

**TPS2000B Serie
Digitalspeicher-Oszilloskop
Benutzerhandbuch**



071-2736-00

Tektronix

**TPS2000B Serie
Digitalspeicher-Oszilloskop
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.

OpenChoice und Wavestar sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc.

Tektronix ist ein autorisierter Lizenznehmer der CompactFlash®-Marke.

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 leistet auf das Produkt Garantie gegen Mängel in Werkstoffen und Herstellung für eine Dauer von drei (3) Jahren ab Datum des tatsächlichen Kaufs von einem Tektronix-Vertragshändler. Wenn das Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, das fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz dafür zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. 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 passende 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 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 im gleichen Land wie das Tektronix Service Center 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 ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT 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.

[W16 – 15AUG04]

Garantie

Tektronix garantiert, dass dieses Produkt für einen Zeitraum von einem (1) Jahr 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.

Garantie

Tektronix leistet auf das Produkt Garantie gegen Mängel in Werkstoffen und Herstellung für eine Dauer von drei (3) Monaten ab Datum des tatsächlichen Kaufs von einem Tektronix-Vertragshändler. Wenn das Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, das fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz dafür zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. 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 passende 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 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 im gleichen Land wie das Tektronix Service Center 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 ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT 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.

[W14 – 15AUG04]

Inhalt

Allgemeine Sicherheitshinweise	iv
Informationen zur Konformität	vii
EMV-Konformität	vii
Konformität mit Sicherheitsbestimmungen	viii
Umweltschutzhinweise	x
Vorwort	xiii
Hilfesystem	xiv
Konventionen	xv
Erste Schritte	1
Allgemeine Funktionen	1
Durchführen von potenzialfreien Messungen	3
Installation	5
Tastköpfe	9
Funktionstest	10
Tastkopfsicherheit	10
Assistent für Spannungstastkopf-Überprüfung	12
Manuelle Tastkopfkompensation	13
Spannungstastkopf-Abschwächungseinstellung	14
Stromtastkopf-Skalierung	14
Selbstkalibrierung	14
Bedienungsgrundlagen	15
Anzeigebereich	16
Verwenden des Menüsystems	19
Vertikale Bedienelemente	21
Horizontale Bedienelemente	22
Trigger-Bedienelemente	23
Menü- und Steuerungstasten	23
Eingangsstecker	26
Sonstige Elemente auf der Frontplatte	26
Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen	29
Einstellen des Oszilloskops	29
Triggerung	30
Signalerfassung	32
Skalierung und Positionierung von Signalen	33
Durchführen von Messungen	36
Anwendungsbeispiele	39
Durchführen einfacher Messungen	40
Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung	44
Analyse eines Differential-Kommunikationssignals mithilfe eines isolierten Kanals	45

Anzeige eines berechneten momentanen Leistungssignals	46
Durchführen von Cursor-Messungen	48
Analyse von Signaldetails	52
Erfassung eines Einzelschuss-Signals	53
Messung der Laufzeitverzögerung.....	55
Triggern auf eine bestimmte Impulsbreite	56
Triggern auf Video-Signale.....	57
Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk	61
Math-FFT.....	65
Einrichten des Zeitbereichssignals.....	65
Anzeige des FFT-Spektrums.....	67
Auswahl eines FFT-Fensters.....	68
Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums	71
Messen eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursors	72
Kommunikation (RS-232, Centronics und RS-232/USB)	73
Übertragen einer Bildschirmdarstellung an ein externes Gerät.....	73
Einrichten und Überprüfen der RS-232-Schnittstelle.....	76
Befehlseingabe	80
Einrichten und Verwenden des RS-232/USB-Kabels.....	81
Entnehmbarer Massenspeicher.....	83
Einstecken und Entnehmen der CompactFlash-Karte	83
Konventionen für die Dateiverwaltung.....	84
Verwenden der Funktion „Speichern“ der Taste „Drucken“	85
Handhabung von TPSBAT-Akkus	87
Wartung von Akkus	88
Allgemeine Richtlinien zum Laden.....	88
Überprüfen des Ladezustands und Kalibrierungsstatus.....	89
Aufladen von TPSBAT-Akkus	89
Kalibrieren von Akkus	91
Verwendung von Akkus.....	92
Lagerung und Transport von Akkus	93
Austauschen von Akkus.....	93
Referenz	95
Erfassen	95
Anwendung.....	98
Bereich	98
Auto-Setup.....	100
Cursor	103
Grundeinstellung.....	104
Anzeige	104
Hilfe	107

Horizontal.....	107
Math.....	109
Messung.....	110
Drucken.....	111
Tastkopfüberprüfung.....	111
Speichern/Abrufen.....	111
Trigger-Bedienelemente.....	117
Dienstprogramm.....	123
Vertikale Bedienelemente.....	127
Anhang A: Spezifikationen für TPS2000B.....	131
Oszilloskop-Spezifikationen.....	131
Anhang B: Informationen zu den passiven 10-fach-Tastköpfen der TPP0101 und TPP0201 Serien ..	139
Verbindung des Tastkopfs mit dem Oszilloskop.....	139
Kompensieren des Tastkopfes.....	140
Verbindung des Tastkopfs mit dem Schaltkreis.....	141
Standardzubehör.....	141
Optionales Zubehör.....	142
Spezifikationen.....	143
Leistungskurven.....	143
Sicherheitshinweise.....	145
Anhang C: Zubehör.....	147
Anhang D: Reinigung.....	151
Allgemeine Pflege.....	151
Reinigung.....	151
Anhang E: Standardeinstellung.....	153
Anhang F: Schriftartlizenzen.....	157
Anhang G: Maximalspannungen für TPS2000B-kompatible Tastköpfe.....	159
Index.....	

Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an damit verbundenen Geräten die folgenden Sicherheitshinweise.

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 zugelassene Netzkabel.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüflleitungen an, während diese an einer Spannungsquelle anliegen.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Schließen Sie den Tastkopfausgang am Messgerät an, bevor Sie den Tastkopf mit dem Messpunkt verbinden. Schließen Sie den Tastkopf-Referenzleiter an den Messpunkt an, bevor Sie den Tastkopfeingang 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 zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Kennangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Geben Sie keine Spannung auf Klemmen (einschließlich Masseanschlussklemmen), die den maximalen Nennwert der Klemme überschreitet.

Trennen vom Stromnetz. Das Netzkabel trennt das Gerät von der Stromversorgung. Blockieren Sie das Netzkabel nicht, da es für die Benutzer jederzeit zugänglich sein muss.

Schließen Sie die Abdeckungen. Nehmen Sie das Gerät nicht in Betrieb, wenn Abdeckungen oder Gehäuseteile entfernt sind.

Bei Verdacht auf Funktionsfehler nicht betreiben. Wenn Sie vermuten, dass das Gerät beschädigt ist, lassen Sie es von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen.

Vermeiden Sie offen liegende Kabel. Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

Tauschen Sie die Akkus ordnungsgemäß aus. Ersetzen Sie die Akkus nur durch Akkus des angegebenen Typs und der angegebenen Kapazität.

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

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

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sorgen Sie für die richtige Kühlung. Weitere Informationen über die Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Kühlung für das Produkt erhalten Sie im Handbuch.

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 am Gerät

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.

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



VORSICHT
Beachten Sie die
Hinweise im Handbuch



Gehäuseerdung



Standby

Informationen zur Konformität

In diesem Abschnitt finden Sie die vom Instrument erfüllten Normen hinsichtlich EMV, Sicherheit und Umweltschutz.

EMV-Konformität

EG-Konformitätserklärung – EMV

Entspricht der Richtlinie 2004/108/EG für Elektromagnetische Verträglichkeit. Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht wurden:

EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006. EMV-Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte ^{1 2 3}

- CISPR 11:2003. Störstrahlung und Störspannung, Gruppe 1, Klasse A
- IEC 61000-4-2:2001. Störfestigkeit gegen Entladung statischer Elektrizität
- IEC 61000-4-3:2002. Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder ⁴
- IEC 61000-4-4:2004. Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst
- IEC 61000-4-5:2001. Störfestigkeit gegen Stoßspannungen/Surge
- IEC 61000-4-6:2003. Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität ⁵
- IEC 61000-4-11:2004. Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen ⁶

EN 61000-3-2:2006. Grenzwerte für Oberschwingungsströme

EN 61000-3-3:1995. Grenzwerte für Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker

Kontaktadresse für Europa.

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
Großbritannien

- ¹ Dieses Gerät ist nur für den Betrieb außerhalb von Wohnbereichen vorgesehen. Der Betrieb dieses Geräts in Wohnbereichen kann elektromagnetische Störungen verursachen.
- ² Diesen Standard überschreitende Emissionen sind möglich, wenn das Gerät an ein Prüfobjekt angeschlossen ist.
- ³ Um die Einhaltung der hier aufgeführten EMV-Normen zu gewährleisten, dürfen nur qualitativ hochwertige, abgeschirmte Kabel verwendet werden.
- ⁴ Die Strahlrauschenzunahme beim Einsatz mit einem Testfeld (3 V/m im Frequenzbereich zwischen 80 MHz und 1 GHz und 1,4 GHz bis 2,0 GHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) und (1 V/m im

Frequenzbereich zwischen 2,0 GHz und 2,7 GHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) darf zwei Einheiten Spitze-Spitze nicht überschreiten. Umgebende geleitete Felder können Triggerung induzieren, wenn der Trigger-Schwellenwert-Offset auf weniger als eine Einheit von der Kanalreferenz gesetzt ist.

- 5 Die Strahlrauschenzunahme beim Einsatz mit einem Testfeld (3 V eff im Frequenzbereich zwischen 150 kHz und 80 MHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) darf eine Einheit Spitze-Spitze nicht überschreiten. Umgebende geleitete Felder können Triggerung induzieren, wenn der Trigger-Schwellenwert-Offset auf weniger als 0,5 Einheiten von der Kanalreferenz gesetzt ist.
- 6 Leistungskriterium C bei Spannungseinbruch von 70 %/25 Zyklen und Spannungsunterbrechung von 0 %/250 Zyklen (IEC 61000-4-11).

**Konformitätserklärung für
Australien/Neuseeland –
EMV**

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

- CISPR 11:2003. Störstrahlung und Störspannung, Gruppe 1, Klasse A, gemäß EN 61326-1:2006 und EN 61326-2-1:2006.

Konformität mit Sicherheitsbestimmungen

**EG-Konformitätserklärung
– Niederspannung**

Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht wurden:

Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG.

- EN 61010-1: 2001. Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte

**Liste der in den USA
landesweit anerkannten
Prüflabore**

- UL 61010-1:2004, 2. Auflage Standard für elektrische Mess- und Prüfgeräte

Kanadische Zertifizierung

- CAN/CSA C22.2 No. 61010-1:2004. Sicherheitsanforderungen für elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. Teil 1

**Zusätzliche
Konformitätserklärungen**

- IEC 61010-1: 2001. Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte

Gerätetyp

Prüf- und Messgerät.

Beschreibung des Belastungsgrads	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 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 kontrolliert 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.
Belastungsgrad	Belastungsgrad 2 (gemäß Definition nach IEC 61010-1). Hinweis: Nur für Verwendung in Innenräumen.
Beschreibungen der Installationskategorie (Überspannung)	<p>Die Anschlüsse an diesem Gerät weisen unter Umständen unterschiedliche Bezeichnungen für die Installationskategorie (Überspannung) auf. Die Installationskategorien sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Messkategorie IV. Für Messungen an der Quelle einer Niederspannungsinstallation. ■ Messkategorie III. Für Messungen in Gebäudeinstallationen. ■ Messkategorie II. Für Messungen, die an Systemen durchgeführt werden, die direkt mit einer Niederspannungsanlage verbunden sind. ■ Messkategorie I. Für Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Stromnetz verbunden sind.
Überspannungskategorie	Überspannungskategorie II (gemäß Definition nach IEC 61010-1)

Umweltschutzhinweise

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

Entsorgung von Altgeräten

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 des Altgeräts 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 2002/96/EG und 2006/66/EG bezüglich Elektro- und Elektronik-Altgeräte und Batterien entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (www.tektronix.de).

Wiederverwertung des Akkus. Dieses Produkt enthält einen Lithium-Ionen (Li-Ion)-Akkus, der recycelt oder vorschriftsmäßig entsorgt werden muss.

- Lithium-Ionen-Akkus müssen entsprechend den im jeweiligen Land oder in der jeweiligen Region geltenden Vorschriften recycelt oder entsorgt werden. Entsorgen Sie Akkus ausschließlich gemäß der gültigen Entsorgungsvorschriften. In den USA und Kanada wenden Sie sich bitte an die Rechargeable Battery Recycling Corporation (www.rbrc.org) oder Ihr örtliches Batterieentsorgungsunternehmen.
- In vielen Ländern ist die Entsorgung von Elektronik-Altgeräten mit dem Hausmüll verboten.
- Bitte geben Sie nur entladene Akkus in den Batteriesammelbehälter. Bitte decken Sie die Batteriekontakte mit Isolierband oder anderen geeigneten Abdeckungen ab, um Kurzschlüsse zu verhindern.

Transportieren von Akkus

Die Kapazität des Lithium-Ionen-Akkus in diesem Produkt beträgt unter 100 Wh. Der entsprechende Lithiumgehalt liegt, wie in Teil III, Abschnitt 38.3 des UN-Handbuchs für Testverfahren und Kriterien festgelegt, unter 8 g pro Akku und unter 1,5 g pro einzelner Zelle.

- Transportieren Sie Lithium-Ionen-Akkus ausschließlich gemäß der gültigen örtlichen, nationalen und internationalen Vorschriften.
- Der Transport einer abgelaufenen, beschädigten oder zurückgerufenen Batterie kann in bestimmten Fällen speziellen Auflagen unterliegen oder verboten sein.

**Beschränkung der
Verwendung gefährlicher
Stoffe**

Dieses Gerät wurde als Überwachungs- und Steuerungsgerät klassifiziert und unterliegt daher nicht dem Geltungsbereich der Richtlinie 2002/95/EG RoHS.

Vorwort

Dieses Handbuch erläutert die Bedienung der Digital Speicher-Oszilloskope der TPS2000B Serie. Das Handbuch besteht aus folgenden Kapiteln:

- Das Kapitel *Erste Schritte* enthält eine kurze Beschreibung der Oszilloskopfunktionen sowie Hinweise zur Installation.
- Das Kapitel *Bedienungsgrundlagen* beschreibt Bedienungsprinzipien für Oszilloskope.
- Das Kapitel *Funktionsweise des Oszilloskops* erläutert die grundlegende Bedienung und Funktionsweise eines Oszilloskops: Einstellen des Oszilloskops, Triggern, Datenerfassung, Skalieren und Positionieren von Signalen sowie die Durchführung von Messungen.
- Das Kapitel *Anwendungsbeispiele* enthält Beispiele zur Lösung einer Vielzahl von Messproblemen.
- Im Kapitel *Math-FFT* wird die Verwendung der Math-FFT-Funktion (FFT = schnelle Fourier-Transformation) zum Umrechnen eines Zeitbereichssignals in seine Frequenzanteile (Spektrum) erläutert.
- Im Kapitel *Kommunikation* wird die Einstellung der RS-232- und Centronics-Schnittstellen beschrieben, über die das Oszilloskop an externe Geräte wie Drucker und Computer angeschlossen werden kann.
- Im Kapitel *Entnehmbarer Massenspeicher* werden die Handhabung von CompactFlash-Karten und die bei Verwendung einer solchen Karte verfügbaren Oszilloskopfunktionen beschrieben.
- Im Kapitel *Handhabung von TPSBAT-Akkus* werden die Verwendung sowie das Aufladen, Kalibrieren und Austauschen von Akkus erläutert.
- Im Kapitel *Referenz* werden die Auswahloptionen bzw. die für jede Option verfügbaren Werte beschrieben.
- Der *Anhang A: Spezifikationen für TPS2000B* beinhaltet elektrische, umgebungsbedingte und physikalische Spezifikationen für das Oszilloskop.
- Der *Anhang B: Informationen zu den Tastköpfen der TPP0101 und TPP0201 Serien* beinhaltet Informationen und Spezifikationen zu den Tastköpfen TPP0101 und TPP0201.
- Der *Anhang C: Zubehör* enthält eine kurze Erläuterung des standardmäßigen sowie optionalen Zubehörs.
- Der *Anhang D: Reinigung* beschreibt die Wartung und Pflege des Oszilloskops.
- Der *Anhang E: Grundeinstellung* beinhaltet eine Liste der Menüs und Bedienelemente mit Grundeinstellungen (Werkseinstellungen), die durch

Drücken der Taste **Grundeinstellung** auf der Oszilloskop-Frontplatte abgerufen werden.

- Der *Anhang F: Schriftartlizenzen* stellt die Lizenzen für die Verwendung bestimmter asiatischer Schriftarten bereit.
- Der *Anhang G: Maximalspannungen für TPS2000B-kompatible Tastköpfe* führt die Maximalspannungen für kompatible Tastköpfe auf.

Hilfesystem

Das Oszilloskop verfügt über ein Hilfesystem, in dem alle Oszilloskopfunktionen behandelt werden. Sie können das Hilfesystem zur Anzeige mehrerer Arten von Informationen verwenden:

- Allgemeine Informationen über Grundlagen und Verwendung des Oszilloskops, z. B. Verwendung des Menüsystems.
- Informationen über bestimmte Menüs und Bedienelemente wie beispielsweise die vertikale Positionseinstellung.
- Hinweise zu Problemen, die bei der Verwendung eines Oszilloskops gegebenenfalls auftreten, z. B. Verringerung von Störrauschen.

Sie haben mehrere Möglichkeiten, die gesuchten Informationen im Hilfesystem aufzufinden: über die kontextbezogene Hilfe, über Hyperlinks und über den Index.

Kontextbezogene Hilfe

Wenn die Taste **Hilfe** auf der Frontplatte des Oszilloskops gedrückt wird, werden Informationen über das zuletzt auf dem Bildschirm angezeigte Menü aufgerufen. Während der Anzeige von Hilfethemen leuchtet eine LED neben dem Mehrfunktions-Drehknopf, um anzuzeigen, dass dieser aktiv ist. Umfasst das Hilfethema mehrere Seiten, gelangen Sie durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfes zur jeweils nächsten Seite dieses Hilfethemas.

Hyperlinks

Die meisten Hilfethemen enthalten Begriffe in spitzen Klammern, z. B. <Auto-Setup>. Sie sind mit anderen Themen verlinkt. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um von einem so markierten Link zum nächsten zu gelangen. Drücken Sie die Optionstaste Thema anzeigen, um das entsprechende Hilfethema zu dem markierten Link anzuzeigen. Drücken Sie die Optionstaste Zurück, um wieder zum vorherigen Thema zurückzukehren.

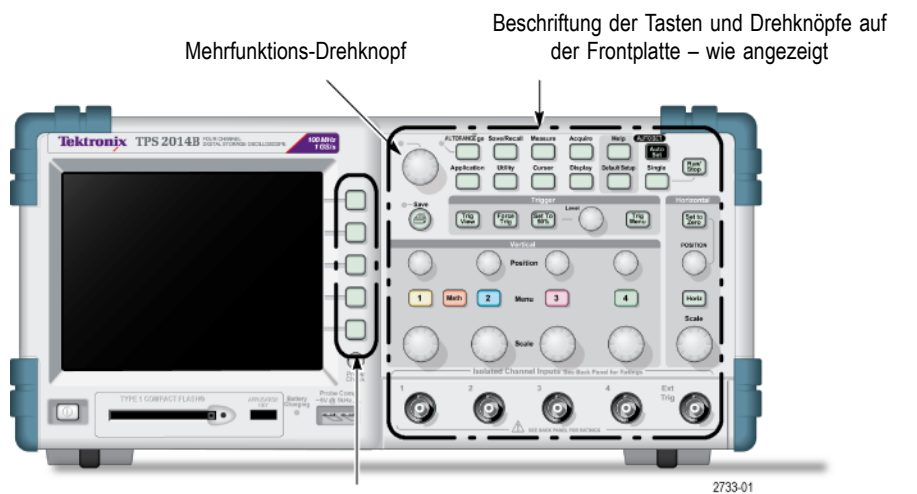
Index Drücken Sie zuerst die Taste **Hilfe** auf der Frontplatte und anschließend die Optionstaste „Index“. Drücken Sie die Optionstaste „Seite abwärts“ bzw. „Seite aufwärts“ so lange, bis Sie die Indexseite mit dem gesuchten Hilfethema gefunden haben. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um ein Hilfethema auszuwählen. Drücken Sie die Optionstaste „Thema anzeigen“, um das Hilfethema anzuzeigen.

HINWEIS. Wenn der Hilfetext auf dem Bildschirm nicht mehr angezeigt werden soll und Sie wieder zur Signalanzeige zurückkehren möchten, drücken Sie die Optionstaste Beenden oder eine beliebige Taste.

Konventionen

In diesem Handbuch werden die folgenden Konventionen verwendet:

- Tasten, Drehknöpfe und Anschlüsse auf der Frontplatte werden wie dargestellt angezeigt. Beispiel: **Hilfe**.
- Bei Menüoptionen wird nur der Anfangsbuchstabe groß geschrieben. Beispiel: Spitzenwerterfassung, Zoombereich.



Optionstasten – nur der erste Buchstabe des Wortes auf dem Bildschirm ist groß geschrieben

HINWEIS. Die Optionstasten werden eventuell auch als Bildschirmtasten, Seitenmenü-Tasten, Rahmentasten oder Schaltflächen bezeichnet.

- Durch das Begrenzungszeichen ► wird eine Tastendruckfolge in einzelne Schritte unterteilt. Beispielsweise bedeutet **Dienstpgm. ► Optionen ► RS232 Einstellung**, dass Sie auf der Frontplatte die Taste **Dienstpgm.**, danach die Optionstaste „Optionen“ und zuletzt die Optionstaste „RS232 Einstellung“ drücken. Um die gewünschte Option auszuwählen, kann es erforderlich sein, eine Optionstaste mehrfach zu drücken.

Erste Schritte

Digitalspeicher-Oszilloskope der TPS2000B Serie sind kleine, handliche und leichte Tischgeräte, die für massebezogene Messungen eingesetzt werden können.

Hier wird erläutert, wie Sie bei folgenden Aufgaben vorgehen müssen:

- Durchführung potenzialfreier Messungen
- Installation des Gerätes
- Laden der Akkus
- Durchführung eines kurzen Funktionstests
- Ausführung einer Tastkopfüberprüfung und Tastkopfkompensation
- Einstellen des Tastkopfabschwächungsfaktors
- Verwendung des Selbstkalibrierungsprogramms

HINWEIS. Beim Einschalten des Oszilloskops können Sie eine Sprache auswählen, die auf dem Bildschirm angezeigt werden soll. Sie können eine Sprache auch jederzeit über den Zugriff auf die Option **Dienstpgm.** ► **Sprache** auswählen.

Allgemeine Funktionen

Die folgende Tabelle und Liste umfasst die allgemeinen Funktionen.

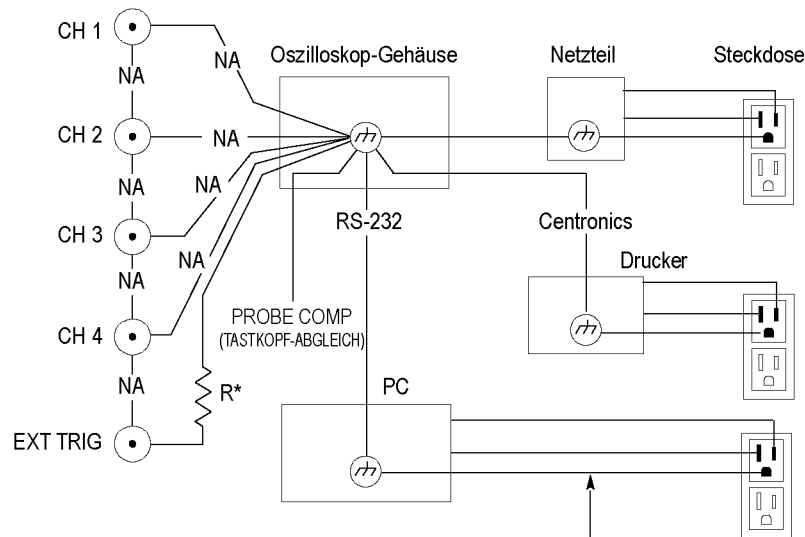
Modell	Kanäle	Bandbreite	Abtastrate
TPS2012B	2	100 MHz	1,0 GS/s
TPS2014B	4	100 MHz	1,0 GS/s
TPS2024B	4	200 MHz	2,0 GS/s

- Akkubetrieben oder netzbetrieben
- Zwei aufladbare Akkus (zweiter Akku ist optional)
- Voneinander unabhängig isolierte Kanäle ohne gemeinsame Erdung
- TPS2PWR1-Leistungsanalyse-Anwendung (optional)
- Unterstützung für kompatible Spannungs- und Stromtastköpfe
- Kontextbezogenes Hilfesystem
- Farb-LCD-Anzeige
- Auswählbare Bandbreitenbegrenzung 20 MHz
- Aufzeichnungslänge von 2500 Punkten für jeden Kanal
- Auto-Setup

- Automatische Bereichseinstellung für Schnelleinrichtung und Freihandbetrieb
- Assistent für Tastkopfüberprüfung
- Cursor mit Messwertanzeige
- Triggerfrequenzanzeige
- Elf automatische Messungen
- Mittelwert- und Spitzenwerverfassung
- Zweifachzeitbasis
- Math-Funktionen: Operationen +, - und \times
- Mathematik Schnelle Fourier-Transformation (FFT)
- Impulsbreiten-Triggerfunktion
- Video-Triggerfunktion mit Triggerung nach Zeilenauswahl
- Externer Trigger
- Einstellen und Speichern von Signalen
- Entnehmbarer Massenspeicher
- Anzeige mit variablem Nachleuchten
- RS-232- und Centronics-Schnittstellen
- OpenChoice PC-Kommunikationssoftware
- Benutzeroberfläche und Hilfethemen in zehn Sprachen

Durchführen von potenzialfreien Messungen

Zum Durchführen von potenzialfreien Messungen werden die Kanal- und EXT TRIG-Eingänge ($3\text{ M}\Omega$) vom Gerätegehäuse und voneinander isoliert. Dies ermöglicht unabhängige potenzialfreie Messungen an Kanal 1, Kanal 2 und EXT TRIG (bei 4-Kanal-Modellen auch an Kanal 3 und 4).



* $3\text{ M}\Omega$ Impedanz.
NA steht für nicht angeschlossen.

Anschluss an Erdung durch Gebäudeverkabelung (typisch für Nordamerika).

Die Eingänge des Oszilloskops sind potenzialfrei, selbst wenn das Oszilloskop an eine geerdete Stromversorgung, einen geerdeten Drucker oder einen geerdeten Computer angeschlossen wird.

Die meisten anderen Oszilloskope verwenden denselben Massebezug für die Kanal- und EXT TRIG-Eingänge. Diese Referenz ist in der Regel über das Netzkabel mit der Erdung verbunden. Bei Oszilloskopen mit Massebezug müssen bei der Durchführung von Messungen an mehreren Kanälen alle Eingangssignale über denselben Massebezug verfügen.

Ohne Differential-Vorverstärker und Isolatoren für externe Signale sind massebezogene Oszilloskope für potenzialfreie Messungen ungeeignet.

Tastkopfanschluss



WARNUNG. Um Stromschläge zu vermeiden, überschreiten Sie nicht die Nennspannungen für Messungen oder potenzialfreie Spannungen für den BNC-Eingangsstecker des Oszilloskops, die Tastkopfspitze und den Erdungsleiter des Tastkopfes (Referenz).

Prägen Sie sich die Nennspannungen für die verwendeten Tastköpfe ein, und überschreiten Sie diese in keinem Fall. Ermitteln Sie die folgenden Nennspannungen, und halten Sie diese ein:

- Die maximale Messspannung zwischen Tastkopfspitze bzw. BNC-Signal und Tastkopf-Referenzleiter.
- Die maximale Messspannung zwischen Tastkopfspitze bzw. Gehäuseerdung und Erdung
- Die maximale potenzialfreie Spannung zwischen dem Erdungsleiter des Tastkopfes (Referenz) und Erdung



WARNUNG. Um Stromschläge zu vermeiden, verwenden Sie mit den Oszilloskopen der TPS2000B Serie keine Tastköpfe, die eine Erdung benötigen, wie den Hochspannungs-Differentialtastkopf P5200 von Tektronix. Der Hochspannungs-Differentialtastkopf P5200 von Tektronix darf nur mit Oszilloskopen verwendet werden, die über geerdete Eingänge verfügen. Die TPS2000B Serie verwendet potenzialfreie (isolierte) Eingänge.



WARNUNG. Der Referenzleiter der Tastköpfe TPP0101 und TPP0201 darf nicht an eine potenzialfreie Spannung von $> 30 V_{\text{eff}}$ gelegt werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (potenzialfrei bis zu $600 V_{\text{eff}}$ CAT II oder $300 V_{\text{eff}}$ CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf (nicht den massereferenzierten Tastkopf P5100) oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Referenzleiter potenzialfreie Messungen über $30 V_{\text{eff}}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Um einen Stromschlag bei der Verwendung von Tastköpfen mit nicht isolierten Metallteilen zu vermeiden, schließen Sie die Referenzleitung nicht an Spannungen über $30 V_{\text{eff}}$ an.

Diese Nennspannungen hängen vom Tastkopf und der Anwendung ab. (Siehe Seite 131, *Spezifikationen für TPS2000B*.)

Dieses Handbuch enthält weitere Hinweise zur Tastkopfsicherheit. (Siehe Seite 10, *Tastkopfsicherheit*.)

Richtiger Anschluss der Referenzleitung

Sie müssen den Tastkopf-Referenzleiter für jeden Kanal direkt am Schaltkreis anschließen. Diese Anschlüsse sind erforderlich, da die Kanäle des Oszilloskops isoliert sind und über keine gemeinsame Masseverbindung verfügen. Verwenden Sie für jeden Tastkopf einen möglichst kurzen Referenzleiter, um eine hohe Signalgenauigkeit zu gewährleisten.

Der Tastkopf-Referenzleiter stellt für den Messkreis eine höhere kapazitive Last als die Tastkopfspitze dar. Legen Sie beim Ausführen einer potenzialfreien Messung zwischen zwei Knoten einer Schaltung den Tastkopf-Referenzleiter an den Knoten mit der niedrigsten Impedanz bzw. den weniger dynamischen der beiden Knoten an.

BNC-Anschlüsse

Die BNC-Referenzverbindung des Oszilloskops ist im Inneren des BNC-Anschlusses ausgeführt. Der schwarze Teil des BNC-Bajonettanschlusses stellt keine elektrische Verbindung dar. Um eine gute Verbindung zu gewährleisten, vergewissern Sie sich, dass der Steckverbinder Ihres Tastkopfes oder Kabels ordnungsgemäß aufgesteckt und durch Drehen verriegelt wurde. Ersetzen Sie Kabel oder Tastköpfe, deren Steckverbinder Abnutzungserscheinungen aufweisen.

