sie einen potenzialfreien Neutralleiter, indem Sie alle drei Anschlüsse VLO auf den Kanälen 2, 3 und 4 miteinander verbinden.

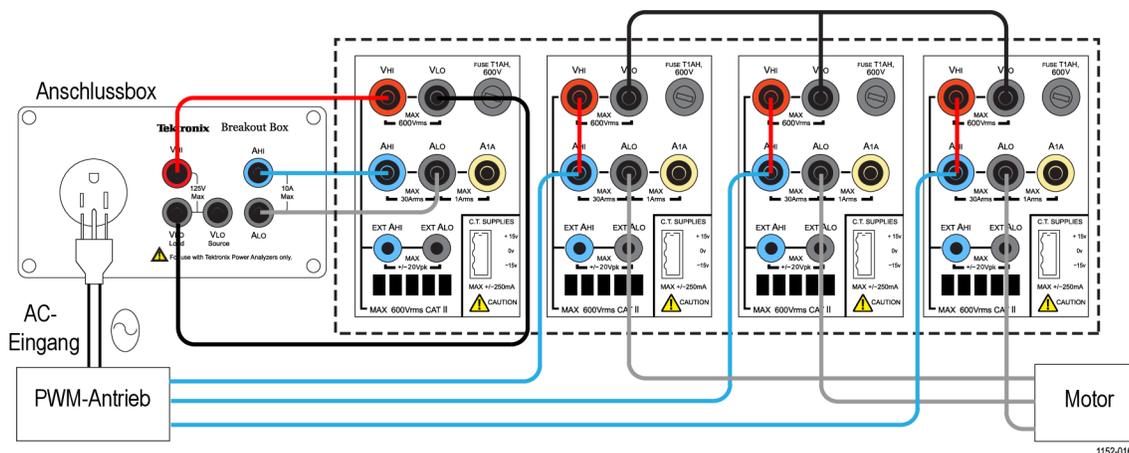


Abbildung 45: Effizienz des PWM-Motorantriebs (Einphasiger Eingang und dreiphasiger Ausgang)

4. Nachdem Sie alle Verbindungen vorgenommen haben, setzen Sie den PA3000 auf die Vorgabekonfiguration:
 - a. Drücken Sie .
 - b. Navigieren Sie hinunter zu **User Configuration** (Benutzerkonfiguration), und drücken Sie .
 - c. Wählen Sie **Load Default Configuration** (Vorgabekonfiguration laden) aus, und drücken Sie dann  zur Bestätigung.

Der PA3000 lädt die Vorgabewerte und zeigt einen Bestätigungsbildschirm an. Drücken Sie , und kehren Sie dann zum Hauptmenü zurück, indem Sie  drücken.

5. Um die richtige Anschlusskonfiguration im Hauptmenü auszuwählen, gehen Sie zu **Inputs** → **Wiring** → **Configuration**, und wählen Sie für Gruppe A **1 Phase 2 Wire** aus.
6. Navigieren Sie zu Gruppe B. Drücken Sie dazu die Pfeiltaste auf dem linken Frontpaneel, und wählen Sie „3 Phase 4 Wire“ (Drei Phasen, vier Leitungen) aus.

***HINWEIS.** Falls gewünscht, können beide Gruppen benannt werden, um die Überwachung zu erleichtern. Gehen Sie einen Schritt zurück und geben Sie den gewünschten Namen mithilfe der Option „Group Name“ (Gruppenname) ein.*

7. Mit dem PA3000 ist es einfach, wichtige Einstellungen mithilfe von Vorgabemodi zu konfigurieren. Wählen Sie für den Ausgang des PWM-Motorantriebs im Hauptmenü Folgendes aus: **Modes** → **Select Mode** → **PWM Motor**.

Im PWM-Modus ist der PA3000 für genaue Messungen der Ausgangsspannung eines typischen PWM-Antriebs, der bei hohen Frequenzen schaltet, eingerichtet. Der Algorithmus wendet eine urheberrechtlich geschützte Erfassungsmethode an, um die tatsächliche Grundnetzfrequenz in Echtzeit für alle Leistungsberechnungen zu bestimmen, sodass die berechneten Leistungs- und Oberwellendaten immer exakt sind, selbst bei dynamischen Geschwindigkeitsverhältnissen.

Der PWM-Modus ist für Messungen der Eingangsleitungsfrequenz nicht erforderlich. Der PWM-Modus und andere Modi werden im Abschnitt „Modi“ beschrieben. (Siehe Seite 47, *Modi*.)

8. Um Summenmessungen für den dreiphasigen Ausgang von Gruppe B zu ermöglichen, aktivieren Sie die Spalte „Sum Results“ (Summenergebnisse). Navigieren Sie dazu im Hauptmenü zu **Measurement Configuration** → **Sum Results Column** → **Enabled**.
9. Um die Effizienzmessungen durchzuführen, aktivieren Sie die mathematische Funktion, indem Sie  und anschließend die Softkey-Taste MATH drücken.

10. Wählen Sie die gewünschte Funktion aus, und drücken Sie , um die Optionen einzugeben.

HINWEIS. Mit der Bearbeitungsfunktion kann jede spezifische mathematische Formel bearbeitet werden. Drücken Sie in der Bearbeitungsfunktion , um das Hilfemenü zur Unterstützung beim Formatieren der Funktion aufzurufen, oder ziehen Sie die Informationen weiter vorne in diesem Handbuch heran. (Siehe Seite 62, Mathematische Ergebnisse.)

11. Geben Sie für die Effizienzberechnung „(GRPB:SUM:W/CH1:W)*100“ ein, und drücken Sie dann . Drücken Sie , um zum Menü „Math“ zurückzukehren, wo die Funktion ggf. umbenannt werden kann und Einheiten hinzugefügt werden können.
12. Kehren Sie zum Menü „Math“ zurück, navigieren Sie hinunter zu der neu bearbeiteten Funktion und drücken Sie , um die Funktion auszuwählen. Wählen Sie alle Funktionen aus, die auf dem Bildschirm angezeigt werden sollen.
13. Drücken Sie , um den Ergebnisbildschirm anzuzeigen.
14. Um ausgewählte mathematische Formeln anzuzeigen, drücken Sie .
15. Um mathematische Formeln zusammen mit anderen Ergebnissen anzuzeigen, kehren Sie zum Ergebnisbildschirm zurück und drücken Sie mehrere Male , bis das Mathematikfenster unten im Bildschirm angezeigt wird.

Sie können jetzt Effizienzmessungen an einem PWM-Motorantrieb mit einphasigem Eingang und dreiphasigem Ausgang durchführen.

Weitere Einstellungen, falls erforderlich

Drehmoment- und Drehzahleingänge. Für die Gesamteffizienz eines Motorantriebssystems sind in Echtzeit gemessene Drehzahl- und Drehmomentdaten erforderlich. Der PA3000 besitzt vier Analog- und zwei Zählereingänge, um verschiedene AUX-Eingangsmessungen, wie z. B. Drehmoment und Drehzahl, zu ermöglichen. Weitere Informationen zu Spezifikationen dieser Eingänge finden Sie im Abschnitt „AUX-Eingänge/Ausgänge“ in diesem Handbuch. (Siehe Seite 166, *Aux-Eingänge/Ausgänge*.)

- Entnehmen Sie die Pin-Nummer für den gewünschten Analog- oder Zählereingang unter *AUX-Eingänge/Ausgänge* und verbinden Sie das Signal (Drehmoment, Drehzahl oder andere) direkt mit dem betreffenden Pin am Anschluss für AUX-EINGÄNGE/AUGÄNGE auf der Rückseite.
- Die AUX-Eingänge können über die Mathematikansicht aktiviert und angezeigt werden.

Drücken Sie  und dann die Softkey-Taste MATH, um Optionen einzugeben. Wählen Sie alle gewünschten Funktionen aus und bearbeiten Sie Funktionen wie ANA1, ANA2, ANA3 oder ANA4 für Analogeingänge und COUNT1 oder COUNT2 für Zählereingänge, um AUX-Eingänge zu aktivieren und auf dem Bildschirm anzuzeigen.

- Um die Mathematikansicht zusammen mit anderen Ergebnissen anzuzeigen, drücken Sie mehrere Male , bis das Mathematikfenster unten in der Anzeige erscheint.

Datenprotokollierung. Mit der Protokollierungsfunktion können Sie bei längeren Effizienzprüfungen mit Last- und Quellenabtastungen Daten in Abhängigkeit von der Zeit protokollieren. Verwenden Sie die Taste DATA OUT, um Daten auf einem beliebigen kompatiblen Flash-Laufwerk aufzuzeichnen, das an den USB-Anschluss am Frontpaneel angeschlossen ist. Das Protokollierungsintervall kann geändert werden, indem Sie  drücken und zu **Interfaces** → **USB Host Data Out** navigieren. Die Protokolldatei wird als CSV-Datei gespeichert.

Signalkurven, Oberwellen und Vektordiagramme. Signalkurven, Oberwellen und Vektordiagramme können für alle dreiphasigen Signale aktiviert werden.

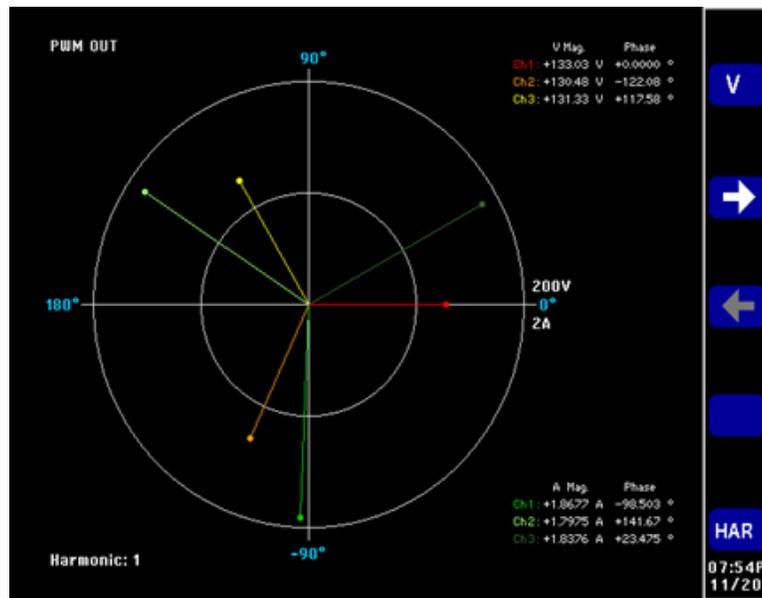


Abbildung 46: Vektordiagramm auf dem PA3000

- Um AC-Signalkurven, Oberwellen oder das Vektordiagramm zu überwachen, verwenden Sie jeweils die Taste ,  oder .
- Zum Schalten zwischen Kanälen verwenden Sie die Pfeiltasten auf dem Frontpaneel.
- Wählen Sie verschiedene Optionen zum Anzeigen von Signalkurven und Oberwellen in den Menüs „Vector“ (Vektor) und „Waveforms“ (Signalkurven) aus.

Methode 2: Effizienzmessungen an einem dreiphasigen PWM-Motorantrieb (PWRVIEW-Software)

Diese Methode erläutert die Effizienzmessung an PWM-Motorantrieben mit dreiphasigem Eingang und Ausgang mithilfe der PWRVIEW-Software.

- Prüfaufbau**
1. Verbinden Sie den dreiphasigen AC-Eingang des PWM-Motorantriebs mit den ersten zwei Kanälen des PA3000, wie im Anschlussdiagramm dargestellt. (Siehe Abbildung 47.)
 2. Verbinden Sie den dreiphasigen Ausgang des PWM-Antriebs mit den anderen beiden Kanälen mithilfe der Konfiguration, wie im Anschlussdiagramm dargestellt.

HINWEIS. Die Konfiguration „3 Phasen, 3 Leitungen“ (2 Wattmeter) ermöglicht es, dreiphasige Signale mithilfe von zwei Leistungskanälen zu prüfen. Diese Methode kann für die gleichzeitige Prüfung von dreiphasigen Ein- und Ausgängen auf einem 4-Kanal-Leistungsanalysator verwendet werden. Ausführlichere Informationen zur Anschlusskonfiguration finden Sie im Abschnitt „Verkabelung“ in diesem Benutzerhandbuch. (Siehe Seite 53, Wiring (Verkabelung).)

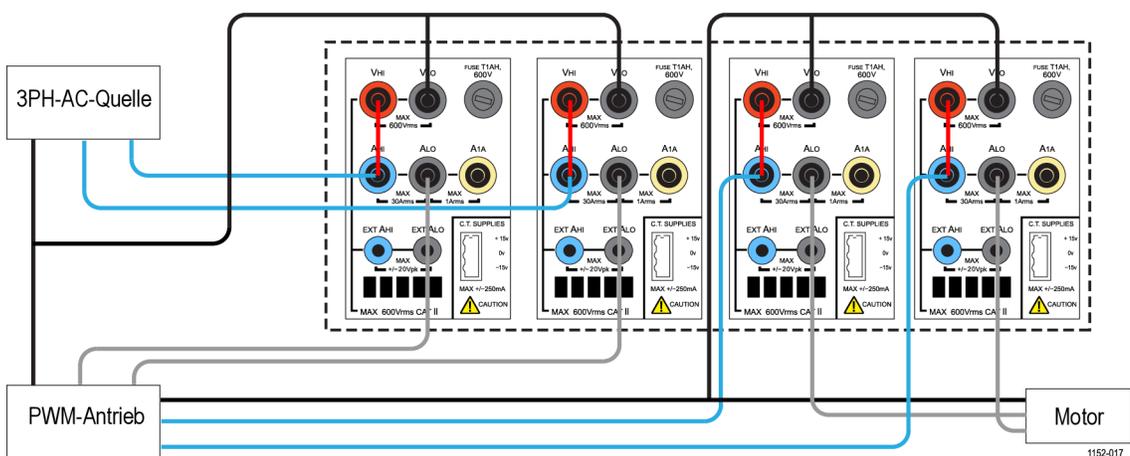


Abbildung 47: Effizienz des PWM-Motorantriebs (Dreiphasiger Eingang und dreiphasiger Ausgang)

3. Nachdem Sie alle Leistungsanschlüsse vorgenommen haben, schließen Sie den PA3000 an den Computer an, auf dem die PWRVIEW-Software installiert ist. Verwenden Sie dazu das mitgelieferte USB-Kabel. Falls gewünscht, kann auch ein Ethernet- oder ein GPIB-Kabel verwendet werden.
4. Öffnen Sie die PWRVIEW-Software durch Doppelklicken auf das Desktop-Symbol.
5. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Add“ (Hinzufügen), um den PA3000 anzuschließen.

Alle verfügbaren Geräte werden im Auswahl-Paneel aufgeführt. Wählen Sie das gewünschte Gerät (den PA3000) aus, und klicken Sie dann auf „Connect“ (Verbinden).

HINWEIS. Links auf dem Paneel werden verschiedene Standardanwendungen und Konformitätsprüfungen angezeigt, unter denen Sie auswählen können.

6. Wählen Sie unter dem Abschnitt „Applications/Test“ (Anwendungen/Test) links auf dem Paneel die Option „PWM Motor Drive Efficiency“ (Effizienz PWM-Motorantrieb) aus, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche „Wizard“ (Assistent).

Der Assistent hilft bei der Auswahl der Anschlüsse und des Nebenschlusswiderstands.

7. Wählen Sie im Assistenten den dreiphasigen Eingang und dreiphasigen Ausgang aus, und geben Sie den erwarteten Strom in das entsprechende Feld ein.
8. Klicken Sie auf „Finish“ (Beenden), wenn Sie damit fertig sind. Daraufhin werden Sie zur Registerkarte „Efficiency Setup“ (Effizienz-Setup) weitergeleitet.
9. Überprüfen Sie die Geräte- und Gruppeninformationen, und aktivieren Sie dann das Kontrollkästchen für die Messeffizienz.

