

Benutzerhandbuch

Tektronix

TPS2PWR1

Leistungsanalyse-Anwendung

071-1455-01

Copyright © Tektronix Inc. Alle Rechte vorbehalten. Lizenzierte Software-Produkte sind Eigentum von Tektronix oder deren Zulieferer und sind durch die Urheberrechtsgesetze der Vereinigten Staaten von Amerika sowie durch internationale Vertragsbestimmungen geschützt.

Verwendung, Vervielfältigung oder Offenlegung durch die Regierung unterliegen den Beschränkungen in Absatz (c)(1)(ii) der Bestimmung über „Rechte in technischen Daten und Computer-Software“ in DFARS 252.227-7013 bzw. in Abschnitt (c)(1) und (2) der Bestimmung über „Kommerzielle Computer-Software - eingeschränkte Rechte“ in FAR 52.227-19, sofern zutreffend.

Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete US- und Auslandspatente geschützt. Die Informationen in dieser Broschüre machen Angaben in allen früheren Unterlagen hinfällig. Änderungen der Spezifikationen und der Preisgestaltung vorbehalten.

Tektronix Inc., P.O. Box 500, Beaverton, OR 97077, USA

TEKTRONIX, TEK und TEKPROBE sind eingetragene Warenzeichen von Tektronix Inc.

GARANTIE

Anwendung TPS2PWR1

Tektronix garantiert, dass das oben aufgeführte Produkt für einen Zeitraum von einem (1) Jahr ab Kaufdatum bei einem autorisierten Tektronix-Händler keine Material- und Qualitätsfehler 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. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. Bei den Teilen, Modulen und Ersatzprodukten, die Tektronix zur Fehlerbehebung während der Garantiezeit verwendet, kann es sich um neue oder neuwertige Teile, Module bzw. Produkte handeln. 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 passende Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an das Tektronix-Kundendienstzentrum verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein, und eine Kopie des Erwerbsnachweises durch den Kunden muss beigelegt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse innerhalb des Landes des Tektronix-Kundendienstzentrums 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.

GARANTIE (Fortsetzung)
Anwendung TPS2PWR1

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFT 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.

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Sicherheitshinweise	ii
Tektronix-Kontaktinformationen	vi

Erste Schritte

Erste Schritte	1-1
Bedienungsgrundlagen	1-2
Nennwerte	1-2
Start	1-4
Überprüfen des Moduleinbaus	1-8
Fehlerbehebung bei der Modulinstallation	1-9

Referenz

Leistungsanalyse	2-1
Signalanalyse	2-9
Phasenwinkel	2-15
Oberwellen	2-21
Schaltverlust	2-29
dY/dt-Messungen	2-41
P5120-Spezifikation	2-43

Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie die folgenden Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz gegen Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Produkt oder an damit verbundenen Produkten.

Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß der Spezifikation, um jede mögliche Gefährdung auszuschließen.

Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Verwenden Sie ein ordnungsgemäßes Netzkabel. Verwenden Sie nur das mit diesem Produkt ausgelieferte und für das Einsatzland zertifizierte Netzkabel.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüflleitungen an, während diese in Betrieb sind.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Schließen Sie den Tastkopf-Ausgang an das Messinstrument an, bevor Sie den Tastkopf an den zu testenden Stromkreis anschließen. Trennen Sie den Anschluss des Tastkopfeingangs und den Tastkopf-Referenzleiter vom Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf vom Messgerät trennen.

Beachten Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Beachten Sie alle Angaben auf diesem Produkt, um Feuer oder einen Stromschlag zu vermeiden. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Verwenden Sie den richtigen Tastkopf. Um einen Stromschlag zu vermeiden, verwenden Sie einen ordnungsgemäß ausgelegten Tastkopf für die Messungen.

Potenzialfrei. Mit dem P2220-Tastkopf-Referenzleiter dürfen keine potenzialfreien Messungen über $> 30 \text{ V}_{\text{eff}}$ vorgenommen werden. Verwenden Sie einen P5120 (bis zu $600 \text{ V}_{\text{eff}}$ CAT II oder $300 \text{ V}_{\text{eff}}$ CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Referenzleiter potenzialfreie Messungen über $30 \text{ V}_{\text{eff}}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Ausschalten. Das Gerät kann über das Netzkabel vom Stromnetz getrennt werden.

Tauschen Sie die Akkus ordnungsgemäß aus. Ersetzen Sie die Akkus nur mit Akkus des geeigneten Typs und mit den geeigneten Angaben.

Laden Sie die Akkus ordnungsgemäß auf. Überschreiten Sie die empfohlenen Ladezeiten der Akkus nicht.

Verwenden Sie ein geeignetes Netzteil. Verwenden Sie ausschließlich das für dieses Gerät vorgesehene Netzteil.

Schließen Sie die Abdeckungen. Bedienen Sie dieses Produkt nicht, wenn die Abdeckungen entfernt sind.

Vermeiden Sie offen liegende Kabel. Berühren Sie keine offen liegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn der Strom eingeschaltet ist.

Bei Verdacht auf Funktionsfehler nicht betreiben. Lassen Sie dieses Produkt von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen, wenn Sie vermuten, dass es beschädigt ist.

Umgebung. Belastungsgrad 2 (Gemäß Definition in IEC61010-1:2001). Das Gerät darf nicht in Umgebungen betrieben werden, in denen leitende Verunreinigungen vorhanden sind. Die Umgebungseigenschaften sind in Anhang A des Benutzerhandbuchs für das Oszilloskop TPS2000 beschrieben.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in explosionsgefährdeter Atmosphäre betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sorgen Sie für die richtige Kühlung. Weitere Informationen zur Installation des Produkts mit ordnungsgemäßer Kühlung finden Sie im Handbuch.

Vermeiden Sie elektrische Überlastungen. Zur Vermeidung von Verletzungs- oder Brandgefahren dürfen Sie keine Potenziale an Eingänge (auch die Referenzeingänge) anschließen, die gegenüber der Masse stärker als das Auslegungspotenzial für diesen Eingang sind.

Vermeiden Sie offen liegende Kabel. Berühren Sie keine offen liegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn der Strom eingeschaltet ist.

Vermeiden Sie elektrische Schläge. Um Verletzungen und Todesfälle zu vermeiden, trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüflleitungen an, während diese in Betrieb sind.

Halten Sie die Oberfläche des Tastkopfes sauber und trocken. Um Stromschläge und Fehlablesungen zu vermeiden, halten Sie die Oberfläche des Tastkopfes sauber und trocken.

Schließen Sie die Referenzleitung richtig an. Wenn Sie mehrere Oszilloskop-Kanäle verwenden, müssen Sie die Referenzleitung des Tastkopfes für jeden Kanal direkt an den Massebezug des gemessenen Messpunktes anschließen. Diese Verbindungen sind deshalb notwendig, weil die Kanäle des Oszilloskops elektrisch gegeneinander isoliert sind. Sie haben keinen gemeinsamen Gehäuseanschluss. Verwenden Sie für jeden Tastkopf einen möglichst kurzen Referenzleiter, um eine hohe Signalgenauigkeit zu gewährleisten.

Wenn Fragezeichen angezeigt werden. Wenn der Messwertanzeige ein Fragezeichen folgt bzw. anstelle eines Werts ein Fragezeichen angezeigt wird, kann der Messbereich zu klein sein oder ein sonstiger Fehler vorliegen. Möglicherweise ist auch die Messung ungültig, oder es liegen gefährliche Spannungen an. Stellen Sie die vertikale Skala erneut ein, positionieren Sie oder drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP** auf der Frontplatte.

Symbole und Begriffe

Begriffe in diesem Handbuch. Die folgenden Begriffe werden in diesem Handbuch 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.*

Begriffe auf dem Produkt. Die folgenden Begriffe befinden sich unter Umständen auf dem Produkt:

DANGER 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 eine Gefahr für das Produkt oder andere Gegenstände hin.

Symbole auf dem Produkt. Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



VORSICHT
Beachten Sie die
Hinweise im
Handbuch.



Standby



Gehäuseerdung



Tektronix-Kontaktinformationen

Adresse Tektronix, Inc.
Abteilung oder Name (wenn bekannt)
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Website www.tektronix.com

**Technischer
Support** E-Mail: techsupport@tektronix.com



Erste Schritte

Erste Schritte

Die TPS2PWR1-Leistungsanalyse-Anwendung ermöglicht Leistungsmessungen auch mit einem Oszilloskop der Serie TPS2000.

Dies sind die besonderen Merkmale:

- Leistungsanalyse – Berechnung von Wirkleistung, Blindleistung, Leistungsfaktor und Phasenwinkel für ein Paar von Spannungs- und Stromsignalen.
- Signalanalyse – Berechnung von Effektivwert, Spitzenfaktor und Frequenz eines Signals.
- Phasenwinkel – Berechnung des Phasenwinkels zwischen jedem Paar von drei Spannungs- oder Stromsignalen.
- Oberwellen – Berechnung von bis zu 50 Oberwellen und Anzeige des Phasenwinkels jeder Oberwelle zur Grundfrequenz, der Prozentsatz bezogen auf die Grundfrequenz und der THD/TDD-Wert für das gesamte Signal.
- Schaltverlust – Berechnet den Anschaltverlust, Abschaltverlust, den Leitungsverlust und den Gesamtschaltverlust für ein Paar von Spannungs- und Stromsignalen.
- dV/dt - und di/dt -Cursor – Berechnung von dv/dt oder di/dt zwischen zwei Cursors auf einem Signal.

Bedienungsgrundlagen

Informationen über Nennwerte und Bedienungsgrundlagen finden Sie im Benutzerhandbuch für das TPS2000 sowie den Anweisungen für P2220 und P5120. Hierzu gehören auch Informationen über Sicherheit, Installation, Funktionstests, Tastkopfdämpfung und Skalierungseinstellungen sowie die Selbstkalibrierung.

Nennwerte

TPS2000

Oszilloskope der Serie TPS2000 sind ausgelegt auf ein Signal von 300 V CAT II zur Masse (IEC 61010) und 600 V CAT II potenzialfreie Referenz zur Erdung.

P2220

Es gelten die folgenden Kenndaten für den passiven Tastkopf P2220:

Position X10: Tastkopfspitze für 300 V_{eff} und CAT II zur Erdung

Position X1: Tastkopfspitze für 150 V_{eff} und CAT II zur Erdung

Der Tastkopf-Referenzleiter ist auf eine potenzialfreie Nennspannung von 30 V_{max} zur Erdung ausgelegt.

P5120

Es gelten die folgenden Kenndaten für den passiven Hochspannungstastkopf P5120:

1000 V_{eff} CAT II Tastkopfspitze zur Erdung.

Der Tastkopf-Referenzleiter ist auf eine potenzialfreie Nennspannung von 600 V_{eff} CAT II zur Erdung ausgelegt.