Nicht abgeschlossene BNC-Eingänge

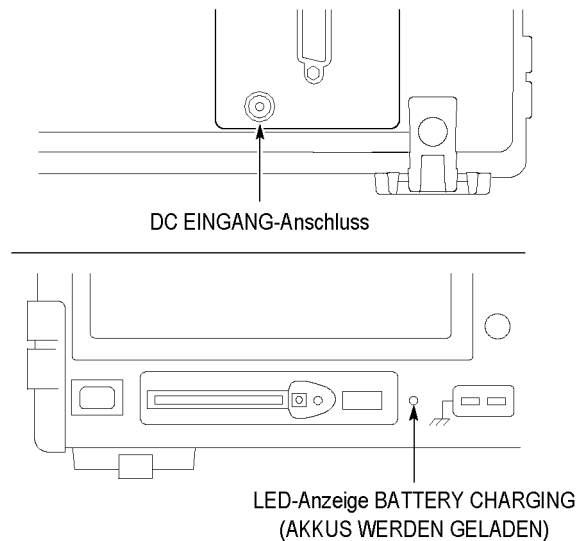
Der schwarze Teil des BNC-Bajonettanschlusses stellt keine Abschirmung des Eingangs vor unerwünschtem elektrischen Rauschen durch nahegelegene Schaltkreise dar. Schließen Sie einen 50- Ω -Abschluss oder einen BNC-Kurzschlussstecker an den BNC-Eingang an, um einen signalfreien Zustand für die Grundlinie herzustellen.

Installation

Sie können das Oszilloskop mit dem Netzteil betreiben oder damit nach der Installation die Akkus aufladen. Um das Netzteil des Oszilloskops als Stromversorgung zu nutzen, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Stecken Sie den Gleichstromstecker des Netzteils in den Anschluss DC INPUT (DC-EINGANG) an der Rückseite des Oszilloskops.
2. Verbinden Sie das Netzteil des Oszilloskops über das entsprechende Netzkabel mit einer Steckdose.

Wenn Akkus eingesetzt sind, wird der Ladevorgang der Akkus von einer LED an der Vorderseite des Oszilloskops angezeigt.



HINWEIS. Das Oszilloskop verfügt über einen Lüfter mit Temperaturfühler. Die Belüftung erfolgt über Lüftungsschlitze, die sich auf der rechten Seite und an der Unterseite des Geräts befinden. Diese Lüftungsschlitze dürfen nicht blockiert werden, um den ungehinderten Luftstrom im Oszilloskop zu gewährleisten.

Akkus In das Oszilloskop können zwei TPSBAT-Akkus eingesetzt werden. Im Lieferumfang des Produkts ist ein noch nicht installierter Akku enthalten. Die Betriebsdauer des Oszilloskops mit Akkus hängt vom Gerätemodell ab:

Oszilloskop	Betriebszeit
2-Kanal	5,5 Stunden mit einem Akku, 11 Stunden mit zwei Akkus
4-Kanal	4,5 Stunden mit einem Akku, 9 Stunden mit zwei Akkus

HINWEIS. Wenn noch ca. 10 Minuten Betriebszeit im Akkubetrieb verbleiben, wird eine Meldung angezeigt.

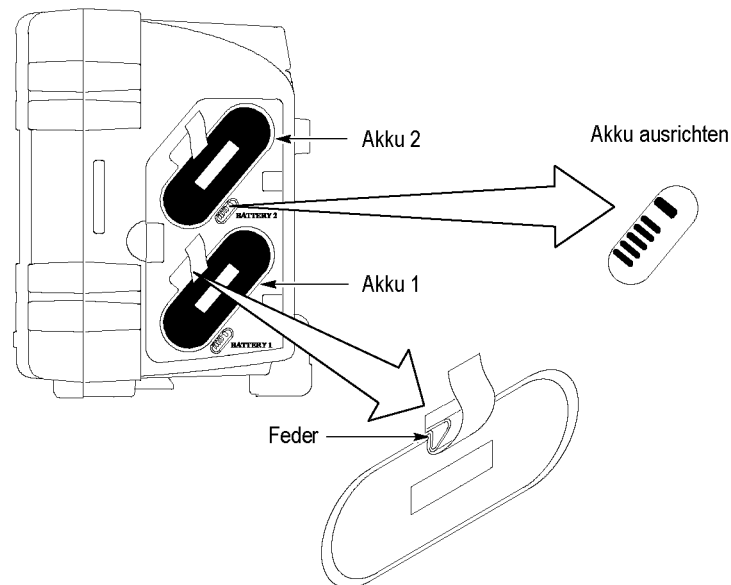
In diesem Handbuch wird die Verwendung sowie das Laden, Kalibrieren und Austauschen von Akkus erläutert. Akkus müssen beispielsweise kalibriert werden, damit die jeweils verbleibende Betriebszeit ordnungsgemäß gemeldet wird. (Siehe Seite 87, Handhabung von TPSBAT-Akkus.)

Verfahren Sie beim Einsetzen der Akkus wie folgt:

1. Drücken Sie an der rechten Seite auf die Klappenverriegelung des Akkufachs, und öffnen Sie das Fach.
2. Setzen Sie den Akku entsprechend der Anweisung auf dem Oszilloskop ein. Akkus sind gepolt, sodass sie nur auf eine Weise eingesetzt werden können.

Wenn nur ein Akku eingesetzt werden soll, legen Sie den Akku in das untere Fach ein. Dadurch verlagert sich der Schwerpunkt nach unten.

3. Schließen Sie die Klappe des Akkufachs.



Um die Akkus zu entnehmen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie an der rechten Seite auf die Klappenverriegelung des Akkufachs, und öffnen Sie das Fach.
2. Greifen Sie den Entnahmestreifen, und ziehen Sie diesen nach oben.
3. Drücken Sie die Federklemme vom Akku fort, und ziehen Sie am Entnahmestreifen, um den Akku zu entnehmen.
4. Schließen Sie die Klappe des Akkufachs.

Aufladen von Akkus

Sie können die Akkus in einem Oszilloskop oder mit dem externen TPSCHG-Akkuladegerät laden. (Siehe Seite 89, *Aufladen von TPSBAT-Akkus.*)

Netzkabel

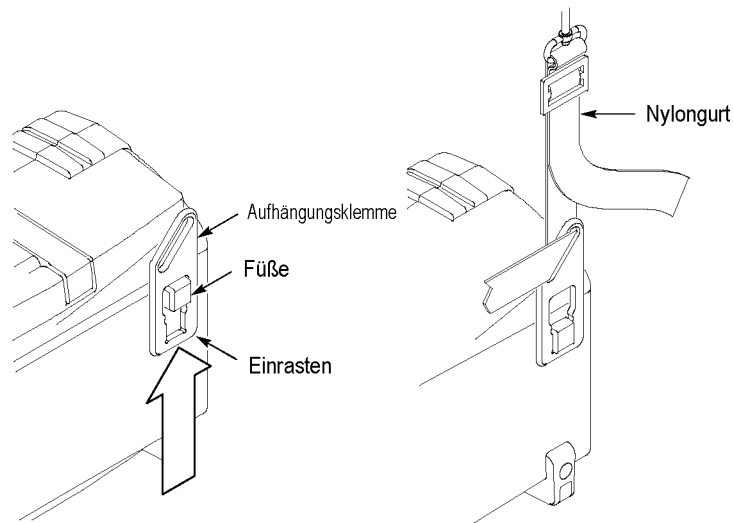
Verwenden Sie nur für das Netzteil des Oszilloskops bzw. das externe Ladegerät vorgesehene Netzkabel. Das Netzteil für das Oszilloskop und das externe Ladegerät benötigen 90 bis 264 VAC_{eff} bei 45 bis 66 Hz. Optionale Netzkabel sind erhältlich. (Siehe Tabelle 14 auf Seite 147.)

Mehrweckaufhängung

Verwenden Sie die Mehrweckaufhängung, um das Oszilloskop sicher aufzuhängen, wenn eine Aufstellung auf einer stabilen Oberfläche (beispielsweise auf einem Labortisch) nicht möglich ist.

Verfahren Sie zum Anbringen der Aufhängung wie folgt:

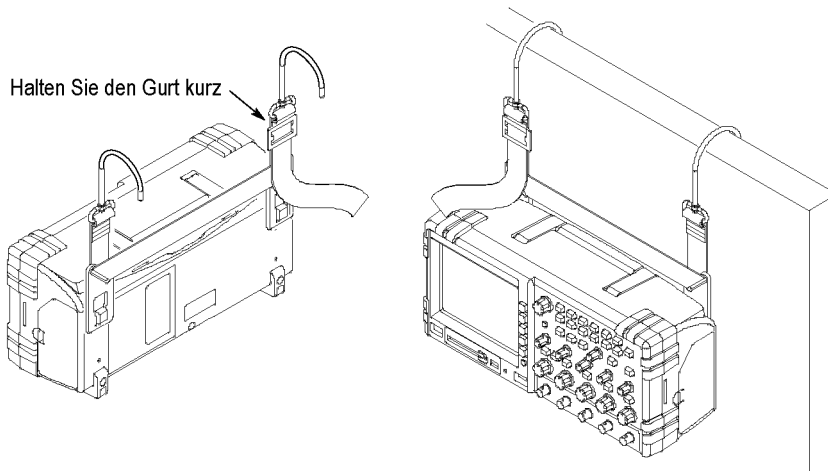
1. Platzieren Sie eine Aufhängungsklemme über einem der Füße am hinteren Teil des Gehäuses, sodass diese eng am Gehäuse anliegt. Richten Sie den Schlitz oben an der Klemme aus.
2. Drücken Sie die Klemme nach oben, um sie einzurasten.



3. Wiederholen Sie die Schritte 1 und 2 für die andere Klemme.
4. Stellen Sie die Länge des Nylongurts ein. Wenn der Gurt kurz eingestellt ist, wird das Oszilloskop während der Aufhängung stabil gehalten.

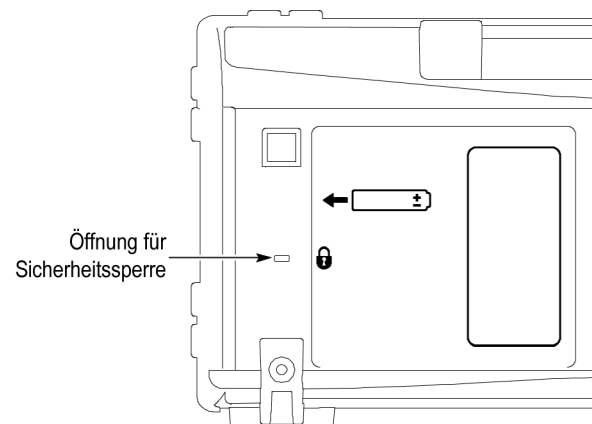
HINWEIS. Sie können den Nylongurt durch den Griff am Oszilloskop führen, um einen stabileren Schwerpunkt zu erzielen.

5. Hängen Sie die Haken an einer vertikalen Stütze ein, beispielsweise an einer Trennwand oder der Tür eines Gerätegestells.



Sicherheitssperre

Sichern Sie das Oszilloskop am Standort mit einem Standardsicherheitskabel für Laptops.



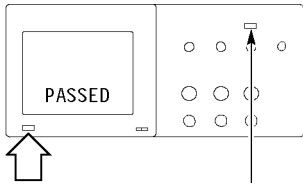
Tastköpfe

Oszilloskope der TPS2000B Serie werden mit passiven Spannungstastköpfen TPP0101 oder TPP0201 bereitgestellt. (Siehe Seite 10, *Tastkopfsicherheit*.) (Siehe Seite 131, *Spezifikationen für TPS2000B*.)

Sie können eine Vielzahl von Tektronix-Spannungs- und Stromtastköpfen mit diesen Oszilloskopen verwenden. Eine Liste der kompatiblen Tastköpfe finden Sie auf der Website www.tektronix.com oder in Anhang C.

Funktionstest

Führen Sie diesen Funktionstest durch, um zu überprüfen, ob das Oszilloskop ordnungsgemäß funktioniert.

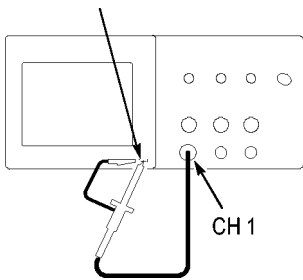


Ein/Standby-Taste

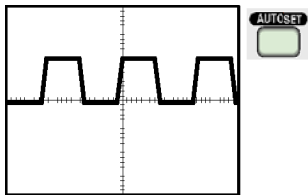
Taste „Grundeinstellung“

1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
Drücken Sie die Taste **Grundeinstellung**.
Die standardmäßige Tastkopfabschwächungseinstellung beträgt 10fach.

PROBE COMP (Tastkopfabgleich)



2. Schließen Sie den Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Hierzu richten Sie den Steckplatz des Tastkopfsteckers am Gegenstück des BNC-Steckers von Kanal 1 aus, stecken ihn ein und drehen ihn nach rechts, bis er einrastet.
Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Referenzleiter an die Tastkopfabgleich-Anschlüsse an.

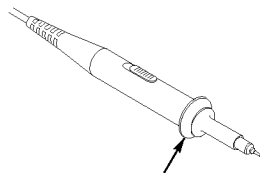


3. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**. Innerhalb weniger Sekunden wird auf der Anzeige ein Rechtecksignal mit ca. 5 V Spitze-Spitze bei 1 kHz angezeigt.
Drücken Sie die Taste **Menü** von Kanal 1 auf der Frontplatte zweimal, um Kanal 1 zu entfernen. Drücken Sie die Taste **Menü** von Kanal 2, um Kanal 2 anzuzeigen, und wiederholen Sie die Schritte 2 und 3. Bei Oszilloskopen mit 4 Kanälen wiederholen Sie das Ganze für die Kanäle 3 und 4.

Tastkopfsicherheit

Überprüfen und beachten Sie ggf. vor dem Einsatz von Tastköpfen die Tastkopfnennwerte.

Ein Schutz um das Tastkopfgehäuse herum schützt vor Stromschlag.



Fingerschutzmanschette



WARNUNG. Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, halten Sie das Gerät immer am Tastkopfgehäuseschutz.

Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, berühren Sie keine Metallteile des Tastkopfs, wenn der Tastkopf in Betrieb ist.

Schließen Sie den Tastkopf an das Oszilloskop und die Erdungsklemme an die Erdung an, bevor Sie Messungen vornehmen.

Jeder Tastkopf und jedes Kabel zum Anlegen von mehr als 30 V_{ACeff} (42 V Spitze-Spitze) an den BNC-Eingang des Oszilloskops muss für den entsprechenden Spannungswert vom Fremdanbieter zertifiziert sein. Der Tastkopf-Referenzleiter bzw. das Kabel muss für eine potenzialfreie Spannung von 600 V_{eff} CAT II ausgelegt sein.

In diesem Handbuch finden Sie Informationen zu isolierten Kanälen, potenzialfreien Messungen und Hochspannungen. (Siehe Seite 3, *Durchführen von potenzialfreien Messungen.*)



WARNUNG. Der Referenzleiter der Tastköpfe TPP0101 und TPP0201 darf nicht an eine potenzialfreie Spannung von > 30 V_{eff} gelegt werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (potenzialfrei bis zu 600 V_{eff} CAT II oder 300 V_{eff} CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf (nicht den massereferenzierten Tastkopf P5100) oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Referenzleiter potenzialfreie Messungen über 30 V_{eff} vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Um einen Stromschlag bei der Verwendung von Tastköpfen mit nicht isolierten Metallteilen zu vermeiden, schließen Sie die Referenzleitung nicht an Spannungen über 30 V_{eff} an.

Assistent für Spannungstastkopf-Überprüfung

Mit dem Assistenten für Tastkopfüberprüfung können Sie überprüfen, ob ein Spannungstastkopf ordnungsgemäß funktioniert. Stromtastköpfe werden vom Assistenten nicht unterstützt.

Der Assistent unterstützt Sie beim Anpassen der Kompensation für Spannungstastköpfe (normalerweise mit einer Schraube am Tastkopfgehäuse oder Tastkopfstecker) und beim Festlegen des Faktors für die Dämpfungsoption für jeden Kanal, z. B. in der Option für Kanal 1 **Menü ▶ Tastkopf ▶ Spannung ▶ Teilung**.

Es empfiehlt sich, den Tastkopfüberprüfungsassistenten bei jedem Anschließen eines Spannungstastkopfes an einen Eingangskanal zu verwenden.

Zum Aufrufen des Tastkopfüberprüfungsassistenten drücken Sie die Taste **Probe Check** (Tastkopfüberprüfung). Wenn der Spannungstastkopf richtig angeschlossen und ordnungsgemäß kompensiert wurde und im Menü „Vertikal“ des Oszilloskops die richtige Dämpfungsoption eingestellt wurde, wird am unteren Bildschirmrand die Meldung „in Ordnung“ angezeigt. Andernfalls werden auf dem Oszilloskop Hinweise zur Behebung der aufgetretenen Probleme angezeigt.

HINWEIS. Der Tastkopfüberprüfungsassistent kann für 1-fach-, 10-fach-, 20-fach-, 50-fach- und 100-fach-Tastköpfe verwendet werden. Er eignet sich jedoch nicht für 500-fach- bzw. 1000-fach-Tastköpfe oder Tastköpfe, die an den Ext Trig-BNC-Anschluss angeschlossen werden.

HINWEIS. Nach Abschluss des Vorgangs stellt der Tastkopfüberprüfungsassistent die Einstellungen des Oszilloskops (mit Ausnahme der Option „Tastkopf“) in dem Zustand wieder her, in dem sie vor dem Drücken der Taste **Probe Check** (Tastkopfüberprüfung) vorlagen.

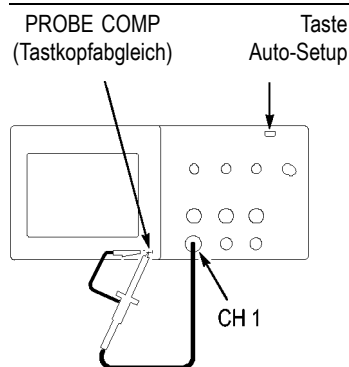
Verfahren Sie zum Kompensieren eines Tastkopfes, der mit dem Ext Trig-Eingang verwendet werden soll, wie folgt:

1. Schließen Sie den Tastkopf an einen beliebigen BNC-Eingangskanal-Stecker an, z. B. an Kanal 1.
2. Drücken Sie die Taste **Probe Check** (Tastkopfüberprüfung) und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.
3. Nachdem Sie sich davon überzeugt haben, dass der Tastkopf ordnungsgemäß funktioniert und richtig kompensiert wurde, schließen Sie ihn an den Ext Trig-BNC-Anschluss an.

Manuelle Tastkopfkompensation

Als Alternative zur Tastkopfüberprüfung mithilfe des Assistenten können Sie diese Einstellung auch manuell vornehmen, um den Tastkopf mit dem Eingangskanal abzugleichen.

HINWEIS. Stellen Sie sicher, dass der Referenzleiter des Spannungstastkopfes ordnungsgemäß an den Probe Comp-Referenzanschluss (Tastkopfabgleich) angeschlossen ist, da die Oszilloskopkanäle von den Probe Comp-Anschlüssen (Tastkopfabgleich) isoliert sind.



1. Drücken Sie die Tasten **Menü** ► **Tastkopf** ► **Spannung** ► **Teilung** für Kanal 1 und wählen Sie **10X** aus. Schließen Sie den Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Wenn Sie die Hakenspitze des Tastkopfs verwenden, stellen Sie einen ordnungsgemäßen Anschluss sicher, indem Sie die Spitze fest auf den Tastkopf stecken.
2. Schließen Sie die Tastkopfspitze an den Probe Comp (Tastkopfabgleich) ~5 V/1 kHz-Stecker und den Referenzleiter an den Probe Comp-(Tastkopfabgleich)-Gehäuseerdungsanschluss an. Lassen Sie sich den Kanal anzeigen, und drücken Sie anschließend die Taste **Auto-Setup**.
3. Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals.



Überkompensiert

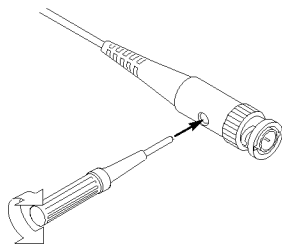


Unterkompensiert



Richtig kompensiert

4. Ändern Sie, falls erforderlich, die Tastkopfeinstellung. Wiederholen Sie ggf. die oben beschriebenen Vorgänge.



Spannungstastkopf-Abschwächungseinstellung

Spannungstastköpfe sind mit unterschiedlichen Abschwächungsfaktoren verfügbar, die sich auf die Vertikalskala des Signals auswirken. Mit dem Tastkopfüberprüfungsassistenten können Sie sicherstellen, dass der Abschwächungsfaktor im Oszilloskop der Abschwächung des Tastkopfes entspricht.

Als Alternative zur Tastkopfüberprüfung können Sie den entsprechenden Faktor für die Abschwächung des Tastkopfes auch manuell auswählen. Um z. B. einen auf 10-fach festgelegten und an CH 1 angeschlossenen Tastkopf abzugleichen, drücken Sie die Tasten **Menü** ► **Tastkopf** ► **Spannung** ► **Teilung** für Kanal 1, und wählen Sie **10X** aus.

HINWEIS. Die Standardeinstellung der Dämpfungsoption ist 10fach.

Stromtastkopf-Skalierung

An Stromtastköpfen liegt ein Spannungssignal an, das proportional zur Stromstärke ist. Sie müssen das Oszilloskop so einstellen, dass es der Skala des Stromtastkopfes entspricht. Die Standardskala ist 10 A/V.

Verfahren Sie zum Einstellen der Skala wie folgt:

1. Drücken Sie eine vertikale Kanaltaste (beispielsweise die Taste **Menü** für Kanal 1).
2. Drücken Sie die Optionstaste **Tastkopf**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Strom**.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Skala**, um einen geeigneten Wert auszuwählen.

Selbstkalibrierung

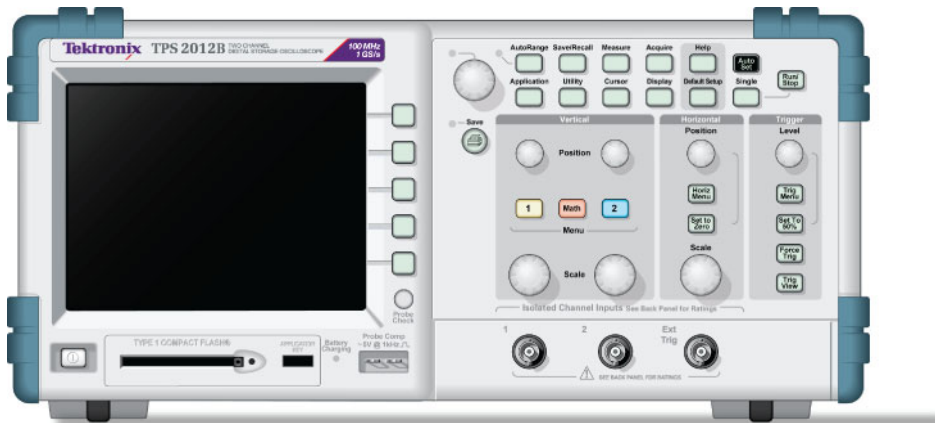
Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie den Signalpfad des Oszilloskops für eine maximale Messgenauigkeit optimieren. Sie können die Routine jederzeit ausführen. Sie sollten sie jedoch immer dann ausführen, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5 °C (9 °F) oder mehr geändert hat. Die Routine benötigt ca. 2 Minuten.

Um die Genauigkeit der Kalibrierung zu gewährleisten, schalten Sie das Oszilloskop ein, und warten Sie ca. 20 Minuten, damit das Gerät seine Betriebstemperatur erreicht.

Zum Kompensieren des Signalpfades trennen Sie sämtliche Tastköpfe und Kabel von den Eingangssteckern. Rufen Sie anschließend die Option **Dienstpgm.** ► **Selbst-Kalibr.** auf, und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.

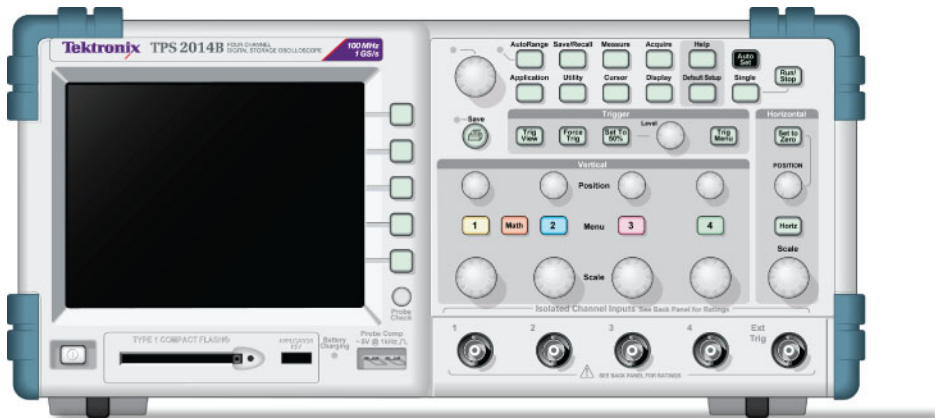
Bedienungsgrundlagen

Das vordere Bedienfeld ist in benutzerfreundliche Funktionsbereiche unterteilt. Dieses Kapitel gibt Ihnen eine kurze Übersicht über die Bedienelemente des Oszilloskops und die auf dem Bildschirm angezeigten Informationen.



2773-003

2-Kanal-Modell



2773-002

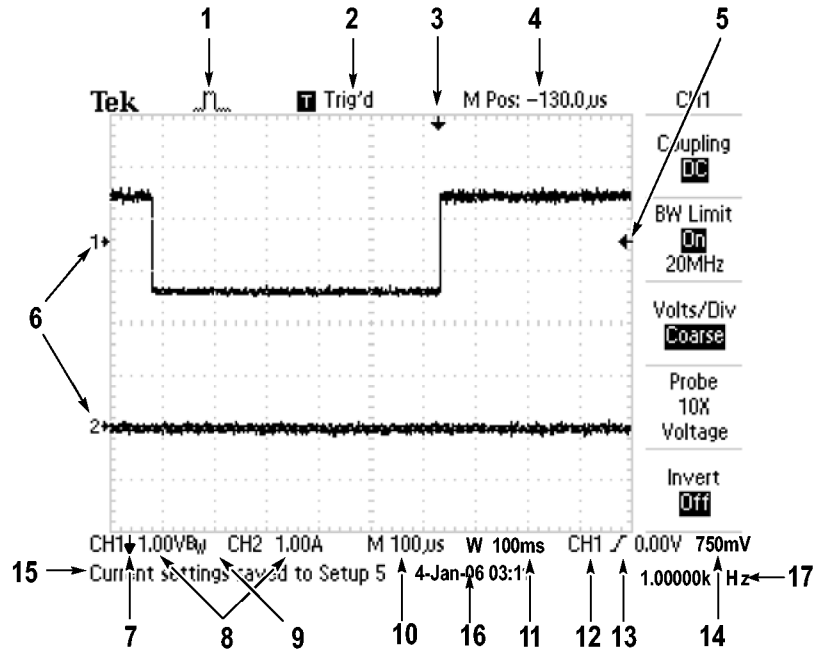
4-Kanal-Modell

Für die Tasten an der Frontplatte kann eine Beleuchtung aktiviert werden (über das Menü Dienstprogramm). Diese Beleuchtung wirkt sich nur unwesentlich auf die Betriebsdauer der Akkus aus, wenn das Oszilloskop ausschließlich über Akkus betrieben wird.

Anzeigebereich

Zusätzlich zur Anzeige des Signals selbst enthält der Anzeigebereich eine Fülle von Details über das Signal sowie die Oszilloskopeinstellungen.

HINWEIS. Weitere Informationen zur Anzeige der FFT-Funktion finden Sie unter Anzeige des FFT-Spektrums. (Siehe Seite 67, Anzeige des FFT-Spektrums.)



1. Das angezeigte Symbol steht für den Erfassungsmodus.



Normale Abtastung



Spitzenwert



Mittelwert

2. Der Triggerstatus weist auf Folgendes hin:



Das Oszilloskop erfasst Vortriggerdaten. In diesem Zustand werden sämtliche Trigger ignoriert.



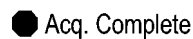
Alle Vortriggerdaten wurden erfasst, das Oszilloskop ist jetzt zur Triggererkennung bereit.



Das Oszilloskop hat einen Trigger erkannt und erfasst jetzt die Nachtriggerdaten.



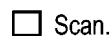
Das Oszilloskop hat die Erfassung der Signaldaten beendet.



Das Oszilloskop hat eine Einzelfolgeerfassung abgeschlossen.









Das Oszilloskop arbeitet im Automatikbetrieb und erfasst Signale in Abwesenheit von Triggern.



Signaldaten werden im Abtastmodus vom Oszilloskop kontinuierlich erfasst und angezeigt.

3. Der Marker zeigt die horizontale Triggerposition an. Drehen Sie den Drehknopf „Position“ im Bereich „Horizontal“, um die Position des Markers einzustellen.
4. In der Anzeige wird der Zeitpunkt an der Rastermitte angezeigt. Die Triggerzeit ist Null.
5. Der Marker zeigt den Flankentriggerpegel oder den Impulsbreiten-Triggerpegel an.
6. Bildschirmmarkierungen zeigen die erdbezogenen Messpunkte der angezeigten Signale an. Falls keine Markierung vorliegt, wird der Kanal nicht angezeigt.
7. Ein Pfeilsymbol weist darauf hin, dass das Signal invertiert wird.
8. Die vertikalen Skalenfaktoren der Kanäle werden angezeigt.
9. Das B_w -Symbol deutet darauf hin, dass die Bandbreite dieses Kanals begrenzt wurde.
10. Anzeige zeigt die Einstellung der Hauptzeitbasis an.
11. Anzeige zeigt die Einstellung für die Fensterzeitbasis an, wenn diese verwendet wird.
12. Anzeige zeigt die zur Triggerung verwendete Triggerquelle an.

13. Das Symbol steht für die jeweils ausgewählte Triggerart:

	Flankentrigger auf der steigenden Flanke.
	Flankentrigger auf der fallenden Flanke.
	Videotrigger auf der Zeilensynchronisation.
	Videotrigger auf der Halbbildsynchronisation.
	Impulsbreiten-Trigger, positive Polarität.
	Impulsbreiten-Trigger, negative Polarität.

14. Die Anzeige zeigt den Flankentriggerpegel oder den Impulsbreiten-Triggerpegel an.

15. Im Anzeigebereich erscheinen Meldungen, die Ihnen weiterhelfen sollen. Manche werden allerdings nur drei Sekunden lang angezeigt.