Die PWRVIEW-Software steht nun für die Durchführung von Effizienzmessungen zur Verfügung.

10. Gehen Sie zur Registerkarte „Measure“ (Messen), und klicken Sie dann auf die blaue Start-Schaltfläche.

Die Aktualisierung der Messwerte beginnt.

11. Um weitere Messwerte hinzuzufügen oder Einstellungen, wie z. B. Bereich und Filter, zu ändern, gehen Sie zur Registerkarte „Setup“ und wählen Sie die gewünschten Einstellungen aus.

HINWEIS. Um Änderungen auf der Seite „Setup“ vorzunehmen, müssen die Messungen angehalten werden. Halten Sie die Messungen an, indem Sie unten auf der Seite „Setup“ auf die Schaltfläche „Stop“ klicken.

Weitere Einstellungen, falls erforderlich

Drehmoment- und Drehzahleingänge. Für die Gesamteffizienz eines Motorantriebssystems sind in Echtzeit gemessene Drehzahl- und Drehmomentdaten erforderlich. Der PA3000 besitzt vier Analog- und zwei Zählereingänge, um verschiedene AUX-Eingangsmessungen, wie z. B. Drehmoment und Drehzahl, zu ermöglichen. Weitere Informationen zu Spezifikationen dieser Eingänge finden Sie im Abschnitt „AUX-Eingänge/Ausgänge“ in diesem Handbuch. (Siehe Seite 166, *Aux-Eingänge/Ausgänge*.)

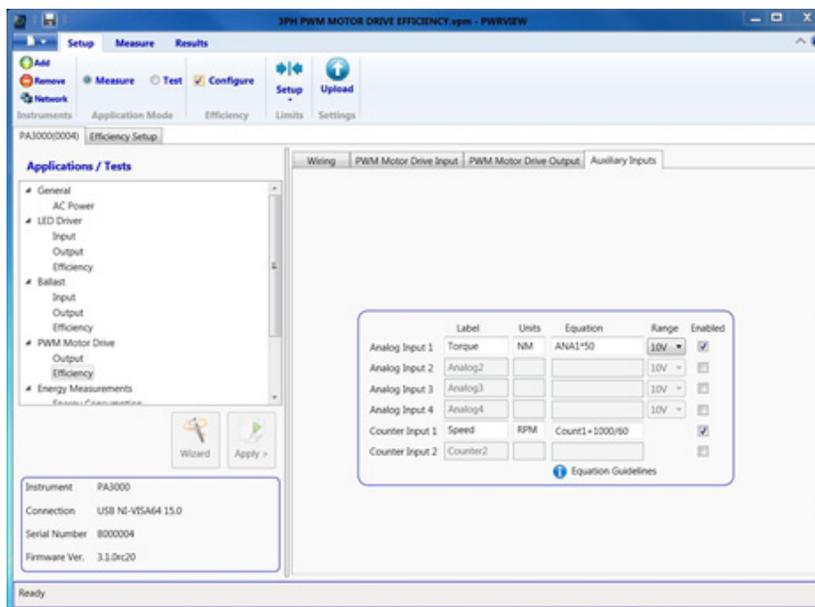


Abbildung 48: AUX-Eingangseinstellung für Drehmoment- und Drehzahlmessungen

- Entnehmen Sie die Pin-Nummer für den gewünschten Analog- oder Zählereingang unter *AUX-Eingänge/Ausgänge* und verbinden Sie das Signal (Drehmoment, Drehzahl oder andere) direkt mit dem betreffenden Pin am Anschluss für *AUX-EINGÄNGE/AUGÄNGE* auf der Rückseite.
- Gehen Sie zur Registerkarte „Setup“, um die AUX-Eingänge mithilfe von PWRVIEW zu aktivieren.
- Gehen Sie auf der Registerkarte „Setup“ zur Seite „Wiring“ (Verkabelung) und aktivieren Sie das Kontrollkästchen unten auf der Seite, um die *AUX-Eingänge (Analog und Zähler)* zu aktivieren. Eine neue Registerkartenseite mit dem Namen „Auxiliary Inputs“ (AUX-Eingänge) wird erstellt.
- Geben Sie auf der Registerkartenseite „Auxiliary Inputs“ (AUX-Eingänge) die gewünschte Bezeichnung, Einheiten und Gleichung für die jeweiligen Analog- und Zählereingänge ein. Die Gleichungsrichtlinien unten können zur Unterstützung bei der Eingabe von Gleichungen verwendet werden. Aktivieren Sie die gewünschten Eingänge.
- Gehen Sie zur Registerkartenseite „Measure“ (Messen), und klicken Sie auf die Start-Schaltfläche.

Die ausgewählten Analog- und Zählereingangssignale werden mit den richtigen Bezeichnungen und Einheiten im Messraster angezeigt.

- Gewünschte Formeln für die weitere Identifizierung der Systemeffizienz mithilfe von Analog- und Zählereingängen, zusammen mit beliebigen anderen Messparametern, können in die Spalte „Formel“ (Formel) im Messraster eingegeben werden.

Signal-, Oberwellen- und Trenddiagramm. Im Messraster können Sie Signal-, Oberwellen- und Trenddiagramme anzeigen, indem Sie auf die entsprechenden Symbole in der Menüleiste klicken.

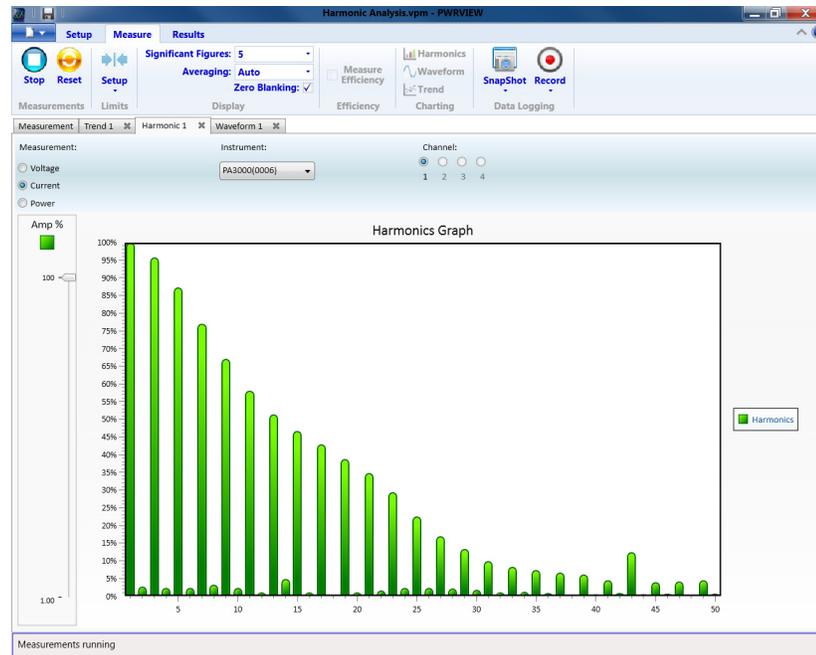


Abbildung 49: Oberwellen-Balkendiagramm

- In der PWRVIEW-Software werden Signalkurven mithilfe der vom PA3000 erfassten Oberwellendaten erstellt. Die Genauigkeit der Signalkurve hängt von den verfügbaren Oberwelleninformationen ab. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, wählen Sie die maximale Anzahl von Oberwellen für die Anzeige im Setup-Bereich aus. Beim PA3000 ergibt die Auswahl von 100 Oberwellen die besten Ergebnisse. Wenn keine Oberwellen ausgewählt werden, zeigt die Oberwellenfunktion einen leeren Bildschirm an.
- Das Oberwellen-Balkendiagramm kann für alle Spannungs-, Strom- und Wattmesswerte aktiviert werden. Über den Setup-Bildschirm können bis zu 100 Oberwellen ausgewählt werden. Wenn Sie die Maus über einen Oberwellen-Balken bewegen, werden der absolute Wert und der Prozentwert der Hauptoberwelle für die betreffende Oberwelle angezeigt.
- Das Trenddiagramm kann für jeden Messparameter aktiviert werden, indem Sie entweder mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Parameter klicken, oder indem Sie auf das Trend-Symbol in der Menüleiste klicken. Das Trenddiagramm kann über die Schaltfläche „Reset“ (Zurücksetzen) in der Menüleiste zurückgesetzt werden.

Datenprotokollierung. Das Aufzeichnen von Daten ist für die meisten Effizienzmessungen wichtig, bei denen Last- und Quellenabtastung erforderlich ist.

- Um Daten mithilfe von PWRVIEW aufzuzeichnen, klicken Sie in der Menüleiste auf die Schaltfläche „Record“ (Aufzeichnen). Die Software beginnt daraufhin mit der Aufzeichnung aller ausgewählten Daten, einschließlich von Formeln und Grenzwerten.
- Wenn Sie die Rate der Datenprotokollierung ändern oder die Gesamtprotokollzeit festlegen möchten, klicken Sie auf den Abwärtspfeil auf dem Aufzeichnungssymbol, um das Datenprotokollierungs-Setup zu öffnen. Hier können Sie Dauer und Intervall der Protokollierung nach Wunsch auswählen.
- Zum Anhalten der Datenprotokollierung klicken Sie auf die Schaltfläche „Stop“.
- Alle aufgezeichneten Daten werden in einer Datenbank auf dem lokalen Computer gespeichert. Um auf die Daten zuzugreifen, klicken Sie auf die Registerkarte „Results“ (Ergebnisse) und dann auf das Messsymbol. Das Dialogfeld zeigt alle archivierten Daten an.
- Wählen Sie das gewünschte Datenset aus und exportieren Sie es in Excel- oder CSV-Format.

Benutzerdefinierte Grenzwerte. Benutzerdefinierte Grenzwerte können ebenfalls mit jedem der Messparameter eingestellt werden. Benutzerdefinierte Grenzwerte helfen, Grenzwerte basierend auf verschiedenen Standards oder Prüfspezifikationen festzulegen.

- Zum Einstellen von benutzerdefinierten Grenzwerten klicken Sie entweder mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Messparameter oder klicken Sie auf das Grenzwert-Setup-Symbol in der Menüleiste. Halten Sie die Messwertaktualisierung an, um benutzerdefinierte Grenzwerte einzurichten.
- Benutzerdefinierte Grenzwerte werden auf einer separaten Registerkarte im Messraster angezeigt. In der Ergebnisspalte wird rote Schrift angezeigt, wenn die Grenzwerte fehlschlagen. Beim Bewegen des Mauszeigers über die Ergebnisse werden Grenzwertfunktion, Wert des Grenzwerts und relativer Wert angezeigt.

Beispiel 3: Energieverbrauchsprüfung

Eine Energieverbrauchsprüfung bei Haushalts- und Bürogeräten ist erforderlich, um die Anforderungen zahlreicher internationaler und regionaler Programme für Standards, wie z. B. ENERGY STAR®, zu erfüllen. Die Energieverbrauchsprüfung umfasst die Einbeziehung der über einen langen Zeitraum, häufig über Tage, verbrauchten Energie. Verwenden Sie den dedizierten Integrationsmodus auf dem PA3000, um Energieverbrauchsprüfungen zu vereinfachen und zu beschleunigen.

Messaufgaben Energieverbrauchsprüfungen werden häufig über ein breites Spektrum von Lasten durchgeführt und erfordern ein genaues Messsystem, das alle dynamischen Laständerungen erfassen kann. Wenn erwartet wird, dass eine Last mehreren Lastschwankungen unterliegt, empfiehlt Tektronix, den PA3000 manuell einzurichten.

Messlösungen Der Integratormodus auf dem PA3000 integriert gewünschte Messungen über einen festgelegten Zeitraum. Der Integratormodus ermöglicht Messoptionen, wie z. B. Wattstunden, VA-Stunden, Ampere-Stunden sowie Stunden unter dem Menü „Measurements“ (Messungen). Integrationsmessungen erfolgen auf Gruppenbasis und können für ein- und dreiphasige Konfigurationen aktiviert werden. Detaillierte Informationen zum Integrations-Setup und allen verfügbaren Messungen finden Sie im Abschnitt „Integratormodus“ in diesem Handbuch. (Siehe Seite 49, *Modus „Integrator“*.)

Prüfaufbau Die folgenden Schritte beschreiben die Vorgehensweise zum Einrichten von Energieverbrauchsmessungen an einem Haushalts- oder Bürogerät mit einem PA3000. Diese Methode kann verwendet werden, um den Energieverbrauch eines beliebigen, an die AC-Wandsteckdose angeschlossenen Prüflings zu prüfen.

1. Verbinden Sie den AC-Eingang am Prüfling mit dem ersten Kanal des PA3000 mithilfe einer Tektronix Anschlussbox (BB1000), wie im Anschlussdiagramm dargestellt.

Die Anschlussbox nutzt das Stromsignal und misst die Spannung an den Eingangsanschlüssen. Dies macht es einfacher und sicherer, das Eingangs-AC-Signal auf dem Prüfling über die mit dem PA3000 gelieferten 4-mm-Sicherheitsleitungen zu verbinden.

2. Nachdem alle Verbindungen hergestellt wurden, führen Sie mit einer der beiden Methoden die Effizienzmessungen durch.

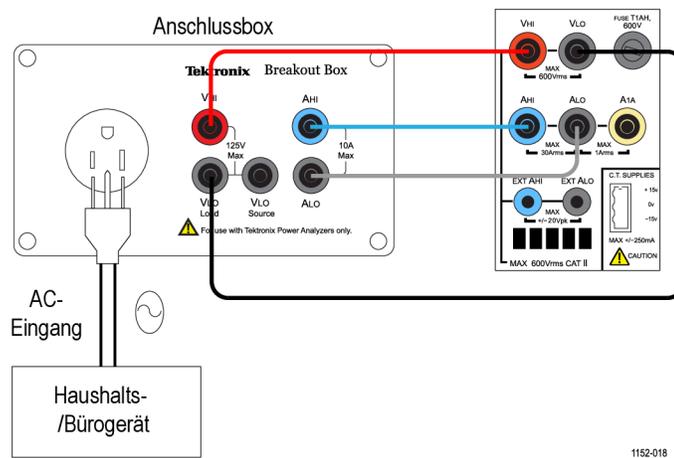


Abbildung 50: Anschlussdiagramm für Energieverbrauchsmessungen

Methode 1: Die folgenden Schritte beschreiben die Vorgehensweise zum Einrichten von Energieverbrauchsmessungen an Haushalts- oder Bürogeräten mit einem PA3000. (PA3000 direkt)

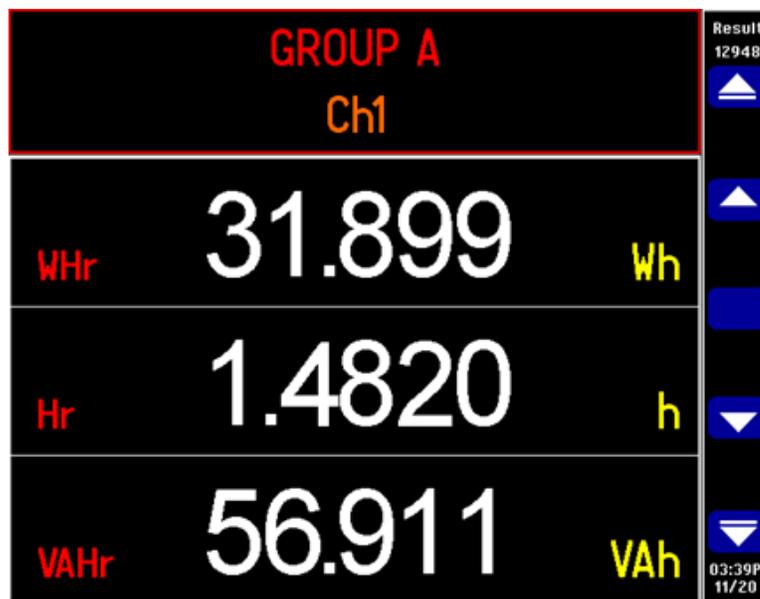


Abbildung 51: Energieverbrauchsprüfung auf dem PA3000

1. Setzen Sie den PA3000 auf die Vorgabekonfiguration:
 - a. Drücken Sie .
 - b. Navigieren Sie hinunter zu **User Configuration** (Benutzerkonfiguration), und drücken Sie .
 - c. Wählen Sie **Load Default Configuration** (Vorgabekonfiguration laden) aus, und drücken Sie dann  zur Bestätigung.