Überspannungskategorien

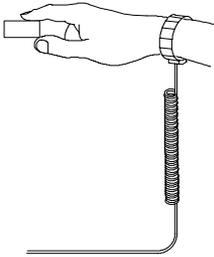
Überspannungskategorien sind wie folgt definiert:

- CAT III (Kategorie III): Verteilerebene, feste Installationen
- CAT II (Kategorie II): Lokale Ebene, Geräte, tragbare Ausrüstung
- CAT I (Kategorie I): Signalebene in Sondergeräten oder -geräteteilen, Telekommunikationseinrichtungen, Elektronik

Ausführlichere Produktspezifikationen sind im Benutzerhandbuch für Oszilloskope der Serie TPS2000 und die einzelnen Tastköpfe enthalten.

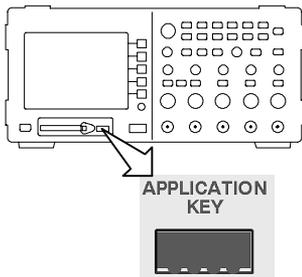
Start

Führen Sie die folgenden Schritte aus, um ein TPS2PWR1-Anwendungsmodul für das Oszilloskop der Serie TPS2000 zu installieren.



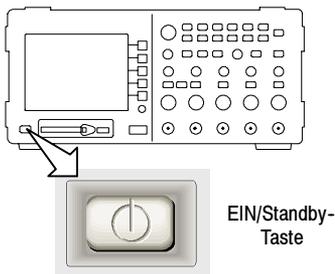
Beachten Sie die Vorsichtsmaßnahmen hinsichtlich elektrostatischer Entladungen.

Um Schäden am Oszilloskop oder am Anwendungsmodul zu vermeiden, halten Sie sich an die Vorsichtsmaßnahmen bezüglich elektrostatischer Entladungen. Verwenden Sie ein Armband zum Schutz vor elektrostatischen Entladungen.



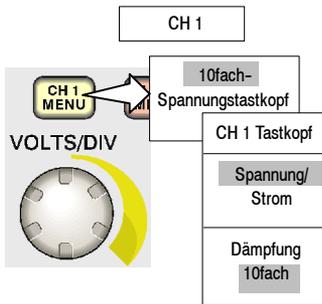
Fügen Sie den Anwendungsschlüssel ein.

Das Oszilloskop muss sich im ausgeschalteten Zustand befinden. Setzen Sie den Leistungsanalyse-Anwendungsschlüssel in den angegebenen Steckplatz ein (rechts unterhalb der Anzeige). Das Etikett auf dem Anwendungsschlüssel muss dabei nach oben zeigen.



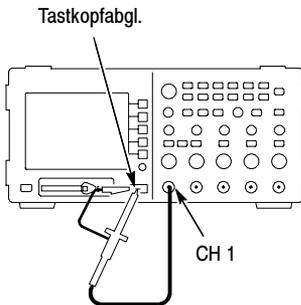
Schalten Sie das Oszilloskop ein.

Warten Sie, bis die Anzeige erscheint. Drücken Sie zum Fortfahren im seitlichen Menü auf die Taste **OK**.



Schließen Sie die Tastköpfe am Oszilloskop an, und richten Sie sie ein.

Drücken Sie die entsprechende Menütaste **CH 1**, **CH 2**, **CH 3** bzw. **CH 4** an der Frontplatte und die entsprechende Option **Spannung** bzw. **Strom** im seitlichen Menü und die Option **Dämpfung** im seitlichen Menü.

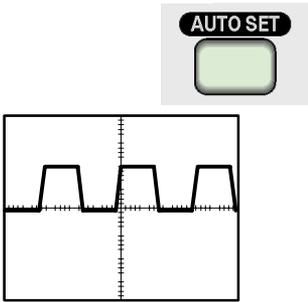


Kompensieren Sie die Spannungstastköpfe.

Schließen Sie einen P5120-Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskop an. Hierzu richten Sie den Steckplatz des Tastkopfsteckers am Gegenstück des BNC-Steckers von CH 1 aus, stecken ihn ein und drehen ihn nach rechts, bis er einrastet.

Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Referenzleiter an die PROBE COMP-Anschlüsse an. Wiederholen Sie diesen Schritt für jeden Tastkopf.

Entmagnetisieren Sie bei Bedarf die vorhandenen Spannungstastköpfe.

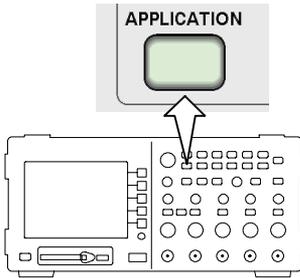


Beispiele für das Anschließen von Tastköpfen an Schaltkreise finden Sie in den Beispielen zur Anwendung im Abschnitt „Referenz“ in diesem Handbuch.

Wenn auf dem Bildschirm ein Fragezeichen angezeigt wird, drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP** an der Frontplatte, oder richten Sie das Oszilloskop entsprechend der Beschreibung weiter unten ein.

Zum Optimieren der automatischen Messungen in den Menüs Leistungsanalyse, Signalanalyse und Phasenwinkel stellen Sie das Oszilloskop wie folgt ein:

- Vom TPS2000 wird mindestens ein vollständiger Signalzyklus angezeigt.
- Die Amplitude jedes einzelnen Signals beträgt mehr als zwei Skalenteile.
- Alle Signaldatenpunkte werden auf dem Bildschirm angezeigt.
- Jeder Zyklus belegt mindestens eine horizontale Unterteilung auf der Skala.



Starten Sie die Anwendung.

Drücken Sie die Taste **ANWENDUNG** an der Frontplatte, um auf die Funktionen der Leistungsanalyse zuzugreifen. Im rechten seitlichen Menü des Oszilloskops wird das Menü der Leistungsanalyse-Anwendung angezeigt. Darin sind die unten abgebildeten Leistungsmessfunktionen enthalten.

Leistungsanalyse-Anwendung	Beschreibung
Leistungsanalyse	Wirkleistung, Blindleistung, Wirkleistungsfaktor, Phasenwinkel
Signalanalyse	Effektivwert, Spitzenfaktor und Frequenz.
Phasenwinkel	Phasenwinkel (in Grad) zwischen CH1, CH2 und, für 4-Kanal-Modelle, CH3
Oberwellen	Effektivwert der Grundschwingung, Phase, Frequenz und Effektivwert der Oberwelle.
Schaltverlust	Einschalt-, Ausschalt-, Leitungs- und Gesamtverlust.

Weitere Informationen über die allgemeine Einrichtung des Oszilloskops finden Sie im *Benutzerhandbuch für das TPS2000*.

Überprüfen des Moduleinbaus

Überprüfen Sie anhand der folgenden Tabelle, ob ein Anwendungsmodul installiert ist. Wenn das Oszilloskop die Menübefehle für das Anwendungsmodul nicht anzeigt, führen Sie die Schritte in *Beheben von Störungen bei der Modulinstallation* auf Seite 1-9 durch.

So überprüfen Sie dieses Modul	Drücken Sie diese Taste an der Frontplatte	Suchen Sie nach
TPS2PWR1	ANWENDUNG	Ein Menü mit folgendem Titel wird an der rechten Seite des Bildschirms angezeigt: Stromversorgung

Fehlerbehebung bei der Modulinstallation

Falls das Oszilloskop das Anwendungsmodul beim Einschalten nicht erkennt, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Schalten Sie das Oszilloskop aus.
2. Führen Sie die zuvor beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen hinsichtlich elektrostatischer Entladungen durch.
3. Nehmen Sie das Anwendungsmodul heraus.
4. Untersuchen Sie die Kontakte des Anwendungsmoduls auf Schäden.
5. Setzen Sie Anwendungsmodul wieder in das Oszilloskop ein.
6. Schalten Sie das Oszilloskop ein. Wenn das Oszilloskop die Menüoption des Anwendungsmoduls immer noch nicht anzeigt, liegt ein Problem mit dem Anwendungsmodul oder dem Steckplatz des Anwendungsmoduls vor. Dieses Problem muß vom Tektronix-Kundendienst behoben werden.

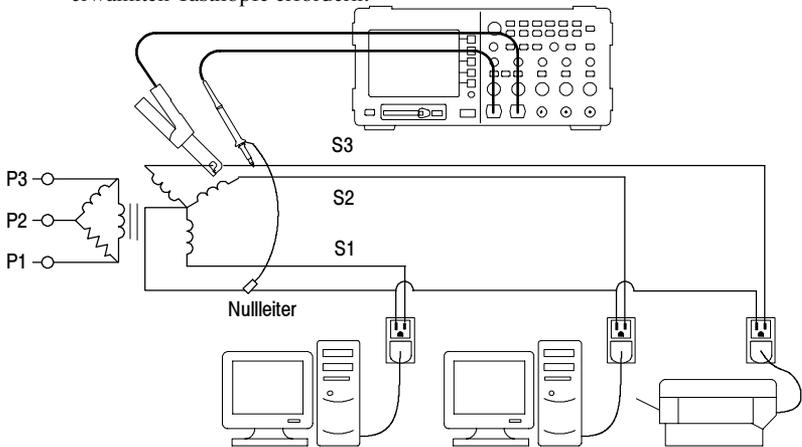


Referenz

Leistungsanalyse

Mit Hilfe der Funktionen des Menüs Leistungsanalyse können Sie die allgemeine Netzqualität an Ihrem Standort messen, beispielsweise in einem Büro oder an einer Produktionsstätte. Ermitteln Sie die Effizienz Ihres Standorts hinsichtlich der Energienutzung, oder beheben Sie Probleme mit fehlerhaften Anlagen.

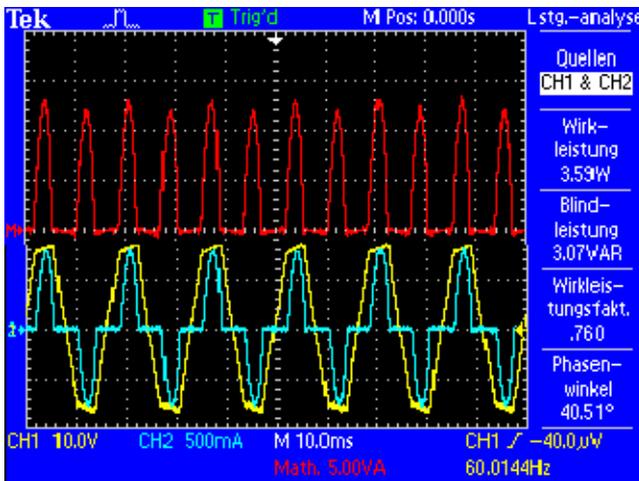
Schließen Sie zunächst das TPS2000 und einen entsprechenden passiven Spannungstastkopf (wie den P5120) und einen Stromtastkopf (wie den A622 bzw. TCP305) an den Teil des Netzverteilungssystems an, das geprüft werden soll (siehe Abbildung unten). Ihr jeweiliger Schaltkreis kann andere als die erwähnten Tastköpfe erfordern.