Wenn Sie ein gespeichertes Signal abrufen, werden Informationen zum Referenzsignal angezeigt, z. B. RefA 1,00 V 500 ms.

16. In der Anzeige werden Datum und Uhrzeit angezeigt.

17. Anzeige zeigt die Triggerfrequenz an.

Meldungsbereich

Am unteren Rand des Bildschirms des Oszilloskops befindet sich ein Meldungsbereich (siehe Listenpunkt 15 im vorherigen Abschnitt), in dem folgende hilfreiche Informationen ausgegeben werden:

- Anweisungen zum Aufrufen eines anderen Menüs, z. B. durch Drücken der Taste **Trig Menu** (Trig.-Menü):

TRIGGER HOLDOFF im HORIZONTAL MENU

- Vorschläge, was Sie als Nächstes tun könnten, z. B. beim Drücken der Taste **Messung**:

Zum Ändern der Messung Bildschirmtaste drücken

- Informationen zu den vom Oszilloskop durchgeführten Aktionen, z. B. beim Drücken der Taste **Grundeinstellung**:

Grundeinstellung abgerufen

- Informationen zum Signal, z. B. beim Drücken der Taste **Auto-Setup**:

Rechtecksignal oder Impuls erkannt auf CH1

Verwenden des Menüsystems

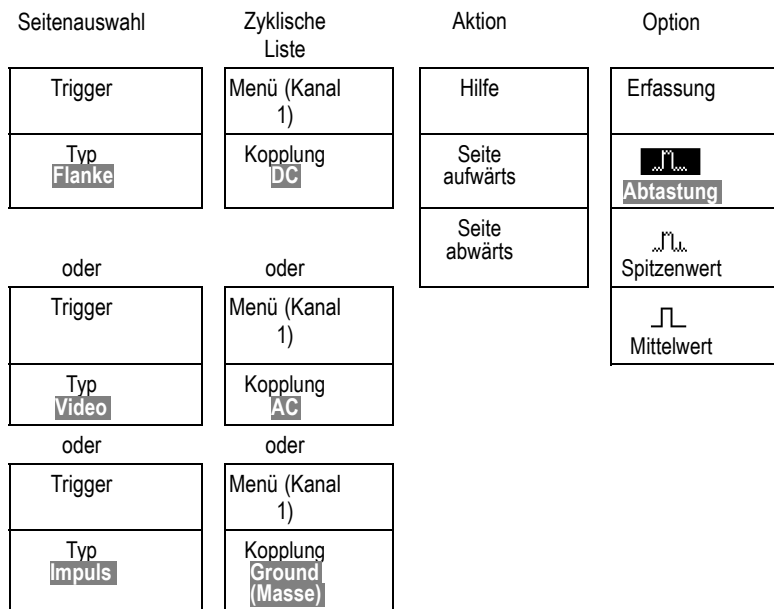
Dank der durchdachten Menüstruktur eröffnet die bedienerfreundliche Benutzeroberfläche der Oszilloskope leichten Zugriff auf Spezialfunktionen.

Wenn eine Taste auf der Frontplatte des Oszilloskops gedrückt wird, wird das entsprechende Menü auf der rechten Bildschirmseite angezeigt. Das Menü enthält die verfügbaren Optionen, die Sie durch Drücken der unbeschrifteten Optionstasten unmittelbar rechts neben dem Bildschirm aufrufen.

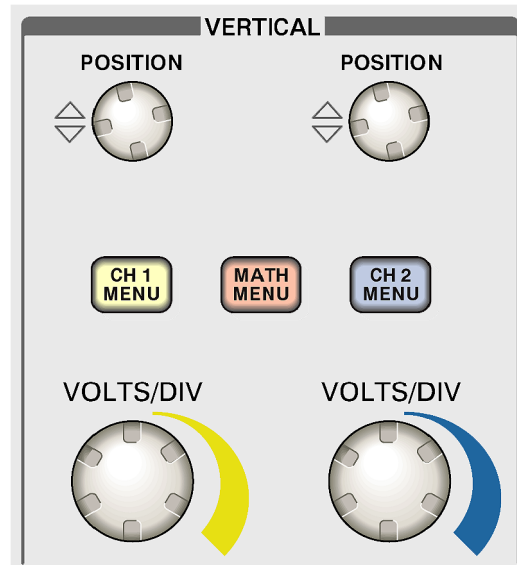
Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Anzeige der Menüoptionen auf dem Oszilloskop:

- Seitenauswahl (Untermenü): Bei einigen Menüs können Sie über die obere Optionstaste zwei oder drei Untermenüs aufrufen. Bei jedem Drücken der obersten Taste ändern sich die Optionen. Wenn Sie beispielsweise die oberste Taste im Menü „Trigger“ betätigen, schaltet das Oszilloskop periodisch zwischen den Trigger-Untermenüs „Flanke“, „Video“ und „Impulsbreite“ um.
- Zyklische Liste: Der Parameter wird vom Oszilloskop jedes Mal auf einen anderen Wert eingestellt, wenn Sie die Optionstaste drücken. So können Sie beispielsweise die Taste **Menü** für einen Kanal und anschließend die obere Optionstaste drücken, um zwischen den Optionen für Vertikale (Kanal-) Kopplung zu wechseln.

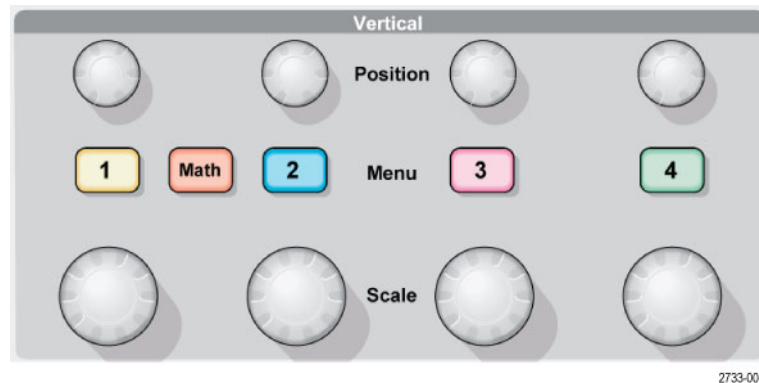
- **Aktion:** Das Oszilloskop zeigt die Aktionsart an, die durch Drücken einer Aktionstaste aufgerufen wird. Wenn beispielsweise der Hilfeindex angezeigt und die Optionstaste Seite abwärts gedrückt wird, wird vom Oszilloskop sofort die nächste Seite mit Indexeinträgen angezeigt.
- **Optionstasten:** Für jede Option wird eine andere Taste auf dem Oszilloskop verwendet. Die aktuell ausgewählte Option wird markiert. Beispiel: Wenn Sie die Menütaste „Erfassung“ drücken, zeigt das Oszilloskop die verschiedenen Optionen des Erfassungsmodus an. Um eine Option auszuwählen, drücken Sie einfach die gewünschte Taste.



Vertikale Bedienelemente



2-Kanal-Modell



4-Kanal-Modell

Position (1, 2, 3 & 4). Positioniert ein Signal vertikal.

1, 2, 3 & 4. Zeigt die Auswahl im Menü VERTIKAL an und schaltet die Anzeige des Kanalsignals ein und aus.

Skala (1, 2, 3 & 4). Dient zur Auswahl der kalibrierten Skalenfaktoren.

Math. Ruft das Menü für mathematische Signaloperationen auf und blendet die Anzeige des berechneten Signals ein oder aus.

Horizontale Bedienelemente



2-Kanal-Modell



4-Kanal-Modell

Position. Dient zur Einstellung der horizontalen Position aller Kanäle und berechneten Signale. Die Auflösung dieses Bedienelementes variiert je nach Zeitbasiseinstellung. (Siehe Seite 108, *Zoombereich*.)

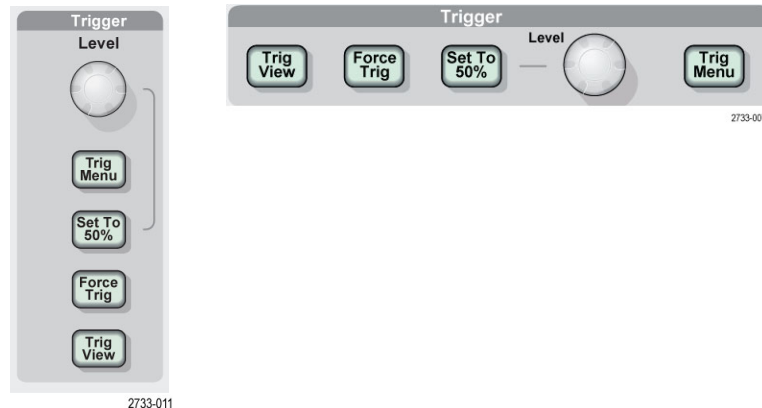
HINWEIS. Um die horizontale Position stark zu verändern, drehen Sie den Skala-Knopf auf einen größeren Wert, ändern die horizontale Position und drehen den Skala-Knopf anschließend wieder auf den vorherigen Wert zurück.

Menü „Horiz“. Ruft das horizontale Menü auf.

Auf Null setzen. Setzt die Horizontalposition auf Null.

Skala. Dient zur Auswahl der horizontalen Skala (Sec/Div.) für die Haupt- oder Fensterzeitbasis. Wenn der Zoombereich aktiviert ist, wird die Breite des Zoombereichs durch Änderung der Fensterzeitbasis geändert. (Siehe Seite 108, *Zoombereich*.)

Trigger-Bedienelemente



2-Kanal-Modell 4-Kanal-Modell

Pegel. Bei Verwendung eines Flanken- oder Impulstriggers wird mit dem Drehknopf „Pegel“ im Bereich „Trigger“ die Amplitude festgelegt, die vom Signal für die Erfassung einer Kurve durchlaufen werden muss.

Trig Menu (Trig.-Menü). Ruft das Triggermenü auf.

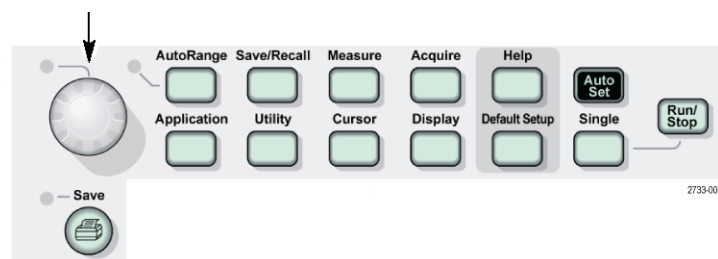
Auf 50 % setzen. Der Triggerpegel wird auf den vertikalen Mittelpunkt zwischen den Spitzenwerten des Triggersignals gesetzt.

Trig Zwang. Schließt die Erfassung unabhängig davon ab, ob ein adäquates Triggersignal vorliegt oder nicht. Wenn die Erfassung bereits angehalten wurde, hat diese Taste keinerlei Auswirkungen.

Trig View (Trig.-Anzeige). Wenn Sie die Taste **Trig View** (Trig.-Anzeige) gedrückt halten, wird statt des Kanalsignals das Triggersignal angezeigt. So können Sie beispielsweise feststellen, wie sich die Triggereinstellungen bei Triggerkopplung auf das Triggersignal auswirken.

Menü- und Steuerungstasten

Mehrfunktions-Drehknopf



Ausführliche Informationen über Menü- und Tastensteuerungen finden Sie im Kapitel *Referenz*.

Mehrfunktions-Drehknopf. Die Funktion wird durch das angezeigte Menü oder über die ausgewählte Menüoption bestimmt. Bei Aktivität leuchtet die benachbarte LED. In der nächsten Tabelle sind die Funktionen aufgeführt.

Aktives Menü oder aktive Option	Drehknopffunktion	Beschreibung
Cursor	Cursor 1 oder Cursor 2	Positioniert den ausgewählten Cursor
Display	Helligkeit	Ändert die Helligkeit der Anzeige.
Hilfe	Bildlauf	Wählt Einträge im Index aus; wählt Links in einem Thema aus; ruft die nächste oder vorhergehende Seite eines Themas auf.
Horizontal	Trigger Holdoff festlegen	Legt die Zeitspanne fest, bevor ein anderes Triggerereignis akzeptiert werden kann;(Siehe Seite 123, <i>Trigger Holdoff</i> .)
Math	Position	Positioniert das berechnete Signal.
	Vertikale Skala	Ändert die Skala des berechneten Signals.
Messung	Typ	Wählt den Typ für die automatische Messung jeder Quelle aus.
Speichern/Abrufen	Aktion	Legt die Transaktion als Speichern oder Abrufen für Setup-Dateien, Signaldateien oder Bildschirmdarstellungen fest. Auch zum Anzeigen oder Ausblenden von Referenzsignalen vom Bildschirm.
	Datei auswählen	Dient zur Auswahl von Setup-, Signal- oder Bilddateien zum Speichern oder von Setup- und Signaldateien zum Abrufen.
Trigger	Video-Zeilenummer	Dient zur Einstellung einer bestimmten Zeilenummer auf dem Oszilloskop, wenn die Triggerart auf Video und die Synchronisation auf Zeilenummer gestellt wurde.
	Impulsbreite	Dient zur Einstellung der Impulsbreite, wenn die Triggerart auf Impuls gesetzt ist.

Aktives Menü oder aktive Option	Drehknopffunktion	Beschreibung
Dienstpgm. ► Datei Dienstprogr.	Datei auswählen	Wählt Dateien zum Umbenennen oder Löschen aus; (Siehe Seite 125, <i>Datei Dienstprogr.</i>).
	Namenseingabe	Benennt die Datei oder den Ordner um; (Siehe Seite 126, <i>Datei oder Verzeichnis umbenennen.</i>)
Dienstpgm. ► Optionen ► Datum und Uhrzeit einstellen	Werteingabe	Legt den Wert für Datum und Uhrzeit fest; (Siehe Seite 124, <i>Datum und Uhrzeit einstellen.</i>)

Auto Messbereich. Zeigt das Menü Bereich an und aktiviert bzw. deaktiviert die Funktion zur automatischen Bereichseinstellung. Wenn die automatische Bereichseinstellung aktiv ist, leuchtet die benachbarte LED.

Speichern/Abrufen. Ruft das Menü Speichern/Abrufen für Einstellungen und Signale auf.

Messung. Ruft das Menü für automatische Messungen auf.

Erfassung. Ruft das Menü Erfassung auf.

Anwendung. Zeigt ein Menü an, wenn ein Anwendungsschlüssel an der Vorderseite des Oszilloskops installiert wurde, beispielsweise das Menü Leistungsanalyse.

Dienstpgm. Ruft das Menü Dienstprogramm auf.

Cursor. Ruft das Menü Cursor auf. Die Cursor werden auch nach Verlassen des Menüs Cursor angezeigt (es sei denn, die Cursor-Option wurde auf AUS gestellt), lassen sich aber nicht einstellen.

Display. Ruft das Menü Display auf.


Hilfe. Ruft das Menü Hilfe auf.


Grundeinstellung. Ruft die werkseitige Einstellung ab.

Auto-Setup. Das Oszilloskop wird automatisch so eingestellt, dass eine verwertbare Anzeige der Eingangssignale stattfindet.

Einzelfolge. Das Oszilloskop erfasst ein einzelnes Signal und hält dann an.

Run/Stop (Ausführen/Anhalten). Das Oszilloskop erfasst Signaldaten kontinuierlich oder hält die Erfassung an.

Drucken.  Startet Druckvorgänge über den Centronics- bzw. den RS-232-Anschluss oder führt die Funktion „Speichern“ für den entnehmbaren Massenspeicher aus.

Speichern. Eine LED gibt an, wenn die Taste „Drucken“  so konfiguriert ist, dass Daten auf der CompactFlash-Karte gespeichert werden.

Eingangsstecker



2733-009

2-Kanal-Modell



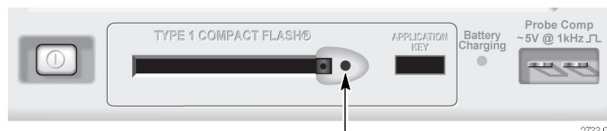
2733-010

4-Kanal-Modell

1, 2, 3 & 4. Eingangsstecker für die Signalanzeige.

Ext Trig. Eingangsstecker für eine externe Triggerquelle. Verwenden Sie das Menü „Trigger“, um die Triggerquelle „Ext.“ oder „Ext/5“ auszuwählen. Drücken und halten Sie die Taste **Trig View** (Trig.-Anzeige), um feststellen, wie sich die Triggereinstellungen, z. B. bei Triggerkopplung, auf das Triggersignal auswirken.

Sonstige Elemente auf der Frontplatte



2733-012

Leuchtet beim Speichern von Daten bzw. beim Abrufen von Daten von einer CompactFlash-Karte.

TYPE 1 CompactFlash (CompactFlash-Karte vom TYP 1). Einlegen einer CompactFlash-Karte (CF-Karte) für den entnehmbaren Speicher. Beim Speichern von Daten bzw. beim Abrufen von Daten von einer CompactFlash-Karte leuchtet

die benachbarte LED. Um die Karte zu entnehmen, warten Sie, bis die LED nicht mehr leuchtet.

Application Key (Anwendungsschlüssel). Legen Sie einen Anwendungsschlüssel ein, um eine optionale Anwendung zu aktivieren, beispielsweise die Leistungsanalyse.

Battery Charging (Akkuladevorgang). Eine LED zeigt an, wenn eingesetzte Akkus im Oszilloskop geladen werden.

Probe Comp (Tastkopfabgleich). Ausgang und Gehäuseerdung für den Spannungstastkopfabgleich. Wird verwendet, um den Spannungstastkopf mit der Eingangsschaltung des Oszilloskops abzugleichen. (Siehe Seite 13, *Manuelle Tastkopfkompensation.*)

Die Referenzleitung für den Tastkopfabgleich ist an die Erdung angeschlossen und fungiert beim Betrieb des Oszilloskops mit dem Netzgerät als Erdungsanschluss. (Siehe Seite 3, *Durchführen von potenzialfreien Messungen.*)



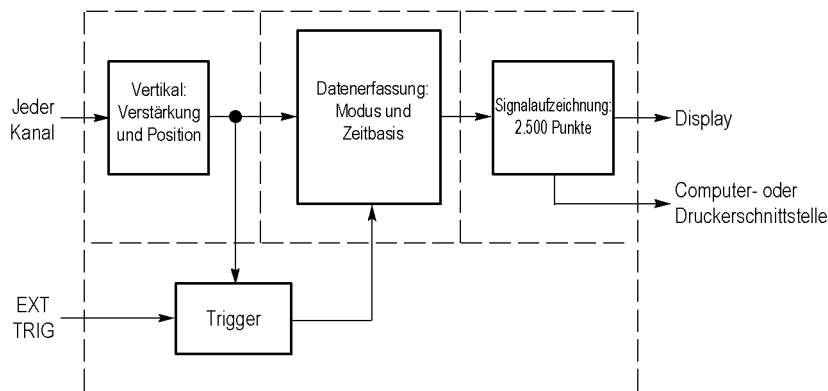
VORSICHT. Achten Sie darauf, dass Metallteile ohne Isolierung beim Betrieb mit dem Netzteil mit keiner Spannungsquelle in Kontakt kommen, da dabei das Oszilloskop und der Prüfaufbau beschädigt werden können.

Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen

In diesem Kapitel geht es um Grundlagen, die Sie vor der Verwendung eines Oszilloskops kennen sollten. Zur effizienten Bedienung des Oszilloskops müssen Sie sich mit den folgenden Funktionen vertraut machen:

- Einstellung des Oszilloskops
- Triggerung
- Signalerfassung
- Skalierung und Positionierung von Signalen
- Messung von Signalen

Die Abbildung unten zeigt ein Blockschaltbild der verschiedenen Oszilloskopfunktionen und deren Bezug zueinander.



Einstellen des Oszilloskops

Machen Sie sich zunächst mit den unterschiedlichen Funktionen vertraut, die Sie bei der Bedienung des Oszilloskops sicherlich am häufigsten verwenden: Auto-Setup, automatische Bereichseinstellung, Speichern und Abrufen eines Setups.

Verwendung von Auto-Setup

Mit jedem Drücken der Taste **Auto-Setup** ruft die Funktion „Auto-Setup“ eine stabile Signalanzeige für Sie ab. Hierbei werden die vertikale und horizontale Skala sowie die Trigger automatisch eingestellt. Beim Auto-Setup werden je nach Signalart auch einige automatische Messungen im Rasterbereich angezeigt.

Verwenden der automatischen Bereichseinstellung

Die automatische Bereichseinstellung ist eine kontinuierliche Funktion, die aktiviert und deaktiviert werden kann. Mit der Funktion werden Einstellungswerte zum Verfolgen eines Signals eingestellt, wenn dieses große Änderungen aufweist oder wenn der Tastkopf physisch an einen anderen Punkt verschoben wird.

Speichern eines Setups

Das aktuelle Setup wird vom Oszilloskop gespeichert, wenn Sie nach der letzten Änderung vor dem Ausschalten des Gerätes fünf Sekunden lang warten. Wenn Sie das Oszilloskop das nächste Mal einschalten, wird dieses Setup abgerufen.

Im Menü „Speichern/Abrufen“ können Sie bis zu zehn verschiedene Setups abspeichern.

Sie können Einstellungen auch auf eine CompactFlash-Karte speichern. Das Oszilloskop enthält einen entnehmbaren Massenspeicher in Form einer CompactFlash-Karte vom Typ 1. (Siehe Seite 83, *Entnehmbarer Massenspeicher*.)

Abrufen eines Setups

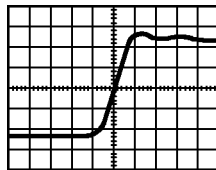
Das Oszilloskop kann das vor dem Ausschalten des Geräts zuletzt verwendete Setup, beliebige gespeicherte Setups oder die Grundeinstellung abrufen. (Siehe Seite 111, *Speichern/Abrufen*.)

Grundeinstellung

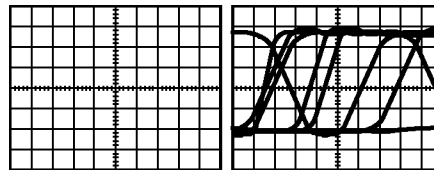
Bei der Lieferung ab Werk ist das Oszilloskop auf normalen Betrieb eingestellt. Drücken Sie die Taste **Grundeinstellung**, um die meisten (jedoch nicht alle) Werkseinstellungen und -optionen wiederherzustellen. Eine Liste der Grundeinstellungen, die wiederhergestellt werden, finden Sie in Anhang E.

Triggerung

Über den Trigger wird festgelegt, wann das Oszilloskop mit der Datenerfassung und Signalanzeige beginnt. Bei richtiger Einstellung des Triggers wandelt das Oszilloskop instabile Anzeigen oder leere Bildschirme in sinnvolle Signale um.



Getriggertes Signal



Ungetriggerte Signale

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Bedienungsgrundlagen*. (Siehe Seite 23, *Trigger-Bedienelemente*.) Lesen Sie auch im Kapitel *Referenz* nach. (Siehe Seite 117, *Trigger-Bedienelemente*.)

Wenn Sie die Taste **Run/Stop** (Ausführen/Anhalten) oder die Taste **Einzelfolge** drücken, um die Erfassung zu starten, geschieht auf dem Oszilloskop Folgendes:

1. Es werden genügend Daten erfasst, um den Teil der Signalaufzeichnung links vom Triggerpunkt auszufüllen. Dies wird als Vortrigger bezeichnet.
2. Es werden fortlaufend Daten erfasst, während das Oszilloskop auf das Auftreten der Triggerbedingung wartet.
3. Die Triggerbedingung wird erkannt.

4. Es werden weiterhin Daten erfasst, bis die Signalaufzeichnung abgeschlossen ist.
5. Das neu erfasste Signal wird angezeigt.

HINWEIS. Zum Ermitteln der Triggerfrequenz wird vom Oszilloskop bei Flanken- und Impulstriggern die Rate gezählt, in der Triggerereignisse auftreten. Das Oszilloskop zeigt die Frequenz unten rechts auf dem Bildschirm an.

Quelle Die Optionen der Triggerquelle werden benutzt, um das Signal auszuwählen, das das Oszilloskop als Trigger verwendet. Die Quelle kann ein beliebiges Signal sein, das über einen Kanal-BNC-Stecker oder den Ext Trig-BNC-Stecker eingespeist wird.

Arten Das Oszilloskop verfügt über drei Triggerarten: Flanke, Video und Impulsbreite.

Modi Sie können den Triggermodus Auto oder Normal auswählen, um festzulegen, wie Daten vom Oszilloskop erfasst werden, wenn keine Triggerbedingung erkannt wird. (Siehe Seite 118, *Verfügbare Modi*.)

Zur Durchführung einer Einzelfolgeerfassung drücken Sie die Taste **Einzelfolge**.

Kopplung Mit der Option Triggerkopplung können Sie bestimmen, welcher Signalteil zur Triggerschaltung geleitet werden soll. Auf diese Weise lässt sich das Signal stabiler anzeigen.

Zur Verwendung der Triggerkopplung drücken Sie die Taste **Trig Menu** (Trig.-Menü) und wählen einen Flanken- oder Impulstrigger sowie eine Kopplungsoption aus.

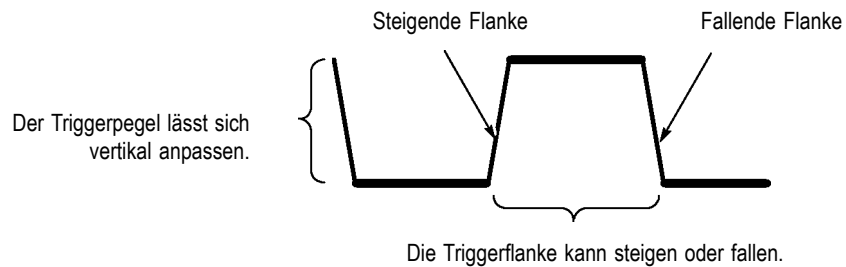
HINWEIS. Die Triggerkopplung betrifft nur das Signal, das in das Triggersystem geleitet wird. Sie hat keinerlei Auswirkung auf die Bandbreite oder Kopplung des auf dem Bildschirm angezeigten Signals.

Um das konditionierte Signal anzuzeigen, das zur Triggerschaltung geleitet wird, halten Sie die Taste **Trig View** (Trig.-Anzeige) gedrückt.

Position Mit dem Bedienelement für die horizontale Position wird die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte festgelegt. Nähere Informationen über dieses Bedienelement zur Triggerpositionierung finden Sie unter *Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen*. (Siehe Seite 33, *Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen*.)

Flanke und Pegel

Die Bedienelemente „Flanke“ und „Pegel“ helfen bei der Triggerdefinition. Mit der Option „Flanke“ (nur bei Flankentriggern verfügbar) wird festgelegt, ob der Triggerpunkt auf der ansteigenden oder abfallenden Flanke liegen soll. Über den Drehknopf **Pegel** im Bereich „Trigger“ wird eingestellt, wo der Triggerpunkt auf der Flanke auftritt.



Signalerfassung

Bei der Signalerfassung wird das Signal vom Oszilloskop digitalisiert und als Kurvenzug angezeigt. Im Erfassungsmodus ist festgelegt, auf welche Weise das Signal digitalisiert wird. Die Einstellung der Zeitbasis beeinflusst die Zeitdauer und Detailgenauigkeit der Erfassung.

Erfassungsmodi

Es gibt drei Erfassungsmodi: Normale Abtastung, Spitzenwert und Mittelwert.

Normale Abtastung. Bei diesem Erfassungsmodus wird das Signal vom Oszilloskop in regelmäßigen Zeitabständen abgetastet und als Kurvenzug dargestellt. In diesem Modus werden Signale meistens sehr präzise wiedergegeben.

In diesem Modus werden jedoch keine schnellen Signalschwankungen erfasst, die zwischen den einzelnen Abtastungen auftreten können. Dies kann zu Aliasing führen, sodass schmale Impulse möglicherweise nicht vom Oszilloskop erfasst werden. (Siehe Seite 34, *Zeitbereichs-Aliasing*.) In diesem Fall sollten Sie den Spitzenwertmodus zur Erfassung der Daten verwenden.

Spitzenwert. Bei diesem Erfassungsmodus zeichnet das Oszilloskop die höchsten und niedrigsten Werte des Eingangssignals in jedem Abtastintervall auf und stellt sie als Kurvenzug dar. Auf diese Weise kann das Oszilloskop schmale Impulse erfassen und anzeigen, die im Abtastmodus womöglich gar nicht entdeckt worden wären. Störuschen tritt in diesem Modus stärker in Erscheinung.

Mittelwert. In diesem Modus erfasst das Oszilloskop mehrere Signale, bildet daraus einen Mittelwert und zeigt das daraus resultierende Signal an. In diesem Modus lässt sich unkorreliertes Rauschen reduzieren.

Zeitbasis Das Oszilloskop digitalisiert Signale, indem es den Wert eines Eingangssignals an einzelnen Punkten erfasst. Anhand der Zeitbasis lässt sich festlegen, wie oft die Werte digitalisiert werden.

Zur Einstellung der Zeitbasis auf eine für Ihre Zwecke geeignete Horizontalskala verwenden Sie den Drehknopf **Skala**.

Skalierung und Positionierung von Signalen

Sie können die Anzeige von Signalen ändern, indem Sie deren Skalierung und Position ändern. Wenn Sie die Skalierung ändern, wird das Signal größer oder kleiner angezeigt. Wenn Sie die Position ändern, wird das Signal nach oben, unten, rechts oder links verschoben.

Anhand der Kanalanzeige im linken Teil des Rasters wird jedes Signal auf der Anzeige identifiziert. Die Anzeige zeigt auf die Masse (den Referenzpegel) der Signalaufzeichnung.

Sie können den Anzeigebereich und die Messwertanzeigen ablesen. (Siehe Seite 16, *Anzeigebereich*.)

Vertikalskala und Position

Sie können die vertikale Position von Signalen ändern, indem Sie die Signale in der Anzeige nach oben oder unten verschieben. Zum Datenvergleich können zwei Signale als Überlagerung oder übereinander dargestellt werden.

Sie können die Vertikalskala eines Signals verändern. Dabei wird die Signalanzeige bezüglich der Masse (des Bezugspegels) reduziert bzw. erweitert.

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Bedienungsgrundlagen*. (Siehe Seite 21, *Vertikale Bedienelemente*.) Lesen Sie auch im Kapitel *Referenz* nach. (Siehe Seite 127, *Vertikale Bedienelemente*.)

Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen

Über den Drehknopf „Position“ im Bereich „Horizontal“ lässt sich einstellen, ob Signaldaten vor oder nach dem Trigger bzw. an beliebigen dazwischen liegenden Stellen angezeigt werden. Wenn Sie die horizontale Position eines Signals ändern, ändern Sie eigentlich die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte. (Dadurch erscheint das Signal auf der Anzeige nach rechts oder links verschoben.)