Der PA3000 lädt die Vorgabewerte und zeigt einen Bestätigungsbildschirm an. Drücken Sie , und kehren Sie dann zum Hauptmenü zurück, indem Sie  drücken.
2. Um den Integratormodus zu aktivieren, gehen Sie zu **Modes** → **Select Mode** → **Integrator**.
3. Drücken Sie , wählen Sie **Setup Modes** → **Integrator Setup**, und wählen Sie die gewünschte Startmethode aus.
 - Der manuelle Startvorgang wird durch Drücken der Taste INTEG RUN zum Starten und Stoppen der Integration ausgelöst.
 - Im Taktmodus kann eine bestimmte Uhrzeit zum Starten der Integration festgelegt werden.
 - Bei der Startmethode „Level“ (Schwellenwert) können Sie Triggerpegel auf einem speziellen Signal zum Starten der Integrationsmessung festlegen.
4. Kehren Sie zum Menü „Integrator Setup“ zurück, um den Start im Taktmodus, die Dauer oder den Triggerpegel zu konfigurieren.

HINWEIS. Das Menü „Integrator Setup“ bietet auch eine Option zum Einrichten des Zielleistungsfaktors für das Design. Diese Funktion zeigt den Wert derjenigen VAR-Werte an, die zur Anpassung des durchschnittlichen Leistungsfaktors an einen Zielleistungsfaktor erforderlich sind. Weitere Informationen zu jeder Option finden Sie im Abschnitt „Integratormodus“ in diesem Handbuch. (Siehe Seite 49, Modus „Integrator“.)

5. Nachdem Sie den Integrationsmodus eingestellt und die Methode zum Starten und Anhalten ausgewählt haben, drücken Sie .

Der PA3000 zeigt Integrations-Parameter an, wie z. B.: Hr, Whr, VAHr und AHr.
6. Wenn Sie den Prüfling einschalten, sollten die Ergebnisse auf dem PA3000 aktualisiert werden.

Die Integrationsergebnisse zeigen null an, bis sie entweder über die Taste INTEG RUN auf dem Frontpaneel manuell oder über die ausgewählte Startmethode ausgelöst werden.

Die LED unter der Taste INTEG RUN leuchtet bei der Durchführung von Integrationsmessungen.

7. Um die Integration anzuhalten, drücken Sie erneut die Taste INTEG RUN. Zum Zurücksetzen der Werte verwenden Sie die Taste RESET/CLEAR.

Der Integrator kann für alle Gruppen/Kanäle auf dem PA3000 gleichzeitig ausgeführt werden.

Im integratormodus kann das Integratordiagramm durch Drücken von  aktiviert werden. Das Diagramm zeigt alle Integrationsmessungen für eine gegebene Gruppe an. Mithilfe der Pfeiltasten auf dem Frontpaneel können Sie durch die verschiedenen Gruppen navigieren.

Weitere Parameter zur Darstellung im Diagramm können durch Drücken der Softkey-Taste INT ausgewählt werden.

Weitere Einstellungen, falls erforderlich

Datenprotokollierung. Mit der Protokollierungsfunktion können Sie bei längeren Effizienzprüfungen mit Last- und Quellenabtastungen Daten in Abhängigkeit von der Zeit protokollieren. Verwenden Sie die Taste DATA OUT, um Daten auf einem beliebigen kompatiblen Flash-Laufwerk aufzuzeichnen, das an den USB-Anschluss am Frontpaneel angeschlossen ist. Das Protokollierungsintervall kann geändert werden, indem Sie  drücken und zu **Interfaces** → **USB Host Data Out** navigieren. Die Protokolldatei wird als CSV-Datei gespeichert.

Bereichseinstellung. Standardmäßig nimmt der PA3000 die Bereichseinstellung automatisch vor. Die automatische Bereichseinstellung ist schnell und verläuft in der Regel unbemerkt. Während der Ausführung kann jedoch Datenverlust auftreten. Durch die Verwendung eines festen Bereichs beim Messen des Energieverbrauchs wird sichergestellt, dass während der Bereichseinstellung keine Daten verloren gehen. Um einen festen Bereich einzustellen, drücken Sie  und navigieren zu **Ranging** → **Current Range**. Wählen Sie dann einen geeigneten festen Bereich aus, basierend auf den Messungen, die während der automatischen Bereichseinstellung durchgeführt werden. Wenn der Bereich zu niedrig ist, wird eine Warnmeldung angezeigt. Dadurch wird der PA3000 nicht beeinträchtigt. Der Bereich sollte nicht zu hoch eingestellt werden, da sich dies negativ auf die gesamte Genauigkeit auswirkt.

**Methode 2:
Energieverbrauchsprüfung
(PWRVIEW-Software)**

Die folgenden Schritte beschreiben die Vorgehensweise zum Einrichten von Energieverbrauchsprüfungen an Haushalts- oder Bürogeräten mit einem PA3000 und der PWRVIEW-Software.

1. Verwenden Sie den gleichen Prüfaufbau wie beim vorhergehenden Beispiel für PA3000 direkt.
2. Nachdem Sie alle Leistungsanschlüsse vorgenommen haben, schließen Sie den PA3000 an den Computer an, auf dem die PWRVIEW-Software installiert ist. Verwenden Sie dazu das mitgelieferte USB-Kabel. Falls gewünscht, kann auch ein Ethernet- oder ein GPIB-Kabel verwendet werden.
3. Öffnen Sie die PWRVIEW-Software durch Doppelklicken auf das Desktop-Symbol.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Add“ (Hinzufügen), um den PA3000 anzuschließen.

Alle verfügbaren Geräte werden im Auswahl-Paneel aufgeführt.
5. Wählen Sie das gewünschte Gerät (den PA3000) aus, und klicken Sie dann auf „Connect“ (Verbinden).

HINWEIS. Links auf dem Paneel werden verschiedene Standardanwendungen und Konformitätsprüfungen angezeigt, unter denen Sie auswählen können.

6. Wählen Sie unter dem Abschnitt „Applications/Test“ (Anwendungen/Test) links auf dem Paneel die Option „Energy Consumption“ (Energieverbrauch) aus, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche „Wizard“ (Assistent).

Der Assistent hilft bei der Auswahl der Anschlüsse und des Nebenschlusswiderstands.
7. Der PA3000 kann den Wert derjenigen VAR-Werte berechnen, die zur Anpassung des Leistungsfaktors an einen Zielleistungsfaktor erforderlich sind. Die Auswahl kann mit dem Assistenten durch Eingabe des gewünschten Leistungsfaktors erfolgen.
8. Klicken Sie zum Überprüfen auf „Next“ (Weiter) und dann auf „Finish“ (Beenden).
9. Gehen Sie zur Registerkarte „Measure“ (Messen), und klicken Sie auf die Start-Schaltfläche, um die Messungen zu starten.

Alle Integrationsmesswerte werden als Null-Werte initialisiert.
10. Klicken Sie auf die grüne Start-Schaltfläche im oberen Menüband, um die Integration zu starten.

Jeder der Integrationsmesswerte sollte in Echtzeit aktualisiert werden.

11. Sie können die Integration zurücksetzen, falls erforderlich, indem Sie auf die grüne Schaltfläche „Reset“ (Zurücksetzen) klicken.

Jeder einzelne Kanal kann zur Ausführung der Integrationsprüfung für mehr als ein Gerät verwendet werden. Die Integrationsprüfung kann auch für dreiphasige Geräte verwendet werden. Wählen Sie im Dropdown-Menü „Mode“ (Modus) auf der Setup-Seite für gewünschte Kanäle oder für die dreiphasige Gruppe die Option „Integration“ aus.

Weitere Einstellungen, falls erforderlich

Trenddiagramm. Das Integratordiagramm kann über die Trenddiagramm-Funktion in PWRVIEW aktiviert werden.



Abbildung 52: Integrations-Trenddiagramm

Das Trenddiagramm kann für jede Integrationsmessung aktiviert werden, indem Sie entweder mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Parameter klicken, oder indem Sie auf das Trend-Symbol in der Menüleiste klicken. Das Trenddiagramm kann über die Schaltfläche „Reset“ (Zurücksetzen) in der Menüleiste zurückgesetzt werden.

Datenprotokollierung. Das Aufzeichnen von Daten ist für die meisten Energieverbrauchsprüfungen wichtig.

- Um Daten mithilfe von PWRVIEW aufzuzeichnen, klicken Sie in der Menüleiste auf die Schaltfläche „Record“ (Aufzeichnen). Die Software beginnt daraufhin mit der Aufzeichnung aller ausgewählten Daten, einschließlich von Formeln und Grenzwerten.
- Wenn Sie die Rate der Datenprotokollierung ändern oder die Gesamtprotokollzeit festlegen möchten, klicken Sie auf den Abwärtspfeil auf dem Aufzeichnungssymbol, um das Datenprotokollierungs-Setup zu öffnen. Hier können Sie Dauer und Intervall der Protokollierung nach Wunsch auswählen.
- Zum Anhalten der Datenprotokollierung klicken Sie auf die Schaltfläche „Stop“.
- Alle aufgezeichneten Daten werden in einer Datenbank auf dem lokalen Computer gespeichert. Um auf die Daten zuzugreifen, klicken Sie auf die Registerkarte „Results“ (Ergebnisse) und dann auf das Messsymbol. Das Dialogfeld zeigt alle archivierten Daten an.
- Wählen Sie das gewünschte Datenset aus und exportieren Sie es in Excel- oder CSV-Format.

Benutzerdefinierte Grenzwerte. Benutzerdefinierte Grenzwerte können ebenfalls mit jedem der Messparameter eingestellt werden. Benutzerdefinierte Grenzwerte helfen, Grenzwerte basierend auf verschiedenen Standards oder Prüfspezifikationen festzulegen.

Index	Meas	PA3000(0006) 1	PA3000(0006) 1 Result	PA3000(0006) 2	PA3000(0006) 2 Result	PA3000(0006) 3	PA3000(0006) 3 Result
1	Vrms	120.13 V	-134.00 mV	38.376 V	1.6241 V	38.525 V	1.4755 V
2	Arms	477.76 mA	22.245 mA	116.75 mA	-183.25 mA	312.75 mA	107.75 mA
3	Watts	27.130 W	12.870 W	9.3041 W	495.95 mW		
4	PF	492.70 m	427.30 m	785.43 m	134.57 m		
5	Vcf	1.3152	-18.850 m	1.1646	-49.420 m		
6	Acf	4.3516	-648.41 m	4.5001	-899.73 m		
7	mir	9.6786	4.6786	3.2605	-1.7395	3.7793	-1.2207
8	VMI	20.424	15.424	4.3118	-688.16 m	4.5254	-474.65 m
9	Ahr	169.99 m	-4.8300				

Abbildung 53: Benutzerdefinierte Grenzwerte

- Zum Einstellen von benutzerdefinierten Grenzwerten klicken Sie entweder mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Messparameter oder klicken Sie auf das Grenzwert-Setup-Symbol in der Menüleiste. Halten Sie die Messwertaktualisierung an, um benutzerdefinierte Grenzwerte einzurichten.
- Benutzerdefinierte Grenzwerte werden auf einer separaten Registerkarte im Messraster angezeigt. In der Ergebnisspalte wird rote Schrift angezeigt, wenn die Grenzwerte fehlschlagen. Beim Bewegen des Mauszeigers über die Ergebnisse werden Grenzwertfunktion, Wert des Grenzwerts und relativer Wert angezeigt.

Beispiel 4: Standby-Leistungsmessungen (IEC 62301 Ausg. 2.0)

Netzteile, Adapter und gängige elektrische und elektronische Geräte werden häufig im Standby-Modus betrieben. Beispiele dafür sind: Ein Fernsehgerät, das über die Fernbedienung ausgeschaltet wurde, jedoch beim Warten auf weitere Anweisungen per Fernbedienung weiter Energie verbraucht. Ein Mikrowellengerät, dessen Uhr angezeigt wird. Oder ein Mobiltelefonladegerät, das den Ladevorgang beendet hat.

Die gesamte Menge der von diesen und anderen gängigen Lasten aufgenommenen Leistung ist signifikant. Programme wie ENERGY STAR® und die europäischen Öko-Richtlinien verfolgen das Ziel, die Leistungsaufnahme von Geräten im Standby-Modus zu begrenzen. Die typischen Werte für die Standby-Leistungsaufnahme sinken kontinuierlich, von der 1-Watt-Initiative im Jahr 2010 bis zu den Effizienzstandards der Stufe VI im Jahr 2016.

Messaufgaben

Die Standby-Leistung und der gemessene Strom sind niedrig im Vergleich zum normalen Betriebspunkt des Prüflings. Der PA3000 sollte so kleine Ströme wie 100 μA genau messen, zusammen mit dem Volllaststrom. Der PA3000 bietet Messbereiche für kleine Ströme und sehr geringes Rauschen und ermöglicht dadurch genaue Messungen des Strom- und Leistungsverbrauchs im Standby-Modus.

Zur Einhaltung der Standby-Vorschriften wird das Netzteil häufig im Burst-Modus betrieben. Dabei wird die Leistung in kleinen Bursts aufgenommen, und der Stromkreis wird anschließend in den Schlafmodus gezwungen. Zur Durchführung genauer Standby-Messungen im Burst-Modus ergreift der PA3000 folgende Maßnahmen:

- Kontinuierliches Abtasten der Signale, so dass keine Daten verloren gehen.
- Mittelwertbildung aller gemessenen Daten, um ein stabiles Ergebnis zu erreichen.

Messlösungen

Der PA3000 bietet einen dedizierten Standby-Leistungsmodus, der die schnelle Überprüfung der Standby-Leistung im Labor ermöglicht. Die PWRVIEW-Software zusammen mit dem PA3000 bietet außerdem vollständige Konformitätsprüfungen der Standby-Leistung gemäß IEC62301, Ausg. 2.0. Der 1-A-Nebenschlusswiderstand des PA3000 bietet hohe Auflösung und Genauigkeit für die Prüfung so kleiner Ströme wie $80 \mu\text{A}$. Dadurch kann der PA3000 eine niedrige Standby-Leistung von nur 20 mW bei 240 V messen.

Prüfaufbau

Führen Sie die folgenden Schritte aus, um den PA3000 für die Durchführung von Standby-Leistungsmessungen einzurichten:

- Schließen Sie den Prüfling mithilfe einer Tektronix Anschlussbox (BB1000) an, wie im Anschlussdiagramm dargestellt. (Siehe Abbildung 54.)
- Verwenden Sie den 1-A-Nebenschlusswiderstand des PA3000 für bessere Genauigkeit, wenn der erwartete Strom kleiner als 1 A ist.
- Verwenden Sie den Anschluss „VLO Source“ für die Spannung. Wenn der Anschluss „VLO Source“ verwendet wird, wird der Low-Knoten der Spannung zur Source-Seite des Strom-Nebenschlusswiderstands verschoben. Dadurch können Messfehler aufgrund des von der Voltmeter-Impedanz des PA3000 aufgenommenen Stroms eliminiert werden. Dies ist wichtig bei Messungen von sehr geringer Standby-Leistung. Für alle anderen Messungen sollte der Anschluss „VLO Load“ verwendet werden.