WARNUNG. Mit dem Referenzleiter des Tastkopfs P2220 dürfen keine Messungen in massefreien Schaltungen mit $> 30 \text{ V}_{\text{eff}}$ vorgenommen werden. Verwenden Sie einen P5120 (bis zu $600 \text{ V}_{\text{eff}}$ CAT II oder $300 \text{ V}_{\text{eff}}$ CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf oder einen geeigneten Hochspannungs-Differenzialtastkopf, wenn mit dem Referenzleiter potenzialfreie Messungen über $30 \text{ V}_{\text{eff}}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Drücken Sie die Taste **Leistungsanalyse**, um das Menü Leistungsanalyse aufzurufen. Am Oszilloskop werden die Spannungs- und Stromquellsignale und die dazugehörigen Messwerte angezeigt. Darüber hinaus erfolgt eine automatische Einrichtung und die Anzeige eines Math-Signals der momentanen Leistungsfunktion ($V \cdot A$).

Durch diese Leistungsanalysefunktionen wird die Interaktion der Strom- und Spannungsquellsignale analysiert. Für diese Vorgänge werden sowohl ein Spannungstastkopf als auch ein Stromtastkopf benötigt.



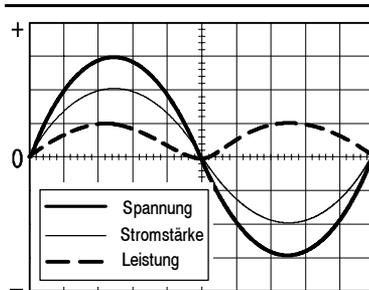
Das Menü bietet die folgenden Funktionen und Werte:

Menüoption	Beschreibung
Quellen	<p>Auswahl eines Kanalpaars. Wählen Sie an einem 4-Kanal-Oszilloskop eine der folgenden Optionen aus: (CH1 und CH2) oder (CH3 und CH4).</p> <p>Bei einem 2-Kanal-Oszilloskop sind die Quellen als CH1 und CH2 festgelegt.</p> <p>(CH1 und CH2) und (CH3 und CH4) müssen Paare von Signalen (Spannung, Strom) sein. Das Math-Multiplikations-Signal ist immer auf die Verwendung der ausgewählten Quellen festgelegt.</p>
Wirkleistung	<p>Anzeige der Wirkleistung. Diese wird durch Bestimmung des Mittelwerts des Math-Signals ($V \cdot A$) berechnet.</p>
Blindleistung	<p>Anzeige der Blindleistung. (Volts-Amps Reactive, VAR) Die Berechnung erfolgt durch Multiplikation des Effektivwerts des Spannungssignals, des Effektivwerts des Stromsignals und des Sinus des Phasenwinkels. Die Berechnung des Phasenwinkels wird im betreffenden Abschnitt des Handbuchs erläutert.</p>

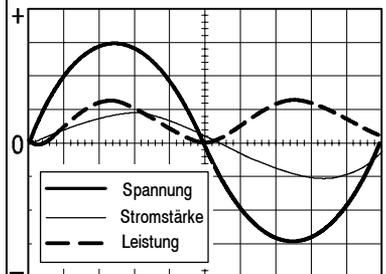
Menüoption	Beschreibung
Wirkleistung Faktor	<p>Anzeige des Verhältnisses (0 zu 1) von Wirkleistung zu Scheinleistung. Die Scheinleistung wird durch Multiplikation des Effektivwerts des Spannungssignals mit dem Effektivwert des Stromsignals berechnet.</p> <p>In der Regel verweist ein höherer Leistungsfaktor auf eine effizientere Energienutzung.</p> <p>Eine rein ohmsche Schaltung weist einen Leistungsfaktor von 1,0 auf. Eine rein induktive Schaltung weist einen Leistungsfaktor von 0,0 auf.</p>
Phasenwinkel:	<p>Anzeige des Winkels (-90° bis $+90^\circ$), dessen Kosinus den Wirkleistungsfaktor darstellt. Für Sinuskurven ist dieser Wert identisch mit dem im Menü Phasenwinkel gemessenen Phasenwinkel. Für Nicht-Sinuskurven können die zwei Messwerte für den Phasenwinkel voneinander abweichen.</p> <p>Der Winkel ist positiv, wenn das Signal an CH1 (typischerweise ein Spannungssignal) dem Signal an CH2 (typischerweise ein Stromsignal) vorausgeht. Der Winkel ist negativ, wenn das Signal auf CH1 zum Signal auf CH2 nach hinten versetzt ist.</p>

Abtastungsergebnisse

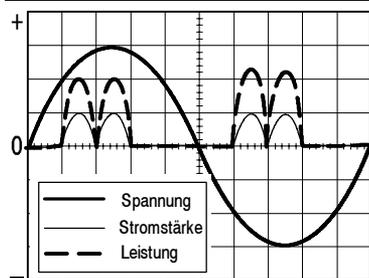
Analysieren Sie anschließend die Ergebnisse. In der nachfolgenden Abbildung sehen Sie stilisierte Beispiele.



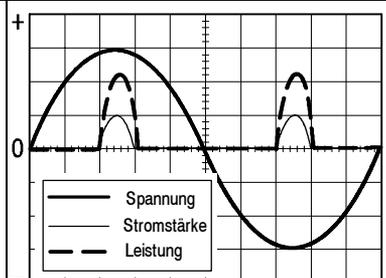
Leistungsfaktor = 1.
Phasenwinkel = 0° .
Spannung und Strom sind in Phase
Ohmsche Schaltung



Leistungsfaktor = 0,707.
Phasenwinkel = 45° .
Strom eilt der Spannung
um 45° nach.
Die Schaltung ist teilweise induktiv.



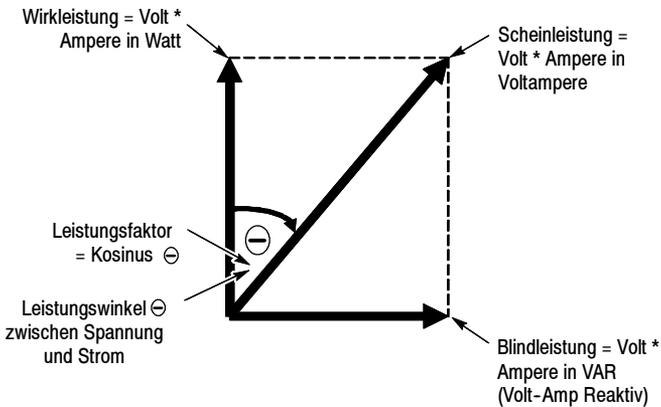
Leistungsfaktor = 0,9.
Phasenwinkel = 0° .
Spannung und Strom sind in Phase
Asymmetrischer Strom, der für den
Regelantrieb eines Motors typisch ist.



Leistungsfaktor = 0,9.
Phasenwinkel = 0° .
Spannung und Strom sind in Phase
Asymmetrischer Strom, der für ein
Schaltnetzteil typisch ist.

Tipps zum Betrieb

- Wenn das Menü Leistungsanalyse aufgerufen wird, aktiviert das Oszilloskop automatisch die als Quellen ausgewählten Kanäle. Darüber hinaus wird ein Math-Multiplikations-(V*A)-Leistungssignal eingeschaltet. Es werden keine anderen Änderungen an den Einstellungen vorgenommen.
- Die Leistungsmessungen in diesem Menü beruhen auf allen abgeschlossenen Zyklen im Spannungssignaldatensatz.
- Die in diesem Menü verwendeten Werte werden in der folgenden Abbildung genauer erklärt.



- Wenn die Messwertanzeige von einem Fragezeichen gefolgt wird bzw. anstelle eines Werts ein Fragezeichen angezeigt wird, kann der Messbereich zu klein sein, die Anzeige ist ungültig oder es liegen gefährliche Spannungen an. Stellen Sie die vertikale Skale erneut ein, positionieren Sie oder drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP** auf der Frontplatte.

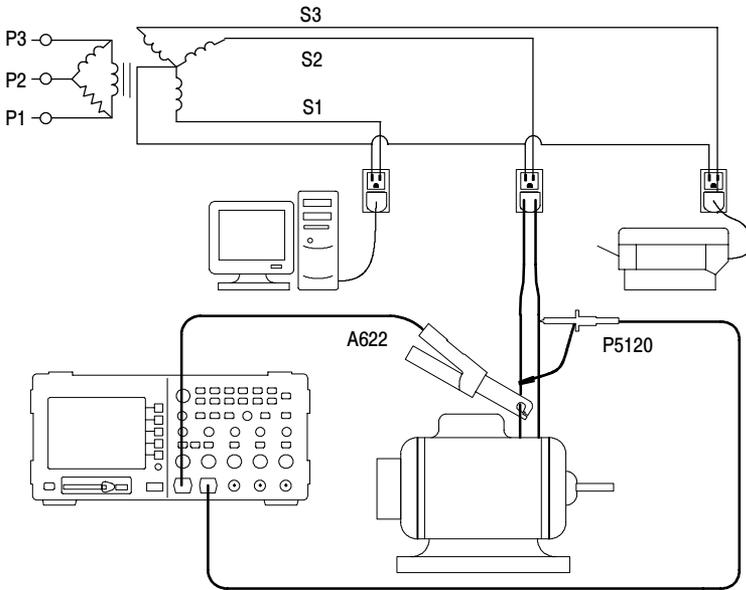
HINWEIS. *Messungen der Leistungsanalyse-Anwendung erfordern einen installierten TPS2PWR1-Anwendungsschlüssel.*



Signalanalyse

Mit den Funktionen des Menüs Signalanalyse können Sie den Spitzenfaktor messen und die Netzqualität weiter beschreiben. Dies ist hilfreich in Büros und Produktionsstätten, bei denen die Belastung in einigen Bereichen schwankt, wodurch die Netzqualität in angrenzenden Bereichen beeinträchtigt werden kann.

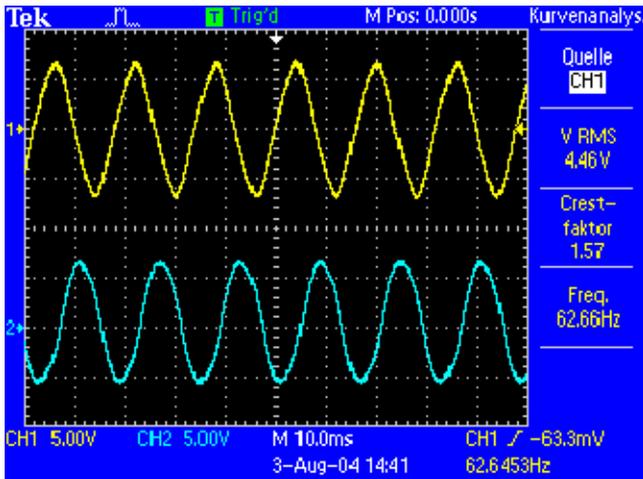
In der folgenden Abbildung werden Beispielkonfigurationen zum Messen des Spitzenfaktors für Spannung bzw. Stromstärke dargestellt.