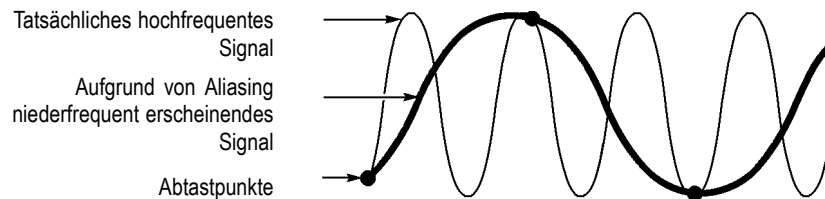
Beispiel: Sie möchten die Ursache für einen Glitch in Ihrer Messschaltung ermitteln. Hierzu könnten Sie auf den Glitch triggern und den Vortrigger-Zeitraum vergrößern, um Daten vor dem Glitch zu erfassen. Anschließend analysieren Sie die Vortriggerdaten und kommen den Ursachen für den Glitch so womöglich auf die Spur.

Durch Drehen des Knopfes **Skala** ändern Sie die Horizontalskala aller Signale. Beispiel: Sie wollen nur einen einzigen Zyklus eines Signals anzeigen, um das Überschwingen auf der steigenden Flanke zu messen.

Das Oszilloskop zeigt die Horizontalskala als Zeit pro Skalenteil in der Skalenanzeige an. Da alle aktiven Signale dieselbe Zeitbasis verwenden, zeigt das Oszilloskop nur einen Wert für alle aktiven Kanäle an, es sei denn, Sie verwenden den Zoombereich. Informationen zur Verwendung der Fensterfunktion finden Sie im *Zoombereich*. (Siehe Seite 108, *Zoombereich*.)

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Bedienungsgrundlagen*. (Siehe Seite 22, *Position*.) Lesen Sie auch im Kapitel *Referenz* nach. (Siehe Seite 107, *Horizontal*.)

Zeitbereichs-Aliasing. Aliasing tritt dann auf, wenn das Oszilloskop das Signal nicht schnell genug abtastet, um eine genaue Signalaufzeichnung darzustellen. In diesem Fall zeigt das Oszilloskop ein Signal mit einer niedrigeren Frequenz an als das tatsächliche Eingangssignal oder zeigt trotz Triggerung ein instabiles Signal an.



Das Oszilloskop stellt Signale präzise dar, wird jedoch durch die Bandbreite des Tastkopfs, die Bandbreite des Oszilloskops sowie die Abtastrate eingeschränkt. Zur Vermeidung von Aliasing muss das Oszilloskop das Signal mehr als doppelt so schnell abtasten wie die höchste Frequenzkomponente des Signals.

Die höchste Frequenz, die die Oszilloskop-Abtastrate theoretisch darstellen kann, wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Die Abtastrate wird als Nyquist-Rate bezeichnet und beträgt das Doppelte der Nyquist-Frequenz.

Oszilloskope mit 100 MHz Bandbreite verfügen über eine Abtastrate von bis zu 1 GS/s. Oszilloskop-Modelle mit 200 MHz Bandbreite erfassen Signale mit bis zu 2 GS/s. In beiden Fällen betragen diese maximalen Abtastraten mindestens das Zehnfache der Bandbreite. Dank dieser hohen Abtastraten wird die Möglichkeit für Aliasing deutlich verringert.

Es gibt verschiedene Verfahren, Aliasing zu erkennen:

- Drehen Sie den Drehknopf **Skala**, um die Horizontalskala zu ändern. Wenn die Signalform sich stark verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.
- Wählen Sie den Spitzenwert-Erfassungsmodus aus. (Siehe Seite 32, *Spitzenwert*.) Bei diesem Modus werden die höchsten und niedrigsten Werte abgetastet, sodass das Oszilloskop schnellere Signale erkennen kann. Wenn die Signalform sich stark verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.
- Wenn die Triggerfrequenz höher ist als die Daten auf der Anzeige, liegt womöglich Aliasing oder ein Signal vor, das den Triggerpegel mehrfach schneidet. Durch eine Analyse des Signals können Sie feststellen, ob die

Signalform eine einzelne Triggerdurchschreitung pro Zyklus auf dem ausgewählten Triggerpegel zulässt.

Ist das Auftreten mehrfacher Trigger wahrscheinlich, dann wählen Sie einen Triggerpegel aus, der nur einen einzigen Trigger pro Zyklus erzeugt. Wenn die Triggerfrequenz nach wie vor höher ist als vom Display angezeigt, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.

Ist die Triggerfrequenz dagegen langsamer, ist dieser Test nicht sinnvoll.

- Wenn das angezeigte Signal auch die Triggerquelle ist, verwenden Sie das Raster oder die Cursor, um die Frequenz des angezeigten Signals zu schätzen. Vergleichen Sie diese Frequenz mit der in der unteren rechten Bildschirmecke angezeigten Triggerfrequenz. Falls sie sich um einen großen Betrag voneinander unterscheiden, liegt wahrscheinlich Aliasing vor.

In der folgenden Tabelle sind die Zeitbasiseinstellungen aufgeführt, die zur Vermeidung von Aliasing bei verschiedenen Frequenzen und der entsprechenden Abtastrate festgelegt werden sollten. Bei der schnellsten Horizontalskala-Einstellung tritt Aliasing aufgrund der Bandbreitenbegrenzungen der Eingangsverstärker des Oszilloskops wahrscheinlich nicht auf.

Einstellungen zur Vermeidung von Aliasing im Abtastmodus

Zeitbasis	Samples pro Sekunde	Maximale
2,5 ns	2 GS/s	200,0 MHz
5,0 bis 250,0 ns	1 GS/s oder 2 GS/s *	200,0 MHz
500,0 ns	500,0 MS/s	200,0 MHz
1,0 µs	250,0 MS/s	125,0 MHz
2,5 µs	100,0 MS/s	50,0 MHz
5,0 µs	50,0 MS/s	25,0 MHz
10,0 µs	25,0 MS/s	12,5 MHz
25,0 µs	10,0 MS/s	5,0 MHz
50,0 µs	5,0 MS/s	2,5 MHz
100,0 µs	2,5 MS/s	1,25 MHz
250,0 µs	1,0 MS/s	500,0 kHz
500,0 µs	500,0 kS/s	250,0 kHz
1,0 ms	250,0 kS/s	125,0 kHz
2,5 ms	100,0 kS/s	50,0 kHz
5,0 ms	50,0 kS/s	25,0 kHz
10,0 ms	25,0 kS/s	12,5 kHz
25,0 ms	10,0 kS/s	5,0 kHz
50,0 ms	5,0 kS/s	2,5 kHz
100,0 ms	2,5 kS/s	1,25 kHz
250,0 ms	1,0 kS/s	500,0 Hz
500,0 ms	500,0 S/s	250,0 Hz
1,0 s	250,0 S/s	125,0 Hz
2,5 s	100,0 S/s	50,0 Hz
5,0 s	50,0 S/s	25,0 Hz
10,0 s	25,0 S/s	12,5 Hz
25,0 s	10,0 S/s	5,0 Hz
50,0 s	5,0 S/s	2,5 Hz

* Je nach Oszilloskopmodell.

Durchführen von Messungen

Das Oszilloskop stellt Signale als Spannung über der Zeit dar und hilft Ihnen beim Messen des angezeigten Signals.

Es gibt verschiedene Arten, eine Messung vorzunehmen. Hierzu können das Raster, die Cursor oder eine automatische Messung eingesetzt werden.

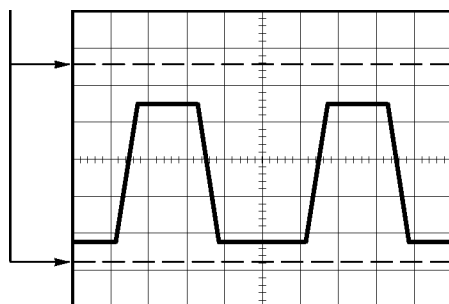
Raster Mit dieser Methode können Sie eine schnelle visuelle Schätzung vornehmen. Sie können sich beispielsweise die Amplitude eines Signals ansehen und feststellen, dass sie knapp über 100 mV liegt.

Sie können einfache Messungen vornehmen, indem Sie die größten und kleinsten betroffenen Rasterteilungen abzählen und mit dem Skalenfaktor multiplizieren.

Wenn beispielsweise fünf größere vertikale Rasterteilungen zwischen dem Mindest- und Höchstwert eines Signals liegen und der Skalenfaktor 100 mV pro Skalenteil beträgt, können Sie die Spitze-Spitze-Spannung ganz einfach wie folgt berechnen:

$$5 \text{ Skalenteile} \times 100 \text{ mV/Skalenteil} = 500 \text{ mV}$$

Cursor



Cursor Bei diesem Verfahren werden Messungen durch Verschieben der Cursor vorgenommen, die immer paarweise auftreten. Die numerischen Cursor-Werte lassen sich dabei auf der Messwertanzeige ablesen. Man unterscheidet zwei Cursor-Arten: Amplitude und Zeit.

Achten Sie bei Verwendung der Cursor darauf, die Quelle auf das am Bildschirm angezeigte Signal einzustellen, das gemessen werden soll.

Zur Aktivierung der Cursor drücken Sie die Taste **Cursor**.

Amplituden-Cursor. Amplituden-Cursor erscheinen als horizontale Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der vertikalen Parameter. Amplituden werden in Bezug auf den Referenzpegel gemessen. Für die Math-FFT-Funktion messen diese Cursor den Betrag.

Zeit-Cursor. Zeit-Cursor erscheinen als vertikale Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der horizontalen und der vertikalen Parameter. Zeiten werden auf den Triggerpunkt bezogen. Für die Math-FFT-Funktion messen diese Cursor die Frequenz.

Zeit-Cursor enthalten auch eine Messwertanzeige der Signalamplitude an dem Punkt, an dem das Signal den Cursor durchläuft.

Automatische Im Menü „Messung“ können bis zu 5 automatische Messungen vorgenommen werden. Wenn Sie automatische Messungen durchführen, nimmt Ihnen das Oszilloskop sämtliche Berechnungen ab. Da hierbei die Signalaufzeichnungspunkte verwendet werden, sind diese Messungen genauer als die Raster- oder Cursor-Messungen.

Bei automatischen Messungen werden die Messergebnisse als Messwertanzeigen präsentiert. Die angezeigten Messwerte werden laufend aktualisiert, sobald das Oszilloskop neue Daten erfasst.

Beschreibungen zu den Messungen finden Sie im Kapitel *Referenz*. (Siehe Seite 110, *Durchführen von Messungen*.)

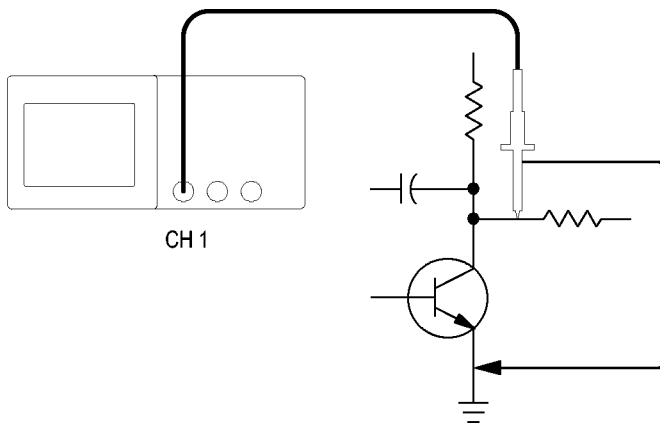
Anwendungsbeispiele

Dieses Kapitel befasst sich mit einer Reihe von Anwendungsbeispielen. Mit diesen vereinfachten Beispielen sollen die Oszilloskopfunktionen erläutert und Ihnen Ideen vermittelt werden, um eigene Lösungen für Messaufgaben zu finden.

- Durchführen einfacher Messungen
 - Verwendung von Auto-Setup
 - Durchführen automatischer Messungen mithilfe des Menüs Messung
 - Messung zweier Signale und Berechnung der Verstärkung
- Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung
- Analyse eines Differential-Kommunikationssignals mithilfe eines isolierten Kanals
- Anzeige eines momentanen Leistungssignals
- Durchführen von Cursor-Messungen
 - Messung der Schwingungsfrequenz und der Schwingungsamplitude
 - Messung der Impulsbreite
 - Messung der Anstiegszeit
- Analyse von Signaldetails
 - Analyse von Störsignalen
 - Verwendung der Mittelwertfunktion zur Trennung eines Signals vom Störrauschen
- Erfassung eines Einzelschussignals
 - Optimieren der Erfassung
- Messung der Laufzeitverzögerung
- Triggerung auf eine Impulsbreite
- Triggerung auf ein Videosignal
 - Triggerung auf Videohalbbilder und Videozeilen
 - Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails
- Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk im XY-Modus und mit Nachleuchten

Durchführen einfacher Messungen

Sie möchten ein Signal in einer Schaltung anzeigen, kennen aber die Signalamplitude oder -frequenz nicht. Sie möchten das Signal schnell anzeigen und dessen Frequenz, Periode und Spitze-Spitze-Amplitude messen.



Verwendung von Auto-Setup

Um ein Signal schnell anzuzeigen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste für Kanal 1.
2. Drücken Sie **Tastkopf ▶ Spannung ▶ Teilung ▶ 10X**.
3. Schließen Sie die Tastkopfspitze von Kanal 1 an das Signal an. Schließen Sie den Referenzleiter an den Referenzpunkt des Prüfkreises an.
4. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**.

Das Oszilloskop stellt die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen automatisch ein. Falls die Signalanzeige optimiert werden soll, können Sie diese Optionen auch manuell einstellen.

HINWEIS. Je nach erkanntem Signaltyp zeigt das Oszilloskop relevante automatische Messungen im Signalanzeigebereich des Bildschirms an.

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Referenz*. (Siehe Seite 100, *Auto-Setup*.)

Durchführen automatischer Messungen

Die meisten angezeigten Signale können mit dem Oszilloskop automatisch gemessen werden.

HINWEIS. Wenn in der Anzeige für die Messwerte ein Fragezeichen (?) angezeigt wird, liegt das Signal außerhalb des Messbereichs. Drehen Sie in diesem Fall den Vertikalskala-Drehknopf des entsprechenden Kanals, um die Empfindlichkeit zu verringern, oder ändern Sie die Einstellung der horizontalen Skala.

Zur Messung der Frequenz, Periode, Spitze-Spitze-Amplitude, Anstiegszeit und positiven Breite eines Signals verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie auf die Taste **Messung**, um das Menü „Messung“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.
3. Drücken Sie **Typ ► Freq.**

Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

4. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
5. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
6. Drücken Sie **Typ ► Periode**.

Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

7. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
8. Drücken Sie die mittlere Optionstaste, um das Menü Messung 3 aufzurufen.
9. Drücken Sie **Typ ► Uss.**

Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

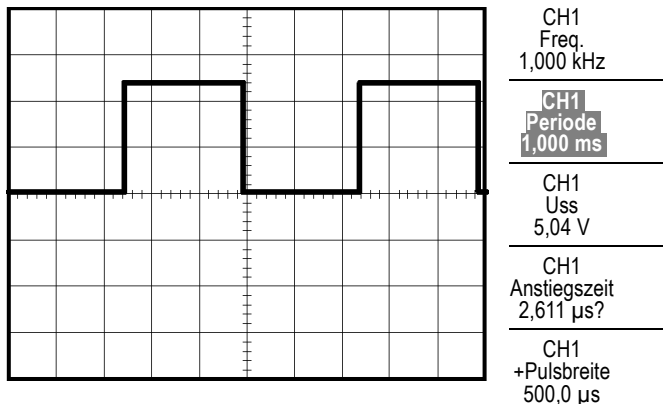
10. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
11. Drücken Sie die zweitunterste Optionstaste, um das Menü Messung 4 aufzurufen.
12. Drücken Sie **Typ ► Anstiegszeit**.

Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

13. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
14. Drücken Sie die unterste Optionstaste, um das Menü Messung 5 aufzurufen.
15. Drücken Sie **Typ ► +Pulsbreite**.

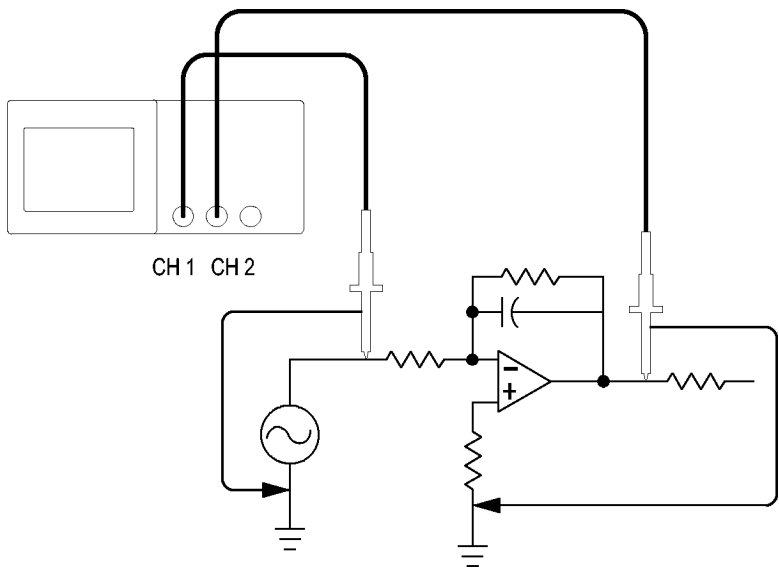
Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

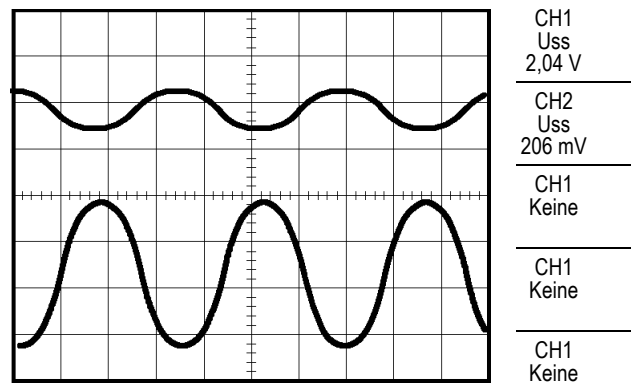
16. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.



Messen zweier Signale

Wenn Sie ein Gerät testen und die Verstärkung des Audio-Verstärkers messen müssen, benötigen Sie einen Audiosignalerzeuger, der am Verstärkereingang ein Signal eingeben kann. Schließen Sie am Verstärkereingang und -ausgang zwei Oszilloskopkanäle wie nachfolgend abgebildet an. Messen Sie beide Signalpegel, und verwenden Sie die Messungen, um die Verstärkung zu berechnen.





Zur Aktivierung und Anzeige der an Kanal 1 und an Kanal 2 anliegenden Signale und zur Auswahl von Messungen für die beiden Kanäle verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**.
2. Drücken Sie die Taste **Messung**, um das Menü „Messung“ anzuzeigen.
3. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.
4. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
5. Drücken Sie **Typ ► Uss**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
7. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
8. Drücken Sie **Quelle ► CH2**.
9. Drücken Sie **Typ ► Uss**.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

Lesen Sie die angezeigten Spitze-Spitze-Amplituden für beide Kanäle ab.

11. Zur Berechnung der Spannungsverstärkung des Verstärker dienen folgende Gleichungen:

$$\text{Spannungsverstärkung} = \text{Ausgangsamplitude} / \text{Eingangsamplitude}$$

$$\text{Spannungsverstärkung (dB)} = 20 \times \log (\text{Spannungsverstärkung})$$

Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung

Angenommen, Sie müssen bei einer Maschine mit einer Fehlfunktion die Frequenz und Effektivspannung mehrerer Prüfpunkte ermitteln und diese Werte mit den Idealwerten vergleichen. Sie können allerdings die Bedienelemente an der Frontplatte nicht verwenden, da Sie zur Messabnahme der schwer zugänglichen Prüfpunkte beide Hände brauchen.

1. Drücken Sie die Taste für Kanal 1.
2. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ► Teilung**, und nehmen Sie die Einstellung passend zur Abschwächung des an Kanal 1 angeschlossenen Tastkopfes vor.
3. Drücken Sie die Taste **Auto Messbereich**, um die automatische Messbereichseinstellung zu aktivieren.
4. Drücken Sie die Taste **Messung**, um das Menü „Messung“ anzuzeigen.
5. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.
6. Drücken Sie **Quelle ► Kanal 1**.
7. Drücken Sie **Typ ► Freq.**
8. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
9. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
10. Drücken Sie **Quelle ► Kanal 1**.
11. Drücken Sie **Typ ► Effektiv**.
12. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
13. Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Referenzleiter am ersten Testpunkt an. Lesen Sie die Messwerte für Frequenz und Zyklus-Effektivwert am Bildschirm des Oszilloskops ab, und vergleichen Sie diese mit den Idealwerten.
14. Wiederholen Sie Schritt 13 für jeden Testpunkt, bis Sie die Komponente mit der Fehlfunktion finden.

HINWEIS. Bei aktivierter automatischer Bereichseinstellung stellt das Oszilloskop jedes Mal, wenn Sie den Tastkopf an einem neuen Testpunkt anschließen, die Horizontalskala, die Vertikalskala und den Triggerpegel neu ein, damit Sie eine brauchbare Anzeige erhalten.

Analyse eines Differential-Kommunikationssignals mithilfe eines isolierten Kanals

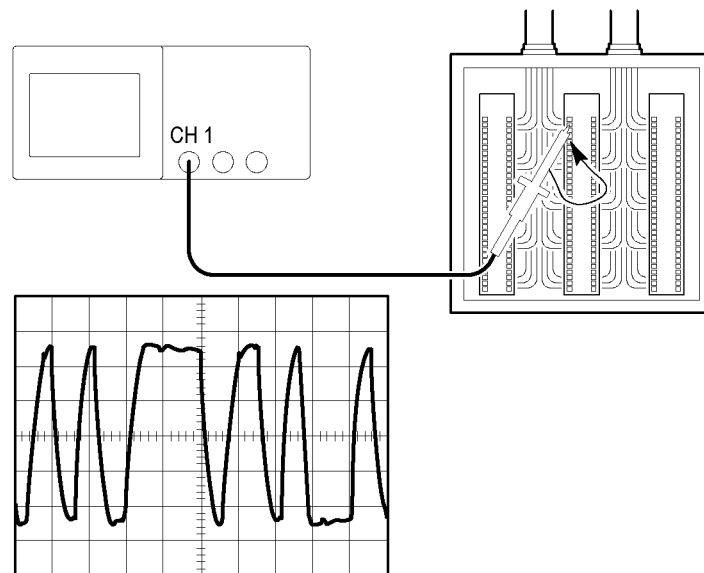
Sie haben intermittierende Probleme mit einer seriellen Datenkommunikationsverbindung und führen das auf schlechte Signalqualität zurück. Richten Sie das Oszilloskop ein, um einen Schnappschuss des seriellen Datenstroms anzuzeigen, damit Sie die Signalpegel und Übergangszeiten überprüfen können.

Hierbei handelt es sich um ein Differenzsignal. Da das Oszilloskop isolierte Kanäle aufweist, können Sie das Signal mit einem einzelnen Tastkopf anzeigen.



WARNUNG. Der Referenzleiter der Tastköpfe TPP0101 und TPP0201 darf nicht an eine potenzialfreie Spannung von $> 30 V_{eff}$ gelegt werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (potenzialfrei bis zu $600 V_{eff}$ CAT II oder $300 V_{eff}$ CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf (nicht den massereferenzierten Tastkopf P5100) oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Referenzleiter potenzialfreie Messungen über $30 V_{eff}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Um einen Stromschlag bei der Verwendung von Tastköpfen mit nicht isolierten Metallteilen zu vermeiden, schließen Sie die Referenzleitung nicht an Spannungen über $30 V_{eff}$ an.



Zum Anzeigen des Differenzsignals gehen Sie wie folgt vor:

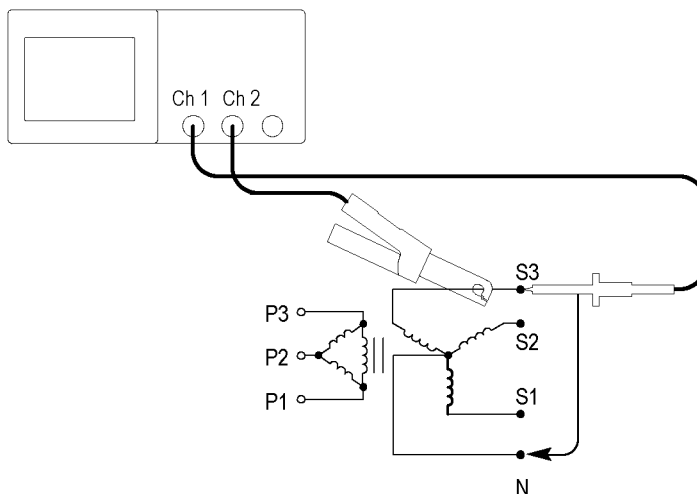
1. Schließen Sie die Tastkopfspitze an einer Seite des Signals an.
2. Schließen Sie den Tastkopf-Referenzleiter an der anderen Seite des Signals an.
3. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**.

Um eine stabilere Anzeige zu erhalten, drücken Sie die Taste **Einzelfolge**, um die Signalerfassung zu steuern. Jedes Mal, wenn Sie die Taste drücken, erfasst das Oszilloskop eine Momentaufnahme des digitalen Datenstroms. Zur Signalanalyse können die Cursor oder die automatischen Messungen verwendet werden, oder Sie speichern das Signal, um es zu einem späteren Zeitpunkt zu analysieren.

Anzeige eines berechneten momentanen Leistungssignals

Ein berechnetes momentanes Leistungssignal können Sie mit einem Spannungstastkopf, einem Stromtastkopf und der Multiplikationsfunktion des Oszilloskops anzeigen.

HINWEIS. Achten Sie unbedingt auf den Grenzwert des verwendeten Spannung- oder Stromtastkopfes. Überschreiten Sie nicht diesen Grenzwert. (Siehe Seite 3, Tastkopfanschluss.)



Zum Anzeigen eines berechneten momentanen Leistungssignals gehen Sie wie folgt vor:

1. Schließen Sie einen Spannungstastkopf an Kanal 1 und einen Stromtastkopf an Kanal 2 an.

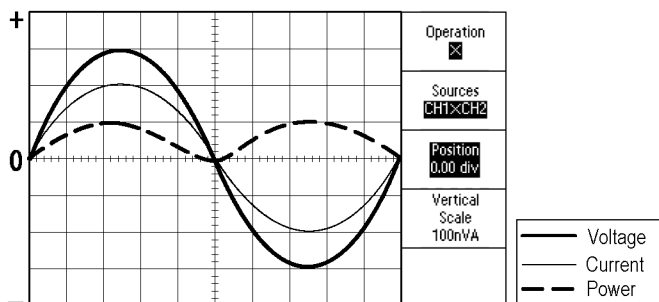


WARNUNG. Der Referenzleiter der Tastköpfe TPP0101 und TPP0201 darf nicht an eine potenzialfreie Spannung von $> 30 V_{eff}$ gelegt werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (potenzialfrei bis zu $600 V_{eff}$ CAT II oder $300 V_{eff}$ CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf (nicht den massereferenzierten Tastkopf P5100) oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Referenzleiter potenzialfreie Messungen über $30 V_{eff}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Um einen Stromschlag bei der Verwendung von Tastköpfen mit nicht isolierten Metallteilen zu vermeiden, schließen Sie die Referenzleitung nicht an Spannungen über $30 V_{eff}$ an.

2. Drücken Sie die Taste für Kanal 1.
3. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ► Teilung**, und nehmen Sie die Einstellung passend zur Abschwächung des Spannungstastkopfes vor.
4. Drücken Sie die Taste für Kanal 2.
5. Drücken Sie **Tastkopf ► Strom ► Skala**, und nehmen Sie die Einstellung passend zur Skala des Stromtastkopfes vor.
6. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**.
7. Drücken Sie die Tasten **Math. ► Operation ► ×** (Multiplikation).
8. Drücken Sie **Quellen ► CH1 × CH2**.

HINWEIS. Die vertikalen Einheiten des momentanen Leistungssignals sind VA.



9. Mithilfe der folgenden Oszilloskopfunktionen erhalten Sie eine bessere Anzeige des berechneten momentanen Leistungssignals:
- Drücken Sie im Menü Math die Optionstaste **Position**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die vertikale Position einzustellen.
 - Drücken Sie im Menü Math die Optionstaste **Vertikale Skala**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die vertikale Skala einzustellen.
 - Drehen Sie den Drehknopf **Skala**, im Bereich „Horizontal“, um die Horizontskala anzupassen.
 - Drücken Sie die Tasten für Kanal **1** und **2**, um die Kanalsignale vom Bildschirm zu entfernen.

Durchführen von Cursor-Messungen

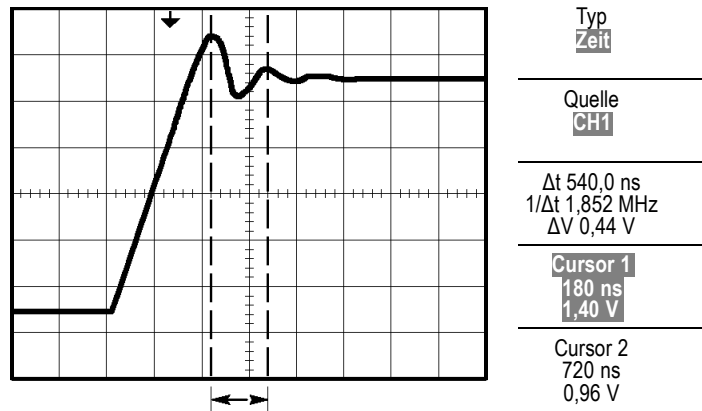
Mit den Cursors können Sie schnelle Zeit- und Amplitudenmessungen am Signal durchführen.

Messung der Schwingungsfrequenz und -amplitude

Um die Schwingungsfrequenz auf der ansteigenden Flanke eines Signals zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

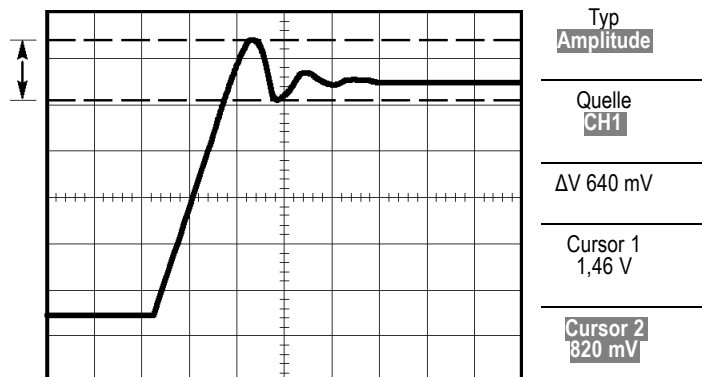
1. Drücken Sie die Taste **Cursor**, um das Menü „Cursor“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Typ ► Zeit**.
3. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die erste Spitze der Schwingung zu setzen.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die zweite Spitze der Schwingung zu setzen.