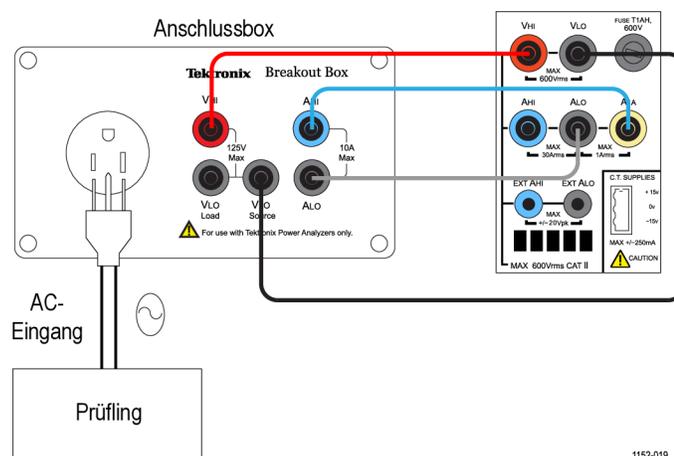


Abbildung 54: Anschlussdiagramm für Standby-Leistungsmessungen

**Methode 1:
Schnellüberprüfung der
Standby-Leistung (PA3000
direkt)**

Der Frontpaneel-Modus des PA3000 soll Produktentwicklern eine schnelle und zuverlässige Überprüfung des Standby-Energieverbrauchs ermöglichen.

Bei der automatischen Aktivierung des Standby-Leistungsmodus wird ein langer Zeitraum für die Mittelwertbildung festgelegt, um die typischen Leistungsschwankungen und Bursts zu mitteln. Außerdem wird Low-Level-Austastung deaktiviert, sodass sehr niedrige Leistungs- und Stromwerte angezeigt werden können.

HINWEIS. Der PA3000 führt im Standby-Modus kontinuierliche Abtastungen durch, um sicherzustellen, dass keine Daten verloren gehen.

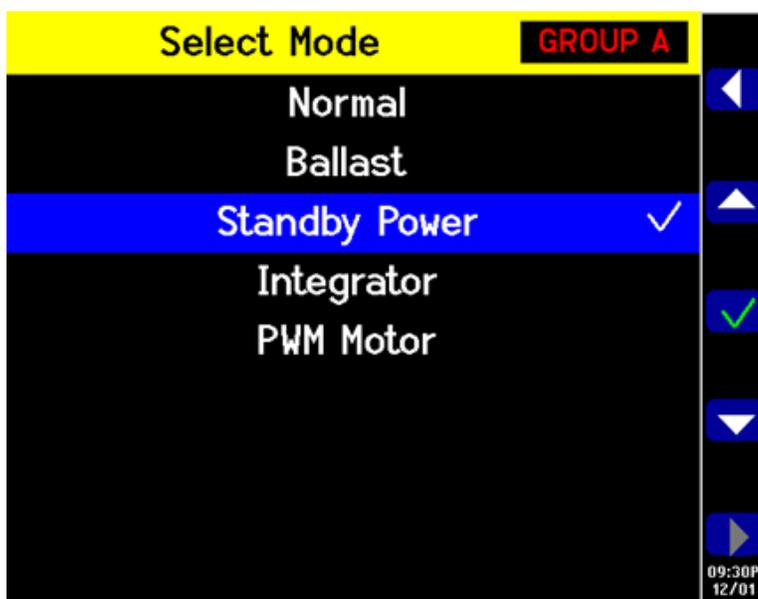


Abbildung 55: Modus „Standby Power“ (Standby-Leistungsmodus)

Wenn der erwartete Standby-Strom geringer ist als 1 A, wählen Sie den Eingang des 1-A-Nebenschlusswiderstands des PA3000.

1. Um den 1-A-Nebenschlusswiderstand auszuwählen, gehen Sie zum Hauptmenü (drücken Sie ) , gehen Sie zu **Inputs** → **Shunt**, und wählen Sie **Internal 1 A**. Drücken Sie  zur Bestätigung.
2. Um den dedizierten Standby-Leistungsmodus zu aktivieren, gehen Sie zum Hauptmenü, gehen Sie dann zu **Modes** → **Select Mode** → **Standby Power**, und drücken Sie  zur Bestätigung.
3. Drücken Sie , um mit der Durchführung der Standby-Messungen zu beginnen.

**Weitere Einstellungen,
falls erforderlich**

Integrationszeitfenster. Die Standardintegrationszeit beträgt 10 Sekunden. Dieser Wert kann bei Bedarf unter **Modes** → **Setup Modes** → **Standby Setup** angepasst werden. Wenn der Prüfling stabil ist, wählen Sie eine kürzere Zeit für schnellere Messungen aus. Wenn die Messungen instabil sind, wählen Sie eine längere Integrationszeit. Im Zweifelsfall verwenden Sie die in die PWRVIEW-Software integrierte Methode der vollständigen Konformität.

Bereichseinstellung. Standardmäßig nimmt der PA3000 die Bereichseinstellung automatisch vor. Die automatische Bereichseinstellung ist schnell und verläuft in der Regel unbemerkt. Während der Ausführung kann jedoch Datenverlust auftreten. Durch die Verwendung eines festen Bereichs beim Messen der Standby-Leistung wird sichergestellt, dass bei der Bereichseinstellung keine Daten verloren gehen. Um einen festen Bereich einzustellen, wählen Sie **Inputs** → **Ranging** → **Current Range**. Wählen Sie dann einen geeigneten festen Bereich aus, basierend auf den Messungen, die während der automatischen Bereichseinstellung durchgeführt werden. Wenn der Bereich zu niedrig ist, wird eine Warnmeldung angezeigt. Dadurch wird der PA3000 nicht beeinträchtigt. Der Bereich sollte nicht zu hoch eingestellt werden, da sich dies negativ auf die gesamte Genauigkeit auswirkt.

Bandwith (Bandbreite). Für Standby-Signale geringer Leistung, die unerwünschte Hochfrequenzkomponenten aufweisen, können Filter mit niedriger Bandbreite aktiviert werden. Ein 10-kHz-Filter mit niedriger Bandbreite ist über die Eingangseinstellung verfügbar. Durch die Anwendung von Tiefpassfiltern können die Effektivwerte von Spannung, Strom und Leistung variieren, da Hochfrequenzkomponenten die Effektivwerte beeinflussen.

Auto-Null. Verwenden Sie die Funktion **Autozero** → **Run Now** unter dem Systemkonfigurationsmenü, um Auto-Null vor der Durchführung einer Standby-Leistungsprüfung auszuführen. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Offsets kompensiert werden und die niedrigen Strom- und Leistungsmesswerte genau sind.

Alle Einstellungen können zur späteren Verwendung im Menü „User Configuration“ (Benutzerkonfiguration) gespeichert werden.

**Methode 2: Vollständige
Konformitätsprüfung der
Standby-Leistung gemäß
IEC 62301 Ausg. 2.0
(PWRVIEW-Software)**

Die PWRVIEW-Software, zusammen mit dem PA3000, ermöglicht die Prüfung der Standby-Leistung mithilfe vollständiger Konformitätsverfahren gemäß IEC 62301 Ausg. 2.0/EN50564. Messungen werden durch die PWRVIEW-Software vereinfacht. Außerdem ermöglicht sie genaue Messungen durch vollständige Konformitätsprüfungen der Standby-Leistung. Die Software berechnet Instabilität in Echtzeit und führt Leistungsmittelwertbildung aus, wie vom Standard gefordert.

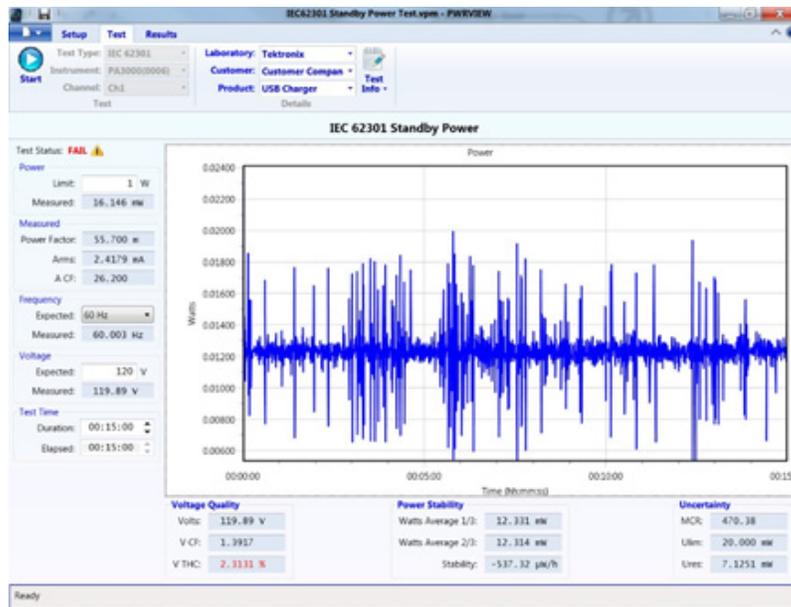


Abbildung 56: Vollständige Konformitätsprüfung der Standby-Leistung gemäß IEC 62301

1. Verwenden Sie den gleichen Prüfaufbau wie beim vorhergehenden Beispiel für PA3000 direkt.
2. Nachdem Sie alle Leistungsanschlüsse vorgenommen haben, schließen Sie den PA3000 an den Computer an, auf dem die PWRVIEW-Software installiert ist. Verwenden Sie dazu das mitgelieferte USB-Kabel. Falls gewünscht, kann auch ein Ethernet- oder ein GPIB-Kabel verwendet werden.
3. Öffnen Sie die PWRVIEW-Software durch Doppelklicken auf das Desktop-Symbol.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Add“ (Hinzufügen), um den PA3000 anzuschließen.
Alle verfügbaren Geräte werden im Auswahl-Paneel aufgeführt.
5. Wählen Sie das gewünschte Gerät (den PA3000) aus, und klicken Sie dann auf „Connect“ (Verbinden).

HINWEIS. Links auf dem Paneel werden verschiedene Standardanwendungen und Konformitätsprüfungen angezeigt, unter denen Sie auswählen können.

6. Klicken Sie in der Menüleiste im Bereich „Application Mode“ (Anwendungsmodus) auf die Schaltfläche „Test“ (Prüfen).
Dadurch werden die ausgegrauten Konformitätsprüfungen auf dem linken Paneel aktiviert.

7. Wählen Sie unter den Konformitätsprüfungen die Option „IEC 62301 Standby Power“ (Standby-Leistung gemäß IEC 62301) aus, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche „Wizard“ (Assistent).

Der Assistent bietet einfache Schritte zum Einrichten der Standby-Leistungsprüfung.

8. Geben Sie die geeigneten Informationen auf den entsprechenden Seiten des Assistenten ein, und klicken Sie dann durch alle Schritte, um den PA3000 ordnungsgemäß für die Prüfung einzurichten.
9. Wenn der Eingangsstrom kleiner als 1 A ist, verwenden Sie den 1-A-Nebenschlusswiderstand des PA3000, um eine bessere Auflösung und Genauigkeit zu erhalten.
10. Nachdem Sie alle Einstellungen vorgenommen haben, klicken Sie auf die Schaltfläche „Test“ (Prüfen) oben im Fenster von PWRVIEW.

Prüfdetails, wie Labor, Kunde, Produktinformationen und Umgebungsbedingungen, können vor Beginn der Prüfung im oberen Menüband eingegeben werden.

Im linken Paneel können Sie die gewünschte Leistungsgrenze sowie die erwartete Frequenz und Eingangsspannung auswählen.

Die Standardzeit für die Durchführung der Standby-Leistungsprüfung gemäß IEC 62301 beträgt 15 Minuten. Dieser Wert kann regionalen oder lokalen Anforderungen entsprechend geändert werden.

11. Nachdem Sie alle Einstellungen vorgenommen haben, klicken Sie auf die Start-Schaltfläche.

Die Prüfung wird während der ausgewählten Zeitdauer durchgeführt. Dabei werden alle erforderlichen Messungen im linken Paneel aktualisiert. Die Schwankung der Standby-Leistung in Abhängigkeit von der Zeit wird grafisch dargestellt.

Spannungsqualität, Leistungsstabilität und Unsicherheit werden ebenfalls in Echtzeit bewertet, wie vom Standard gefordert.

Die Prüfung zeigt den Pass/Fail-Status basierend auf allen bewerteten Parametern an.

Die Prüfungsübersicht kann über die Registerkarte „Results“ (Ergebnisse) eingesehen werden. Alle gewünschten Parameter werden mit einem Pass/Fail-Status unter „Test Summary“ (Prüfungsübersicht) und „General Results“ (Allgemeine Ergebnisse) aufgeführt.

Über die Registerkarte „Power Readings“ (Leistungsmesswerte) können Sie durch die Zeitskala navigieren und bestimmte Probleme auf einer gegebenen Zeitmarke beheben. Verwenden Sie die Bildlaufleiste oben im Fenster, um durch die Zeitachse zu navigieren.

Die Prüfungsergebnisse können als vollständiger Bericht exportiert werden. Klicken Sie dazu auf das PDF-Symbol „Vollständiger Bericht“ im oberen Menüband. Alternativ können die Rohdaten über das Symbol für CSV-Export exportiert werden.

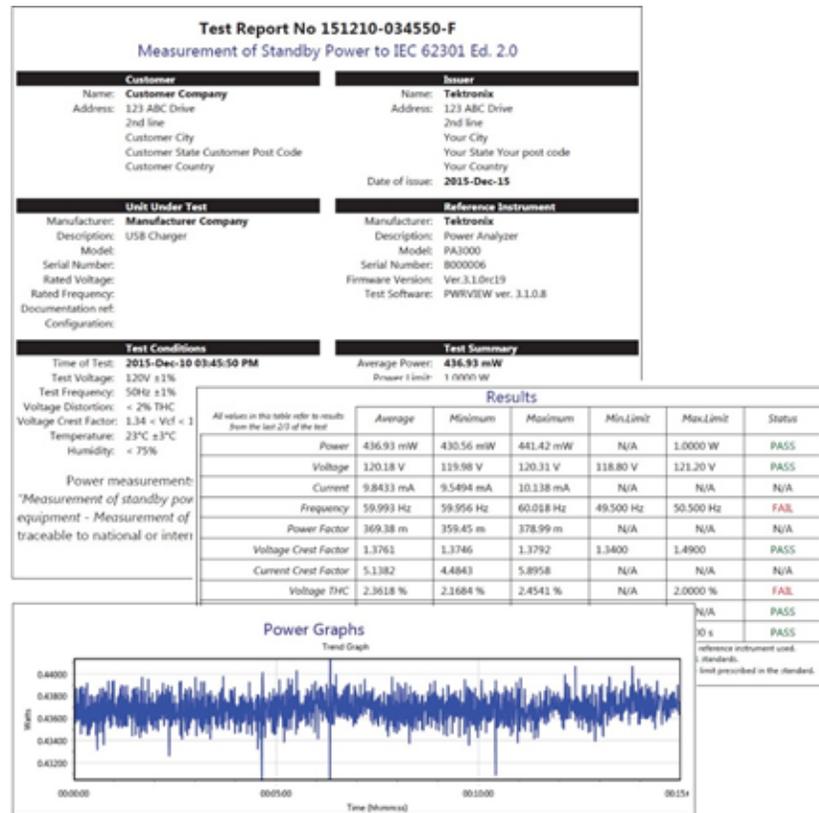


Abbildung 57: Bericht zur Prüfung der Standby-Leistung gemäß IEC 62301 Ausg. 2.0

Weitere Einstellungen,
falls erforderlich

Bereichseinstellung. Standardmäßig stellt die PWRVIEW-Software den Strombereich des PA3000 über die Option „Auto-Up-Only“ automatisch ein. Die Option „Auto-Up-Only“ sucht auf dem PA3000 den höchsten Bereich, bei dem das Eingangssignal nicht abgeschnitten wird. Dadurch kann der beste Bereich für die Prüfung eingestellt werden. Wenn die erwarteten Spitzenströme bekannt sind, kann alternativ auch ein manueller Bereich für höhere Genauigkeit ausgewählt werden. Der manuelle Bereich kann für den ausgewählten Nebenschusswiderstand über die Setup-Seite unter den Bereichsoptionen ausgewählt werden.