WARNUNG. Mit dem Referenzleiter des Tastkopfs P2220 dürfen keine Messungen in massefreien Schaltungen mit $> 30 \text{ V}_{\text{eff}}$ vorgenommen werden. Verwenden Sie einen P5120 (bis zu $600 \text{ V}_{\text{eff}}$ CAT II oder $300 \text{ V}_{\text{eff}}$ CAT III) oder einen ähnlich eingestuften, passiven Hochspannungstastkopf oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Masseleiter potenzialfreie Messungen über $30 \text{ V}_{\text{eff}}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Drücken Sie die Taste **Signalanalyse**, um das Menü Signalanalyse rechts auf dem Bildschirm und das Spannungs- bzw. Stromquellsignal links vom Menü aufzurufen. Am Oszilloskop werden das Quellsignal und die Messwerte angezeigt.

Diese Funktionen zur Signalanalyse ermöglichen Messungen, die Ihnen beim Analysieren einzelner Signale behilflich sind. Für diese Operationen muss ein einzelner Spannungs- bzw. Stromastkopf eingesetzt werden.

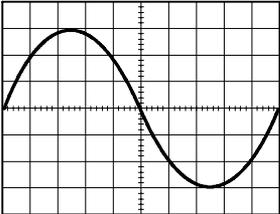


Das Menü bietet die folgenden Funktionen und Werte.

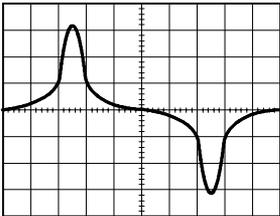
Menüoption	Beschreibung
Quelle	Wählt den Kanal aus. Sie haben die folgenden Auswahlmöglichkeiten: CH1 oder CH2 oder MATH. Bei 4-Kanal-Oszilloskopen können Sie auch CH3 oder CH4 auswählen.
Effektiv	Zeigt den Effektivwert des ersten abgeschlossenen Zyklus für das ausgewählte Signal an.
Spitzenfaktor	<p>Zeigt das Verhältnis des Höchstwerts des gesamten Signals zum Effektivwert des ersten abgeschlossenen Signalzyklus an.</p> <p>Das Verhältnis des Spitzenwerts des Signals zum Effektivwert.</p> <p>Dieses beträgt 1,414 für ein reines Sinussignal und 1,0 für ein 50 %-Tastverhältnis-Rechtecksignal.</p> <p>Der Spitzenfaktor für Spannung gibt indirekt die Reinheit der Netzversorgung an.</p> <p>Der Spitzenfaktor für Strom gibt indirekt an, ob die Belastung zu hohen AC-Scheitelströmen führen kann.</p>
Freq.	Zeigt die Frequenz an (invertierte Periode des ersten abgeschlossenen Zyklus).

Abtastungsergebnisse

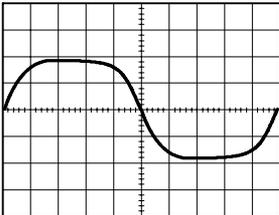
Anschließend analysieren Sie ihre Ergebnisse. In der nachfolgenden Abbildung sehen Sie stilisierte Beispiele.



Spitzenfaktor = 1,41.
Störungsfreies Sinussignal.



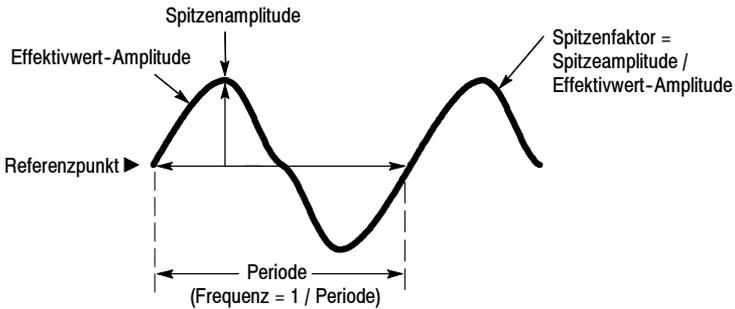
Spitzenfaktor > 1,41.
Stromspitze.
Typisch für nichtlineare Belastungen wie Schaltnetzteile.



Spitzenfaktor < 1,41.
Spannungssignal nach Überschreitung
des Scheitelpunkts.
Typisch für Netzteile mit nichtlinearen
Belastungen.

Tipps zum Betrieb

- Im Unterschied zu anderen Menüs in der Leistungsanalyse-Anwendung TPS2PWR1 werden durch das Menü Signalanalyse weder Kanäle ein- oder ausgeschaltet, noch andere Einstellungen geändert.
- Die in diesem Menü verwendeten Werte werden in der folgenden Abbildung genauer erklärt.



- Wenn die Messwertanzeige von einem Fragezeichen gefolgt wird bzw. anstelle eines Werts ein Fragezeichen angezeigt wird, kann der Messbereich zu klein sein, die Anzeige ist ungültig oder es liegen gefährliche Spannungen an. Stellen Sie die vertikale Skale erneut ein, positionieren Sie oder drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP** auf der Frontplatte.

HINWEIS. Messungen der Leistungsanalyse-Anwendung erfordern einen installierten TPS2PWR1-Anwendungsschlüssel.

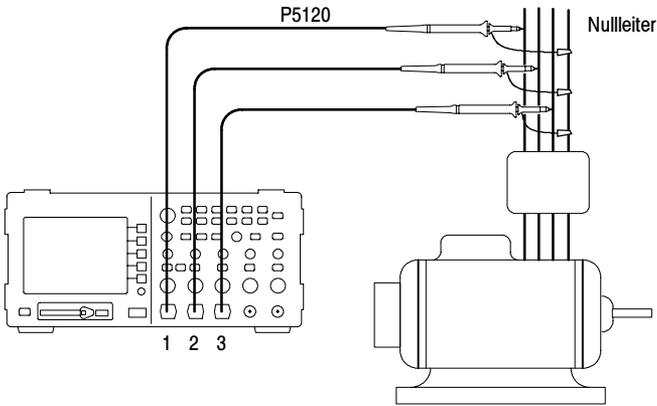
Phasenwinkel

Die Funktionen des Menüs Phasenwinkel unterstützen Sie bei der Untersuchung der Effizienz von Anwendungen, beispielsweise der Leistungsübertragung in gewerblichen Drehstromanwendungen.

Beispielsweise können Sie mit den Funktionen feststellen, ob phasenverschobene Spannungen zur Überhitzung in einem Drehstrommotor beitragen.

Da die Kanäle unabhängig voneinander isoliert sind, muss der Referenzleiter für jeden Tastkopf separat an den Referenzpunkt des Prüfkreis angeschlossen werden.

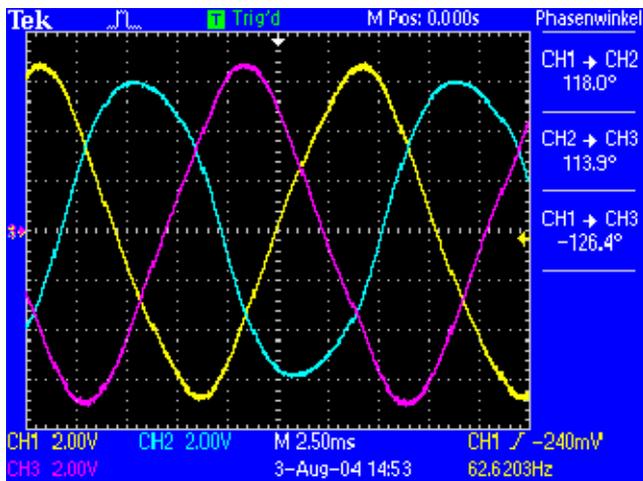
In der untenstehenden Abbildung wird eine Möglichkeit veranschaulicht, das Oszilloskop so anzuschließen, dass die Phasenwinkel der Eingangsspannung in den Regelantrieb eines Motors gemessen werden können.



WARNUNG. Mit dem Referenzleiter des Tastkopfs P2220 dürfen keine Messungen in massefreien Schaltungen mit $> 30 V_{eff}$ vorgenommen werden. Verwenden Sie einen P5120 (bis zu $600 V_{eff}$ CAT II oder $300 V_{eff}$ CAT III) oder einen ähnlich eingestuft, passiven Hochspannungstastkopf oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Masseleiter potenzialfreie Messungen über $30 V_{eff}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Drücken Sie die Taste **Phasenwinkel**, um das Menü Phasenwinkel anzuzeigen. Im Menü wird der Phasenwinkel zwischen beliebigen Paaren der drei Kanäle in einem elektrischen Drehstromsystem angezeigt.

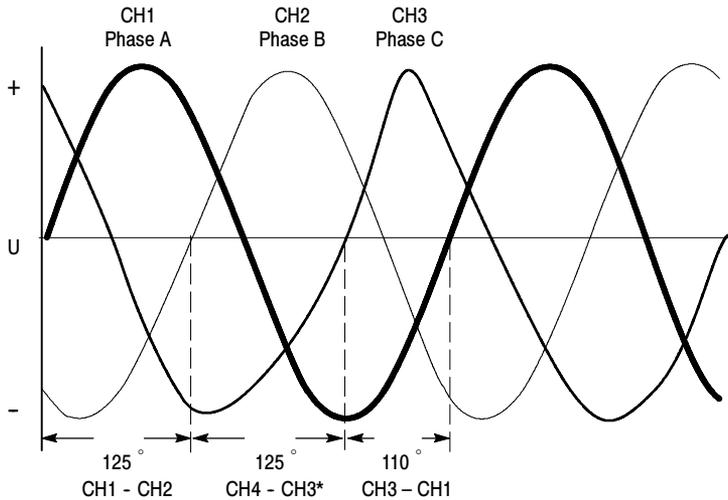
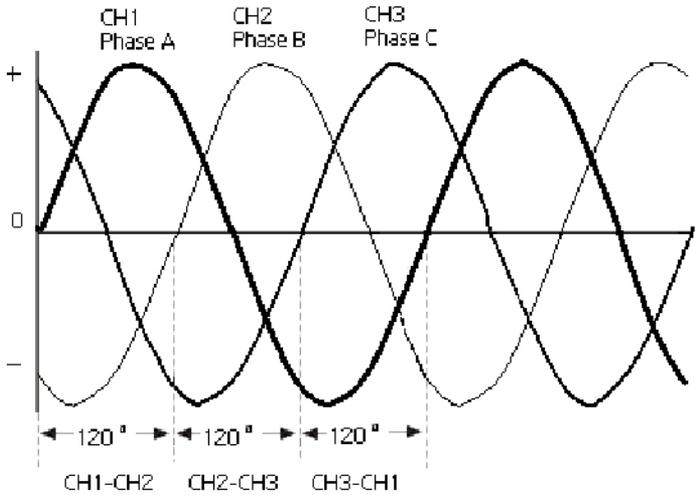
Vereinfachen Sie Ihre Messungen mit Hilfe der drei Spannungs- bzw. Stromtastköpfe und einer 4-Kanal-Version des TPS2000. Sie können auch ein 2-Kanal-Gerät verwenden, wenn Sie die Position der Tastköpfe während der Messungen ändern.