Die Zeitdifferenz Δ (delta), und Frequenz (die gemessene Schwingungsfrequenz) wird im Menü Cursor angezeigt.



8. Drücken Sie **Typ** ► **Amplitude**.
9. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
10. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die erste Spitze der Schwingung zu setzen.
11. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
12. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um Cursor 2 auf die tiefste Stelle der Schwingung zu setzen.

Im Menü Cursor wird die Amplitude der Schwingung angezeigt.



Messung der Impulsbreite

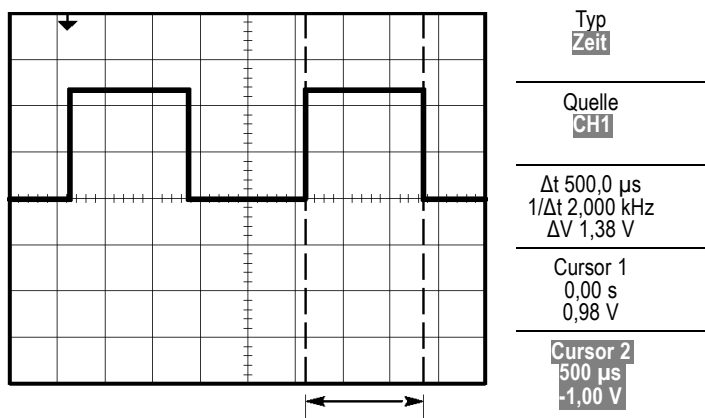
Wenn Sie ein Pulssignal analysieren und die Breite des Impulses ermitteln möchten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **Cursor**, um das Menü „Cursor“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Typ** ► **Zeit**.
3. Drücken Sie **Quelle** ► **CH1**.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.

5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die ansteigende Flanke des Impulses zu setzen.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die fallende Flanke des Impulses zu setzen.

Im Menü Cursor werden die folgenden Messungen angezeigt:

- Die Zeit bei Cursor 1 in Bezug auf den Trigger.
- Die Zeit bei Cursor 2 in Bezug auf den Trigger.
- Die Zeitdifferenz (Δ , delta), d.h. die gemessene Impulsbreite.



HINWEIS. Die Messung der positiven Impulsbreite steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung. (Siehe Seite 110, Durchführen von Messungen.)

HINWEIS. Die Messung der positiven Impulsbreite wird auch angezeigt, wenn Sie die Option für Einzelzyklus-Rechteckimpuls im Menü „Auto-Setup“ auswählen. (Siehe Seite 102, Rechtecksignal oder Impuls.)

Messung der Anstiegszeit

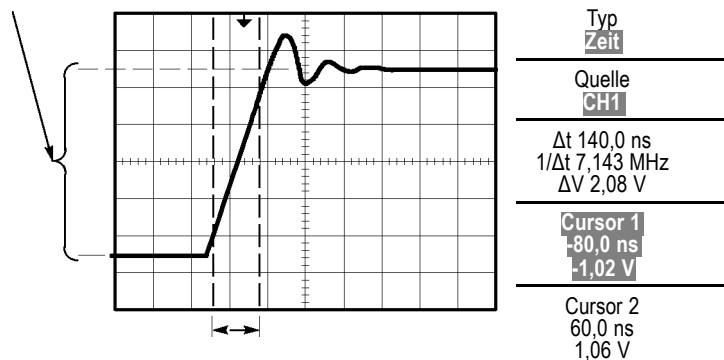
Nach der Messung der Impulsbreite möchten Sie jetzt die Anstiegszeit des Impulses überprüfen. Die Anstiegszeit wird üblicherweise im Pegelbereich zwischen 10 % und 90 % des Signals gemessen. Zur Messung der Anstiegszeit verfahren Sie wie folgt:

1. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“, um die ansteigende Flanke des Signals anzuzeigen.
2. Drehen Sie die Drehknöpfe **Skala** und **Position** im Bereich „Vertikal“, um die Signalamplitude auf ungefähr fünf Skalenteile einzustellen.
3. Drücken Sie die Taste für Kanal 1.

4. Drücken Sie **Volts/Div.** ► **Fein**.
5. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Vertikal“, um die Signalamplitude exakt auf fünf Skalenteile einzustellen.
6. Drehen Sie den Drehknopf **Position** im Bereich „Vertikal“, um das Signal zu zentrieren, und positionieren Sie die Grundlinie des Signals 2,5 Skalenteile unterhalb des mittleren Rasters.
7. Drücken Sie die Taste **Cursor**, um das Menü „Cursor“ anzuzeigen.
8. Drücken Sie **Typ** ► **Zeit**.
9. Drücken Sie **Quelle** ► **CH1**.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
11. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie unterhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 10%-Pegel des Signals.
12. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
13. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie oberhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 90%-Pegel des Signals.

Die Δt -Anzeige im Menü Cursor ist die Anstiegszeit des Signals.

5 Skalenteile

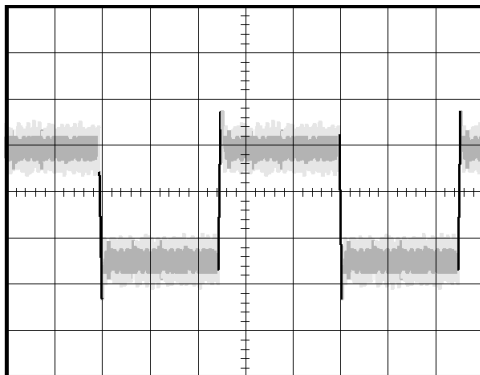


HINWEIS. Die Messung der Anstiegszeit steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung. (Siehe Seite 110, Durchführen von Messungen.)

HINWEIS. Die Messung der Anstiegszeit wird auch angezeigt, wenn Sie die Option „Anstiegszeit“ im Menü „Auto-Setup“ auswählen. (Siehe Seite 102, Rechtecksignal oder Impuls.)

Analyse von Signaldetails

Auf dem Oszilloskop wird ein Störsignal angezeigt. Sie möchten mehr darüber wissen. Sie vermuten, dass das Signal viel mehr Details enthält, als Sie im Moment in der Anzeige sehen können.

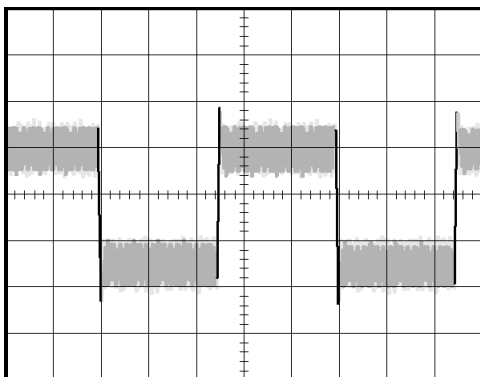


Analyse von Störsignalen

Das Signal scheint zu rauschen, und Sie vermuten, dass dieses Rauschen Probleme in Ihrem Schaltkreis verursacht. Gehen Sie zur Analyse des Rauschens wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **Erfassung**, um das Menü „Erfassung“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwert**.
3. Drücken Sie, sofern erforderlich, die Taste **Display**, um das Menü „Display“ anzuzeigen. Benutzen Sie die Optionstaste **Helligkeit** mit dem Multifunktions-Drehknopf, um die Anzeige einzuregeln, damit das Rauschen besser zu erkennen ist.

Bei der Spitzenwernerfassung werden Störspannungsspitzen und Glitches im Signal hervorgehoben, insbesondere wenn eine langsame Zeitbasis eingestellt wurde.

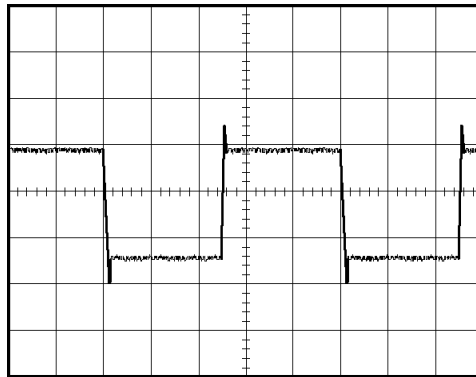


Trennung eines Signals vom Störrauschen

Jetzt möchten Sie die Signalform analysieren und das Rauschen ignorieren. Um unkorreliertes Rauschen in der Oszilloskopanzeige zu reduzieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **Erfassung**, um das Menü „Erfassung“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Mittelwert**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Mittelwerte**, um die Effekte anzuzeigen, die eine Variation der Anzahl ausgeführter Mittelwertbildungen auf das Signal hat.

Durch die Mittelwertbildung wird das unkorrelierte Rauschen reduziert. So ist es leichter, Details in einem Signal anzuzeigen. Im Beispiel unten wird an den steigenden und fallenden Flanken des Signals ein Überschwingen angezeigt, wenn das Rauschen entfernt wird.



Erfassung eines Einzelschuss-Signals

Die Zuverlässigkeit eines Schutzgasrelais in einem Anlagenteil ist schlecht, und Sie müssen das Problem untersuchen. Sie vermuten, dass das Problem beim Öffnen des Relais entsteht. Das kleinste Intervall, in dem das Relais geöffnet und geschlossen werden kann, beträgt etwa einmal pro Minute. Deshalb müssen Sie die Spannung am Relais als Einzelschuss erfassen.

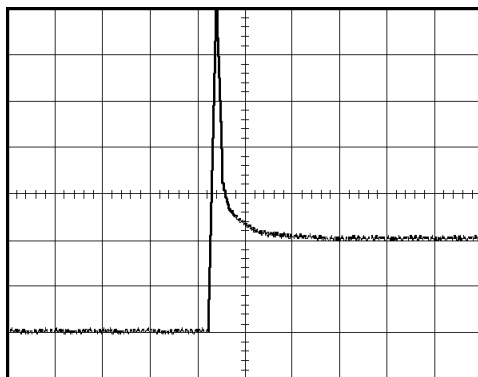
Um eine Einzelschusserfassung einzurichten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie die Drehknöpfe **Skala** im Bereich „Horizontal“ und „Vertikal“ auf die Bereiche ein, in denen Sie das Signal erwarten.
2. Drücken Sie die Taste **Erfassung**, um das Menü „Erfassung“ anzuzeigen.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwert**.
4. Drücken Sie die Taste **Trig Menu** (Trig.-Menü), um das Triggermenü anzuzeigen.
5. Drücken Sie **Flanke ► Positiv**.

6. Drehen Sie den Drehknopf **Pegel** im Bereich „Trigger“, um den Triggerpegel auf eine Spannung einzustellen, die in der Mitte zwischen Öffnungs- und Schließspannung des Relais liegt.

7. Drücken Sie die Taste **Einzelfolge**, um mit der Erfassung zu beginnen.

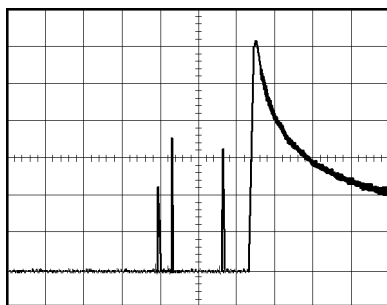
Wenn sich das Relais öffnet, triggert das Oszilloskop und erfasst das Ereignis.



Optimieren der Erfassung

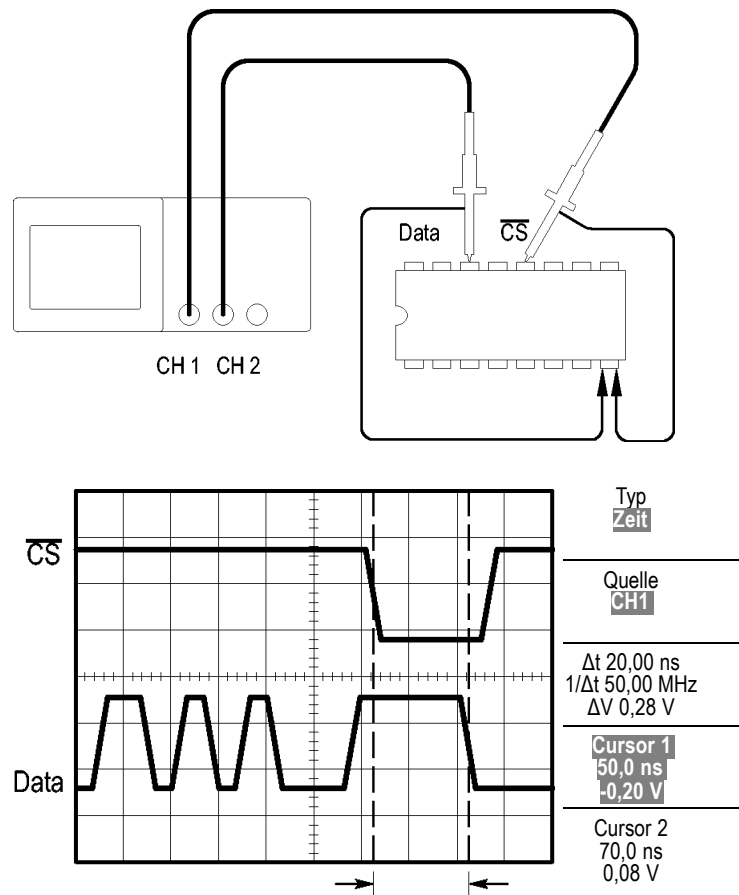
In der ursprünglichen Erfassung wird abgebildet, wie sich der Relaiskontakt am Triggerpunkt öffnet. Danach folgt eine große Spitze, die das Kontaktprellen und die Induktion im Schaltkreis anzeigt. Die Induktion kann zu einem durchgeschlagenen Kontakt und einem fehlerhaften vorzeitigen Öffnen des Relais führen.

Sie können die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen verwenden, um die Einstellungen zu optimieren, bevor das nächste Einzelschussereignis erfasst wird. Wenn die nächste Erfassung mit den neuen Einstellungen aufgezeichnet wird (drücken Sie erneut die Taste **Einzelfolge**), ist zu erkennen, dass beim Öffnen der Kontakt mehrmals geprellt wird.



Messung der Laufzeitverzögerung

Sie vermuten, dass das Speicher-Timing in einem Mikroprozessor-Schaltkreis nicht optimal ist. Richten Sie das Oszilloskop so ein, dass sich die Laufzeitverzögerung zwischen dem chip-select-Signal und den ausgegebenen Daten des Speicherbausteins messen lässt.



Zum Einrichten der Messung der Laufzeitverzögerung gehen Sie wie folgt vor:

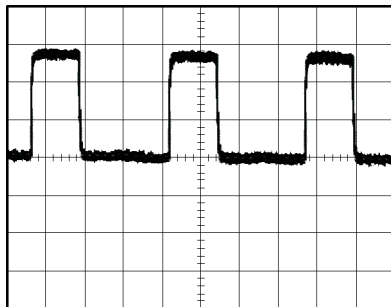
1. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
2. Stellen Sie die horizontalen und vertikalen Bedienelemente ein, um die Anzeige zu optimieren.
3. Drücken Sie die Taste **Cursor**, um das Menü „Cursor“ anzuzeigen.
4. Drücken Sie **Typ ► Zeit**.
5. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die aktive Flanke des chip-select-Signals zu setzen.

8. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
9. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um den zweiten Cursor auf den Datenausgangsübergang zu setzen.

Bei der Δt -Anzeige im Menü „Cursor“ handelt es sich um die Laufzeitverzögerung zwischen den Signalen. Die Anzeige ist gültig, weil die beiden Signale die gleiche vertikale Skaleneinstellung aufweisen.

Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite

Sie überprüfen die Impulsbreiten eines Signals in einem Schaltkreis. Es ist wichtig, dass die Impulse allesamt eine spezifische Breite aufweisen, und genau das müssen Sie sicherstellen. Hinsichtlich der Flankentriggerung sieht das Signal wie gewünscht aus, und auch die Impulsbreitenmessung weicht nicht von der Spezifikation ab. Dennoch vermuten Sie ein Problem.

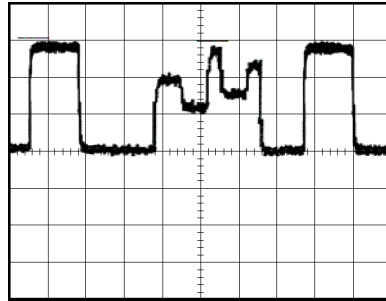


Um auf eine Verzerrung der Impulsbreite zu prüfen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
2. Drücken Sie im Menü „Auto-Setup“ die Optionstaste **Single Cycle** (Einzelzyklus), um einen einzelnen Signalzyklus anzuzeigen und eine schnelle Messung der Impulsbreite vorzunehmen.
3. Drücken Sie die Taste **Trig Menu** (Trig.-Menü), um das Triggermenü anzuzeigen.
4. Drücken Sie **Typ ▶ Impuls**.
5. Drücken Sie **Quelle ▶ CH1**.
6. Drehen Sie den Drehknopf **Pegel** im Bereich „Trigger“, um den Triggerpegel nahe dem unteren Ende des Signals einzustellen.
7. Drücken Sie **Wenn ▶ =** (gleich).
8. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die Impulsbreite auf den Wert einzustellen, der bei der Impulsbreitenmessung in Schritt 2 ausgegeben wurde.
9. Drücken Sie **Weiter ▶ Modus ▶ Normal**.

Eine stabile Anzeige kann erzielt werden, wenn das Oszilloskop auf normale Impulse triggert.

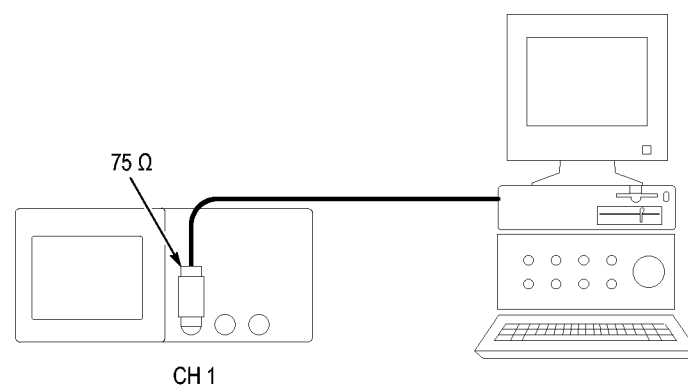
- 10.** Drücken Sie die Optionstaste **Wenn**, um \neq < oder > auszuwählen.
Falls tatsächlich verzerrte Impulse vorkommen, auf die die angegebene Wenn-Bedingung zutrifft, dann triggert das Oszilloskop darauf.

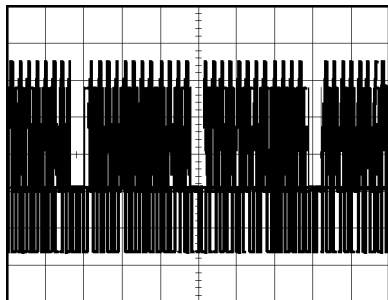


HINWEIS. Die Triggerfrequenzanzeige zeigt die Frequenz von Ereignissen, die das Oszilloskop u.U. als Trigger auffasst. Sie kann niedriger sein als die Frequenz des Eingangssignals im Impulsbreiten-Triggermodus.

Triggern auf Video-Signale

Sie testen den Video-Schaltkreis eines medizinischen Geräts und müssen das Video-Ausgangssignal anzeigen. Bei dem Video-Ausgangssignal handelt es sich um ein Standard-NTSC-Signal. Verwenden Sie den Videotrigger, um eine stabile Anzeige zu erhalten.





HINWEIS. Die meisten Videosysteme sind mit 75 Ohm verkabelt. Die Oszilloskopeingänge bieten keine ordnungsgemäßen Abschlusswiderstände für niederohmige Kabel. Zur Vermeidung ungenauer Amplituden aufgrund falscher Lasten und Reflexionen setzen Sie einen Durchführungsabschluss mit 75 Ohm (Tektronix Teilenummer 011-0055-02 oder gleichwertig) zwischen das 75-Ohm-Koaxialkabel der Signalquelle und den BNC-Eingangsstecker des Oszilloskops.

Triggerung auf Videohalbbilder

Automatisch. Um auf Videohalbbilder zu triggern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**. Wenn das Auto-Setup abgeschlossen ist, zeigt das Oszilloskop das Videosignal mit Synchronisation auf **Alle Halbbild** an.

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden, wird vom Oszilloskop die Option Standard eingestellt.

2. Drücken Sie die Optionstaste **Unger. Halbbild** oder **Gerad. Halbbild** im Menü „Auto-Setup“, um nur ungerade oder gerade Halbbilder zu synchronisieren.

Handbuch. Diese Alternative erfordert mehr Schritte, kann aber je nach Videosignal erforderlich sein. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste für Kanal 1.
2. Drücken Sie **Kopplung ► AC**.
3. Drücken Sie die Taste **Trig Menu** (Trig.-Menü), um das Triggermenü anzuzeigen.
4. Drücken Sie die oberste Optionstaste, und wählen Sie **Video** aus.
5. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Synchr.**, und wählen Sie **Alle Halbbild**, **Unger. Halbbild** oder **Gerad. Halbbild** aus.
7. Drücken Sie **Standard ► NTSC**.

8. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“, um ein vollständiges Halbbild in der Anzeige zu sehen.
9. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Vertikal“, um sicherzugehen, dass das gesamte Videosignal auf dem Bildschirm zu sehen ist.

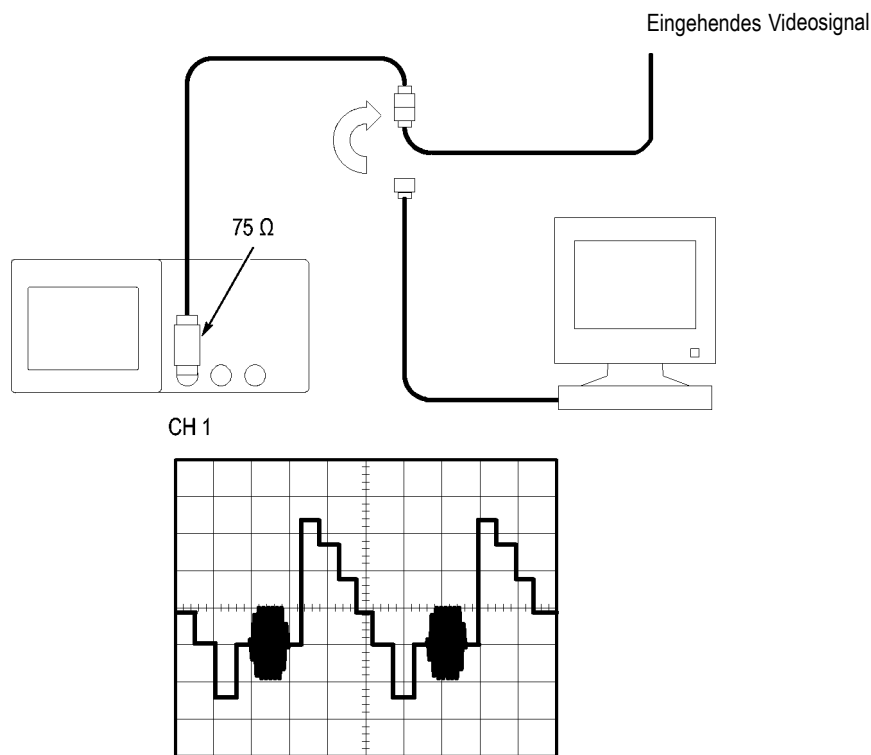
Triggerung auf Videozeilen

Automatisch. Sie können auch die Videozeilen im Halbbild anzeigen. Um auf die Videozeilen zu triggern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **Auto-Setup**.
2. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um **Zeile** auszuwählen und alle Zeilen zu synchronisieren. (Das Menü **AUTO-SETUP** umfasst die Optionen **Alle Zeilen** und **Zeilennummer**.)

Handbuch. Diese Alternative erfordert mehr Schritte, kann aber je nach Videosignal erforderlich sein. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **Trig Menu** (Trig.-Menü), um das Triggermenü anzuzeigen.
2. Drücken Sie die oberste Optionstaste, und wählen Sie **Video** aus.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Synchr.**, wählen Sie **Alle Zeilen** oder **Zeilennummer** aus, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um eine bestimmte Zeilennummer einzustellen.
4. Drücken Sie **Standard ► NTSC**.
5. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“, um eine vollständige Videozeile in der Anzeige zu sehen.
6. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Vertikal“, um sicherzugehen, dass das gesamte Videosignal auf dem Bildschirm zu sehen ist.

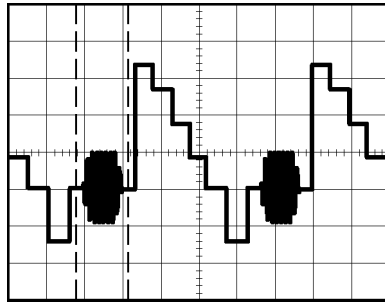


Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails

Um einen bestimmten Signalteil zu überprüfen, ohne die Hauptanzeige zu verändern, können Sie die Fensterfunktion (Zoom) einsetzen.

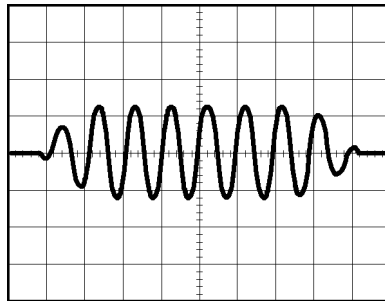
Wenn Sie den Farbburst im vorherigen Signal detaillierter sehen möchten, ohne dabei die Hauptanzeige zu verändern, verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **Menü** im Bereich „Horizontal“, um das horizontale Menü anzuzeigen, und wählen Sie die Option **Hauptzeitbasis**.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Zoombereich**.
3. Drehen Sie den Knopf **Skala** im Bereich „Horizontal“, und wählen Sie 500 ns aus. Hierbei handelt es sich um die Sec/Div.-Einstellung der erweiterten Ansicht.
4. Drehen Sie den Drehknopf **Position** im Bereich „Horizontal“, um das Fenster um den Bereich des Signals zu setzen, der vergrößert werden soll.



1. Drücken Sie die Optionstaste **Dehnen**, um den vergrößerten Teil des Signals anzuzeigen.
2. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“, um die Anzeige des vergrößerten Signals zu optimieren.

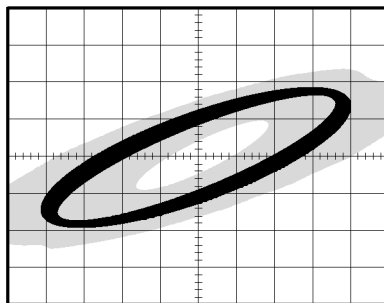
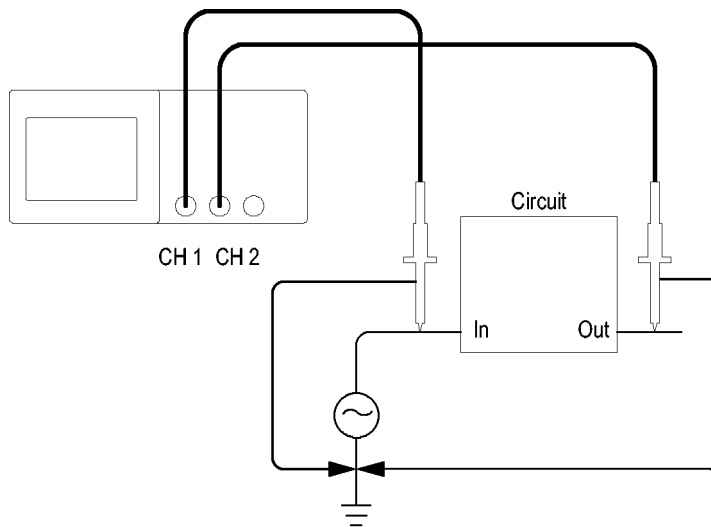
Um zwischen der Haupt- und Fensteransicht zu wechseln, drücken Sie im Menü Horizontal die Optionstaste **Hauptzeitbasis** oder **Dehnen**.



Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk

Sie haben eine Schaltung entworfen, die über einen großen Temperaturbereich hinweg funktionieren muss. Sie müssen die Änderungen der Impedanz des Schaltkreises bei veränderlicher Umgebungstemperatur beurteilen.

Schließen Sie das Oszilloskop an, um den Ein- und Ausgang des Schaltkreises zu überwachen und Änderungen zu erfassen, die durch geänderte Temperaturen verursacht werden.



Um den Ein- und Ausgang des Schaltkreises auf der XY-Anzeige zu überwachen, verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste für Kanal 1.
2. Drücken Sie **Tastkopf ▶ Spannung ▶ Teilung ▶ 10X**.
3. Drücken Sie die Taste für Kanal 2.
4. Drücken Sie **Tastkopf ▶ Spannung ▶ Teilung ▶ 10X**.
5. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 1 an den Netzwerkeingang und den Tastkopf von Kanal 2 an den Ausgang an.
6. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**.
7. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Vertikal“, um auf jedem Kanal ungefähr die gleiche Signalamplitude anzuzeigen.
8. Drücken Sie die Taste **Display**, um das Menü „Display“ anzuzeigen.
9. Drücken Sie **Format ▶ XY**.

Auf dem Oszilloskop werden Lissajousfiguren mit den Ein- und Ausgangscharakteristika des Schaltkreises angezeigt.

10. Drehen Sie die Drehknöpfe **Skala** und **Position** im Bereich „Vertikal“, um die Anzeige zu optimieren.
11. Drücken Sie **Nachleuchten ► unendl.**
12. Drücken Sie die Optionstaste **Helligkeit**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die Anzeige einzustellen.

Während Sie die Umgebungstemperatur verändern, werden Änderungen in den Schaltkreischarakteristika anhand des Nachleuchtens in der Anzeige erfasst.

Math-FFT

Dieses Kapitel umfasst ausführliche Informationen zur Verwendung der Math-FFT-Funktion (FFT = schnelle Fourier-Transformation). Der FFT-Mathematikmodus wird verwendet, um ein Zeitbereichssignal (YT) in seine Frequenzanteile (Spektrum) umzurechnen. Im Math-FFT-Modus können die folgenden Analysetypen ausgeführt werden:

- Analysieren der Oberwellen in Stromversorgungsnetzen
- Messen von Oberwellengehalt und Verzerrungen in Systemen
- Charakterisierung von Störsignalen in Gleichstromversorgungen
- Testen der Impulsantwort von Filtern und Systemen
- Analysieren von Vibrationen

Um den Math-FFT-Modus anzuwenden, verfahren Sie wie folgt:

- Stellen Sie das Quellensignal (Zeitbereich) ein.
- Lassen Sie das FFT-Spektrum anzeigen.
- Wählen Sie einen FFT-Fenstertyp aus.
- Stellen Sie die Abtastrate so ein, dass die Grundfrequenz und die Oberwellen ohne Aliasing angezeigt werden.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion zur Vergrößerung des Spektrums.
- Messen Sie das Spektrum mithilfe der Cursor.