Bandwith (Bandbreite). Für Standby-Signale geringer Leistung, die unerwünschte Hochfrequenzkomponenten aufweisen, können Filter mit niedriger Bandbreite aktiviert werden. Ein 10-kHz-Filter mit niedriger Bandbreite ist über den Setup-Bildschirm unter der Dropdown-Option „Filter“ verfügbar. Durch die Anwendung von Tiefpassfiltern können die Effektivwerte von Spannung,

Strom und Leistung variieren, da Hochfrequenzkomponenten die Effektivwerte beeinflussen.

Wechselstromquelle. Die vollständige Konformitätsprüfung der Standby-Leistung gemäß IEC 62301 erfordert eine sehr stabile Wechselstromquelle, wie im Standard beschrieben. Spannung und Frequenz müssen innerhalb einer Toleranz von 1 % liegen. Außerdem muss der Eingangs-VTHC (Gesamtoberwellengehalt der Spannung) bei den ersten 13 Oberwellen innerhalb von 2 % liegen, und der VCF (Spannungsspitzenfaktor) muss im Bereich zwischen 1,34 und 1,49 liegen. Tektronix empfiehlt die Verwendung einer stabilen externen Wechselstromquelle, die die Standardanforderungen für vollständige Konformitätsprüfungen erfüllt.

Beispiel 5: Einschaltstromprüfung

Die meisten elektrischen Geräte nehmen einen Anfangsstrom auf, der aufgrund der niedrigen Eingangsimpedanz deutlich höher ist als der Nominalstrom im stationären Zustand. Bei Motorantrieben und Wandlern ist der Einschaltstrom bekanntermaßen zwanzig Mal höher als die Ströme im stationären Zustand. Die Charakterisierung des Einschaltstroms ist wichtig, um Eingangsleiter- und Sicherungsleistungen zu bestimmen.

Messaufgaben	Die genaue Messung des Einschaltstroms erfordert eine hohe Abtastrate und eine lückenlose Signalerfassung. Es ist wichtig, dass beim Messen des Einschaltstroms der korrekte Strombereich auf der Messvorrichtung ausgewählt wird, da der Strom deutlich höher sein kann als der erwartete Strom im stationären Zustand.
Messlösungen	Der PA3000 mit einer Abtastrate von 1 MS/s kann Spitzensignalabtastungen für Einschaltstrommessungen genau messen. Mit der Min- und Max-Hold-Funktion, die über das Menü des PA3000 verfügbar ist, können Sie Einschaltstrom- und andere Spitzenereignisse auf dem Frontbildschirm erfassen. Einschaltstrommessungen können auch über die PWRVIEW-Software durchgeführt werden. Dieses Beispiel erläutert die Einrichtung des PA3000 zum Messen von Einschaltströmen.
Prüfaufbau	<p>Führen Sie die folgenden Schritte aus, um den PA3000 für die Durchführung von Einschaltstrommessungen einzurichten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Schließen Sie den Prüfling mithilfe einer Tektronix Anschlussbox (BB1000) an, wie im Anschlussdiagramm dargestellt. (Siehe Abbildung 58.) ■ Verwenden Sie für Einschaltstrommessungen den 30-A-Nebenschlusswiderstand des PA3000. Die Verwendung des 1-A-Nebenschlusswiderstands wird für Einschaltstrommessungen nicht empfohlen, da Spitzenströme recht hoch sein können, selbst bei

Anwendungen, bei denen der Nominalstrom im stationären Zustand unter 1 A beträgt.

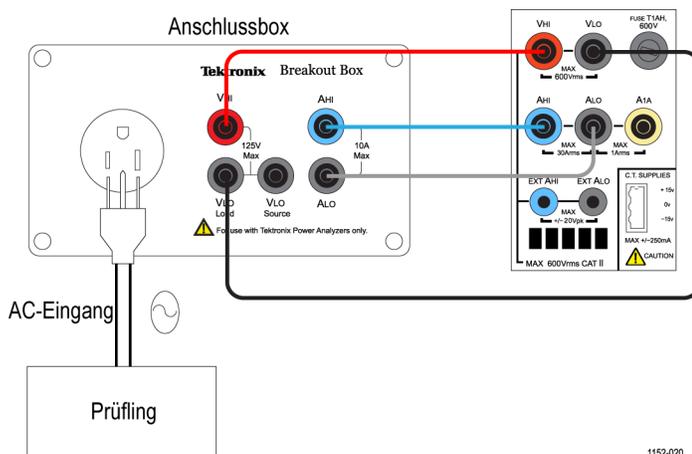


Abbildung 58: Anschlussdiagramm zur Einschaltstrommessung

**Methode 1:
Einschaltstrommessungen
(PA3000 direkt)**

Die folgenden Schritte beschreiben die Vorgehensweise zum Einrichten des PA3000 für Einschaltstrommessungen.

1. Setzen Sie den PA3000 auf die Vorgabekonfiguration:

- a. Drücken Sie .
- b. Navigieren Sie hinunter zu **User Configuration** (Benutzerkonfiguration), und drücken Sie .
- c. Wählen Sie **Load Default Configuration** (Vorgabekonfiguration laden) aus, und drücken Sie dann  zur Bestätigung.

Der PA3000 lädt die Vorgabewerte und zeigt einen Bestätigungsbildschirm an. Drücken Sie , und kehren Sie dann zum Hauptmenü zurück, indem Sie  drücken.

HINWEIS. Der PA3000 muss für kontinuierliche Abtastung und die Rückgabe von ungemittelten Ergebnissen konfiguriert werden. Er muss auch für das Speichern von Spitzenwerten konfiguriert werden.

- 2. Eine feste Bereichseinstellung ist für den Spannungs- und den Stromkanal erforderlich, um kontinuierliche Abtastung zu ermöglichen. Um einen manuellen Bereich auszuwählen, gehen Sie zum Hauptmenü (drücken Sie ) , gehen Sie zu **Inputs** → **Ranging** → **Current/Voltage**, und wählen Sie dann einen entsprechenden Bereich aus.

Wenn der erwartete Einschaltstrom nicht bekannt ist, wählen Sie den höchsten Bereich aus und reduzieren diesen dann wie erforderlich, nachdem Sie die Prüfung bei Bedarf wegen genauerer Ergebnisse wiederholt haben.

3. Der PA3000 tastet automatisch alle Ergebnisse aus, die unter zehn Prozent des Bereichs liegen. Die Austastung ist immer aktiv und kann die Aufzeichnung des Einschaltereignisses beeinträchtigen.

Um die Austastung zu deaktivieren, gehen Sie zum Hauptmenü und dann zu **System Configuration** → **Blanking** → **Off**.

4. Stellen Sie die Mittelwertbildung so ein, dass die Ergebnisse im Zeitverlauf nicht gemittelt werden. Gehen Sie zum Hauptmenü und dann zu **System Configuration** → **Averaging** → **Channel Averaging**. Setzen Sie den Wert im Fenster auf 1.
5. Schalten Sie die Auto-Null-Funktion über das Menü „System Configuration“ (Systemkonfiguration) aus.
6. Um Peak-Hold zu aktivieren, müssen die Spalten für Max-Hold und Min-Hold aktiviert sein. Gehen Sie zum Hauptmenü und dann zu **Measurement Configuration** → **Maximum Hold** → **Enabled**. Wiederholen Sie den Schritt für „Minimum Hold“.

Bei Aktivierung zeichnen die Spalten für Max-Hold und Min-Hold beide positive und negative Zyklusspitzen auf.

7. Aktivieren Sie im Menü „Measurements“ (Messungen) die Parameter für Spitzenstrommessungen. Wählen Sie „Apk+“ und „Apk-“ aus, weil eine Spitze positiv oder negativ sein kann.
8. Nachdem Sie den PA3000 eingerichtet haben, schließen Sie den Prüfling an die Anschlussbox an.
9. Der Einschaltstrom wird in der Max- und Min-Spalte auf dem Ergebnisbildschirm angezeigt. Der PA3000 hält den maximalen Abtastwert für den positiven und negativen Zyklus fest.

Ch1	GROUP A Ch1 Max	Ch1 Min	GROUP B Ch2	Result 48939
Vrms 119.32 V	119.69 V	8.2379 V	Vrms 37.666 V	▲
Arms 663.25 mA	2.6777 A	0.0000 A	Arms 484.60 mA	▲
Watt 38.586 W	38.751 W	-12.361 mW	Watt 13.590 W	▲
Freq 59.981 Hz	59.993 Hz	0.0000 Hz	Freq 300.39 Hz	
PF 0.4879	0.7858	-0.0189	PF 0.7445	
Vpk+ 164.12 V	164.79 V	12.148 V	Vcf 1.3735	
Vpk- -163.90 V	-12.087 V	-164.65 V	Vcf 6.5556	
Apk+ 2.5742 A	51.017 A	0.0000 A		▼
Apk- -2.2977 A	-34.551 mA	-3.7489 A		
Vcf 1.3756	3.5877	1.3749		
Acf 3.9353	4.4122 k	0.0000		▼
				09:00P 12/15

Abbildung 59: Min- und Max-Spalten für die Einschaltstrommessung

10. Um die Maximal- und Minimalwerte zurückzusetzen, drücken Sie die Taste RESET/CLEAR.

Tektronix empfiehlt, die Einschaltstrommessungen durch mehrmaliges Anschließen des Prüflings zu wiederholen, um den höchstmöglichen Spitzenwert zu erfassen. Der höchstmögliche Spitzenwert tritt im Spitzenspannungszyklus auf, und es ist wichtig, diesen Punkt für den maximalen Einschaltstrom zu erfassen. Es ist außerdem wichtig, zwischen dem Anschließen des Prüflings jeweils kurz zu warten, damit sich die Eingangskapazität des Geräts vollständig entladen kann.

**Weitere Einstellungen,
falls erforderlich**

Datenprotokollierung. Mit der Protokollierungsfunktion können Sie wiederholte Einschaltstromereignisse in Form von Rohdaten protokollieren. Verwenden Sie die Taste DATA OUT, um Daten auf einem Flash-Laufwerk aufzuzeichnen, das an den USB-Anschluss am Frontpaneel angeschlossen ist. Aktivieren Sie die Datenprotokollierung vor dem ersten Anschließen des Geräts und führen Sie die Datenprotokollierung durch wiederholte Plug-in-Ereignisse aus, um alle Einschaltereignisse zu erfassen.

Bildschirmspeicherung. Mit der Bildschirmspeicherfunktion können Sie den aktuellen Bildschirm des PA3000 speichern. Dies kann nützlich sein, um die Messwerte des Einschaltstroms schnell zu erfassen. Drücken Sie die Taste SCREEN SAVE, um die Daten als BMP-Datei auf einem Flash-Laufwerk zu speichern, das an den USB-Anschluss am Frontpaneel angeschlossen ist.

Methode 2: Einschaltstrommessungen (PWRVIEW-Software)

Mit der PWRVIEW-Software ist die schnelle Überprüfung von Einschaltstrommessungen im Messraster einfach.

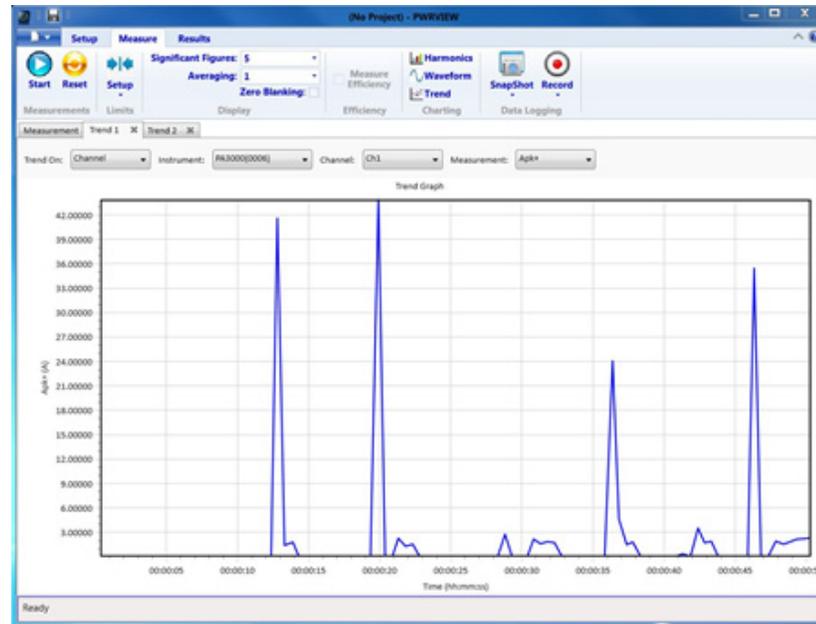


Abbildung 60: Einschaltstrommessung

1. Verwenden Sie den gleichen Prüfaufbau wie beim vorhergehenden Beispiel für PA3000 direkt.
2. Nachdem Sie alle Leistungsanschlüsse vorgenommen haben, schließen Sie den PA3000 an den Computer an, auf dem die PWRVIEW-Software installiert ist. Verwenden Sie dazu das mitgelieferte USB-Kabel. Falls gewünscht, kann auch ein Ethernet- oder ein GPIB-Kabel verwendet werden.
3. Öffnen Sie die PWRVIEW-Software durch Doppelklicken auf das Desktop-Symbol.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Add“ (Hinzufügen), um den PA3000 anzuschließen.
Alle verfügbaren Geräte werden im Auswahl-Paneel aufgeführt.
5. Wählen Sie das gewünschte Gerät (den PA3000) aus, und klicken Sie dann auf „Connect“ (Verbinden).
6. Wählen Sie auf der Setup-Seite die Registerkarte „Group A“ (Gruppe A) aus.
7. Wählen Sie in der Bereichsauswahl unter den Stromkanaleinstellungen den höchsten Strombereich aus.

Wenn der erwartete Peak-Einschaltstrom bekannt ist, kann ein beliebiger anderer Bereich ausgewählt werden.

8. Wählen Sie die (Apk+)- und (Apk-)-Messungen zusammen mit anderen gewünschten Parametern aus.
9. Navigieren Sie zum Messraster und deaktivieren Sie im oberen Menüband das Kontrollkästchen „Zero Blanking“ (Null-Austastung).
10. Wählen Sie im Dropdown-Menü für Mittelwertbildung eine Mittelung von 1 aus.
11. Klicken Sie auf die Start-Schaltfläche. Die Aktualisierung der Messwerte beginnt.
12. Wenn das Messraster aktualisiert wird, schließen Sie den Prüfling an, um den Einschaltstrom zu messen.
13. Bewegen Sie den Mauszeiger über die Messungen von Apk+ und Apk-, um den maximalen positiven und negativen Wert für den Einschaltstrom anzuzeigen.
14. Um den Einschaltstrom-Peak grafisch darzustellen, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Apk+ and Apk-, und wählen Sie dann die Trendmessungen aus.

Das Trenddiagramm wird mit Echtzeitergebnissen von (Apk+)- und (Apk-)-Werten aktualisiert. Beim Anschließen des Prüflings wird der Spitzenwert des Einschaltstroms grafisch dargestellt.
15. Um die Minimal- und Maximalwerte zurückzusetzen, klicken Sie auf das Symbol zum Zurücksetzen.

Tektronix empfiehlt, die Einschaltstrommessungen durch mehrmaliges Anschließen des Prüflings zu wiederholen, um den höchstmöglichen Spitzenwert zu erfassen. Der höchstmögliche Spitzenwert tritt im Spitzenspannungszyklus auf, und es ist wichtig, diesen Punkt für den maximalen Einschaltstrom zu erfassen. Es ist außerdem wichtig, zwischen dem Anschließen des Prüflings jeweils kurz zu warten, damit sich die Eingangskapazität des Geräts vollständig entladen kann.