Die folgenden Messungen werden angezeigt:

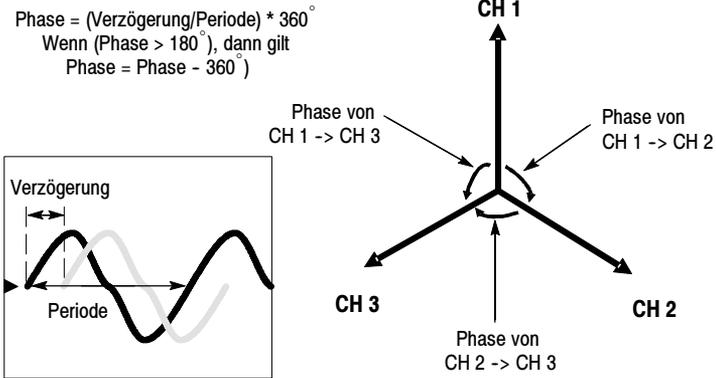
Menüoption	Beschreibung
Quelle	<p>CH1 -> CH2, CH2 -> CH3, CH1 -> CH3</p> <p>Wenn Sie mit einem 2-Kanal-Oszilloskop arbeiten, wird im Menü nur die Phasendifferenz zwischen Kanal 1 und Kanal 2 angezeigt. Sie müssen die Tastköpfe verschieben, um Drehstrommessungen durchzuführen.</p> <p>Der Bereich der Winkel (in Grad) erstreckt sich von -180° bis $+180^\circ$.</p> <p>Der Winkel ist positiv, wenn das Signal des Kanals mit der kleineren Nummer dem Signal des Kanals mit der höheren Nummer vorausgeht. Er ist negativ, wenn das Signal des Kanals mit der kleineren Nummer dem anderen nicht vorausgeht, sondern nacheilt. Der Winkel ist beispielsweise positiv, wenn das Signal an CH1 dem Signal an CH2 vorausgeht. Der Winkel ist negativ, wenn das Signal auf CH1 zum Signal auf CH2 nach hinten versetzt ist.</p>

Die Abbildungen unten zeigen stilisierte Beispielergebnisse mit einem Winkel von exakt 120 Grad zwischen den einzelnen Phasen und unvollkommenen Trennungen.



Tipps zum Betrieb

- Mit Hilfe dieses Menüs werden Phasenwinkel berechnet. Um den Phasenwinkel als Winkel mit Wirkleistungsfaktor als Kosinus zu messen, verwenden Sie das Menü Leistungsanalyse.
- Die in diesem Menü verwendeten Werte werden in der folgenden Abbildung genauer erklärt.



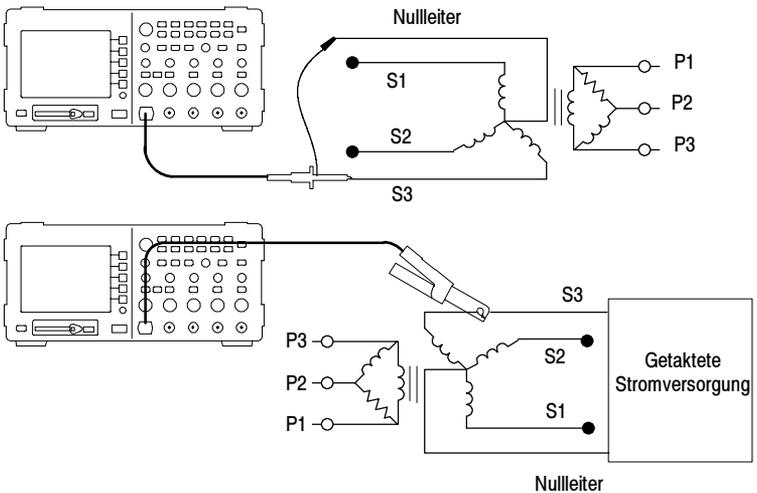
- Wenn die Messwertanzeige von einem Fragezeichen gefolgt wird bzw. anstelle eines Werts ein Fragezeichen angezeigt wird, kann der Messbereich zu klein sein, die Anzeige ist ungültig oder es liegen gefährliche Spannungen an. Stellen Sie die vertikale Skale erneut ein, positionieren Sie oder drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP** auf der Frontplatte.

HINWEIS. Messungen der Leistungsanalyse-Anwendung erfordern einen installierten TPS2PWR1-Anwendungsschlüssel.

Oberwellen

Sie können mit den Funktionen des Oberwellen-Menüs das Frequenzspektrum des Quellensignals und die dazugehörigen Messwerte anzeigen lassen und Probleme mit der Netzqualität umfassen lösen.

Die untenstehenden Abbildungen zeigen Beispieleinrichtungen für die Messung von Spannungs- bzw. Stromoberwellen in einer Gebäudeverkabelung.



WARNUNG. Mit dem Referenzleiter des Tastkopfs P2220 dürfen keine Messungen in massefreien Schaltungen mit $> 30 \text{ V}_{\text{eff}}$ vorgenommen werden. Verwenden Sie einen P5120 (bis zu $600 \text{ V}_{\text{eff}}$ CAT II oder $300 \text{ V}_{\text{eff}}$ CAT III) oder einen ähnlich eingestuft, passiven Hochspannungstastkopf oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Masseleiter potenzialfreie Messungen über $30 \text{ V}_{\text{eff}}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Drücken Sie die Taste **Oberwellen**, um das Menü Oberwellen anzuzeigen. Am Oszilloskop werden das Frequenzspektrum des Quellensignals und die dazugehörigen Messwerte angezeigt.



Das Menü bietet die folgenden Funktionen und Werte:

Menüoption	Beschreibung
Quelle	Auswahl eines Kanals für die Messung Die folgenden Funktionen sind verfügbar: CH1, CH2 und, bei 4-Kanal-Oszilloskopen, CH3 bzw. CH4. Verwenden Sie Spannungs- oder Stromsignale.
Setup	Wählen Sie entweder „Automatisch“ (Standardeinstellung) oder „Manuell“.
<Wert> anzeigen	Wählen Sie die anzuzeigenden Oberwellen aus. <Wert> ist „Alle Schwingungen“, „Ungerade Schwingungen“ oder „Gerade Schwingungen“
Schwingungen speichern	Speichern der Oberwellendaten in einer Datei auf einer CompactFlash-Karte. Die Datei wird automatisch im Format HM1234.csv benannt. Die Datei wird auf der CompactFlash-Karte im aktuellen Ordner gespeichert. Die Datei enthält u. a. folgende Werte für jede der 50 Oberwellen: Betrag (Amplitude), Prozentsatz des Oberwellen-Grundwertes, Frequenz und Phasenwinkel Durch einen Speichervorgang werden das Oberwellensignal und das zugrunde liegende Zeitbereichssignal gespeichert. In der Regel zeigen Sie den Inhalt der CSV-Datei mit Oberwellendaten auf einem PC an. Die Datei kann nicht zurück an das Oszilloskop übertragen werden.

Bei Verwendung der automatischen Einstellung werden Ihre Einstellungen beim Aufrufen des Oberwellen-Menüs vom Oszilloskop gespeichert und nach Verlassen des Menüs wiederhergestellt.

Folgende Werte werden von der automatischen Einstellung festgelegt:

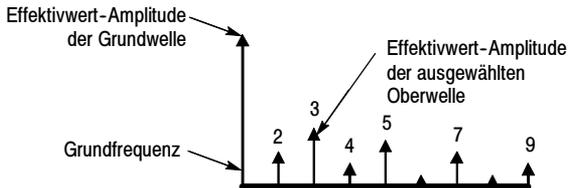
- Die vertikale Position des Quellkanals wird auf Null gesetzt.
- Die vertikale Kopplung des Quellkanals wird auf DC und die Bandbreitenbegrenzung auf Ein gesetzt.
- Die vertikale Skala des Quellkanals wird so eingestellt, dass die Signalamplitude mindestens zwei Skalenteile beträgt.
- Die Triggerquelle wird auf Quellkanal gesetzt.
- Die Trigger-Art wird auf Flanke, die Flanke auf Ansteigend und die Kopplung auf DC gesetzt.
- Der Triggerpegel wird auf den mittleren Pegel des Quellkanalsignals eingestellt.
- Die Horizontalskala wird so eingestellt, dass drei bis fünf Zyklen des Quellkanals erfasst werden.
- Der Erfassungsmodus wird auf einen Mittelwert von 16 Signalen pro Mittelwert gesetzt.

Tipps zum Betrieb

- Das Oszilloskop berechnet die ersten 50 Oberwellen, wenn die Option „Alle Schwingungen“ ausgewählt wird, andernfalls die ersten 25 ungeraden bzw. geraden Oberwellen.
- Am Oszilloskop wird Folgendes angezeigt:
 - die Nummer der ausgewählten Oberwelle
 - die Frequenz der ausgewählten einzelnen Oberwelle
 - der Betrag und der Prozentsatz der Grundwelle für die ausgewählte Oberwelle
 - der Phasenwinkel der ausgewählten einzelnen Oberwelle im Verhältnis zur Grundwelle
- Wenn Sie Details zu einzelnen Oberwellen anzeigen möchten, drehen Sie den Mehrzweckknopf des Oszilloskops. Drehen Sie den Knopf im Uhrzeigersinn, um die Nummer der ausgewählten Oberwelle zu erhöhen (z. B. 1, 2, 3, 4, ...), oder drehen Sie ihn gegen den Uhrzeigersinn, um die entsprechende Nummer zu verkleinern.
- Am Oszilloskop werden jeweils 13 aufeinander folgende Oberwellen angezeigt. Um derzeit nicht angezeigte Oberwellen aufzurufen, drehen Sie einfach den Mehrzweckknopf im Uhrzeigersinn über die erste angezeigte Oberwelle hinaus. Dadurch wird eine Oberwelle angezeigt, die auf die zuletzt angezeigte folgt (oder drehen Sie den Knopf entgegen dem Uhrzeigersinn über die erste angezeigte Oberwelle hinaus, um eine Oberwelle anzuzeigen, die der zuerst angezeigten vorausgeht).