HINWEIS. Zum Anzeigen der Oberwellen in Netzsystemen wurde die mit der optionalen TPS2PWRI-Leistungsanalyse-Anwendung verfügbare Oberwellenfunktion für Leistungsmessungen optimiert.

Einrichten des Zeitbereichssignals

Vor Verwendung des FFT-Modus müssen Sie das Zeitbereichssignal (YT) einrichten. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie auf **Auto-Setup**, um ein YT-Signal anzuzeigen.
2. Drehen Sie den Drehknopf **Position** im Bereich „Vertikal“, um das YT-Signal senkrecht in der Bildmitte zu zentrieren (Nulllinie).

Dadurch wird sichergestellt, dass die FFT einen echten Gleichstromwert anzeigt.

3. Drehen Sie den Drehknopf **Position** im Bereich „Horizontal“, um den zu analysierenden Teil des YT-Signals in den acht mittleren Bildschirm-Skalenteilen zu positionieren.

Das FFT-Spektrum wird vom Oszilloskop mithilfe der mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignal berechnet.

4. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Vertikal“, um sicherzugehen, dass das gesamte Signal auf dem Bildschirm sichtbar bleibt. Falls nicht das gesamte Signal zu sehen ist, zeigt das Oszilloskop unter Umständen fehlerhafte FFT-Ergebnisse an (durch Hinzufügen hochfrequenter Anteile).
5. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“, um die gewünschte Auflösung des FFT-Spektrums einzustellen.
6. Stellen Sie das Oszilloskop so ein, dass möglichst viele Signalzyklen angezeigt werden.

Wenn Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“ drehen, um eine schnellere Einstellung (weniger Zyklen) auszuwählen, wird ein größerer Frequenzbereich des FFT-Spektrums angezeigt und die Möglichkeit für FFT-Aliasing verringert. (Siehe Seite 70, *FFT-Aliasing*.) Allerdings zeigt das Oszilloskop dann auch eine niedrigere Frequenzauflösung an.

Zum Einrichten der FFT-Anzeige verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **Math.**, um das Menü „Math.“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Operation ► FFT**.
3. Wählen Sie den **Quell** kanal für Math-FFT aus.

In vielen Fällen ist das Oszilloskop in der Lage, ein zweckmäßiges FFT-Spektrum anzuzeigen, auch wenn nicht auf das YT-Signal getriggert wird. Dies gilt besonders für periodische Signale oder unkorrelierte Störsignale.

HINWEIS. *Triggern und positionieren Sie alle transienten bzw. Burstsignale möglichst nah an der Bildschirmmitte.*

Nyquist-Frequenz

Die höchste Frequenz, die ein digitales Echtzeit-Oszilloskop überhaupt fehlerfrei messen kann, beträgt die Hälfte der Abtastrate. Diese Frequenz wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Frequenzdaten oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst, wodurch es zu FFT-Aliasing kommt. (Siehe Seite 70, *FFT-Aliasing*.)

Anhand der Mathematikfunktion werden die mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignals in ein FFT-Spektrum umgerechnet. Das daraus resultierende FFT-Spektrum umfasst 1024 Punkte von Gleichspannung (0 Hz) bis hin zur Nyquist-Frequenz.

Normalerweise wird das FFT-Spektrum bei der Anzeige horizontal auf 250 Punkte komprimiert. Zur Vergrößerung des FFT-Spektrums können Sie allerdings auch die Zoomfunktion nutzen, um die Frequenzanteile detaillierter zu betrachten, und zwar an jedem der 1024 Datenpunkte des FFT-Spektrums.

HINWEIS. Die vertikale Reaktion des Oszilloskops läuft oberhalb seiner Bandbreite langsam ab (je nach Modell 100 MHz oder 200 MHz bzw. 20 MHz bei eingeschalteter Bandbreitenbegrenzung). Folglich kann das FFT-Spektrum gültige Frequenzdaten aufweisen, die höher als die Bandbreite des Oszilloskops sind. Dennoch sind die Betragsdaten nahe oder oberhalb der Bandbreite nicht präzise.

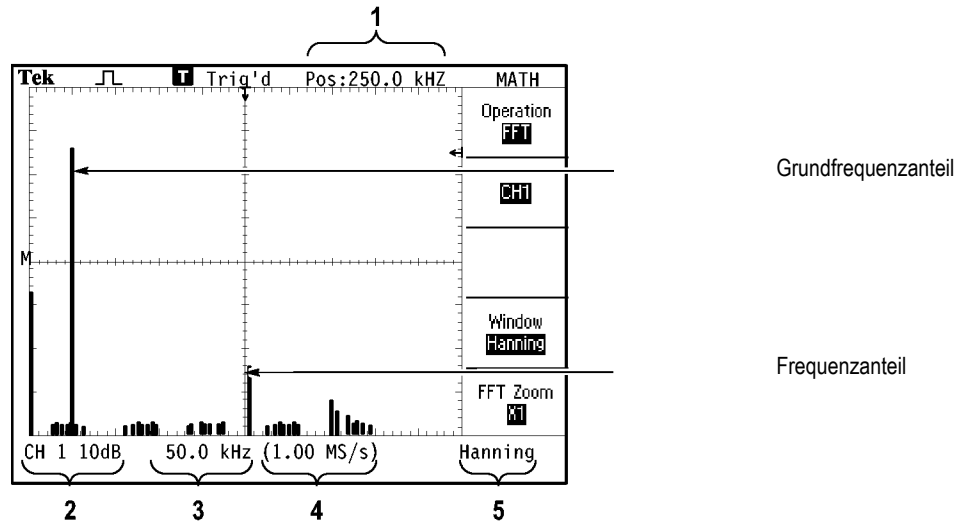
Anzeige des FFT-Spektrums

Drücken Sie die Taste **Math.**, um das Menü „Math.“ anzuzeigen. Wählen Sie den Quellkanal, Fensteralgorithmus und FFT-Zoomfaktor aus den Optionen aus. Es kann jeweils nur ein einziges FFT-Spektrum angezeigt werden.

Math-FFT-Option	Einstellungen	Anmerkung
Quelle	Kanal 1, 2, 3 ¹ , 4 ¹	Zur Auswahl des als FFT-Quelle verwendeten Kanals

Math-FFT-Option	Einstellungen	Anmerkung
Fenster	Hanning, Flattop, Rectangular	Wählt den FFT-Fensterstyp aus;(Siehe Seite 68, <i>Auswahl eines FFT-Fensters.</i>)
FFT-Zoom	X1, X2, X5, X10	Ändert die horizontale Vergrößerung der FFT-Anzeige; (Siehe Seite 71, <i>Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums.</i>)

¹ Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

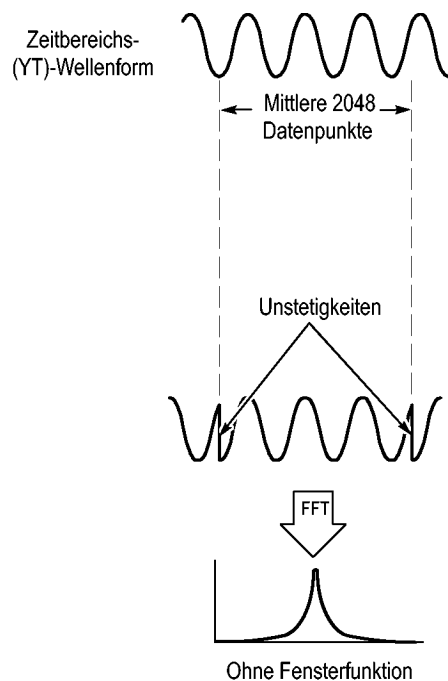


1. Frequenz auf der mittleren Rasterlinie
2. Vertikalskala in dB pro Skalenteil (0 dB = 1 V_{eff}).
3. Horizontalskala in Frequenz pro Skalenteil.
4. Abtastrate in Anzahl der Abtastwerte pro Sekunde.
5. FFT-Fensterstyp

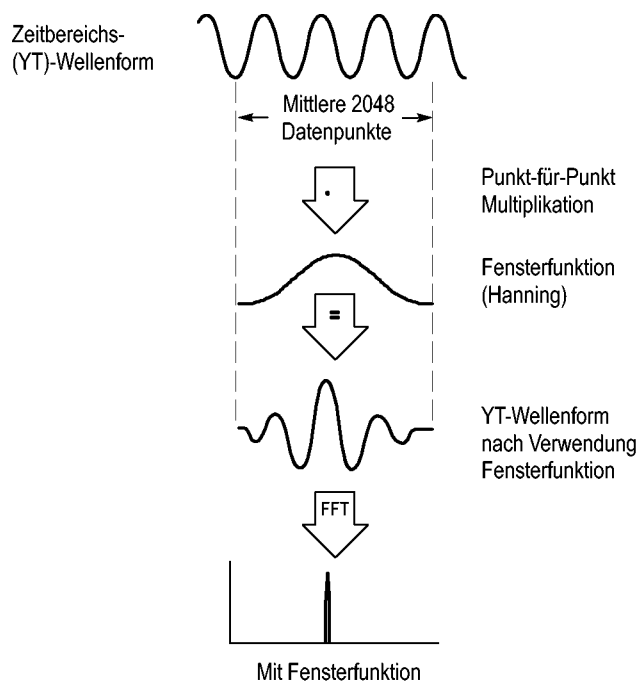
Auswahl eines FFT-Fensters

Mithilfe der Fenster lassen sich Spektralverluste in einem FFT-Spektrum verringern. Bei FFT wird davon ausgegangen, dass sich das YT-Signal endlos wiederholt. Bei einer ganzzahligen Anzahl von Zyklen (1, 2, 3 usw.) beginnt und endet das YT-Signal mit der gleichen Amplitude, und es gibt keine Sprünge in der Signalform.

Eine nicht ganzzahlige Anzahl Zyklen im YT-Signal bewirkt unterschiedliche Amplituden des Anfangs- und Endpunkts des Signals. Die Übergänge zwischen Start- und Endpunkt verursachen Sprünge im Signal, die Hochfrequenz-Störspitzen einführen.



Durch Anwendung eines Fensters auf das YT-Signal wird das Signal geändert, sodass die Start- und Endwerte nahe beieinander liegen und FFT-Signalsprünge reduziert werden.

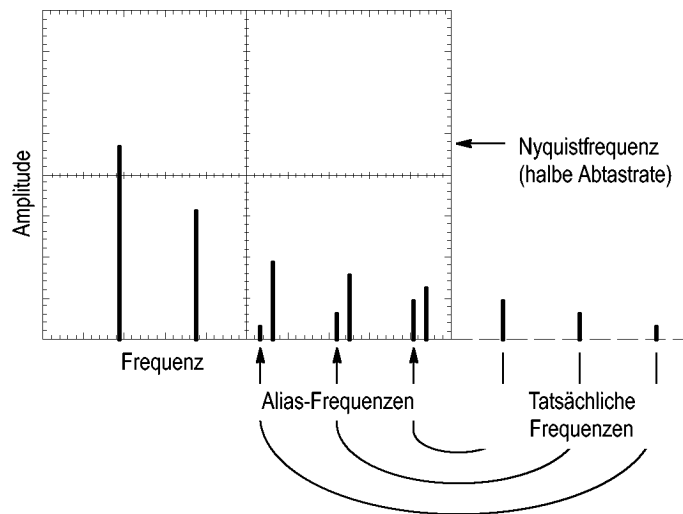


Die Funktion Math-FFT umfasst drei FFT-Fensteroptionen. Bei jedem Fenstertyp muss zwischen Frequenzauflösung und Amplitudengenauigkeit abgewogen werden. Die zu messenden Parameter und die Eigenschaften des Quellsignals helfen Ihnen bei der Auswahl des Fensters.

Fenster	Messung	Technische Daten
Hanning	Periodische Signale	Höhere Frequenz-, geringere Größengenauigkeit als Flattop
Flattop	Periodische Signale	Höhere Größen-, geringere Frequenzgenauigkeit als Hanning
Rectangular	Impulse oder Transienten	Spezialfenster für Signale, die keine Sprünge aufweisen. Das Ergebnis fällt im Wesentlichen genau so aus, als ob kein Fenster verwendet wurde.

FFT-Aliasing

Probleme treten auf, wenn das Oszilloskop ein Zeitbereichssignal erfasst, das höhere Frequenzanteile als die Nyquist-Frequenz aufweist. (Siehe Seite 66, *Nyquist-Frequenz*.) Frequenzanteile oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst und werden als niedrigere Frequenzanteile dargestellt, die um die Nyquist-Frequenz herum „zurückgefaltet“ werden. Diese nicht korrekten Anteile werden Aliase genannt.



Ausschalten von Aliasing

Um Aliasing auszuschalten, versuchen Sie es mit folgenden Maßnahmen:

- Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“, um eine schnellere Abtastrate einzustellen. Da Sie mit der Abtastrate auch die Nyquist-Frequenz erhöhen, werden die Alias-Frequenzkomponenten mit der korrekten Frequenz angezeigt. Wenn auf dem Bildschirm zu viele Frequenzanteile angezeigt werden, können Sie die FFT-Zoomoption verwenden, um das FFT-Spektrum zu vergrößern.
- Falls die Anzeige von Frequenzanteilen über 20 MHz für Sie unwichtig ist, schalten Sie die Bandbreitenbegrenzung ein.
- Sie können auch einen externen Filter an das Quellsignal anlegen, um seine Bandbreite auf Frequenzen unterhalb der Nyquist-Frequenz zu beschränken.
- Erkennen und ignorieren Sie die Aliasfrequenzen.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion und die Cursor zur Vergrößerung und Messung des FFT-Spektrums.

Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums

Sie können das FFT-Spektrum vergrößern und mit den Cursors Messungen daran durchführen. Das Oszilloskop verfügt über eine FFT-Zoomoption zur horizontalen Vergrößerung. Zur vertikalen Vergrößerung verwenden Sie die vertikalen Bedienelemente.

Horizontalzoom und Position

Mit der FFT-Zoomoption können Sie das FFT-Spektrum horizontal vergrößern, ohne dabei die Abtastrate zu verändern. Es gibt die Zoomfaktoren X1 (Grundeinstellung), X2, X5 und X10. Bei einem Zoomfaktor von X1 und dem im Raster zentrierten Signal liegt die linke Rasterlinie auf 0 Hz und die rechte Rasterlinie auf der Nyquist-Frequenz.

Wenn Sie den Zoomfaktor ändern, wird das FFT-Spektrum auf der mittleren Rasterlinie vergrößert. Mit anderen Worten ist die mittlere Rasterlinie der Bezugspunkt der horizontalen Vergrößerung.

Drehen Sie den Drehknopf **Position** im Bereich „Horizontal“ im Uhrzeigersinn, um das FFT-Spektrum nach rechts zu verschieben. Drücken Sie die Taste **Auf Null setzen**, um die Spektrumsmittle auf die Rastermitte zu setzen.

Vertikalzoom und Position

Wenn das FFT-Spektrum angezeigt wird, werden die Kanal-Drehknöpfe im Bereich „Vertikal“ zu vertikalen Zoom- und Positionssteuerungen für den jeweiligen Kanal. Über den Drehknopf „Skala“ im Bereich „Vertikal“ lassen sich die Zoomfaktoren X0,5, X1 (Grundeinstellung), X2, X5 und X10 einstellen. Das FFT-Spektrum wird rund um den M-Marker vertikal vergrößert (Referenzpunkt des berechneten Signals auf der linken Bildschirmkante).

Drehen Sie den Drehknopf **Position** im Bereich „Vertikal“ im Uhrzeigersinn, um das Spektrum für den Quellkanal nach oben zu verschieben.

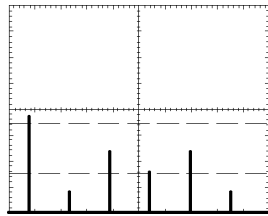
Messen eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursorsn

An FFT-Spektren lassen sich zwei Messungen vornehmen: Betrag (in dB) und Frequenz (in Hz). Der Betrag wird auf 0 dB bezogen, wobei 0 dB gleich $1 V_{\text{eff}}$ ist.

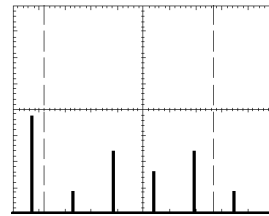
Mit den Cursorsn können Sie Messungen mit jedem Zoomfaktor durchführen. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **Cursor**, um das Menü „Cursor“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Quelle ► Math. Aus**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Typ**, um **Betrag** oder **Frequenz** auszuwählen.
4. Verschieben Sie Cursor 1 und 2 mithilfe des Mehrfunktions-Drehknopfs.

Mit den horizontalen Cursorsn messen Sie den Betrag, mit den vertikalen Cursorsn die Frequenz. Die Differenz (Delta) zwischen den beiden Cursorsn wird angezeigt, dem Wert an Cursorposition 1 und dem Wert an Cursorposition 2. Delta ist der absolute Wert von Cursor 1 minus Cursor 2.



Betrag-Cursor



Frequenzcursor

Sie können auch eine Frequenzmessung durchführen, ohne die Cursor zu verwenden. Hierzu drehen Sie den Knopf **HORIZONTAL POSITION**, um einen Frequenzanteil auf der mittleren Rasterlinie zu platzieren, und lesen die Frequenz oben rechts von der Anzeige ab.

Kommunikation (RS-232, Centronics und RS-232/USB)

Verwenden Sie die Kommunikationsfunktionen des Oszilloskops zum Durchführen der folgenden Aufgaben:

- Übertragen einer Bildschirmdarstellung an ein externes Gerät (Drucker oder Computer).
- Einrichten und Überprüfen der RS-232-Schnittstelle.
- Einrichten und Verwenden des RS-232/USB-Kabels



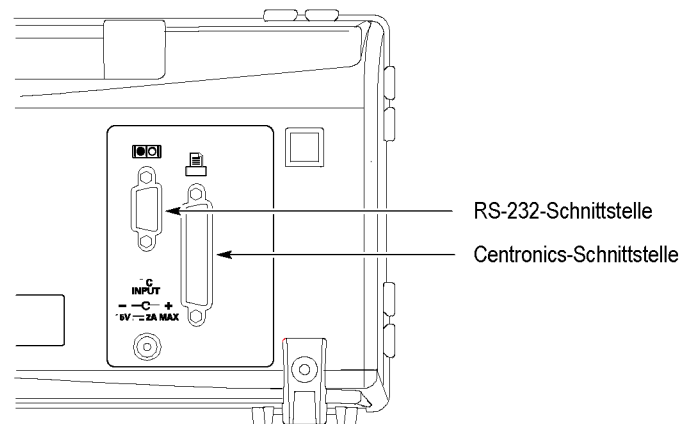
WARNUNG. Der Referenzleiter der Tastköpfe TPP0101 und TPP0201 darf nicht an eine potenzialfreie Spannung von $> 30 V_{eff}$ gelegt werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (potenzialfrei bis zu $600 V_{eff}$ CAT II oder $300 V_{eff}$ CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf (nicht den massereferenzierten Tastkopf P5100) oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Referenzleiter potenzialfreie Messungen über $30 V_{eff}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des Hochspannungstastkopfs).

Um einen Stromschlag bei der Verwendung von Tastköpfen mit nicht isolierten Metallteilen zu vermeiden, schließen Sie die Referenzleitung nicht an Spannungen über $30 V_{eff}$ an.

Der Startbildschirm des Oszilloskops zeigt eine Warnmeldung ähnlich der oben aufgeführten Meldung an. Beim Empfang des ersten RS-232-Befehls wird die Warnmeldung ausgeblendet.


Übertragen einer Bildschirmdarstellung an ein externes Gerät

Vom Oszilloskop lässt sich eine Bildschirmdarstellung an ein externes Gerät wie einen Drucker oder Computer übertragen.



Drucker einrichten Zum Einrichten eines Druckers gehen Sie wie folgt vor:

1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
2. Drücken Sie **Dienstpgm. ► Optionen ► Drucker einrichten**.
3. Drücken Sie die Optionstasten, um die Einstellungen auf den von Ihnen verwendeten Drucker abzustimmen. In der folgenden Tabelle sind die Einstellungen aufgeführt, die geändert werden können.

Option	Einstellungen	Anmerkungen
Taste „Drucken“	Druckt	Sie können die Taste „Drucken“  mit anderen Funktionen belegen. (Siehe Seite 85, <i>Verwenden der Funktion „Speichern“ der Taste „Drucken“</i> .)
Druckeranschluß	Centronics, RS-232	Zum Anschluss des Oszilloskops an einen Drucker oder Computer verwendete Kommunikationsschnittstelle
Dateiformat ¹	DPU411, DPU412, DPU3445, Thinkjet, Deskjet, LaserJet, Bubble Jet, Epson Dot, Epson C60, Epson C80, BMP, PCX, TIFF, RLE, EPSIMAGE	Gerätetyp, der an die Kommunikationsschnittstelle angeschlossen ist, oder Dateiformat.
Format	Hochformat, Querformat	Legt die Seitenausrichtung des bedruckten Mediums fest.
Ink Saver	Ein, Aus	Druckt die Bildschirmdarstellung auf weißem Hintergrund.
Druckvorgang abbrechen		Die Übertragung der Bildschirmdarstellung an den Drucker wird abgebrochen.

¹ Eine Liste kompatibler Drucker finden Sie auf der Webseite www.Tektronix.com/printer_setup.

In der folgenden Tabelle sind die Dateiformate aufgeführt:

Dateiformat	Erweiterung	Anmerkungen
BMP	BMP	Standardformat; bei diesem Bitmap-Format wird ein verlustfreier Kompressionsalgorithmus verwendet. Das Format ist mit den meisten Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogrammen kompatibel.
PCX	PCX	DOS-Paintbrush-Format
TIFF	TIF	Tagged Image File Format


Dateiformat	Erweiterung	Anmerkungen
RLE	RLE	Run-Length Encoding (Laufängenkodierung); bei diesem Format wird ein verlustfreier Kompressionsalgorithmus verwendet.
EPSIMAGE	EPS	Postscript-Format

HINWEIS. Das Oszilloskop speichert diese Einstellungen so lange, bis sie geändert werden, selbst wenn die Taste **Grundeinstellung** betätigt wird.


Wenn Sie die RS-232-Schnittstelle verwenden, müssen auch die Anschlussparameter für Ihren Drucker richtig eingestellt werden.

Überprüfen des Druckeranschlusses

Zur Überprüfung des Druckeranschlusses verfahren Sie wie folgt:

1. Wenn das Oszilloskop bereits an einen Drucker angeschlossen ist, fahren Sie mit Schritt 4 fort.
2. Schalten Sie Oszilloskop und Drucker aus.
3. Schließen Sie das Oszilloskop über das entsprechende Kabel an den Drucker an.
4. Schalten Sie Oszilloskop und Drucker ein.
5. Sofern noch nicht geschehen, richten Sie jetzt den Drucker richtig ein. (Siehe Seite 74, *Drucker einrichten*.)
6. Drücken Sie die Taste „Drucken“ . Je nach ausgewähltem Drucker beginnt der Drucker binnen 20 Sekunden mit der Ausgabe der Oszilloskopdaten.

Drucken einer Oszilloskop - Bildschirmdarstellung

Zum Drucken einer Bildschirmdarstellung drücken Sie die Taste „Drucken“ . Das Oszilloskop benötigt einige Sekunden zum Erfassen der Bildschirmdarstellung. Wie lange das Drucken der Daten dauert, hängt von den Druckereinstellungen und der Druckgeschwindigkeit ab. Je nach dem ausgewählten Format kommen noch einige Sekunden hinzu.

HINWEIS. Während der Drucker druckt, können Sie das Oszilloskop ganz normal weiter verwenden.

Einrichten und Überprüfen der RS-232-Schnittstelle

Unter Umständen muss die RS-232-Schnittstelle eingerichtet und überprüft werden. RS-232 ist eine serielle 8-Bit-Standardschnittstelle zur Datenübertragung zwischen dem Oszilloskop und einem externen Gerät mit RS-232-Anschluss, z. B. einem Computer, Terminal oder Drucker. Bei diesem Standard wird zwischen zwei Gerätetypen unterschieden: Datenendeinrichtung (DTE) und Datenübertragungseinrichtung (DCE). Beim Oszilloskop handelt es sich um ein DTE-Gerät.

Das *RS-232-Anschlussstift-Belegungsdiagramm* zeigt Pinbelegung und Signalzuweisungen des 9-poligen RS-232-Steckers. (Siehe Seite 80, *RS232-Anschlussstift - Belegungsdiagramm*.)

Auswahl des richtigen RS-232-Kabels

Zum Anschluss des Oszilloskops an ein externes Gerät ist ein RS-232-Kabel erforderlich. Die folgende Tabelle hilft Ihnen bei der Auswahl des richtigen Kabels.

Zum Anschluss des Oszilloskops an	Diesen Kabeltyp verwenden	Tektronix-Teilenummer
PCs mit 9-poligem seriellen Anschlussstecker	9-polige Buchse auf 9-polige Buchse, Nullmodem.	012-1379-00
PCs mit 25-poligem seriellen Anschlussstecker	9-polige Buchse auf 25-polige Buchse, Nullmodem.	012-1380-00
Sun Workstations und serielle Drucker (z. B. HP Deskjet)	9-polige Buchse auf 25-poligen Stecker, Nullmodem.	012-1298-00
Telefonmodems	9-polige Buchse auf 25-poligen Stecker, Modem.	012-1241-00

Anschluss eines externen Gerätes

Zum Anschließen des Oszilloskops an ein externes RS-232-Gerät verfahren Sie wie folgt:

- Verwenden Sie das richtige Kabel (siehe vorangehende Tabelle).
- Das Kabel sollte höchstens 15 m lang sein.
- Schalten Sie das Oszilloskop und das externe Gerät aus, bevor Sie die Geräte mit dem Kabel verbinden.

HINWEIS. In diesem Handbuch finden Sie Informationen zum Anschluss von externen Geräten für potenzialfreie Messungen. (Siehe Seite 3, Durchführen von potenzialfreien Messungen.)

RS-232-Einstellungen

Zur Einstellung der RS-232-Schnittstelle des Oszilloskops verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **Dienstpgm.**, um das Menü „Dienstpgm.“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Optionen ► RS232 Einstellung**.
3. Drücken Sie die Optionstasten, um die Einstellungen auf das von Ihnen verwendete externe Gerät abzustimmen. In der folgenden Tabelle sind die Einstellungen aufgeführt, die geändert werden können.

HINWEIS. Das Oszilloskop speichert diese Einstellungen so lange, bis sie geändert werden, selbst wenn die Taste **Grundeinstellung** betätigt wird.

Option	Einstellungen	Anmerkungen
Grundeinstellung		Hierüber wird die RS-232-Schnittstelle auf die Werkseinstellung (Baud=9600, Flow=hardflagging, EOL String=LF, Parity=Keine) gesetzt.
Baud	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200	Dient zur Einstellung der Datenübertragungsrates.
Flußsteuer.	Hard flag., Soft flag., Keine	Zur Einstellung der Datenflußsteuerung (Softflagging = Xon/Xoff, Hardflagging = RTS/CTS). Verwenden Sie Hardware Flagging zur Übertragung von Binärdaten.
EOL String	CR, LF, CR/LF, LF/CR	Zur Einstellung des vom Oszilloskop übertragenen EOL-Abschlusses. Das Oszilloskop kann jeden EOL-String empfangen.
Parität	Keine, gerade, ungerade	Hängt an jedes Zeichen ein Fehlerprüfbit (neuntes Bit) an.

HINWEIS. Wenn Sie die Option Parität auf Keine setzen, verwendet das Oszilloskop 8 Datenbits und 1 Stopp-Bit. Wenn Sie die Option Parität auf Gerade oder Ungerade setzen, verwendet das Oszilloskop 7 Datenbits und 1 Stopp-Bit.

Mithilfe der im Lieferumfang des Oszilloskops enthaltenen OpenChoice Desktop-Software können Sie nun Daten vom Oszilloskop auf Ihren PC übertragen. Falls die Software nicht funktioniert, sollten Sie die RS-232-Schnittstelle überprüfen.

Zur Überprüfung der RS232-Schnittstelle des Oszilloskops verfahren Sie wie folgt:

1. Schließen Sie das Oszilloskop mit einem passenden RS-232-Kabel an einen PC an. (Siehe Seite 76, *Auswahl des richtigen RS-232-Kabels.*)
2. Schalten Sie den PC ein.

3. Starten Sie auf dem PC ein Terminal-Emulationsprogramm wie beispielsweise Microsoft Windows Hyperterminal. Stellen Sie sicher, dass die serielle PC-Schnittstelle wie folgt eingestellt ist:

Funktion	Einstellung
Baudrate	9600
Datenflusssteuerung	Hardflagging
Parität	Keine

Außerdem müssen Sie das Terminal-Emulationsprogramm so einrichten, dass die gesendeten Zeichen angezeigt werden. Durch das Aktivieren von Echo und CR/LF wird verhindert, dass sich die Zeilen überlappen.

4. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
5. Drücken Sie die Taste **Dienstpgm.**, um das Menü „Dienstpgm.“ anzuzeigen.
6. Drücken Sie **Optionen ► RS232 Einstellung**.
7. Vergewissern Sie sich, dass die Menüeinstellungen den in der vorangehenden Tabelle aufgeführten Einstellungen entsprechen.
8. Geben Sie ID? in das PC-Terminalprogramm ein, und drücken Sie danach die Eingabetaste, um den Befehl abzuschicken. Das Oszilloskop antwortet mit seinem Identifikations-String, der ungefähr so aussehen sollte:

ID TEK/TPS 2024,CF:91.1CT,FV:V10.00

HINWEIS. Dieses Handbuch enthält eine kurze Erläuterung zum Thema *Befehlseingabe*. (Siehe Seite 80, *Befehlseingabe*.)

Die vollständigen Befehlsinformationen finden Sie in der Programmieranleitung für die Digitaloszilloskope der TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B und TPS2000B Serien.

RS-232-Fehlerbehebung

Falls bei der Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und dem externen Gerät (Computer oder Drucker) Probleme auftreten, verfahren Sie wie folgt:

1. Stellen Sie sicher, dass das richtige RS-232-Kabel angeschlossen wurde. Überprüfen Sie, ob für das externe Gerät ein Nullmodem oder eine direkte Verbindung erforderlich ist. (Siehe Seite 76, *Auswahl des richtigen RS-232-Kabels*.)
2. Stellen Sie sicher, dass das RS-232-Kabel ordnungsgemäß an das Oszilloskop und den richtigen Anschluss des externen Gerätes angeschlossen wurde.
3. Überprüfen Sie, ob der Drucker oder das Programm auf Ihrem PC den gleichen Anschluss verwendet, an den auch das RS-232-Kabel angeschlossen ist. Starten Sie das Programm bzw. den Drucker erneut.