Weitere Einstellungen, falls erforderlich

Datenprotokollierung. Alle Instanzen der Einschaltstromprüfung können mithilfe der Aufzeichnungsfunktion der PWRVIEW-Software aufgezeichnet werden.

- Um Daten mithilfe von PWRVIEW aufzuzeichnen, klicken Sie in der Menüleiste auf die Schaltfläche „Record“ (Aufzeichnen). Die Software beginnt daraufhin mit der Aufzeichnung aller ausgewählten Daten, einschließlich von Formeln und Grenzwerten.
- Zum Anhalten der Datenprotokollierung klicken Sie auf die Schaltfläche „Stop“.
- Alle aufgezeichneten Daten werden in einer Datenbank auf dem lokalen Computer gespeichert. Um auf die Daten zuzugreifen, klicken Sie auf die

Registerkarte „Results“ (Ergebnisse) und dann auf das Messsymbol. Das Dialogfeld zeigt alle archivierten Daten an.

- Wählen Sie das gewünschte Datenset aus und exportieren Sie es in Excel- oder CSV-Format.

Referenzinformationen

Gemessene Parameter

Tabelle 15: Phasenmessungen

Abkürzung	Beschreibung	Einh.	Formel ¹
V_{eff}	Effektivspannung	Volt (V)	$V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt}$
A_{eff}	Effektivstrom	Amp (A)	$A_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$
F	Frequenz	Hertz (Hz)	
W	Wirkleistung	Watt (W)	$W = \frac{1}{T} \int_0^T v i dt$
PF	Leistungsfaktor		$LF = \frac{W}{V_{eff} \times A_{eff}}$
VA	Scheinleistung	Voltampere (VA)	$VA = V_{eff} \times A_{eff}$
VA_r	Blindleistung	Voltampere-reaktiv (var)	$VA_r = \sqrt{(VA)^2 - W^2}$
V_{pk+}	Positive Peak-Spannung	Volt (V)	$\max\{v\}$
V_{pk-}	Negative Peak-Spannung	Volt (V)	$\min\{v\}$
A_{pk+}	Positiver Spitzenstrom	Amp (A)	$\max\{i\}$
A_{pk-}	Negativer Spitzenstrom	Amp (A)	$\min\{i\}$
V_{dc}	Gleichspannung	Volt (V)	$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T v dt$
A_{dc}	Gleichstrom	Amp (A)	$A_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T i dt$
V_{rnn}	Mittelwert der gleichgerichteten Spannung	Volt (V)	$V_{rnn} = \frac{1}{T} \int_0^T v dt$
A_{rnn}	Mittelwert des gleichgerichteten Stroms	Amp (A)	$A_{rnn} = \frac{1}{T} \int_0^T i dt$
V_{cf}	Spannungsspitzenfaktor		$V_{cf} = \frac{\max(V_{pk+} , V_{pk-})}{V_{eff}}$
A_{cf}	Stromspitzenfaktor		$A_{cf} = \frac{\max(A_{pk+} , A_{pk-})}{A_{eff}}$
V_{thd}	Gesamtoberwellenverzerrung der Spannung	%	$\frac{\sqrt{V_{h0}^2 + V_{h2}^2 + V_{h3}^2 + V_{h4}^2 + V_{h5}^2 + \dots}}{V_{ref}}$
V_{df}	Verzerrungsfaktor der Spannung	%	$\frac{\sqrt{V_{eff}^2 - V_{h1}^2}}{V_{ref}}$
V_{tif}	Telefonstörfaktor Spannung		$\frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\frac{\max\{harm\}}{\min\{harm\}} \sum (k_n \times V_{hn})^2}$

Tabelle 15: Phasenmessungen (Fortsetzung)

Abkürzung	Beschreibung	Einh.	Formel ¹
A_{thd}	Gesamtobertwellenverzerrung des Stroms	%	$\frac{\sqrt{A_{h0}^2 + A_{h2}^2 + A_{h3}^2 + A_{h4}^2 + A_{h5}^2 + \dots}}{A_{ref}}$
A_{df}	Stromverzerrungsfaktor	%	$\frac{\sqrt{A_{eff}^2 - A_{h1}^2}}{A_{ref}}$
A_{tif}	Telefonstörfaktor Strom		$\frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{\substack{max\ harm \\ min\ harm}} (k_n \times A_{hn})^2}$
Z	Impedanz	Ohm (Ω)	$Z = \frac{V_f}{I_f}$
R	Widerstand	Ohm (Ω)	$R = \frac{V_f}{I_f} \times \cos \theta$ ($\theta = V_{Ph} - A_{Ph}$)
X	Reaktanz	Ohm (Ω)	$X = \frac{V_f}{I_f} \times \sin \theta$ ($\theta = V_{Ph} - A_{Ph}$)
V_f	Grundspannung	Volt (V)	$\sqrt{(V_{h1} \cdot r^2 + V_{h1} \cdot q^2)}$
A_f	Grundstrom	Amp (A)	$\sqrt{(A_{h1} \cdot r^2 + A_{h1} \cdot q^2)}$
W_f	Grundleistung	Watt (W)	$V_{h1} \cdot r \times A_{h1} \cdot r + V_{h1} \cdot q \times A_{h1} \cdot q$
VA_f	Grund-Scheinleistung	Voltampere (VA)	$\sqrt{W_f^2 + VA_{rf}^2}$
VA_r	Grundblindleistung	Voltampere-reaktiv (var)	$\begin{aligned} & \text{if } W > 0 \\ & (V_{h1} \cdot r \times A_{h1} \cdot q) - (V_{h1} \cdot q \times A_{h1} \cdot r) \\ & \text{if } W < 0 \\ & (V_{h1} \cdot q \times A_{h1} \cdot r) - (V_{h1} \cdot r \times A_{h1} \cdot q) \end{aligned}$
PF_f	Grundleistungsfaktor		$\frac{W_f}{VA_f}$
CVA_{rs}	Korrektur-VArS	VA (VArS)	$W_f \times \tan \cos^{-1}(\text{Gewünschter } PF) - \tan(\cos^{-1}(PF_f))$
V_{hn}	Spannungsoberwelle n	Volt (V)	$\begin{aligned} Mag &= \sqrt{(V_{hn} \cdot r^2 + V_{hn} \cdot q^2)} \\ Phase &= \tan^{-1} \left(\frac{V_{hn} \cdot q}{V_{hn} \cdot r} \right) \end{aligned}$

Tabelle 15: Phasenmessungen (Fortsetzung)

Abkürzung	Beschreibung	Einh.	Formel ¹
A_{hn}	Stromoberwelle n	Amp (A)	$Mag = \sqrt{(A_{hn} \cdot r^2 + A_{hn} \cdot q^2)}$ $Phase = \tan^{-1} \left(\frac{A_{hn} \cdot q}{A_{hn} \cdot r} \right)$
W_{hn}	Leistungsoberwelle n	Watt (W)	$Mag = V_{hn} \times A_{hn} \times \cos(A_{hnPh} - V_{hnPh})$

¹ r = Realteil von V oder I
q = Imaginär- oder Quadraturteil von V oder I
V und I sind komplexe Zahlen im Format r+jq

Genauigkeitgleichungen

In der folgenden Tabelle sind Formeln zur Berechnung der Genauigkeitsspezifikation für jeden Messwert aufgeführt.

Für die folgenden Gleichungen gilt:

- Es wird angenommen, dass das gemessene Signal eine Sinuswelle ist.
- V ist die Spannung, gemessen in Volt.
- A ist der Strom, gemessen in Ampere.
- Θ ist der Phasenwinkel in Grad (die Phase des Stroms bezogen auf die Spannung).

Tabelle 16: Messgenauigkeit

Parameter	Beschreibung ¹
V_{cf} Genauigkeit	$\left(\frac{V_{pkacc}}{V_{pk}} + \frac{V_{effacc}}{V_{eff}} \right) \times V_{cf}$ (gültig für einen Spitzenfaktor von 1 bis 10)
A_{cf} Genauigkeit	$\left(\frac{A_{pkacc}}{A_{pk}} + \frac{A_{effacc}}{A_{eff}} \right) \times A_{cf}$ (gültig für einen Spitzenfaktor von 1 bis 10)
Leistung – W, VA, VA _r und PF	
W Genauigkeit	$(V_{effacc} \times A_{eff} \times LF) \pm$ $(A_{effacc} \times V_{eff} \times LF) \pm$ $(V_{eff} \times A_{eff} \times (\cos \theta - \cos \{ \theta \pm (V_{h1Phacc} \pm A_{h1Phacc}) \}))$
VA Genauigkeit	$(V_{effacc} \times A_{eff}) + (A_{effacc} \times V_{eff})$
VA _r Genauigkeit	$\sqrt{(VA^2 - [W \pm Wacc]^2)} - \sqrt{(VA^2 - W^2)}$
PF-Genauigkeit	$\frac{Wacc}{VA}$

Tabelle 16: Messgenauigkeit (Fortsetzung)

Parameter	Beschreibung ¹
Grundleistung – W_i , VA_i , VA_r und PF_i	
W_f Genauigkeit	$(V_{h1Magacc} \times A_{h1Mag} \times LF_f) \pm (A_{h1Magacc} \times V_{h1Mag} \times LF_f) \pm (V_{h1Mag} \times A_{h1Mag} \times (\cos \theta - \cos \{\theta \pm (V_{h1Phacc} \pm A_{h1Phacc})\}))$
VA_r Genauigkeit	$(V_{h1Magacc} \times A_{h1Mag}) + (A_{h1Magacc} \times V_{h1Mag})$
VA_r Genauigkeit	$\sqrt{(VA_f^2 - (W_f \pm W_facc)^2)} - \sqrt{(VA_f^2 - W_f^2)}$
PF_i Genauigkeit	$\frac{W_facc}{VA}$
Verzerrung – DF, THD und TIF	
DF Genauigkeit	$\left(\frac{effacc}{eff} + \frac{h1Magacc}{h1Mag} \right) \div DF$
THD Genauigkeit	$\left(\frac{h2Magacc}{h2Mag} + \frac{h3Magacc}{h3Mag} + \frac{h4Magacc}{h4Mag} + \dots \right) \times THD$
TIF Genauigkeit	$\left(\frac{h1Magacc \times k_1}{h1Mag} + \frac{h3Magacc \times k_3}{h3Mag} + \dots + \frac{h71Magacc \times k_{71}}{h71Mag} \right) \times THD$
Impedanz – Z, R und X	
Z Genauigkeit	$\left(\frac{Veffacc}{Veff} + \frac{Aeffacc}{Aeff} \right) \times Z$
R Genauigkeit	$\left(\frac{V_{h1Magacc}}{V_{h1Mag}} + \frac{A_{h1Magacc}}{A_{h1Mag}} + \left(\tan \theta \times (V_{h1Phacc} + A_{h1Phacc}) \times \frac{\pi}{180} \right) \right) \times R$
X Genauigkeit	$\left(\frac{V_{h1Magacc}}{V_{h1Mag}} + \frac{A_{h1Magacc}}{A_{h1Mag}} + \left(\frac{V_{h1Phacc} + A_{h1Phacc}}{\tan \theta} \times \frac{\pi}{180} \right) \right) \times X$

¹ „acc“ steht in den Gleichungen für Genauigkeit (Accuracy).

Summengleichungen

In den folgenden Tabellen sind verschiedene Gleichungen aufgeführt, die zum Summieren von Spannungs- und Stromwerten verwendet werden können. Die Spannungsmethoden beziehen sich nicht auf die Strommethoden. Die Gleichungen hängen von den Anschlusskonfigurationen ab. In einigen Fällen gibt es zwei Methoden, die Summenformeln für die Spannung und für den Strom zu verwenden: Methode 1 oder Methode 2, wie in den folgenden Tabellen dargestellt. Verwenden Sie die Methode, die Ihren Anforderungen entspricht.

Tabelle 17: Summengleichungen – Eine Phase, drei Leitungen

$\sum V_{eff} = ch1V_{eff} + ch2V_{eff}$	
$\sum A_{eff} = \frac{\sum VA}{\sum V_{eff}}$	Methode 1
$\sum A_{eff} = \frac{ch1A_{eff} + ch2A_{eff}}{2}$	Methode 2
$\sum W = ch1W + ch2W$	

Tabelle 17: Summengleichungen – Eine Phase, drei Leitungen (Fortsetzung)

$\sum VA_r = \sqrt{(\sum VA_{rf})^2 + \left(\sqrt{ch1VA_r^2 - ch1VA_{rf}^2} + \sqrt{ch2VA_r^2 - ch2VA_{rf}^2}\right)^2}$	
$\sum VA = \sqrt{(\sum W)^2 + (\sum VA_r)^2}$	
$\sum LF = \frac{\sum W}{\sum VA}$	
$\sum V_f = ch1V_f + ch2V_f$	
$\sum A_f = \frac{ch1A_f \times ch1V_f + ch2A_f \times ch2V_f}{\sum V_f}$	Methode 1
$\sum A_f = \frac{ch1A_f + ch2A_f}{2}$	Methode 2
$\sum W_f = ch1W_f + ch2W_f$	
$\sum VA_{rf} = ch1VA_{rf} + ch2VA_{rf}$	
$\sum VA_f = \sqrt{(\sum W_f)^2 + (\sum VA_{rf})^2}$	
$\sum PF_f = \frac{\sum W_f}{\sum VA_f}$	
$\sum V_{dc} = ch1V_{dc} + ch2V_{dc}$	
$\sum A_{dc} = \frac{ch1A_{dc} \times ch1V_{dc} + ch2A_{dc} \times ch2V_{dc}}{\sum V_{dc}}$	Methode 1
$\sum A_{dc} = \frac{ch1A_{dc} + ch2A_{dc}}{2}$	Methode 2
$\sum V_{rnm} = ch1V_{rnm} + ch2V_{rnm}$	
$\sum A_{rnm} = \frac{ch1A_{rnm} \times ch1V_{rnm} + ch2A_{rnm} \times ch2V_{rnm}}{\sum V_{rnm}}$	Methode 1
$\sum A_{rnm} = \frac{ch1A_{rnm} + ch2A_{rnm}}{2}$	Methode 2
$\sum V_{cmn} = ch1V_{cmn} + ch2V_{cmn}$	
$\sum A_{cmn} = \frac{ch1A_{cmn} \times ch1V_{cmn} + ch2A_{cmn} \times ch2V_{cmn}}{\sum V_{cmn}}$	Methode 1
$\sum A_{cmn} = \frac{ch1A_{cmn} + ch2A_{cmn}}{2}$	Methode 2
$\sum WHr = ch1WHr + ch2WHr$	
$\sum AHR = \frac{ch1AHR + ch2AHR}{2}$	
$\sum VA_r H_f = ch1VA_r H_f + ch2VA_r H_f$	
$\sum VA_r H_r = \sqrt{(\sum VA_r H_f)^2 + \left(\sqrt{ch1VA_r H_r^2 - ch1VA_r H_f^2} + \sqrt{ch2VA_r H_r^2 - ch2VA_r H_f^2}\right)^2}$	
$\sum VAHr = \sqrt{(\sum WHr)^2 + (\sum VA_r H_r)^2}$	
$\sum W_{av} = ch1W_{av} + ch2W_{av}$	
$\sum LF_{av} = \frac{\sum WHr}{\sum VAHr}$	