- Von der Oberwellen-Anwendung werden nur Oberwellendaten für Signale mit Frequenzen von 40 Hz bis 450 Hz angezeigt. Um die Oberwellen eines Signals mit einer Grundfrequenz außerhalb dieses Bereichs anzuzeigen oder Spektruminformationen für Frequenzen aufzurufen, die keine Oberwellen des Grundwerts darstellen, verwenden Sie die FFT-Funktion im Menü MATH. Die FFT-Funktion bietet nicht dieselbe Anzeige wie die Oberwellen-Anwendung.
- Wenn das Oberwellen-Menü auf die Einstellung Automatisch festgelegt wurde, werden eine Reihe von Einstellungen beim Aufrufen des Oberwellenmenüs durch das Oszilloskop angepasst, um die Anzeige von Oberwellen zu optimieren. Beim Verlassen des Menüs werden die vorherigen Einstellungen vom Oszilloskop automatisch wiederhergestellt.
- Manuelle Einstellung: Wenn Sie das Signal für die Oberwellen-Funktionen manuell einrichten, werden die vorherigen Einstellungen vom Oszilloskop nicht wiederhergestellt, wenn Sie das Oberwellen-Menü verlassen.

- Die in diesem Menü verwendeten Werte werden in der folgenden Abbildung genauer erklärt.



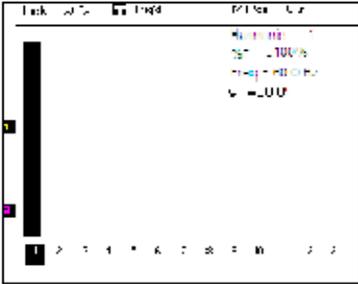
Klirrfaktor = Verhältnis der Leistung der Oberwelle zur Leistung der Grundwelle

- Wenn der Messwertanzeige ein Fragezeichen folgt bzw. anstelle eines Werts ein Fragezeichen angezeigt wird, kann der Messbereich zu klein sein, die Anzeige ist ungültig oder es liegen gefährliche Spannungen an. Stellen Sie die Vertikalskala neu ein, oder drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP** an der Frontplatte.

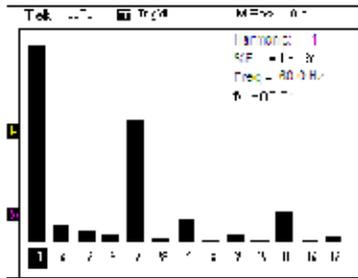
HINWEIS. Messungen der Leistungsanalyse-Anwendung erfordern einen installierten TPS2PWR1-Anwendungsschlüssel.

Abtastungsergebnisse

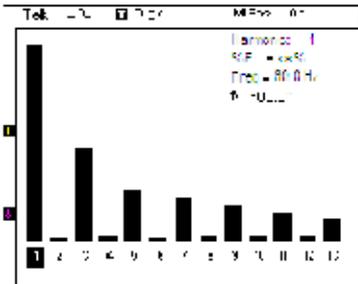
Anschließend analysieren Sie ihre Ergebnisse. In den Abbildungen unten werden Beispiele veranschaulicht.



Störungsfreie Oberwelle für ein Netzspannungssignal ohne sekundäre Oberwellen und ohne Belastung.
 $V_{eff} = 120 V$
 $THD = 0$



5., 7., 11. und 13. Oberwelle für die Spannung eines Regelantriebes eines Motors, mit 6 Gleichrichtern.
 $V_{eff} = 120 V$
 $THD = 135 \%$



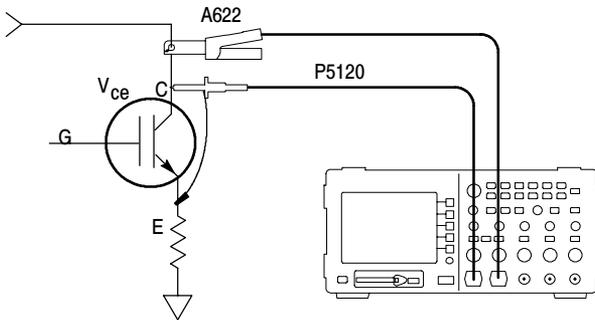
Oberwellen ungerader-Ordnung (3., 5., 7., 9., 11. und 13.) für die Spannung aus einem Schaltnetzteil. $V_{eff} = 120 V$
 $THD = 90 \%$

Schaltverlust

Verwenden Sie die Schaltverlust-Funktionen, um Energieverluste in IGBT-Schaltnetzteilen (Bipolartransistoren mit isoliertem Gate) und ähnlichen Schaltkreisen beim Ein- und Ausschalten zu beschreiben. Für Schaltverlustvorgänge werden sowohl ein Spannungstastkopf als auch ein Stromtastkopf benötigt.

Durch Schaltverlustmessungen kann die Effizienz eines Regelantriebs charakterisiert werden.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Beispielkonfiguration für die Messung von Schaltverlusten. Legen Sie einen isolierten potenzialfreien Spannungstastkopf wie den P5120 oder einen Differentialspannungstastkopf wie den P5205 mit einem 1103 Netzteil zwischen Kollektor und Emittor des Geräts an. Legen Sie einen Stromtastkopf wie den A622 an, um den Kollektorstrom zu messen.

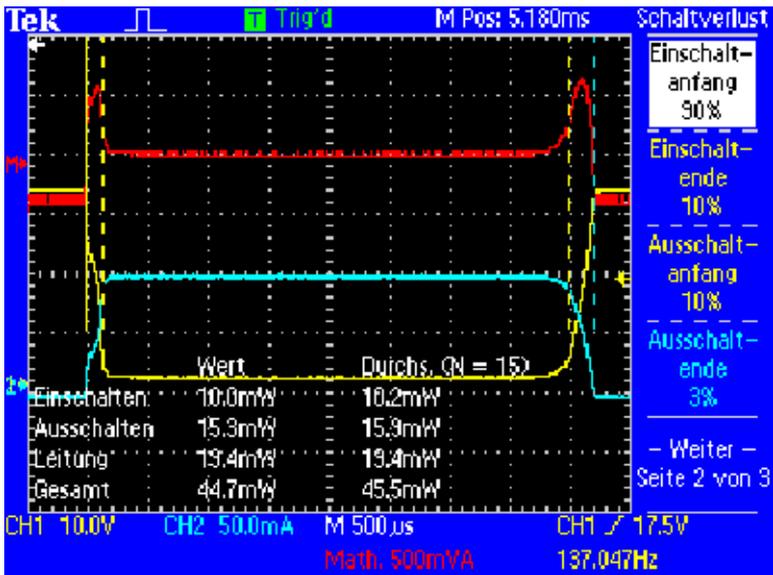


WARNUNG. Mit dem Referenzleiter des Tastkopfs P2220 dürfen keine Messungen in massefreien Schaltungen mit $> 30 V_{eff}$ vorgenommen werden. Verwenden Sie einen P5120 (bis zu $600 V_{eff}$ CAT II oder $300 V_{eff}$ CAT III) oder einen ähnlich eingestuft, passiven Hochspannungstastkopf oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Masseleiter potenzialfreie Messungen über $30 V_{eff}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).



WARNUNG. Um elektrische Schläge zu vermeiden, verwenden Sie bitte keine Spannungstastköpfe, die einen Masseanschluß benötigen, wie z.B. den Tektronix P5200 Hochspannungs-Differentialtastkopf, mit Oszilloskopen der Serie TPS2000. Der Tektronix P5200 Hochspannungs-Differentialtastkopf benötigt ein Oszilloskop mit einem Masseanschluß, die Oszilloskope der Serie TPS2000 hingegen besitzen potenzialfreie Spannungstastköpfe (isolierte Eingänge).

Drücken Sie die Taste **Schaltverlust**, um das Menü Schaltverlust aufzurufen. Am Oszilloskop werden die Spannungs- und Stromquellsignale und die dazugehörigen Messwerte an. Darüber hinaus erfolgt eine automatische Einrichtung und die Anzeige eines Math-Signals der momentanen Leistungsfunktion ($V \cdot A$).



Auf Seite 1 des Menüs Schaltverlust befinden sich die folgenden Optionen:

Menüoption	Beschreibung
Quellen	Wählen Sie (CH1 und CH2) oder (CH3 und CH4) aus, wobei jedes Paar ein Spannungs- und ein Stromsignal enthält. Wenn Sie mit einem 2-Kanal-Oszilloskop arbeiten, wird im Menü lediglich die Option (CH1 und CH2) angezeigt.
V-Sättigung	Geben Sie die Sättigungsspannung über den gesamten Schaltvorgang ein, wenn der Prüfling eingeschaltet ist. Das Datenblatt des Prüflings kann diesen Wert enthalten. Geben Sie diesen Wert mit Hilfe des Mehrzweckknopfs an der Frontplatte ein.
Standardpegel verwenden	Drücken Sie diese Taste, um für das Oszilloskop Standardpegel zum Bestimmen der Einschalt-, Leitungs- und Ausschaltbereiche auszuwählen.
Mess. speichern	Drücken Sie diese Taste, um die Schaltverlustmessungen in einer CSV-Datei auf einer CompactFlash-Karte zu speichern.

Auf Seite 2 der Schaltverlust-Menüs haben Sie die folgenden Auswahlmöglichkeiten:

Menüoption	Beschreibung
Einschaltanfang	Drücken Sie diese Taste, und verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf zum Verschieben des Cursors, um andere prozentuale Pegel für die Spannungssignalfanken als den Standardpegel von 90 % festzulegen.
Einschaltende	Drücken Sie diese Taste, und verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf zum Verschieben des Cursors, um andere prozentuale Pegel für die Spannungssignalfanken als den Standardpegel von 10 % festzulegen.
Ausschaltanfang	Drücken Sie diese Taste, und verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf zum Verschieben des Cursors, um andere prozentuale Pegel für die Spannungssignalfanken als den Standardpegel von 10 % festzulegen.
Ausschaltende	Drücken Sie diese Taste, und verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf zum Verschieben des Cursors, um andere prozentuale Pegel für die Stromsignalfanken als den Standardpegel von 10 % festzulegen.

Auf Seite 3 der Schaltverlust-Menüs haben Sie die folgenden Auswahlmöglichkeiten:

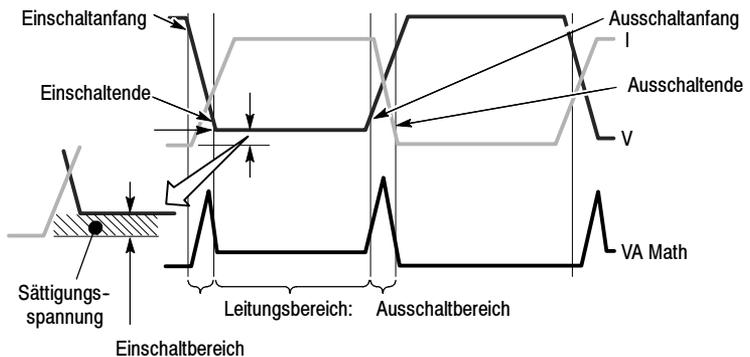
Menüoption	Beschreibung
Erfassung Fortlaufend	Drücken Sie diese Taste, damit das Oszilloskop kontinuierlich Signale erfasst sowie Messungen berechnet und diese anzeigt.
Nach N Mess. beenden	Drücken Sie diese Taste, und stellen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die Anzahl der Messungen ein. In diesem Modus führt das Oszilloskop Messungen für N verschiedene Erfassungen aus und stellt die Messtätigkeit anschließend ein. Die Messungen werden vom Oszilloskop intern gespeichert. Die Durchschnittswerte der Messungen werden auf dem Bildschirm ausgegeben. Sie können die Details jeder der N Messungen in einer Datei speichern, indem Sie auf Seite 1 des Menüs Schaltverlust auf Mess. speichern drücken.
Einheiten	Wählen Sie aus, ob die Messergebnisse in Watt oder in Joule angezeigt werden sollen. Sie können die Anzeige in Watt auswählen, um zu ermitteln, welche Leistung vom Prüfling verbraucht wird. Wählen Sie die Anzeige in Joule, um das Gerät mit seinen Spezifikationen zu vergleichen.