4. Stellen Sie sicher, dass die RS-232-Einstellungen vom Oszilloskop mit den vom externen Gerät verwendeten Einstellungen übereinstimmen.
 - a. Legen Sie die RS-232-Einstellungen für das externe Gerät fest.
 - b. Drücken Sie die Taste **Dienstpgm.**, um das Menü „Dienstpgm.“ anzuzeigen.
 - c. Drücken Sie **Optionen ► RS232 Einstellung**.
 - d. Stellen Sie das Oszilloskop so ein, dass die Einstellungen mit denen auf dem externen Gerät übereinstimmen.
 - e. Starten Sie die kostenlose OpenChoice Desktop-Software erneut.
 - f. Starten Sie das Terminal-Emulationsprogramm bzw. den Drucker erneut.
5. Stellen Sie auf dem Oszilloskop und dem externen Gerät gegebenenfalls eine langsamere Baudrate ein.
6. Falls nur ein Teil der Druckerdatei empfangen wird, versuchen Sie folgende Maßnahmen:
 - a. Stellen Sie einen längeren Timeout für das externe Gerät ein.
 - b. Stellen Sie sicher, dass der Drucker auf den Empfang einer Binärdatei (und keiner Textdatei) eingestellt wurde.

Übertragen von Binärdaten

Um Binärdaten über die RS-232-Schnittstelle an das Oszilloskop übertragen zu können, muss die Schnittstelle wie folgt eingestellt werden:

- Verwenden Sie Hardware Flagging (RTS/CTS), wann immer dies möglich ist. Hardware Flagging ist ein Garant dafür, dass kein Datenverlust auftritt.
- Alle 8 Binärdaten-Bits enthalten sinnvolle Informationen. Um sicherzustellen, dass alle 8 Bits empfangen oder gesendet werden, muss das externe RS-232-Gerät so konfiguriert werden, dass es 8-Bit-Zeichen überträgt und empfängt (d. h. die RS-232-Wortlänge muss auf 8 Bit gestellt sein).

Ausgabe von RS-232-E/A-Fehlern

Bei Problemen mit Parität, Rahmensynchronisierung oder Eingangs/Ausgangs-Pufferspeicherüberlauf werden Fehler gemeldet. Um Fehler zu melden, gibt das Oszilloskop einen Ereigniscode aus. Bei Auftreten eines Fehlers werden alle Ein- und Ausgänge verworfen, und das Oszilloskop wartet einen neuen Befehl ab.

Überprüfung des Befehlsstatus

Wenn Sie den Status jedes einzelnen gesendeten Befehls überprüfen möchten, hängen Sie eine *STB?-Abfrage an jeden Befehl an, und lesen Sie die Antwort darauf.

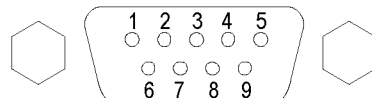
Verarbeitung von Unterbrechungssignalen

Wenn das Oszilloskop ein Unterbrechungssignal auf der RS-232-Schnittstelle erkennt, antwortet es mit DCL gefolgt von einem EOL-Abschluss. Intern reagiert das Oszilloskop, als hätte es einen GPIB <DCL>-Befehl (device clear) erhalten, der es zum Löschen des Inhalts der Ein- und Ausgangspufferspeicher und zum Abwarten eines neuen Befehls veranlasst. Durch Unterbrechungssignale werden weder die Oszilloskopeinstellungen oder Speicherdaten verändert, noch werden der Betrieb der Frontplatte oder die nicht programmierbaren Funktionen unterbrochen.

Wird ein Unterbrechungssignal mitten in einem Zeichenstrom gesendet, können einige Zeichen unmittelbar vor oder nach der Unterbrechung verloren gehen. Der Controller wartet den Empfang des Strings DCL und des EOL-Abschlussstrings ab, bevor weitere Zeichen gesendet werden.

RS232-Anschlussstift - Belegungsdiagramm

In der folgenden Abbildung sehen Sie die Pinbelegung und Signalzuweisung des RS-232-Steckers.



1	No connection	
2	Receive data (RxD)	(input)
3	Transmit data (TxD)	(output)
4	Data terminal ready (DTR)	(output)
5	Signal ground (GND)	
6	Data set ready (DSR)	(input)
7	Request to send (RTS)	(output)
8	Clear to send (CTS)	(input)
9	No connection	

Befehlseingabe

Beachten Sie die folgenden allgemeinen Regeln bei der Eingabe von Oszilloskopbefehlen über die RS-232-Schnittstelle:

- Befehle können in Groß- und Kleinbuchstaben eingegeben werden.
- Viele Oszilloskopbefehle lassen sich abkürzen. Diese Abkürzungen werden in Großbuchstaben angegeben. So kann beispielsweise statt des Befehls ACQUIRE:NUMAVg einfach die Abkürzung ACQ:NUMAV bzw. acq:numav eingegeben werden.
- Jedem Befehl können Leerzeichen vorangestellt werden. Zu diesen Leerzeichen zählt jede Kombination aus den ASCII-Steuerzeichen 00 bis 09 und 0B bis 20 hexadezimal (0 bis 9 und 11 bis 32 dezimal).
- Befehle, die nur aus einer Kombination von Leerzeichen und Zeilenvorschub bestehen, werden vom Oszilloskop ignoriert.

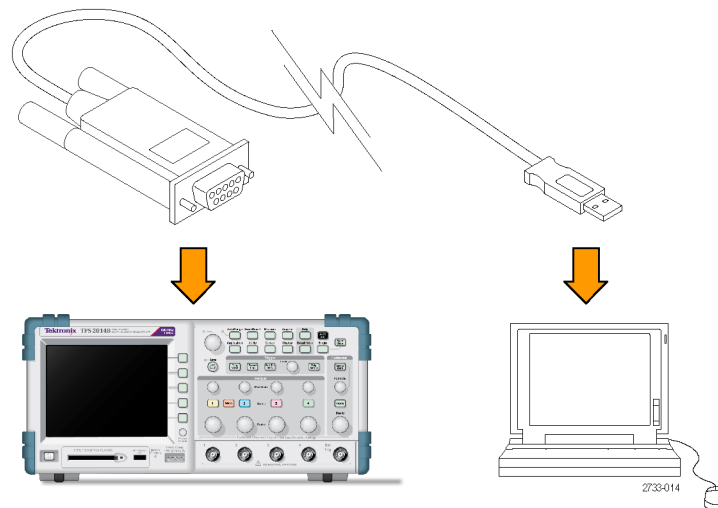
Weitere Informationen finden Sie in der *Programmieranleitung für die Digitaloszilloskope der TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B, TDS2000C und TPS2000/2000B Serien* (077-0444-XX).

Einrichten und Verwenden des RS-232/USB-Kabels

Verwenden Sie das standardmäßige RS-232/USB-Zubehörkabel (Tektronix-Teilenummer 174-5813-00), um das Oszilloskop TPS2000B an einen USB-Anschluss am PC anzuschließen.

Treiberinstallation

1. Schließen Sie den USB-Stecker des RS-232/USB-Kabels an einem USB-Anschluss am PC an. Auf dem PC wird der Assistent für gefundene neue Hardware ausgeführt.



HINWEIS. Wenn dieser Assistent nicht ausgeführt wird, sind die Treiber wahrscheinlich schon auf dem PC installiert.

2. Installieren Sie die USB-Serial-Converter-Treiberdateien:
 - Wenn Sie über Internetzugriff verfügen, wählen Sie **Ja, nur dieses eine Mal** aus, und klicken Sie auf **Weiter**. Folgen Sie den Bildschirmanweisungen, um die Software automatisch zu installieren.
 - Wenn Sie nicht über Internetzugriff verfügen, wählen Sie **Nein, diesmal nicht** aus, und klicken Sie auf **Weiter**. Folgen Sie den Bildschirmanweisungen, um die Installation von einem bestimmten Speicherort aus durchzuführen, z. B. von der Tektronix OpenChoice,

PC Communications-Software-CD (063-3675-XX), die mit dem Gerät geliefert wurde.

3. Der Assistent für gefundene neue Hardware installiert die seriellen USB-Schnittstellentreiber, falls erforderlich. Wiederholen Sie bei Bedarf Schritt 2, um diese Treiber zu installieren.

Die Installation der Treiber für das RS-232/USB-Kabel sollte nun abgeschlossen sein. Möglicherweise müssen Sie den PC neu starten, bevor Sie das RS-232/USB-Kabel verwenden können.

OpenChoice Desktop

Sie können die Oszilloskop-PC-Verbindung mithilfe des RS-232/USB-Kabels u. a. mit dem Tektronix OpenChoice Desktop-Programm verwenden. Diese kostenlose Anwendung ermöglicht es Ihnen, Bildschirmdaten, Signaldaten und Einstellungen des Oszilloskops von einem Microsoft Windows-Computer aus aufzuzeichnen.

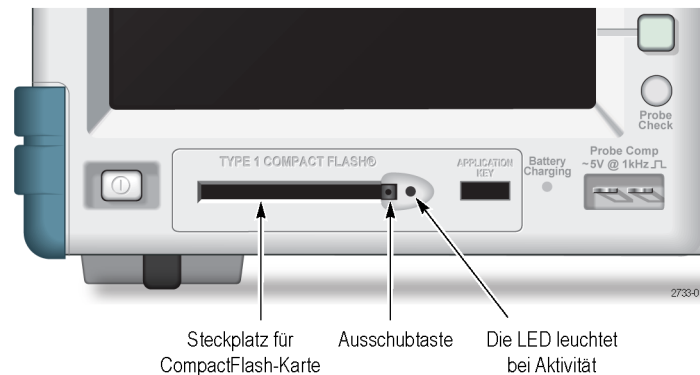
Sie können das OpenChoice Desktop-Programm von der Tektronix OpenChoice Desktop PC Communications-Software-CD laden, die mit dem Oszilloskop geliefert wurde. Unter www.tektronix.com/software können Sie auch eine Kopie des Programms herunterladen. Suchen Sie auf dieser Website nach „OpenChoice“.

Entnehmbarer Massenspeicher

Das Oszilloskop enthält einen entnehmbaren Massenspeicher in Form einer CompactFlash-Karte vom Typ 1. Daten können auf der CompactFlash-Karte gespeichert und von dieser abgerufen werden.

Einstecken und Entnehmen der CompactFlash-Karte

An der Vorderseite des Oszilloskops befindet sich ein Steckplatz für CompactFlash-Karten vom Typ 1.



Zum Einsetzen einer CompactFlash-Karte verfahren Sie wie folgt:

1. Richten Sie die Karte am Kartensteckplatz des Oszilloskops aus. Karten vom Typ 1 sind gekennzeichnet.
2. Schieben Sie die Karte in den Steckplatz ein, bis sie mit der Gerätevorderseite abschließt. Falls die Karte sich nicht mühelos einstecken lässt, nehmen Sie sie heraus und stecken sie richtig herum ein.

Zum Entnehmen einer CompactFlash-Karte verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Auswurfaste, und lassen Sie sie wieder los, bis die Taste wieder vollständig zum Vorschein kommt.
2. Drücken Sie die Auswurfaste erneut, um die Karte aus dem Steckplatz auszuwerfen.
3. Ziehen Sie die CompactFlash-Karte aus dem Kartenschlitz an der Gerätevorderseite.

Einlesedauer von CompactFlash-Karten

Das Oszilloskop liest bei jedem Einführen einer CompactFlash-Karte deren interne Struktur. Die Lesedauer hängt von der Größe der CompactFlash-Karte und deren Formatierung ab.

Sie können die Einlesedauer von CompactFlash-Karten mit 64 MB oder mehr erheblich verkürzen, indem Sie die Karte im Oszilloskop formatieren.

Formatieren einer CompactFlash-Karte

Die Formatierungsfunktion löscht alle Daten auf der CompactFlash-Karte. Zum Formatieren einer CompactFlash-Karte verfahren Sie wie folgt:

1. Stecken Sie eine CompactFlash-Karte in den Steckplatz ein.
2. Drücken Sie die Taste **Dienstpgm.**, um das Menü „Dienstpgm.“ anzuzeigen.
3. Drücken Sie **Datei Dienstprogr. ► Weiter ► Formatieren.**
4. Wählen Sie **Ja**, um die CompactFlash-Karte zu formatieren.

Kapazität von CompactFlash-Karten

Vom Oszilloskop können die folgenden Dateitypen und die folgende Anzahl von Dateien pro 1 MB CompactFlash-Kartenspeicher gespeichert werden:

- 5 Aktionen Alle speichern. (Siehe Seite 112, *Alle speichern.*)
- 16 Bildschirm-Grafikdateien (Kapazität hängt vom Grafikformat ab). (Siehe Seite 112, *Bild speichern.*)
- 250 Oszilloskopeinstellungs-Dateien (.SET). (Siehe Seite 113, *Setup speichern.*)
- 18 Signal-Dateien (.CSV). (Siehe Seite 114, *Signal speichern.*)

Konventionen für die Dateiverwaltung

Für das Oszilloskop gelten bei Massenspeicherungen die folgenden Konventionen für die Dateiverwaltung:

- Der verfügbare Speicherplatz auf der CompactFlash-Karte wird geprüft, bevor Dateien geschrieben werden. Falls nicht mehr genügend Speicherplatz zum Speichern der Dateien vorhanden ist, wird eine Warnmeldung angezeigt.
- Der hier gebrauchte Begriff „Verzeichnis“ steht für einen Verzeichnisort auf der CompactFlash-Karte.
- Das Standardverzeichnis für die Funktionen zum Speichern und Abrufen von Dateien ist das aktuelle Verzeichnis.
- Das Stammverzeichnis ist A:\
- Beim Einschalten des Oszilloskops oder beim Einstecken einer CompactFlash-Karte nach dem Einschalten wird das aktuelle Verzeichnis auf A:\ zurückgesetzt.
- Dateinamen können bis zu acht Zeichen enthalten, gefolgt von einem Punkt und der Dateinamenerweiterung mit bis zu drei Zeichen.
- Vom Betriebssystem des PC erstellte lange Dateinamen werden mit dem vom Betriebssystem gekürzten Dateinamen angezeigt.
- Die Dateinamen werden in Großbuchstaben angegeben.

Mit dem Menü Datei Dienstprogr. können Sie die folgenden Aufgaben ausführen:

- Den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auflisten
- Eine Datei oder ein Verzeichnis auswählen
- In andere Verzeichnisse gelangen
- Dateien und Verzeichnisse erstellen, umbenennen und löschen
- Die CompactFlash-Karte formatieren


Dieses Handbuch enthält weitere Details über das Menü **Dienstpgm.** ► „Datei Dienstprogr.“. (Siehe Seite 125, *Datei Dienstprogr.*)

Verwenden der Funktion „Speichern“ der Taste „Drucken“

Sie können mithilfe einer der folgenden Optionen die Funktion der Taste „Drucken“  ändern:

- **Speichern/Abrufen** ► **Alle speichern** ► Taste **Drucken**
- **DIENSTPGM.** ► **Optionen** ► **Drucker einrichten**

Taste DRUCKEN-Option	Anmerkungen
Speichert alles	Stellt die Taste so ein, dass alle aktiven Oszilloskopdaten (Signale, Bildschirminhalt, Einstellungen) als Dateien in einem neuen Unterverzeichnis des aktuellen Verzeichnisses der CompactFlash-Karte gespeichert werden.
Bild speichern	Stellt die Taste so ein, dass der Bildschirminhalt als Datei auf der CompactFlash-Karte gespeichert wird.
Druckt	(Siehe Seite 74, <i>Drucker einrichten.</i>)

HINWEIS. Eine LED neben der Taste „Drucken“  leuchtet. Damit wird die alternative Funktion „Speichern“ angegeben, mit der Daten auf die CompactFlash-Karte geschrieben werden.

Speichert alles

Mit dieser Option können Sie die aktuellen Oszilloskopinformationen in Dateien auf der CompactFlash-Karte speichern. Bevor Daten auf der CompactFlash-Karte gespeichert werden können, müssen Sie die Taste **Drucken** für die alternative Funktion „Speichern“ konfigurieren. Wählen Sie hierzu die Befehlsfolge **Speichern/Abrufen ► Alle speichern ► Taste Drucken ► Speichert alles**.


Wenn Sie die Taste **Speichern** drücken, erstellt das Oszilloskop ein neues Verzeichnis auf der CompactFlash-Karte und speichert die Daten in separaten Dateien im neuen Verzeichnis, wobei die aktuellen Oszilloskop- und Dateiformateinstellungen angewendet werden. Das Verzeichnis wird ALLnnnn benannt.

Quelle	Dateiname
CH(x)	FnnnnCHx.CSV, wobei nnnn eine automatisch erzeugte Ziffer ist und x für die Kanalnummer steht.
MATH	FnnnnMTH.CSV
Ref(x)	FnnnnRFx.CSV, wobei es sich bei x um den Buchstaben des Referenzspeichers handelt.
Bildschirmabbildung	FnnnnTEK.???, wobei ??? das aktuelle Dateiformat zum Speichern von Bilddateien ist.
Einstellungen	FnnnnTEK.SET

Dateityp	Inhalt und Verwendung
.CSV	Enthält ASCII-Textzeichenfolgen, in denen die Zeit (in Bezug auf den Trigger) sowie die Amplitudenwerte für jeden der 2500 Signaldatenpunkte aufgeführt sind. Sie können CSV-Dateien in eine Vielzahl von Anwendungen für Tabellenkalkulationen und mathematische Analysen importieren.
Bildschirmdarstellungen	Importieren Sie Dateien in Tabellenkalkulations- und Textverarbeitungsanwendungen. Der Typ der Bilddatei hängt von der jeweiligen Anwendung ab.
.SET	Enthält eine ASCII-Textzeichenauflistung der Oszilloskopeinstellungen. Informationen zum Dekodieren von Zeichenketten finden Sie unter <i>Programmieranleitung der Digitaloszilloskope der TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B und TPS2000B Serien</i> .

Bild speichern

Mit dieser Option können Sie den Oszilloskopbildschirm in einer Datei namens TEKnmmn.??? speichern, wobei .??? für das eingestellte Bilddateiformat steht. (Siehe Seite 112, *Bild speichern*.)

Bevor Daten auf der CompactFlash-Karte gespeichert werden können, müssen Sie die Taste „Drucken“  für die alternative Funktion „Speichern“ konfigurieren. Wählen Sie hierzu die Befehlsfolge **Speichern/Abrufen ► Alle speichern ► Taste Drucken ► Bild speichern**.

Handhabung von TPSBAT-Akkus

Die wiederaufladbaren TPSBAT-Lithium-Ionen-Akkus müssen regelmäßig gewartet werden und erfordern sachgemäße Verwendung und Pflege. Beachten Sie die in diesem Abschnitt aufgeführten Richtlinien zur sachgemäßen Verwendung von TPSBAT-Lithium-Ionen-Akkus. Auf diese Weise erreichen Ihre Akkus die maximale Lebensdauer.

In diesem Abschnitt werden folgende Themen behandelt:

- Wartung von Akkus
- Aufladen von Akkus
- Verwendung von Akkus
- Lagerung und Transport von Akkus
- Austauschen der Originalakkus

Hinweise zu TPSBAT-Akkus

Akkus dürfen nicht zu lange unbenutzt bleiben, weder im Produkt noch durch Lagerung. Wurde ein Akku über einen Zeitraum von sechs Monaten nicht benutzt, prüfen Sie den Ladezustand, und laden oder entsorgen Sie den Akku vorschriftsmäßig.

Die typische Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkus entspricht etwa zwei bis drei Jahren oder 300 Lade-/Entladezyklen. Ein Lade-/Entladezyklus entspricht der Verwendung vom vollständig geladenen Zustand zum vollständig entladenen Zustand und dem erneuten vollständigen Laden des Akkus. Akkus, die keine vollständigen Lade-/Entladezyklen durchlaufen, haben eine zu erwartende Lebensdauer von zwei bis drei Jahren.

Die Lebensdauer eines wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Akkus ist begrenzt, und die Ladekapazität des Akkus nimmt allmählich ab. Diese Abnahme an Ladekapazität (Alterung) kann nicht rückgängig gemacht werden. Mit abnehmender Ladekapazität des Akkus verringert sich auch die verfügbare Zeit, in der der Akku das Produkt mit Strom versorgen kann (Akkulaufzeit).

Wird ein Lithium-Ionen-Akku gelagert bzw. nicht benutzt, entlädt er sich langsam (Selbstentladung). Prüfen Sie regelmäßig den Ladezustand des Akkus.

Bei der Fehlersuche aufgrund von Problemen mit den Akkus bei einer Konfiguration mit zwei Akkus, sollte immer nur ein Akku eingesetzt sein. Prüfen Sie immer nur einen Akku und ein Ladefach.

Verwenden Sie ausschließlich TPSBAT-Akkus für Ihr Oszilloskop der TPS2000B Serie.

Wartung von Akkus

- Notieren Sie sich die Akkulaufzeit eines neuen, vollständig geladenen Akkus für Ihr Produkt. Diese Akkulaufzeit können Sie als Basis für einen Laufzeitvergleich mit älteren Akkus verwenden. Die Akkulaufzeit variiert in Abhängigkeit der Produktkonfiguration und den von Ihnen genutzten Anwendungen.
- Prüfen Sie regelmäßig den Ladezustand des Akkus.
- Überwachen Sie Akkus, die sich dem Ende Ihrer geschätzten Lebensdauer nähern.
- Ziehen Sie in Erwägung, den Akku durch einen neuen zu ersetzen, wenn die Akkulaufzeit unter 80 % des ursprünglichen Werts sinkt oder die benötigte Zeit zum Laden des Akkus erheblich ansteigt.
- Beachten Sie die Vorschriften zur Lagerung, wenn der Akku für einen längeren Zeitraum nicht benutzt wird. Wenn Sie die Vorschriften zur Lagerung nicht beachten und eine Prüfung ergibt, dass der Akku vollständig entladen ist, ist dieser höchstwahrscheinlich defekt. Versuchen Sie nicht, den Akku zu laden oder zu verwenden. Ersetzen Sie den Akku durch einen neuen.

Allgemeine Richtlinien zum Laden

Kontinuierliches Aufladen

Li-Ion-Akkus müssen Sie nicht kontinuierlich aufladen (Erhaltungsladung), um bei Nichtbenutzung des Oszilloskops die volle Betriebskapazität zu erhalten. Jedoch entlädt sich ein Lithium-Ionen-Akku, wenn er nicht benutzt wird. Um die größtmögliche Betriebsdauer im Akkubetrieb zu erreichen, laden Sie die Akkus vor der Verwendung. Wenn Sie Akkus lagern möchten, lesen Sie die Anweisungen zur Lagerung. (Siehe Seite 93, *Lagerung*.)

Ladetemperatur

Laden Sie die Akkus bei einer Umgebungstemperatur zwischen 0 und +40 °C. Das Aufladen bei Temperaturen außerhalb dieses Bereichs kann dazu führen, dass die Zellen beschädigt werden oder Undichtheiten entstehen. Am höchsten ist die Ladeeffizienz zwischen 0 und +30 °C bei unter 80 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Entladetemperatur

Die Akkus sind ausgelegt für den Betrieb zwischen –10 und +50 °C bei unter 80 % relativer Luftfeuchtigkeit. Der Betrieb bei Temperaturen außerhalb dieses Bereichs kann zu Schäden führen. Die Entladekapazität der Akkus nimmt bei Temperaturen unter 0 °C und über +40 °C erheblich ab.

Niedrige Temperaturen wirken sich negativ auf die normalen elektrochemischen Reaktionen in einem Akku aus, wodurch sich die verfügbare Kapazität vermindert. Li-Ion-Akkus können zwar bis zu einer Temperatur von -10 °C betrieben werden, ohne Schaden zu nehmen, die verfügbare Kapazität nimmt unter 0 °C jedoch erheblich ab. Diesen Verlust können Sie minimieren, indem Sie die Akkus vor und während des Gebrauchs auf einer Temperatur von über 0 °C halten.

Überprüfen des Ladezustands und Kalibrierungsstatus

Über die Option **DIENSTPGM.** ► **System Status** ► **Versch.** werden die verbleibende Betriebszeit des Oszilloskops sowie der Ladezustand der Akkus angezeigt. Wenn das Oszilloskop mit dem Netzteil betrieben wird, wird nur der Ladezustand der Akkus angezeigt.

Die verbleibende Zeit wird anhand eines einmütigen Mittelwerts des Stromverbrauchs des verwendeten Akkus berechnet. Warten Sie nach dem Einschalten des Oszilloskops mindestens eine Minute, um sicherzustellen, dass ein exakter Wert angezeigt wird.

Die Kalibrierung bezieht sich auf die Fähigkeit eines Akkus, seine aktuelle Kapazität anzugeben. Anhand dieser Angabe berechnet das Oszilloskop, wie lange es unter den aktuellen Bedingungen noch betriebsfähig ist.

Nach mehreren Entlade- und Ladezyklen, in denen ein Akku nicht vollständig entladen wird, verliert der Akku seine Kalibrierung. Wenn Sie einen Akku beispielsweise pro Tag bis zu einer Stunde lang benutzen und nach jedem Gebrauch wieder aufladen, ist der Akku nach einer gewissen Zeit nicht mehr richtig kalibriert.

Die verbleibende Betriebsdauer eines nicht kalibrierten Akkus kann nicht exakt angegeben werden. (Siehe Seite 91, *Kalibrieren von Akkus.*)

Aufladen von TPSBAT-Akkus

Sie können die Akkus in einem Oszilloskop oder mit dem externen Akkuladegerät laden.

Lademethode	Ladezeit pro Akku
Oszilloskop (intern mit Netzteil)	Bei eingeschaltetem Oszilloskop: 7 Stunden
	Bei ausgeschaltetem Oszilloskop: 4,5 Stunden
Extern (TPSCHG)	3 Stunden



WARNUNG. Versuchen Sie nicht, die Akkus bei Temperaturen unter 0 °C oder über $+40\text{ °C}$ zu laden. Wenn Sie einen Akku außerhalb dieses Temperaturbereichs laden, kann das den Akku beschädigen. Außerdem wird er dann nur teilweise geladen.

Internes Aufladen

Das Oszilloskop verfügt über ein eingebautes Ladesystem, mit dem Akku bei angeschlossenem Netzteil geladen werden können. Bei einem vollständig entladenen Akku sind rund 4,5 Stunden erforderlich, um ihn bei ausgeschaltetem Oszilloskop vollständig aufzuladen. Ist das Oszilloskop in Betrieb, kann das vollständige Aufladen bis zu 7 Stunden dauern.

Wenn im Oszilloskop zwei Akkus installiert sind, wird zunächst der Akku mit der höheren verfügbaren Kapazität vollständig aufgeladen. Anschließend wird der zweite Akku geladen.

Ebenso wird das Oszilloskop bei zwei installierten Akkus zunächst mit dem Akku mit der geringeren verfügbaren Kapazität betrieben, bis dieser vollständig entladen ist. Danach wird das Oszilloskop mit dem zweiten Akku betrieben, bis auch dieser komplett entladen ist.

Zum Aufladen eines Akkus im Oszilloskop gehen Sie wie folgt vor:

1. Setzen Sie den Akku in das Batteriefach ein. (Siehe Seite 6, *Akkus*.)
2. Schließen Sie das Oszilloskop mit dem Netzteil an eine externe Stromquelle an. Die grüne Anzeige „Battery Charging“ (Akkuladevorgang) an der Frontplatte leuchtet auf, und der Ladevorgang startet sofort.

Externes Aufladen

Sie können Akkus mit dem optionalen TPSCHG-Akkuladegerät extern laden. Weitere Informationen zu optionalem Zubehör finden Sie in Anhang C. (Siehe Tabelle 14 auf Seite 147.)

Zum Laden mit dem externen Ladegerät gehen Sie wie folgt vor:

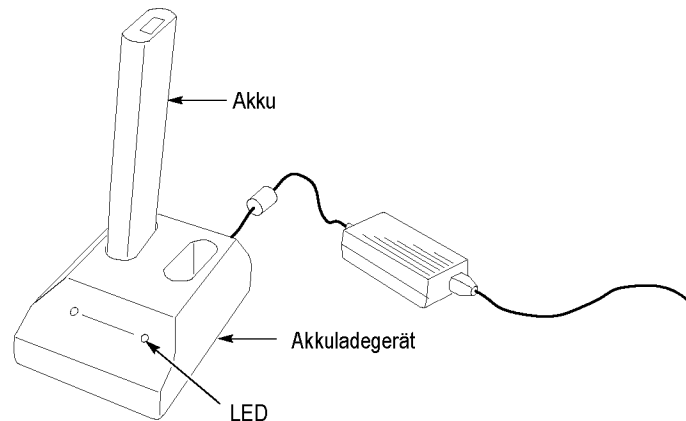
1. Setzen Sie bis zu zwei Akkus in die Ladefächer des Ladegeräts ein. Akkus sind gepolt, sodass sie nur auf eine Weise eingesetzt werden können.
2. Der Ladevorgang beginnt sofort.

LEDs zeigen an, welcher Akku geladen wird. Außerdem informieren sie über den Ladestand und den Abschluss des Ladevorgangs.

LED-Farbe	Status
Keine	Es befindet sich kein Akku im Ladegerät
Grünes Blinklicht	Gerät befindet sich im Schnelllademodus
Grünes Dauerlicht	Vollständig geladen
Gelbes Blinklicht	Gerät befindet sich im Kalibriermodus
Gelbes Blinklicht und grünes Dauerlicht	Kalibrierung abgeschlossen
Gelbes Dauerlicht	Standby-Modus
Rotes Blinklicht	Fehler

Wenn die rote LED blinkt, gehen Sie wie folgt vor:

1. Prüfen Sie, ob das Ladegerät zu heiß wird. Stellen Sie sicher, dass der Lüfter des Ladegeräts läuft und der Luftstrom nicht blockiert ist. Wird das Ladegerät weiterhin zu heiß, ersetzen Sie das TPSCHG-Ladegerät.
2. Liegt keine Überhitzung des Ladegeräts vor, ist der TPSBAT-Akku defekt. Ersetzen Sie den defekten Akku und entsorgen Sie diesen. Im Abschnitt Umweltschutzhinweise finden Sie weitere Informationen zu Entsorgung und Recycling. (Siehe Seite x, *Umweltschutzhinweise*.)



Kalibrieren von Akkus

Die verbleibende Betriebsdauer eines nicht kalibrierten Akkus kann nicht exakt angegeben werden. Die Grundidee der Kalibrierung besteht darin, den Akku erst vollständig aufzuladen, dann komplett zu entladen und schließlich wieder vollständig aufzuladen. Dies geschieht beim externen Ladegerät im Rahmen der Kalibrieroutine, bei der internen Lademethode Schritt für Schritt.