Tabelle 18: Summengleichungen – Drei Phasen, drei Leitungen

$\sum V_{eff} = \frac{ch1V_{eff} + ch2V_{eff}}{2}$	Methode 1
$\sum V_{eff} = \sqrt{3} \frac{ch1V_{eff} + ch2V_{eff}}{2}$	Methode 2
$\sum A_{eff} = \frac{\sum VA}{\sqrt{3} \sum V_{eff}}$	Methode 1
$\sum A_{eff} = \frac{ch1A_{eff} + ch2A_{eff}}{2}$	Methode 2
$\sum W = ch1W + ch2W$	
$\sum VA_r = \sqrt{(\sum VA_{rf})^2 + \sqrt{\frac{3}{2}} \left(\sqrt{ch1VA_r^2 - ch1VA_{rf}^2} + \sqrt{ch2VA_r^2 - ch2VA_{rf}^2} \right)^2}$	
$\sum VA = \sqrt{(\sum W)^2 + (\sum VA_r)^2}$	
$\sum LF = \frac{\sum W}{\sum VA}$	
$\sum V_f = \frac{ch1V_f + ch2V_f}{2}$	Methode 1
$\sum V_f = \sqrt{3} \frac{ch1V_f + ch2V_f}{2}$	Methode 2
$\sum A_f = \frac{ch1A_f \times ch1V_f + ch2A_f \times ch2V_f}{\sqrt{3} \sum V_f}$	Methode 1
$\sum A_f = \frac{ch1A_f + ch2A_f}{2}$	Methode 2
$\sum W_f = ch1W_f + ch2W_f$	
$\sum VA_{rf} = ch1VA_{rf} + ch2VA_{rf}$	
$\sum VA_f = \sqrt{(\sum W_f)^2 + (\sum VA_{rf})^2}$	
$\sum PF_f = \frac{\sum W_f}{\sum VA_f}$	
$\sum V_{dc} = \frac{ch1V_{dc} + ch2V_{dc}}{2}$	Methode 1
$\sum V_{dc} = \sqrt{3} \frac{ch1V_{dc} + ch2V_{dc}}{2}$	Methode 2
$\sum A_{dc} = \frac{ch1A_{dc} \times ch1V_{dc} + ch2A_{dc} \times ch2V_{dc}}{\sqrt{3} \sum V_{dc}}$	Methode 1
$\sum A_{dc} = \frac{ch1A_{dc} + ch2A_{dc}}{2}$	Methode 2
$\sum V_{rmn} = \frac{ch1V_{rmn} + ch2V_{rmn}}{2}$	Methode 1
$\sum V_{rmn} = \sqrt{3} \frac{ch1V_{rmn} + ch2V_{rmn}}{2}$	Methode 2
$\sum A_{rmn} = \frac{ch1A_{rmn} \times ch1V_{rmn} + ch2A_{rmn} \times ch2V_{rmn}}{\sqrt{3} \sum V_{rmn}}$	Methode 1
$\sum A_{rmn} = \frac{ch1A_{rmn} + ch2A_{rmn}}{2}$	Methode 2
$\sum V_{cmn} = \frac{ch1V_{cmn} + ch2V_{cmn}}{2}$	Methode 1
$\sum V_{cmn} = \sqrt{3} \frac{ch1V_{cmn} + ch2V_{cmn}}{2}$	Methode 2
$\sum A_{cmn} = \frac{ch1A_{cmn} \times ch1V_{cmn} + ch2A_{cmn} \times ch2V_{cmn}}{\sqrt{3} \sum V_{cmn}}$	Methode 1
$\sum A_{cmn} = \frac{ch1A_{cmn} + ch2A_{cmn}}{2}$	Methode 2

Tabelle 18: Summgleichungen – Drei Phasen, drei Leitungen (Fortsetzung)

$\sum WHr = ch1WHr + ch2WHr$
$\sum AHR = \frac{ch1AHR + ch2AHR}{2}$
$\sum VA_r H_f = ch1VA_r H_f + ch2VA_r H_f$
$\sum VA_r Hr = \sqrt{(\sum VA_r H_f)^2 + \sqrt{\frac{3}{2}} \left(\sqrt{ch1VA_r Hr^2 - ch1VA_r H_f^2} + \sqrt{ch2VA_r Hr^2 - ch2VA_r H_f^2} \right)^2}$
$\sum VAHr = \sqrt{(\sum WHr)^2 + (\sum VA_r Hr)^2}$
$\sum W_{av} = ch1W_{av} + ch2W_{av}$
$\sum PF_{av} = \frac{\sum WHr}{\sum VAHr}$

Tabelle 19: Summgleichungen – Drei Phasen, vier Leitungen

$\sum V_{eff} = \frac{ch1V_{eff} + ch2V_{eff} + ch3V_{eff}}{\sqrt{3}}$	Methode 1
$\sum V_{eff} = \frac{ch1V_{eff} + ch2V_{eff} + ch3V_{eff}}{3}$	Methode 2
$\sum A_{eff} = \frac{\sum VA}{\sqrt{3} \sum V_{eff}}$	Methode 1
$\sum A_{eff} = \frac{ch1A_{eff} + ch2A_{eff} + ch3A_{eff}}{3}$	Methode 2
$\sum W = ch1W + ch2W + ch3W$	
$\sum VA_r = \sqrt{(\sum VA_{rf})^2 + \left(\sqrt{ch1VA_r^2 - ch1VA_{rf}^2} + \sqrt{ch2VA_r^2 - ch2VA_{rf}^2} + \sqrt{ch3VA_r^2 - ch3VA_{rf}^2} \right)^2}$	
$\sum VA = \sqrt{(\sum W)^2 + (\sum VA_r)^2}$	
$\sum LF = \frac{\sum W}{\sum VA}$	
$\sum V_f = \frac{ch1V_f + ch2V_f + ch3V_f}{\sqrt{3}}$	Methode 1
$\sum V_f = \frac{ch1V_f + ch2V_f + ch3V_f}{3}$	Methode 2
$\sum A_f = \frac{ch1A_f \times ch1V_f + ch2A_f \times ch2V_f + ch3A_f \times ch3V_f}{\sqrt{3} \sum V_f}$	Methode 1
$\sum A_f = \frac{ch1A_f + ch2A_f + ch3A_f}{3}$	Methode 2
$\sum W_f = ch1W_f + ch2W_f + ch3W_f$	
$\sum VA_{rf} = ch1VA_{rf} + ch2VA_{rf} + ch3VA_{rf}$	
$\sum VA_f = \sqrt{(\sum W_f)^2 + (\sum VA_{rf})^2}$	
$\sum PF_f = \frac{\sum W_f}{\sum VA_f}$	
$\sum V_{dc} = \frac{ch1V_{dc} + ch2V_{dc} + ch3V_{dc}}{\sqrt{3}}$	Methode 1
$\sum V_{dc} = \frac{ch1V_{dc} + ch2V_{dc} + ch3V_{dc}}{3}$	Methode 2

Tabelle 19: Summengleichungen – Drei Phasen, vier Leitungen (Fortsetzung)

$\sum A_{dc} = \frac{ch1A_{dc} \times ch1V_{dc} + ch2A_{dc} \times ch2V_{dc} + ch3A_{dc} \times ch3V_{dc}}{\sqrt{3} \sum V_{dc}}$	Methode 1
$\sum A_{dc} = \frac{ch1A_{dc} + ch2A_{dc} + ch3A_{dc}}{3}$	Methode 2
$\sum V_{rnm} = \frac{ch1V_{rnm} + ch2V_{rnm} + ch3V_{rnm}}{\sqrt{3}}$	Methode 1
$\sum V_{rnm} = \frac{ch1V_{rnm} + ch2V_{rnm} + ch3V_{rnm}}{3}$	Methode 2
$\sum A_{rnm} = \frac{ch1A_{rnm} \times ch1V_{rnm} + ch2A_{rnm} \times ch2V_{rnm} + ch3A_{rnm} \times ch3V_{rnm}}{\sqrt{3} \sum V_{rnm}}$	Methode 1
$\sum A_{rnm} = \frac{ch1A_{rnm} + ch2A_{rnm} + ch3A_{rnm}}{3}$	Methode 2
$\sum V_{cmn} = \frac{ch1V_{cmn} + ch2V_{cmn} + ch3V_{cmn}}{\sqrt{3}}$	Methode 1
$\sum V_{cmn} = \frac{ch1V_{cmn} + ch2V_{cmn} + ch3V_{cmn}}{3}$	Methode 2
$\sum A_{cmn} = \frac{ch1A_{cmn} \times ch1V_{cmn} + ch2A_{cmn} \times ch2V_{cmn} + ch3A_{cmn} \times ch3V_{cmn}}{\sqrt{3} \sum V_{cmn}}$	Methode 1
$\sum A_{cmn} = \frac{ch1A_{cmn} + ch2A_{cmn} + ch3A_{cmn}}{3}$	Methode 2
$\sum WHr = ch1WHr + ch2WHr + ch3WHr$	
$\sum AHR = \frac{ch1AHR + ch2AHR + ch3AHR}{3}$	
$\sum VA_rH_f = ch1VA_rH_f + ch2VA_rH_f + ch3VA_rH_f$	
$\sum VA_rHr = \sqrt{(\sum VA_rH_f)^2 + (\sqrt{ch1VA_rHr^2 - ch1VA_rH_f^2} + \sqrt{ch2VA_rHr^2 - ch2VA_rH_f^2} + \sqrt{ch3VA_rHr^2 - ch3VA_rH_f^2})^2}$	
$\sum VAHr = \sqrt{(\sum WHr)^2 + (\sum VA_rHr)^2}$	
$\sum W_{av} = ch1W_{av} + ch2W_{av} + ch3W_{av}$	
$\sum PF_{av} = \frac{\sum WHr}{\sum VAHr}$	

Kommunikationsschnittstellen

Der PA3000 ist standardmäßig mit RS-232, Ethernet und USB ausgestattet. GPIB ist als Option verfügbar. Ein USB-Hostanschluss befindet sich auf dem Frontpaneel, weitere Kommunikationsschnittstellen befinden sich auf der Rückseite.

USB-Hostanschluss auf dem Frontpaneel

- Einzelanschluss auf dem Frontpaneel
- USB 2.0-kompatibel
- Versorgung: 250 mA, +5 V

Tabelle 20: Beschreibungen der USB-Anschlussstifte

Pin	Beschreibung
1	+5 V
2	Daten (D-)
3	Daten (D+)
4	Masse

USB-Flash-Laufwerksanforderungen:

- Das USB-Flash-Laufwerk muss mit dem FAT12-, FAT16- oder FAT32-Dateisystem formatiert sein.
- Die Sektorgröße muss 512 Byte betragen. Die Clustergröße kann bis zu 32 kB betragen.
- Nur BOMS (Bulk Only Mass Storage)-Geräte, die den SCSI- oder den AT-Befehlssatz unterstützen, werden unterstützt. Weitere Informationen zu BOMS-Geräten finden Sie in dem Dokument „Universal Serial Bus Mass Storage Class – Bulk Only Transport Rev. 1.0“, herausgegeben vom USB Implementers Forum.

Kommunikationsschnittstellen auf der Rückseite Die folgende Abbildung und Tabelle beschreiben die Kommunikationsschnittstellen auf der Rückseite des Leistungsanalysators.

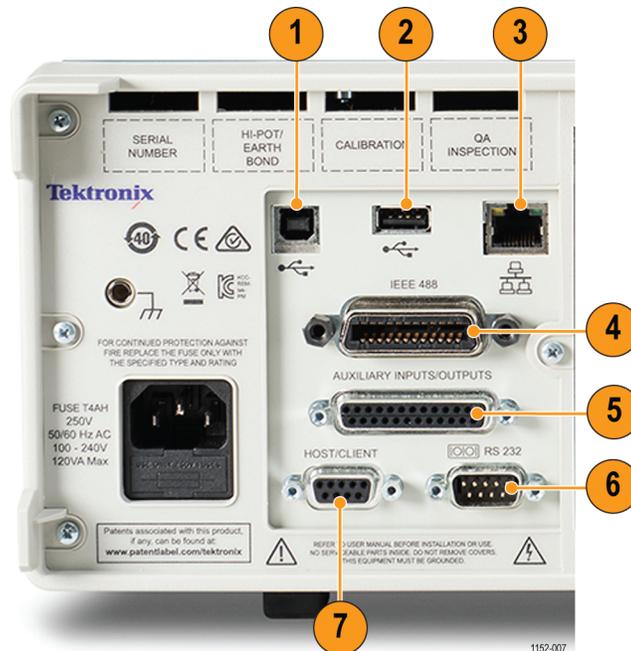


Abbildung 61: Kommunikationsschnittstellen auf der Rückseite des Leistungsanalysators

Tabelle 21: Kommunikationsschnittstellen auf der Rückseite

Nr.	Beschreibung
1	USB-Peripheriegerät. Zum Anschließen des Leistungsanalysators an einen Host-PC.
2	USB-Hostanschluss (Ungenutzt)
3	Ethernet-Schnittstelle
4	GPiB-Schnittstelle (optional)
5	AUX-Anschluss
6	RS-232-Schnittstelle
7	Host/Client-Schnittstelle (Ungenutzt)

USB-Peripherieschnittstelle.

- USB 2.0-kompatibel
- Volle Geschwindigkeit (12 MBit/s).

Ethernet-Schnittstelle.

- IEEE 802.3-kompatibel, 10Base-T
- Anschluss: RJ-45 mit Verbindungs- und Aktivitätsanzeigen
- TCP/IP-Verbindung an Port 5025
- SZ-Verbindung auf Anschluss 5030

Tabelle 22: Beschreibungen der Ethernet-Stifte

Pin	Signalname
1	Daten (Tx+)
2	Daten (Tx-)
3	Daten (Rx+)
4	Masse
5	Masse
6	Daten (Rx-)
7	Masse
8	Masse

IEEE 488/GPIB (optional). Die IEEE 488-Schnittstelle ist mit normalen GPIB-Kabeln kompatibel, die mit dem PA3000 verwendet werden können.

Tabelle 23: Beschreibungen der Stiftekongfiguration der GPIB-Schnittstelle

Pin	Signalname	Pin	Signalname
1	Daten 1	13	Daten 5
2	Daten 2	14	Daten 6
3	Daten 3	15	Daten 7
4	Daten 4	16	Daten 8
5	EOI (Beenden oder Identifizieren)	17	REN (Fernsteuerung aktivieren)
6	DAV (Daten gültig)	18	Masse
7	NRFD (Nicht bereit für Daten)	19	Masse
8	NDAC (Daten nicht akzeptiert)	20	Masse
9	IFC (Schnittstelle aufheben)	21	Masse
10	SRQ (Dienst Anforderung)	22	Masse
11	ATN (Achtung)	23	Masse
12	Schirmmasse	24	Masse

Aux-Eingänge/Ausgänge.

Der PA3000 ist mit einer Reihe von Aux-Eingängen und -Ausgängen ausgestattet. Dies sind:

- 4 Analogeingänge
- 2 Zählereingänge
- 4 Digitalausgänge

Die Pin-Zuordnungen auf dem Aux-Anschluss sind wie folgt:

Tabelle 24: Beschreibungen der AUX-Eingangs-/Ausgangsstifte

Pin	Signalname	Pin	Signalname
1	Analogeingang 1	7	Digitalausgang 3
2	Analogeingang 2	8	Digitalausgang 4
3	Analogeingang 3	9	Zählereingang 1
4	Analogeingang 4	10	Zählereingang 2
5	Digitalausgang 1		
6	Digitalausgang 2		

Pin 11 bis Pin 22 sind mit Masse verbunden. Pin 23 bis Pin 25 sind nicht verbunden.

Serielle Schnittstelle.