Die folgenden Schaltverlustmessungen werden am Raster angezeigt:

Menüoption	Beschreibung
Einschaltverlust	Anzeige des Energieverlusts des Geräts in Watt oder Joule, wenn das Gerät zwischen dem Ein/Aus-Status wechselt. Der Einschaltverlust ist der Bereich unterhalb des VA-Signals während des Zeitraums zwischen Einschaltbeginn und Einschaltende.
Ausschaltverlust	Anzeige des Energieverlusts des Geräts in Watt oder Joule, wenn das Gerät zwischen dem Aus/Ein-Status wechselt. Der Ausschaltverlust ist der Bereich unterhalb des VA-Signals während des Zeitraums zwischen Ausschaltbeginn und Ausschaltende.
Leitungsverlust	Anzeige des Energieverlusts des Geräts in Watt oder Joule bei Leitungsvorgängen im Gerät während des Ein-Status. Der Leitungsverlust wird durch Multiplikation des Stromsignals mit der Sättigungsspannung des Geräts und durch Integration über den durch die Flankenpegel definierten Zeitraum berechnet. Der Algorithmus verwendet die vom Benutzer eingegebene Sättigungsspannung anstelle des Spannungssignals, da der Pegel des Spannungssignals während der Leitungsphase in der Regel zu klein für Messungen ist.
Gesamtverlust	Anzeige der Summe aus Einschalt-, Ausschalt- und Leitungsverlust an.

Tipps zum Betrieb

- Mit dem Schaltverlust-Algorithmus wird die Leistung über drei Zeiträume gemessen: Einschalt-, Leitungs- und Ausschaltphase. Durch den Algorithmus werden die drei Zeiträume durch Ermittlung der vier Zeitpunkte bestimmt, die sie voneinander abgrenzen. Dabei handelt es sich um folgende:
 - Einschaltbeginn ist ein prozentualer Pegel (Standardwert = 90 %) der fallenden Flanke des Spannungssignals.
 - Einschaltende ist der Pegel (Standardwert = 10 %) der fallenden Flanke des Spannungssignals.
 - Ausschaltbeginn ist der Pegel (Standardwert = 10 %) der ersten steigenden Flanke des Spannungssignals.
 - Ausschaltende ist der Pegel (Standardwert = 10 %) der ersten fallenden Flanke des Stromsignals, die nach dem Ausschaltbeginn auftritt. Dieser Zeitpunkt wird im Unterschied zu den anderen Zeitpunkten, die im Spannungssignal bestimmt werden, anhand des Stromsignals bestimmt.
- Die in diesem Menü verwendeten Werte werden in der folgenden Abbildung genauer erklärt.



- Mit Hilfe von Seite 2 des Menüs können Sie Cursor einschalten, die angeben, an welcher Stelle die prozentualen Pegel an den Signalen fallen. Verschieben Sie Cursor mit Hilfe des Mehrfunktions-Drehknopfs, und verschieben Sie die prozentualen Pegel.

Watt und Joule:

Die Verluste für einen Schaltzyklus werden in Joule berechnet. Ein Joule entspricht einer Volt-Ampere-Sekunde. In der Standardeinstellung werden die Verluste in Watt angegeben. Sie können festlegen, dass sie in Joule angezeigt werden. Der Watt-Wert wird berechnet, indem der Joule-Wert mit der Triggerfrequenz multipliziert wird, für die angenommen wird, dass sie die Wandlungsfrequenz darstellt.

Einstellfolge:

Beginnen Sie damit, dass Sie das Oszilloskop auf die Anzeige eines Schaltzyklus festlegen. Eine typische Einstellungssequenz kann Folgendes beinhalten:

1. Statten Sie Kanal 1 mit einem Spannungstastkopf aus. Legen Sie im Menü Kanal die Dämpfung des Spannungstastkopfs fest. Schließen Sie die Spannungstastkopfspitze an den IGBT-Kollektor an. Schließen Sie den Referenzleiter an den Emitter an.
2. Statten Sie Kanal 2 mit einem Stromtastkopf aus. Legen Sie im Menü Kanal den Skalenfaktor des Stromtastkopfs fest. Schließen Sie den Stromtastkopf an den Kollektorzweig an. Sie können den Stromtastkopf auch an den Emitterzweig anschließen. Der Emitterstrom schließt jedoch den Ansteuerungsstrom ein, was von Bedeutung sein kann.
3. Legen Sie die Triggerquelle auf Kanal 1 fest.
4. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**, um eine vorläufige Einrichtung vorzunehmen.
5. Setzen Sie die Triggerflanke auf **Abfallend**.
6. Wenn einige dieser Signale rauschen, empfiehlt es sich, die Taste **ERFASSEN** an der Frontplatte zu drücken und die Option **Mittelwert** im seitlichen Menü auszuwählen.
7. Drücken Sie die Taste **ANWENDUNG** an der Frontplatte, und wählen Sie dann die Option **Schaltverlust** im seitlichen Menü.
8. Richten Sie die Horizontalskala und Horizontalposition so ein, dass eine fallende Flanke und eine steigende Flanke des Spannungssignals angezeigt werden.
9. Richten Sie die Kanal 1, Kanal 2 sowie die Math-Vertikalskala und -Vertikalposition so ein, dass jede Signalamplitude mehr als zwei Skalenteile umfasst, aber nicht beschnitten wird.

Das Oszilloskop zeigt die Verlustmessungen im unteren Teil des Rasterbereichs an. Wenn die für eine Messung benötigten Signalinformationen sich nicht auf dem Bildschirm befinden, zeigt das Oszilloskop statt der Messung ein Fragezeichen an.

Messstrategien

Unterschiedliche Stromversorgungen erfordern unterschiedliche Messstrategien.

Wenn Ihre Stromversorgung über eine konstante Wandlungsfrequenz und ein konstantes Tastverhältnis verfügt und die Leitungsphase relativ kurz ist, werden mit den oben beschriebenen Einstellungen gute Ergebnisse erzielt.

Wenn Ihr Signal über eine konstante Wandlungsfrequenz und ein konstantes Tastverhältnis verfügt, die Leitungsphase jedoch beim Ein- und Ausschalten relativ lang ist, ist es unter Umständen nicht möglich, alle drei Bereiche gleichzeitig genau zu messen. In diesem Fall können Sie mit den Bedienelementen für Horizontalposition und Horizontalskala in den Einschaltbereich zoomen und schwenken sowie den Einschaltverlust messen. Zoomen und schwenken Sie anschließend den Ausschaltbereich, und messen Sie den Ausschaltverlust. Ändern Sie schließlich die Einstellungen so, dass ein voller Zyklus angezeigt wird, und messen Sie den Leitungsverlust.

Wenn das Signal über eine konstante Wandlungsfrequenz, jedoch über ein sich änderndes Tastverhältnis verfügt, können Sie mit der Funktion Nach N Erfassungen beenden gute Messwerte erhalten. Führen Sie folgende Schritte aus:

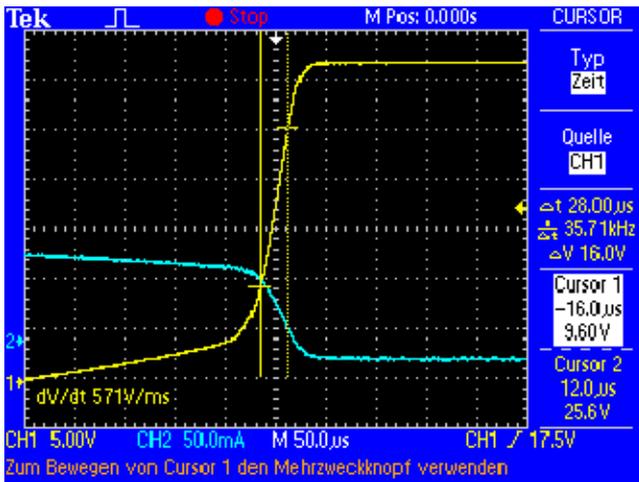
1. Richten Sie das Oszilloskop so ein, dass in einer einzigen Erfassung Ereignisse mit dem längsten Tastverhältnis erfasst werden.
2. Wechseln Sie zu Seite 3 des Menüs Schaltverlust, und wählen Sie den Modus **Nach N Erfassungen beenden** aus.
3. Setzen Sie N mit Hilfe des Mehrfunktions-Drehknopfs auf einen Wert, der groß genug ist, um einen ausreichenden Bereich von Messungen mit einer Vielzahl von Tastverhältnissen zu erfassen. Dazu müssen Sie ggf. etwas experimentieren.
4. Drücken Sie die Taste **RUN**.
5. Nachdem das Oszilloskop die angegebene Anzahl von Messungen abgeschlossen hat, untersuchen Sie die auf dem Bildschirm ausgegebenen Durchschnittswerte. Um die Ergebnisse von einzelnen Erfassungen zu untersuchen, wechseln Sie zu Seite 1 des Menüs Schaltverlust, und drücken Sie die Taste **Mess. speichern**. Dadurch werden die Detaildaten in einer CSV-Datei auf einer CompactFlash-Karte gespeichert.

- Wenn die Messwertanzeige von einem Fragezeichen gefolgt wird bzw. anstelle eines Werts ein Fragezeichen angezeigt wird, kann der Messbereich zu klein sein, die Anzeige ist ungültig oder es liegen gefährliche Spannungen an. Stellen Sie die vertikale Skale erneut ein, positionieren Sie oder drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP** auf der Frontplatte.

HINWEIS. *Messungen der Leistungsanalyse-Anwendung erfordern einen installierten TPS2PWR1-Anwendungsschlüssel.*

Drücken Sie auf der Frontplatte auf die Taste **Cursor** und die Taste **Typ** im resultierenden seitlichen Menü Cursor, um die dY/dt-Messung auszuwählen. Die Messung wird links-unten im Rasterbereich angezeigt.

Verstellen Sie die Cursor, wenn Sie den Teil des Signals verändern möchten, über den gemessen werden soll. Die dY/dt-Messungen sind nur möglich, wenn Leistungsanalyse-Anwendungsschlüssel installiert ist.



P5120-Spezifikation

Die garantierten P5120-Spezifikationen aus Tabelle 2-1, die fett formatiert angezeigt werden, sind Spezifikationen, die im Abschnitt *Prüfung der Leistungsmerkmale* in den *Anleitungen zum passiven Hochspannungstastkopf P5120* (Tektronix-Teilenummer 071-1463-00) markiert sind. Nicht garantierte Spezifikationen sind typische Merkmale (Tabellen 2-2 und 2-3) und werden lediglich zu Informationszwecken aufgeführt.

Die Spezifikationen beziehen sich auf einen P5120-Tastkopf, der an ein Tektronix-Oszilloskop der Serie TPS2000 angeschlossen ist. Das Gerät muss eine Aufwärmzeit von mindestens 20 Minuten durchlaufen haben. Die Umgebungsbedingungen müssen innerhalb der Grenzwerte liegen, die in Tabelle 2-4 aufgeführt sind.

Tabelle 2-1: Garantierte elektrische Merkmale

Dämpfung (DC-gekoppeltes System)	20fach, $\pm 2\%$	
Bandbreite (-3 dB, DC-gekoppeltes System)	DC bis 200 MHz (TPS2024) DC bis 100 MHz (TPS2012, TPS2014)	
Maximale Nenneingangsspannung	IEC 1010-1-Installationskategorie	
	II	III
Zwischen Tastkopfspitze und Tastkopf-Referenzleiter oder zwischen Tastkopfspitze und Erdung (Beachten Sie die Hinweise in Abbildung 2-1)	1000	600
Zwischen Tastkopf-Referenzleiter und Erdung (Beachten Sie die Hinweise in Abbildung 2-2)	600	300
Sicherheit	UL 61010B-2-031; 2003 CSA 22.2 Nr. 1010.2-031, 1994 EN 61010-031 2002	
IEC-Installationskategorie	Kategorie II	
IEC-Belastungsgrad	Grad 2	

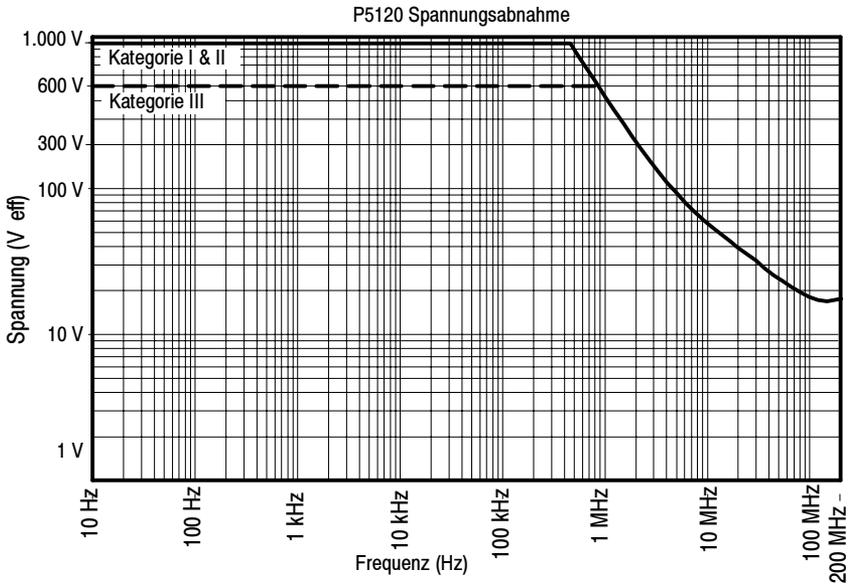


Abbildung 2- 1: Maximale Spannungsabnahme-Kurven (V_{eff} , DC-gekoppelt), Tastkopfspitze zu Referenzleiter oder Erdung

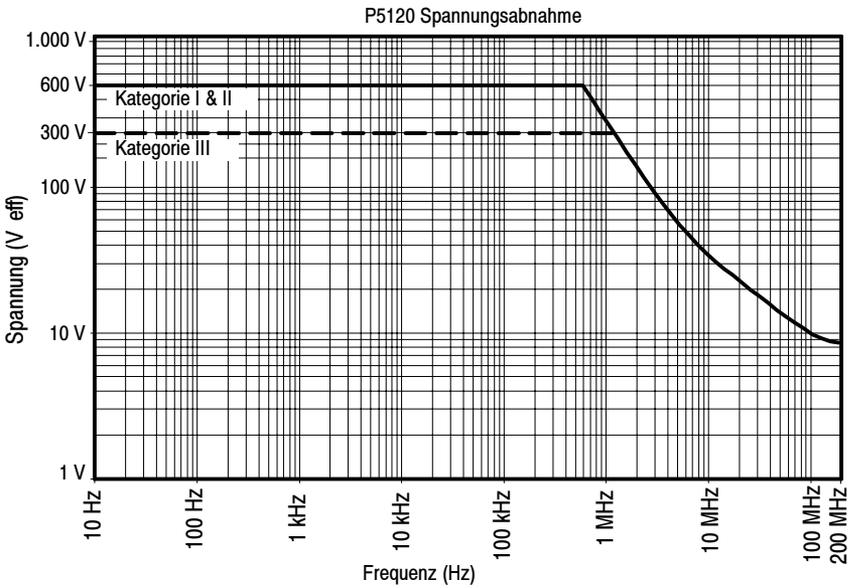


Abbildung 2-2: Maximale Spannungsabnahme-Kurven (V_{eff} , DC-gekoppelt), Tastkopf-Referenzleiter zu Erdung

Tabelle 2-2: Typische elektrische Merkmale

Anstiegszeit (System) Überprüft mit optionalem BNC-Adapter	< 3,6 ns (TPS2012, 2014) < 2,2 ns (TPS2024) Typisch
Eingangswiderstand (System) Siehe Abbildung 2-3	5 MΩ
Eingangsphase (System)	(Siehe Abbildung 2-4)
Kompensationsbereich	15 pF bis 25 pF
Eingangskapazität (System) Tastkopf ist an Gerät angeschlossen und ordnungsgemäß kompensiert. Überprüft bei 1 MHz	11,2 pF

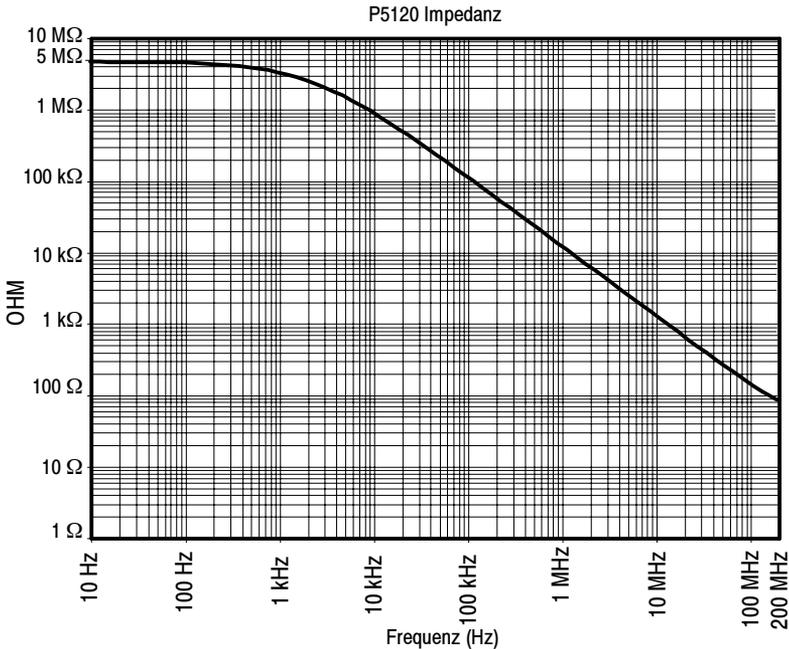


Abbildung 2-3: Typische Eingangsimpedanz

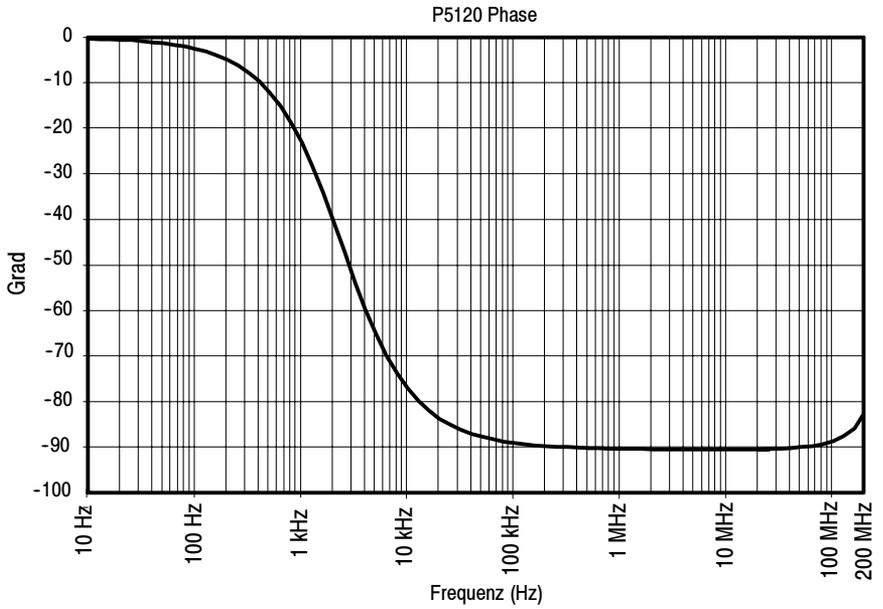


Abbildung 2-4: Typische Eingangsphase

Tabelle 2- 3: Typische mechanische Merkmale

Nettogewicht (einschließlich Zubehör)	0,26 kg
Kabellänge	3 m (+- 3 cm)

Tabelle 2- 4: Umgebungsspezifikationen

Temperatur	Betrieb:	0 °C bis +50 °C (+32 °F to +122 °F)
	Nicht in Betrieb:	-40 °C bis +71 °C (-40 °F bis +159 °F)
Feuchtigkeit	Betrieb:	
	Hoch:	50 °C (122°F)/60 % rel. Luftfeuchtigkeit
	Low:	30 °C (86°F)/60 % rel. Luftfeuchtigkeit
	Nicht in Betrieb:	
	Hoch:	55 °C bis 71 °C (131 °F bis 160 °F), 60 % rel. Luftfeuchtigkeit
	Low:	0 °C bis 30 °C (32 °F bis 86 °F), ≤ 90 % rel. Luftfeuchtigkeit
Transport	Tektronix-Standard 062-0937-00, Revision C	
Höhe über NN	Betrieb:	4 600 m
	Nicht in Betrieb:	12 192 m