- 9-poliger D-Stecker auf der Geräterückseite
- RS-232-Schnittstelle zum Anschließen an einen PC zur Fernsteuerung über ein Direktkabel
- Verfügbare Baudraten sind 9600, 19200, (Vorgabewert) 38400
- 8 Datenbit, keine Parität, ein Stoppbit, Hardware-Flusssteuerung

Tabelle 25: Beschreibungen der RS-232-Schnittstellenstifte

Pin	E/A	Signalname	Pin	E/A	Signalname
1		Kein Anschluss	6		Kein Anschluss
2	Aus	TXD	7	Ein	RTS
3	Ein	RXD	8	Aus	CTS
4		Kein Anschluss	9		Kein Anschluss
5		Masse			

Index

A

Aktualisierungsrate, 66
:ANA, 97
Analogeingänge, 59
Anhalten der Integration, 51
Anschlüsse
 des Prüflings, 5
 Messumformer mit
 Spannungseingang, 36
 Nebenschlusswiderstand, 34
 Spannungswandler, 38
 Stromwandler, 33
Anschlusskonfigurationen, 53
Anschlussreihenfolge, 2
Anwendungsbeispiele, 113
 Effizienzmessungen, 114
Aufzeichnung von Daten auf
 einem Speichergerät, 28
Aufzeichnungsintervall
 Konfiguration, 62
Außenleitermessungen, 55
Austastung, 66
Auto-Null, 66
Aux-Eingänge/Ausgänge, 166
:AVG, 102

B

Balkendiagrammansicht, 16
Baudrate, 61
:BDW, 96
Bedienelemente und Anschlüsse
 Frontpaneel, 11
Befehl für Analogeingänge, 97
Befehl für Anzeigedaten, 100
Befehl für Auto-Null, 103
Befehl für Bildschirmaufnahme
 :DISP:DATA?, 100
Befehl für das
 Kalibrierungsdatum, 77
Befehl für das Zurückgeben der
 Ethernet-Konfiguration, 99
Befehl für den Kartentyp, 78

Befehl für die
 Aktualisierungsrate, 103
Befehl für die Bandbreite, 96
Befehl für die
 Ethernet-MAC-Adresse, 100
Befehl für die
 Maximalwertspalte, 86
Befehl für die Skalierung, 97
Befehl für die statische
 Ethernet-Konfiguration, 99
Befehl für die Systemzeit, 104
Befehl für Gruppenname, 92
Befehl für Information zu math.
 Funktionen, 101
Befehl für Mindestwertspalte, 86
Befehl für Modus „Integrator“, 89
Befehl für Modus
 „PWM-Motor“, 91
Befehl für Modus
 „Vorschaltgerät“, 88
Befehl für „Standby Modus“
 (Standby-Modus), 89
Befehl für Stromverbrauch, 105
Befehl für SUM-Ergebnisse, 87
Befehl für Systemdatum, 104
Befehl für
 USB-Datenaufzeichnung, 100
Befehl zu
 Frequenzeinstellungen, 95
Befehl zum Anzeigen des
 Phasenwinkels, 84
Befehl zum Auswählen des
 aktiven Kanals, 77
Befehl zum Auswählen von
 Ergebnissen, 79
Befehl zum Einstellen der
 Gesamtoberwellenverzerrung, 84
Befehl zum Einstellen des
 Telefonstörfaktors, 85
Befehl zum Festlegen der aktiven
 Gruppe, 76
Befehl zum Lesen der aktiven
 Gruppe, 77

Befehl zum Lesen der
 ausgewählten Ergebnisse, 81
Befehl zum Lesen von
 Vordergrunddaten, 82
Befehl zum Verschieben von
 Ergebnissen, 81
Befehl zur Aktivierung
 mathematischer
 Funktionen, 101
Befehl zur
 Anschlusskonfiguration, 92
Befehl zur Austastung, 102
Befehl zur Auswahl des
 Nebenschlusswiderstands, 94
Befehl zur
 Bereichseinstellung, 93
Befehl zur Einstellung des
 Verzerrungsfaktors, 84
Befehl zur Konfiguration von
 Oberwellen, 83
Befehl zur
 Mittelwertbildung, 102
Befehl zur Rückgabe des aktiven
 Kanals, 77
Befehl zur Rückgabe
 mathematischer
 Ergebnisse, 102
Befehle
 Senden und Empfangen, 106
Befehle für
 Datenaufzeichnung, 100
 :DATA:USB, 100
 :MATH?, 102
 :MATH:FUNC, 101
 :MATH:FUNC:EN, 101
Befehle für Diagramme und
 Signalkurven, 98
Befehle zum Abfragen von
 Geräteinformationen, 77
 :CAL:DATE?, 77
 :SYST:CTYPE?, 78
Befehle zum Auslesen von
 Messgrößen, 78

- Befehle zum Auswählen und Auslesen von Messergebnissen
 - :FRD?, 82
 - :FRF?, 81
 - :MOVE, 81
 - :SEL, 79
- Befehle zum Auswählen von Messergebnissen, 78
- Befehle zur Benutzerkonfiguration, 105
 - :CFG:USER, 105
- Befehle zur Eingangseinstellung, 92
 - :ANA, 97
 - :BDW, 96
 - :FSR, 95
 - :NAME, 92
 - :RNG, 93
 - :SCL, 97
 - :SHU, 94
 - :WRG, 92
- Befehle zur Konfiguration von Messwerten, 83
 - :HMX:VLT/AMP, 83
 - :HMX:VLT/AMP:DF, 84
 - :HMX:VLT/AMP:PHA, 84
 - :HMX:VLT?AMP:THD, 84
 - :HMX:VLT/AMP:TIF, 85
 - :MAX, 86
 - :MIN, 86
 - :SUM, 87
- Befehle zur Moduseinstellung, 88, 89
 - :MOD, 88
 - :MOD:BAL, 88
 - :MOD:PWM, 91
 - :MOD:SBY, 89
- Befehle zur Systemkonfiguration, 102
 - :AVG, 102
 - :BLK, 102
 - :SYST:DATE, 104
 - :SYST:POWER, 105
 - :SYST:TIME, 104
 - :SYST:ZERO, 103
 - :UPDATE, 103
- Befehlsauflistung, 73
- Befehlssyntax, 73
- Beispiele
 - Auswählen und Zurückgeben von Ergebnissen, 107
 - Auswählen von Messgrößen für die Anzeige, 9
 - Für eine Gruppe von Kanälen, 108
 - Oberwellen, 108
 - Wiederholte ErgebnISRückgabe, 107
- Betrieb per Fernsteuerung
 - Schnittstelle für Ethernet-Systeme, 70
 - Schnittstelle für GPIB-Systeme, 71
 - Schnittstelle für USB-Systeme, 70
 - Schnittstelle mit RS-232-Systemen, 70
 - Übersicht, 70
- Bildschirmaufnahme, 26
- Bildschirmhilfe, 10
- :BLK, 102
- .bmp-Datei, 26
- Buchstaben eingeben, 27
- C**
 - :CAL:DATE?, 77
 - :CFG:USER, 105
 - *CLS, 74
 - :COM:ETH, 99
 - :COM:ETH:MAC, 100
 - :COM:ETH:STAT, 99
 - :COM:IEE, 98
 - :COM:RS2, 98
- D**
 - :DATA:USB, 100
 - Datenaufzeichnung, 28
 - Datenformat, 29
 - Datenprotokoll, 62
 - Datenspeicherung, 29
 - Diagramme, 59
- Diagramme und Signalkurven, 59
 - integrator parameters (Integratorparameter), 60
 - Signalkurven, 60
- :DISP:DATA?, 100
- :DSE, 75
- :DSE?, 76
- :DSR?, 76
- DST, 61
- :DVC, 76
- E**
 - Eingänge, 53
 - Analogeingänge, 59
 - Bandbreite, 58
 - Bereichseinstellung, 56
 - Externer Strom, 32
 - Feste/automatische Bereichseinstellung, 56
 - Frequenzquelle, 57
 - Nebenschlusswiderstände, 57
 - ranges (Bereiche), 56
 - Skalierung, 58
 - Spannung, 32
 - Stromstärke, 32
 - wiring (Verkabelung), 53
 - Einschalten, 3
 - Einstellen der Oberwellen, 44
 - Einstellen der Verzerrung, 44
 - Ergebnisansicht, 7, 13
 - Erste Schritte, 1
 - *ESE, 74
 - *ESE?, 75
 - *ESR?, 75
 - Ethernet Configuration (Ethernet-Konfiguration), 61
 - Verbindung mit totem Socket, 61
 - Ethernet-Schnittstelle, 165
 - Externe Messumformer, 39
 - Externe Stromeingänge, 32
- F**
 - Firmware-Version, 23
 - Formeln für SUM-Spannung, 47
 - Formeln für SUM-Strom, 47

- :FRD?, 82
- :FRF?, 81
- Frontpaneel
 - Balkendiagrammansicht, 16
 - Bedienelemente und Anschlüsse, 11
 - Bedienung, 11
 - Buchstabentasten, 26
 - Ergebnisansicht, 13
 - Formeltasten, 27
 - Funktionstasten, 26
 - Hilfetaste, 26
 - Integratoransicht, 18
 - Mathematikansicht, 22
 - Menütaste, 26
 - Schnellansicht-Tasten, 12
 - Setup-Ansichten, 23
 - Signalansicht, 14
 - Softkeys, 25
 - USB-Anschluss, 24
 - Vektoransicht, 20
 - Zifferntasten, 27
- :FSR, 95
- G**
 - Gemessene Parameter, 156
 - Genauigkeitgleichungen, 158
 - Gesamtoberwellenverzerrung, 44
 - Gleichungen
 - Genauigkeit, 158
 - global
 - einstellungen, 4
 - GPIB, 61
 - GPIB-Befehle, 74
 - GPIB-Konfigurationsbefehl, 98
 - Grundlegende Installation, 1
 - Gruppe
 - Definition, 4
 - Einstellungen, 4
- H**
 - Hardkey-Tasten
 - links und rechts, 8
 - Hilfetaste, 10
 - :HMX:VLT/AMP, 83
 - :HMX:VLT/AMP:DF, 84
 - :HMX:VLT/AMP:PHA, 84
 - :HMX:VLT?AMP:THD, 84
 - :HMX:VLT/AMP:TIF, 85
- I**
 - *IDN?, 74
 - IEEE 488.2
 - Standard-Befehle, 74
 - Statusbefehle, 74
 - IEEE
 - 488/GPIB-Schnittstelle, 165
 - :INST:NSEL, 76
 - :INST:NSEL?, 77
 - :INST:NSELC, 77
 - :INST:NSELC?, 77
 - Integration starten, 50
 - Integratoransicht, 18
 - Integrierte
 - Nebenschlusswiderstände, 32
 - Interne Uhrzeit, 67
- K**
 - Kanal- und Gruppenbefehle, 76
 - :INST:NSEL, 76
 - :INST:NSEL?, 77
 - :INST:NSELC, 77
 - :INST:NSELC?, 77
 - Kanaleinstellungen, 5
 - Kommunikationsschnittstellen, 163
 - Ethernet-Schnittstelle, 165
 - IEEE 488/GPIB, 165
 - Serielle Schnittstelle, 167
 - USB-Host, 163
 - USB-Peripheriegerät, 165
- L**
 - Links-/Rechts-Hardkey-Tasten, 8
- M**
 - :MATH?, 102
 - Math. Befehle, 101
 - :MATH:FUNC, 101
 - :MATH:FUNC:EN, 101
 - Mathematikansicht, 22
 - Mathematische Ergebnisse, 62
 - :MAX, 86
 - Menü „Frequency Source“
 - (Frequenzquelle), 57
 - Menü „Integrator Graph“
 - (Integrator diagramm), 60
 - Menü „Measurement Configuration“
 - (Messkonfiguration), 43
 - Menü „User Configuration“
 - (Benutzerkonfiguration), 68
 - Menüsystem
 - Messgrößen, 40
 - Merkmale und Funktionen, xvii
 - Messgrößen
 - Einstellen der Oberwellen, 44
 - Einstellen der Verzerrung, 44
 - Formeln für
 - SUM-Spannung, 47
 - Formeln für SUM-Strom, 47
 - Konfiguration, 43
 - Spalte für Max-Hold, 46
 - Spalte für Min-Hold, 46
 - Spalte für
 - SUM-Ergebnisse, 46
 - Messgrößenmenü, 40
 - Messumformer
 - Anschlüsse, 36
 - Messwerte konfigurieren, 43
 - :MIN, 86
 - Mittelwertbildung, 66
 - :MOD, 88
 - :MOD:BAL, 88
 - :MOD:INT, 89
 - :MOD:PWM, 91
 - :MOD:SBY, 89
 - Modi, 47
 - Integrator, 49
 - Normal, 48
 - PWM-Motor, 52
 - Standby-Leistung, 48
 - Vorschaltgerät, 48
 - Modus „Integrator“, 49
 - Konfiguration, 50
 - Modus „Normal“, 48
 - Modus „PWM-Motor“, 52
 - Modus „Standby-Leistung“, 48
 - Modus „Vorschaltgerät“, 48

Modusbefehl, 88
:MOVE, 81

N

:NAME, 92
Navigieren im Menüsystem, 9
Navigieren in der
 Ergebnisansicht, 8
Nebenschlusswiderstand
 Anschlüsse, 34
Nebenschlusswiderstände, 32
 Eingänge, 57
Netzanschluss für externe
 Messumformer, 39
Neutralleitermessungen, 56

R

:RNG, 93
RS-232-Konfigurationsbefehl, 98
*RST, 75
Rückseite
 Eingänge, 31

S

Schnellansicht-Tasten, 12
Schnittstellen, 61
 Ethernet Configuration
 (Ethernet-Konfiguration), 61
 GPIB-Adresse, 61
 RS-232-Baudrate, 61
Schnittstellenbefehle, 98
 :COM:ETH, 99
 :COM:ETH:MAC, 100
 :COM:ETH:STAT, 99
 :COM:IEE, 98
 :COM:RS2, 98
 :WAV, 98
:SCL, 97
:SEL, 79
Serielle Schnittstelle, 167
Seriennummer, 23
Setup-Ansichten, 23
:SHU, 94
Signalansicht, 14

Signalkurven, 59
Skalieren der Spannung, 38
Skalieren der Stromstärke, 33
Softkeys, 25
Software
 Aktualisieren von
 Firmware, 111
 Download-Software für den
 PA3000, 111
Spalte für Max-Hold, 46
Spalte für Min-Hold, 46
Spalte für SUM-Ergebnisse, 46
Spannungs-Messumformer
 Anschlüsse, 38
 Skalieren der Spannung, 38
Spannungswandler
 Skalieren der Spannung, 38
Statusmeldungen, 71
 Display Data Status Enable
 Register, 72
 Display Data Status
 Register, 72
 Standard Event Status Enable
 Register, 73
 Standard Event Status
 Register, 73
 Statusbyte, 71
 Statusbyte-Register, 72
*STB?, 75
Stromwandler
 Anschlüsse, 33
 Skalieren der Stromstärke, 33
:SUM, 87
Summgleichungen
 Drei Phasen, drei
 Leitungen, 161
 Drei Phasen, vier
 Leitungen, 162
 Eine Phase, drei
 Leitungen, 159
:SYST:CTYPE?, 78
:SYST:DATE, 104
:SYST:POWER, 105
:SYST:TIME, 104
:SYST:ZERO, 103

Systemkonfiguration
 Aktualisierungsrate, 66
 analyzer configuration
 (Analysatorkonfiguration), 68
 Austattung, 66
 Auto-Null, 66
 Clock (Zeit), 67
 Mittelwertbildung, 66
 Power saving
 (Stromsparfunktion), 67

T

Telefonstörfaktor, 45
THD, 44
TIF, 45

U

Umschalttaste, 27
:UPDATE, 103
USB-Anschluss, 24
USB-Flash-Laufwerksanforderungen, 164
USB-Hostanschluss, 163
USB-Peripherieschnittstelle, 165
User Configuration
 (Benutzerkonfiguration)
 Load from USB (Von USB
 laden), 68
 Preset Configuration
 (Voreingestellte
 Konfiguration), 68
 Save to USB (Auf USB
 speichern), 68
 Standardkonfiguration, 68

V

Vektoransicht, 20
Verbindung mit totem Socket, 61
Verbindung von Signalen, 31
Verzerrungsfaktor, 44

W

:WAV, 98
:WRG, 92