Externe Kalibrierung

Sie können Akkus mit dem optionalen TPSCHG-Akkuladegerät kalibrieren. Weitere Informationen zu optionalem Zubehör finden Sie in Anhang C. (Siehe Tabelle 14 auf Seite 147.) Ausführliche Hinweise finden Sie im Handbuch des Akkuladegeräts.

Zum Kalibrieren der Akkus gehen Sie wie folgt vor:

1. Setzen Sie den Akku in das linke Ladefach des Ladegeräts ein.
2. Drücken Sie auf das blau-rote Symbol zwischen den Beschriftungen **Push to Recalibrate Battery in Left Bay (Drücken, um Akku im linken Fach neu zu kalibrieren)** und **Energy Access Incorporated**.
3. Prüfen Sie nach spätestens 3 Minuten den LED-Status des Ladegeräts auf eine Fehleranzeige.

Das Ladegerät lädt den Akku auf, entlädt ihn und lädt ihn anschließend erneut vollständig auf. Damit wird er wieder in einen vollständig kalibrierten Zustand versetzt. Die Kalibrierung kann bis zu zehn Stunden dauern. Wegen des hohen Zeitaufwands für den Entlade-/Ladezyklus empfiehlt es sich, die Kalibrierung über Nacht vorzunehmen.

Interne Kalibrierung

Wenn Sie nicht über ein TPSCHG-Ladegerät verfügen, können Sie Akkus auch im Oszilloskop kalibrieren. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Schalten Sie das Oszilloskop aus, um eine höhere Laderate zu ermöglichen.
2. Schließen Sie das Oszilloskop mit dem Netzteil pro Akku rund 5 Stunden lang an eine externe Stromversorgung an.
3. Trennen Sie das Netzteil vom Oszilloskop.
4. Drücken Sie den Netzschalter auf der Vorderseite, um das Oszilloskop einzuschalten.
5. Lassen Sie das Oszilloskop eingeschaltet, bis es sich abschaltet, was darauf hinweist, dass der Akku vollständig entladen ist (pro Akku ca. 5,5 Stunden bei 2-Kanal- und 4,5 Stunden bei 4-Kanal-Modellen).
6. Schließen Sie das Oszilloskop erneut mit dem Netzteil pro Akku rund 5 Stunden lang an eine externe Stromversorgung an. Schalten Sie das Oszilloskop während dieser Zeit nicht ein.

Wenn der Akku nicht vollständig aufgeladen und kalibriert wird, wiederholen Sie den Kalibriervorgang. Schlägt auch der zweite Versuch fehl, sollten Sie den Akku austauschen.

Verwendung von Akkus

- Zerlegen oder zerstören Sie den Akku nicht, und stechen Sie keine Löcher hinein.
- Schließen Sie die externen Kontakte des Akkus nicht kurz.
- Werfen Sie den Akku nicht ins Feuer oder ins Wasser.
- Setzen Sie den Akku keinen Temperaturen über +60 °C aus.
- Bewahren Sie den Akku außerhalb der Reichweite von Kindern auf.
- Setzen Sie den Akku keinen starken Stößen oder Vibrationen aus.
- Verwenden Sie keine beschädigten Akkus.
- Falls aus einem Akku Flüssigkeiten austreten, vermeiden Sie es, mit diesen in Berührung zu kommen. Entsorgung eines undichten Akkus. Im Abschnitt

Umweltschutzhinweise finden Sie weitere Informationen zu Entsorgung und Recycling. (Siehe Seite x, *Umweltschutzhinweise*.)

- Augen nicht reiben, falls ausgetretene Flüssigkeit in die Augen gelangt. Augen sofort mindestens 15 Minuten lang gründlich mit Wasser spülen und dabei das obere und untere Augenlid anheben. Die Spülung so lange fortsetzen, bis keine Spuren der Flüssigkeit mehr erkennbar sind. Konsultieren Sie einen Arzt.

Lagerung und Transport von Akkus

- Lagerung**
- Lagern Sie Akkus in einer Umgebung mit geringer Luftfeuchtigkeit (geringer als 80 % relative Luftfeuchtigkeit), die frei von korrodierenden Gasen ist. Wenn Akkus in Umgebungen mit hoher Luftfeuchtigkeit oder bei Temperaturen außerhalb des genannten Bereichs gelagert werden, können Metallteile korrodieren und Undichtheiten entstehen.
 - Laden oder entladen Sie Akkus vor der Lagerung auf etwa 50 % ihrer Kapazität.
 - Laden oder entladen Sie Akkus mindestens alle sechs Monate auf etwa 50 % ihrer Kapazität.
 - Entnehmen Sie den Akku, und lagern Sie ihn getrennt vom Oszilloskop.
 - Lagern Sie den Akku bei einer Temperatur zwischen +5 °C und +20 °C.

HINWEIS. Der Akku entlädt sich während der Lagerung. Temperaturen über +20 °C reduzieren die Lagerbeständigkeit des Akkus.

Transporthinweise Im Abschnitt Umweltschutzhinweise finden Sie weitere Informationen zum Transport von Akkus. (Siehe Seite x, *Transportieren von Akkus*.)

Austauschen von Akkus

Folgen Sie den Anweisungen, um Akkus herauszunehmen und zu ersetzen. (Siehe Seite 6, *Akkus*.)

HINWEIS. Ersetzen Sie Li-Ion-Akkus ausschließlich durch TPSBAT-Akkus.

Im Abschnitt Umweltschutzhinweise finden Sie weitere Informationen zur vorschriftsmäßigen Entsorgung eines Li-Ion-Akkus. (Siehe Seite x, *Umweltschutzhinweise*.)

Um bei einem neuen Akku die optimale Leistung zu erzielen, müssen Sie ihn vollständig laden. (Siehe Seite 89, *Aufladen von TPSBAT-Akkus.*)

Referenz

In diesem Kapitel werden die Menüs und Bedienungsdetails zu den einzelnen Menütasten oder Drehknöpfen auf dem vorderen Bedienfeld erläutert.

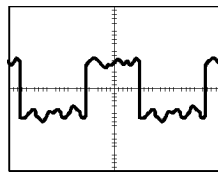
Erfassen

Drücken Sie die Taste „Erfassung“, um die Erfassungsparameter festzulegen.

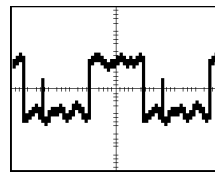
Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Normale Abtastung		Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung, die sich zur Erfassung und präzisen Anzeige der meisten Signale eignet.
Spitzenwert		Wird zur Erkennung von Glitches und zur Reduzierung von Aliasing eingesetzt.
Mittelwert		Reduziert unkorreliertes Rauschen in der Signalanzeige. Die Anzahl der Mittelwerte kann ausgewählt werden.
Mittelwerte	4, 16, 64, 128	Zum Auswählen der Anzahl von Mittelwerten

Wichtige Punkte

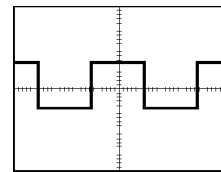
Wenn Sie ein rauschendes Rechtecksignal mit intermittierenden, schmalen Glitches testen, wird das Signal je nach ausgewähltem Erfassungsmodus unterschiedlich dargestellt.



Normale Abtastung



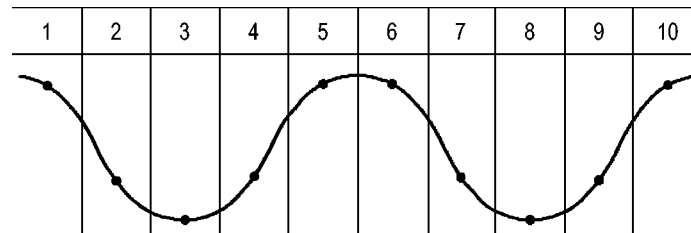
Spitzenwert



Mittelwert

Normale Abtastung. Verwenden Sie Normale Abtastung, um 2500 Punkte zu erfassen und mit der Einstellung SEC/DIV anzuzeigen. Dieser Modus ist der Standardmodus.

Erfassungsintervalle im Abtastmodus (2500)



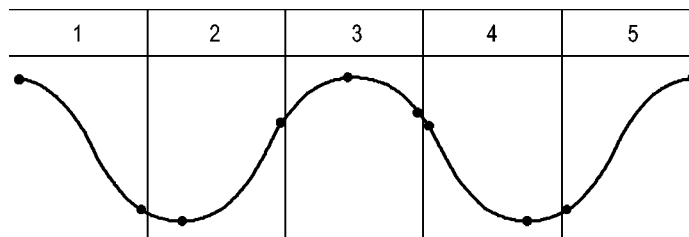
• **Abtastpunkte**

Im Abtastmodus wird in jedem Intervall ein einzelner Abtastpunkt erfasst.

Die maximale Abtastezeit beträgt 1 GS/s bei Oszilloskopen mit einer Bandbreite von 100 MHz bzw. 2 GS/s bei Geräten mit 200 MHz. Bei einer Einstellung von 100 ns oder mehr werden in diesem Abtastmodus keine 2500 Punkte erfasst. In diesem Fall interpoliert der digitale Signalprozessor die Punkte zwischen den Abtastpunkten, um einen Kurvenzug mit 2500 Punkten aufzuzeichnen.

Spitzenwert. Den Spitzenwertmodus verwenden Sie, um schmale Glitches bis zu 10 ns zu erkennen und die Möglichkeit für Aliasing zu verringern. Dieser Modus ist bei einer horizontalen Skala-Einstellung von 5 μ s/div oder langsamer effektiv.

Erfassungsintervalle im Spitzenwertmodus (1250)



• **Angezeigte Abtastpunkte**

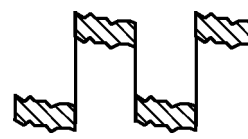
Beim Spitzenwertmodus werden die höchsten und niedrigsten in einem Intervall erfassten Spannungen angezeigt.

HINWEIS. Wenn Sie die horizontale Skala-Einstellung auf 2,5 μ s/div oder schneller einstellen, wechselt der Erfassungsmodus auf „Abtastung“, da die Abtastezeit schnell genug ist, sodass keine Spitzenwertaufnahme erforderlich ist. Allerdings zeigt das Oszilloskop keine Meldung an, um auf den geänderten Modus hinzuweisen.

Wenn das Signal über ein hinreichendes Rauschen verfügt, weist eine typische Spitzenwertanzeige große schwarze Bereiche auf. Zur Verbesserung der Anzeigeleistung wird dieser Bereich mit Diagonallinien dargestellt.



Typische Spitzenwertanzeige



Spitzenwertanzeige beim Modell TPS2000B

Mittelwert. Verwenden Sie den Mittelwertmodus, um unkorreliertes Rauschen eines Signals, das Sie anzeigen möchten, zu reduzieren. Die Daten

werden im Abtastmodus erfasst, und anschließend wird daraus der Mittelwert gebildet.

Wählen Sie die Anzahl der Erfassungen aus (4, 16, 64 oder 128), aus denen der Mittelwert des Signals gebildet werden soll.

Taste „Run/Stop“ (Ausführen/Anhalten). Drücken Sie die Taste **Run/Stop** (Ausführen/Anhalten), wenn das Oszilloskop kontinuierlich Signale erfassen soll. Drücken Sie die Taste erneut, um die Erfassung zu beenden.

Taste „Einzelfolge“. Drücken Sie die Taste **Einzelfolge**, wenn das Oszilloskop eine Einzelfolge erfassen und dann anhalten soll. Jedes Mal, wenn Sie die Taste **Einzelfolge** drücken, beginnt das Oszilloskop mit der Erfassung eines anderen Signals. Nachdem das Oszilloskop einen Trigger erkannt hat, wird die Erfassung abgeschlossen und angehalten.

Erfassungsmodus	Taste Einzelfolge
Normale Abtastung, Spitzenwert	Nach Abschluss einer Erfassung ist die Erfassungssequenz beendet.
Mittelwert	Die Erfassungssequenz ist beendet, wenn die definierte Anzahl von Erfassungen erreicht ist; (Siehe Seite 95, <i>Erfassen</i> .)

Abtastmodus-Anzeige. Der Erfassungsmodus Horizontale Abtastung (auch als Rollmodus bezeichnet) wird zur kontinuierlichen Überwachung von Signalen verwendet, die sich langsam ändern. Die aktualisierten Signale werden von links nach rechts auf dem Oszilloskopbildschirm dargestellt, wobei alte Punkte durch die Anzeige neuer Punkte überschrieben werden. Ein beweglicher, eine Teilung breiter leerer Bereich auf dem Bildschirm trennt die neuen Signalpunkte von den alten.

Das Oszilloskop schaltet auf den Abtastmodus um, wenn Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“ auf 100 ms/div oder langsamer einstellen und im Menü „Trigger“ die Option für den Auto-Modus auswählen.

Um den Abtastmodus zu deaktivieren, drücken Sie die Taste **Trig Menu** (Trig.-Menü), und stellen den Modus „Normal“ ein.

Anhalten der Erfassung. Während die Erfassung läuft, wird das Signal „live“ angezeigt. Wenn Sie die Taste **Run/Stop** (Ausführen/Anhalten) drücken und die Erfassung anhalten, wird die Anzeige eingefroren. Das angezeigte Signal lässt sich beide Male über die vertikalen und horizontalen Bedienelemente skalieren und positionieren.

Anwendung

Die Taste **Anwendung** können Sie verwenden, wenn an der Vorderseite des Oszilloskops ein Anwendungsschlüssel eingesteckt ist, zum Beispiel zur Leistungsanalyse. Weitere Informationen finden Sie im Benutzerhandbuch für die Anwendung.

Bereich

Wenn Sie die Taste **Auto Messbereich** drücken, aktiviert bzw. deaktiviert das Oszilloskop die automatische Bereichseinstellung. Eine neben der Taste **Auto Messbereich** aufleuchtende LED weist darauf hin, dass die Funktion aktiv ist.

Diese Funktion passt die Einstellungen automatisch an, um ein Signal zu verfolgen. Bei Änderung des Signals wird das Signal weiterhin verfolgt. Beim Einschalten des Oszilloskops ist die automatische Bereichseinstellung stets deaktiviert.

Optionen	Anmerkung
Automatische Bereichseinstellung	Aktivierung oder Deaktivierung der automatischen Bereichseinstellung; bei Aktivierung leuchtet die benachbarte LED auf.
Vertikal und horizontal	Verfolgung und Anpassung beider Achsen.
Nur vertikal	Verfolgung und Anpassung der vertikalen Skala; die horizontalen Einstellungen bleiben unverändert.
Nur horizontal	Verfolgung und Anpassung der horizontalen Skala; die vertikalen Einstellungen bleiben unverändert.

Unter folgenden Bedingungen werden die Einstellungen automatisch angepasst:

- Zu viele oder zu wenige Signalperioden für eine klare Darstellung der Triggerquelle (außer bei Nur Vertikal)
- Signalamplitude zu groß oder zu klein (außer bei Nur Horizontal)
- Veränderung des idealen Triggerpegels

Wenn Sie die Taste **Auto Messbereich** drücken, stellt sich das Oszilloskop automatisch so ein, dass eine brauchbare Darstellung des Eingangssignals auf dem Bildschirm angezeigt wird.

Funktion	Einstellung
Erfassungsmodus	Abtastwert
Anzeigeformat	YT
Nachleuchten der Darstellung	Aus
Horizontale Position	Eingestellt
Horizontalansicht	Haupt-

Funktion	Einstellung
Run/Stop (Ausführen/Anhalten)	Ausführen
Horizontale Skala	Eingestellt
Triggerkopplung	Gleichstrom
Trigger-Holdoff	Minimum
Triggerpegel	Eingestellt
Triggermodus	Flanke
Vertikale Bandbreite	Voll
Vertikale Bb-Begrenzung	Aus
Vertikale Kopplung	Gleichstrom
Vertikales Invertieren	Aus
Vertikale Skala	Eingestellt

Durch die folgenden Änderungen an der Einstellung des Oszilloskops wird die automatische Bereichseinstellung deaktiviert:

- Durch die Skala im Bereich „Vertikal“ wird die vertikale automatische Messbereichseinstellung deaktiviert.
- Durch die Skala im Bereich „Horizontal“ wird die horizontale automatische Messbereichseinstellung deaktiviert.
- Anzeigen oder Entfernen eines Kanalsignals
- Triggereinstellungen
- Erfassungsmodus Einzelfolge
- Abrufen eines Setups
- XY-Anzeigeformat
- Nachleuchten

Die automatische Bereichseinstellung ist in der Regel in den folgenden Situationen besser geeignet als Auto-Setup:

- Analyse eines sich dynamisch ändernden Signals
- Schneller Vergleich einer Folge unterschiedlicher Signale ohne Ändern der Einstellungen des Oszilloskops. Dies ist sehr hilfreich, wenn Sie zwei Tastköpfe gleichzeitig verwenden müssen oder in der einen Hand einen Tastkopf und in der anderen etwas anderes halten.
- Festlegen, welche Einstellungen das Oszilloskop automatisch anpasst

Wenn die Frequenz der Signale schwankt, ihre Amplituden einander jedoch ähneln, können Sie die automatische Bereichseinstellungsoption Nur horizontal verwenden. Das Oszilloskop passt die horizontalen Einstellungen an, die vertikalen Einstellungen werden jedoch unverändert beibehalten. Auf diese Weise können Sie die Amplitude des Signals visuell abschätzen, ohne dass Änderungen der vertikalen Skala zu befürchten sind. Die Option Nur vertikal hat eine vergleichbare Auswirkung. Es werden nur vertikale Parameter angepasst, und die horizontalen Einstellungen werden unverändert beibehalten.

Auto-Setup

Wenn Sie die Taste **Auto-Setup** drücken, identifiziert das Oszilloskop die Signalart und stellt sich selbst so ein, dass eine brauchbare Anzeige des Eingangssignals auf dem Bildschirm erscheint.

Funktion	Einstellung
Erfassungsmodus	Auf Abtastmodus oder Spitzenwerterfassung eingestellt.
Cursor	Aus
Anzeigeformat	Auf YT eingestellt
Anzeigetyp	Bei Videosignalen auf Punkte eingestellt, bei einem FFT-Spektrum auf Vektoren. Ansonsten unverändert.
Horizontale Position	Eingestellt
Horizontale Skala	Eingestellt
Triggerkopplung	Eingestellt auf DC, Noise reject oder HF reject
Trigger-Holdoff	Minimum
Triggerpegel	Auf 50 % setzen
Triggermodus	Automatisch
Triggerquelle	Eingestellt; lesen Sie die Informationen im Anschluss an diese Tabelle; Auto-Setup kann nicht bei EXT, TRIG-Signal verwendet werden.
Triggerflanke	Eingestellt
Triggerart	Flanke oder Video
Trigger Video-Polarität	Normal
Trigger Video-Synchronisation	Eingestellt
Trigger Videostandard	Eingestellt
Vertikale Bandbreite	Voll
Vertikale Kopplung	DC (wenn zuvor Masse ausgewählt wurde). Bei Videosignal AC, ansonsten unverändert.
Vertikale Skala	Eingestellt

Mit der Funktion Auto-Setup lassen sich alle Kanäle auf Signale hin untersuchen und Signale entsprechend anzeigen. Auto-Setup bestimmt außerdem die Triggerquelle anhand folgender Bedingungen:

- Falls mehrere Kanäle Signale aufweisen, zeigt das Oszilloskop den Kanal mit dem niederfrequentesten Signal an.
- Wenn keine Signale gefunden werden, zeigt das Oszilloskop den Kanal mit der niedrigsten Nummer an, wenn Auto-Setup aufgerufen wird.
- Wenn keine Signale gefunden werden und keine Kanäle angezeigt werden, zeigt das Oszilloskop Kanal 1 an und verwendet diesen.




Wenn Sie Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop den Signaltyp nicht bestimmen kann, stellt es die Horizontal- und Vertikalskala ein und führt dann die automatischen Messungen Mittelwert und Spitze-zu-Spitze durch.

Die Auto-Setup-Funktion ist in der Regel in den folgenden Situationen besser geeignet als die automatische Bereichseinstellung:

- Fehlersuche bei einem stabilen Signal
- Automatische Anzeige von Messungen des Signals
- Einfaches Ändern der Darstellung des Signals. Zum Beispiel bei der Anzeige nur eines Zyklus des Signals oder der steigenden Flanke des Signals.
- Anzeigen von Video- oder FFT-Signalen





Sinussignal

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass das Signal einem Sinussignal ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Sinussignal	Details
 Multi-Zyklus-Sinussignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Zyklus-Effektivwert, Frequenz, Periode und Spitze-zu-Spitze an.
 Einzelzyklus-Sinussignal	Hier wird die Horizontalskala so eingestellt, dass ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Mittelwert und Spitze-zu-Spitze an.
 FFT	Wandelt das Zeitbereichs-Eingangssignal in seine Frequenzanteile um und zeigt das Ergebnis als Graph der Frequenz gegenüber dem Betrag (Spektrum) an. Da es sich hierbei um eine mathematische Berechnung handelt, finden Sie weitere Informationen im Kapitel <i>Math-FFT</i> . (Siehe Seite 65, <i>Math-FFT</i> .)
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.






Rechtecksignal oder Impuls

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass das Signal einem Rechtecksignal oder Impuls ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Rechtecksignal oder	Details
 Multi-Zyklus-Rechtecksignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Spitze-zu-Spitze, Mittelwert, Periode und Frequenz an.
 Einzelzyklus-Rechtecksignal	Hier wird die Horizontalskala so eingestellt, dass ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Min, Max, Mittelwert und positive Breite an.
 Steigende Flanke	Das Oszilloskop zeigt die Flanke und die automatischen Messungen für Anstiegszeit und Spitze-zu-Spitze an.
 Fallende Flanke	Das Oszilloskop zeigt die Flanke und die automatischen Messungen für Abfallzeit und Spitze-zu-Spitze an.
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Videosignal

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass es sich bei dem Signal um ein Videosignal handelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Videosignal-Optionen	Details
 Halbbilder ► Alle Halbbild	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert auf jedes Halbbild.
 Zeilen ► Alle Zeilen	Eine komplette Zeile mit Teilen der vorausgehenden und folgenden Zeile wird angezeigt; das Oszilloskop triggert auf jede Zeile.
 Zeilen ► Nummer	Eine komplette Zeile mit Teilen der vorausgehenden und folgenden Zeile wird angezeigt. Wählen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf eine bestimmte Zeilennummer aus, die das Oszilloskop als Trigger verwenden soll.
 Ungerade Halbbilder	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert nur auf die ungeraden Halbbilder.
 Gerade Halbbilder	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert nur auf die geraden Halbbilder.
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

HINWEIS. Mit Videosignal-Auto-Setup wird die Option Darstellung auf Punkte eingestellt.

Cursor

Drücken Sie die Taste **Cursor**, um die Mess-Cursor und das Cursor-Menü anzuzeigen. Ändern Sie dann mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die Position eines Cursors.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ ¹	Zeit, Amplitude, AUS	Dient zur Auswahl und Anzeige der Messcursor; bei Zeit wird die Zeit und Frequenz gemessen, bei Amplitude die Amplitude, zum Beispiel von Stromstärke oder Spannung.
Quelle	Kanäle 1, 2, 3 ² , 4 ² , Math, RefA, RefB, RefC ² , RefD ²	Hiermit wird das Signal ausgewählt, an dem Cursormessungen vorgenommen werden sollen. Die Messung erscheint in den Cursoranzeigen.
Δ		Zeigt den Absolutwert der Differenz (Delta) zwischen den Cursors an.
Cursor 1 Cursor 2		Zeigt die gewählte Cursorposition an (Zeit wird auf den Triggerpunkt bezogen, Amplitude wird in Bezug auf die Masse gemessen).

¹ Bei einer Math-FFT-Quelle werden Frequenz und Betrag gemessen.

² Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Delta (Δ)-Werte variieren bei den folgenden Cursorarten:

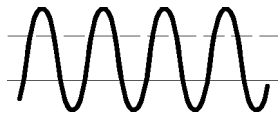
- Zeitcursor zeigen Δt , $1/\Delta t$ und ΔV (oder ΔI , ΔVV usw.) an
- Amplitudencursor und Betrag- Cursor (Math-FFT-Quelle) zeigen ΔV , ΔI , ΔVV usw. an
- Frequenz-Cursor (Math-FFT-Quelle) zeigen $1/\Delta \text{Hz}$ und ΔdB an

HINWEIS. Das Oszilloskop muss ein Signal anzeigen, damit die Cursor und Cursor-Anzeigen erscheinen.

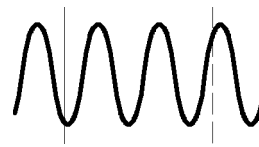
HINWEIS. Bei Verwendung von Zeit-Cursoren zeigt das Oszilloskop die Zeit- und Amplitudenwerte für jedes Signal an.

Wichtige Punkte

Cursorbewegung. Verschieben Sie Cursor 1 oder Cursor 2 mit dem Mehrfunktions-Drehknopf. Die Cursor können Sie nur bei angezeigtem Cursor-Menü verschieben. Der aktive Cursor wird durch eine durchgehende Linie dargestellt.



Amplituden-Cursor



Zeit-Cursor

Grundeinstellung

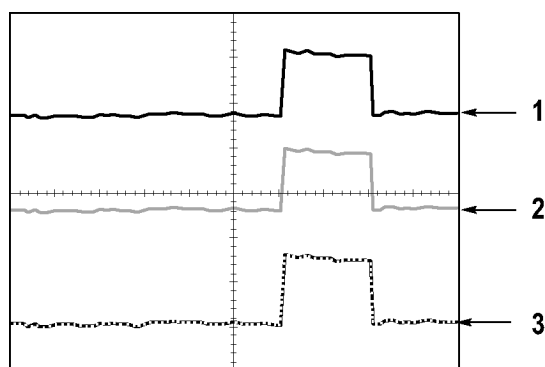
Drücken Sie die Taste **Grundeinstellung**, um die meisten (jedoch nicht alle) Werkzeugeinstellungen und -optionen wiederherzustellen. Eine Liste der Grundeinstellungen, die wiederhergestellt werden, finden Sie in Anhang E.

Anzeige

Drücken Sie die Taste **Display**, um auszuwählen, auf welche Art Signale angezeigt werden sollen, und um das Erscheinungsbild der gesamten Anzeige zu ändern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ	Interpol., Punkte	Vektoren füllen den Zwischenraum zwischen benachbarten Abtastpunkten in der Anzeige. Punkte stellen jeweils nur einzelne Abtastpunkte dar.
Nachleuchten	AUS, 1 s, 2 s, 5 s, unendl.	Dient zur Einstellung der Zeitdauer, die jeder Abtastpunkt angezeigt wird.
Format	YT, XY	Im YT-Format wird die vertikale Spannung in Bezug auf die Zeit angezeigt (Horizontalskala). Im XY-Format wird jedes Mal ein Punkt angezeigt, wenn ein Abtastpunkt auf Kanal 1 und 2 erfasst wird. Die Spannung oder Stromstärke auf Kanal 1 bestimmt die X-Koordinate des Punktes (horizontal), die Spannung oder Stromstärke auf Kanal 2 die Y-Koordinate (vertikal).
Helligkeit		Erleichtert die Unterscheidung eines Kanalsignals vom Nachleuchten. Mit der Option „Helligkeit“ wird die Intensität der Hintergrundbeleuchtung der Anzeige reguliert. Die Helligkeit kann mit dem Mehrfunktions-Drehknopf angepasst werden.

Je nach Typ werden Signale in drei verschiedenen Darstellarten angezeigt: durchgängig, ausgeblendet und gestrichelt.



1. Bei einem durchgängig dargestellten Signal handelt es sich um ein direkt erfasstes „Live“-Kanalsignal. Das Signal wird auch nach Anhalten der Erfassung durchgängig angezeigt, sofern keine Bedienelemente benutzt werden, um die Anzeigegenauigkeit zu verändern.

Bei Erfassungen, die angehalten wurden, können die vertikalen und horizontalen Bedienelemente verändert werden.

2. Referenzsignale werden weiß und Signale mit aktiviertem Nachleuchten in der gleichen Farbe, aber heller dargestellt als das Hauptsignal.
3. Eine gestrichelte Linie weist darauf hin, dass die Signalanzeige nicht mehr mit den Einstellungen übereinstimmt. Das passiert, wenn die Erfassung angehalten und eine Einstellung geändert wird, die das Oszilloskop dann nicht auf das angezeigte Signal anwenden kann. So wird beispielsweise ein Signal gestrichelt dargestellt, wenn die Triggeroptionen nach dem Anhalten der Erfassung verändert werden.

Wichtige Punkte

Nachleuchten. Das Oszilloskop stellt nachleuchtende Signaldaten in geringer Intensität dar als direkt erfasste Signaldaten. Wird das Nachleuchten auf unendlich eingestellt, kumulieren die Aufzeichnungspunkte so lange, bis eine Einstellung geändert wird.

Option	Anmerkung
Aus	Vorgegebene oder alte Signale werden entfernt, wenn neue Signale angezeigt werden.
Zeitlimit	Neue Signale werden in normaler Intensität dargestellt, alte Signale in geringerer Intensität. Alte Signale werden bei Erreichen des Zeitlimits gelöscht.
Unendl.	Ältere Signale werden dunkler, bleiben aber immer sichtbar. Die Option Unendliche Nachleuchtdauer wird bei der Suche nach seltenen Ereignissen verwendet oder um langfristiges Spitze-zu-Spitze-Rauschen zu messen.

XY-Format. Verwenden Sie das XY-Format zum Analysieren der (beispielsweise durch Lissajousfiguren dargestellten) Phasenunterschiede. Bei diesem Format

wird die Spannung auf Kanal 1 mit der Spannung auf Kanal 2 verglichen, wobei Kanal 1 auf der horizontalen und Kanal 2 auf der vertikalen Achse dargestellt wird. Das Oszilloskop arbeitet im ungetriggerten Abtastmodus und zeigt die Daten als Punkte an. Die Abtastrate ist fest auf 1 MS/s eingestellt.

HINWEIS. *Im normalen YT-Modus kann das Oszilloskop ein Signal mit jeder Abtastrate erfassen. Sie können das gleiche Signal auch im XY-Modus anzeigen lassen. Hierzu halten Sie die Erfassung an und wechseln zum XY-Anzeigeformat.*

Im XY-Format haben die Bedienelemente folgende Funktionen:

- Über die Bedienelemente „Skala“ und „Position“ im Bereich „Vertikal“ für Kanal 1 wird die Horizontalskala (Volts/Div.) und -position eingestellt.
- Über die Bedienelemente „Skala“ und „Position“ im Bereich „Vertikal“ für Kanal 2 wird weiterhin die Horizontalskala (Volts/Div.) und -position eingestellt.

Die folgenden Funktionen können im XY-Anzeigeformat nicht verwendet werden:

- Auto-Setup (setzt das Anzeigeformat automatisch auf YT zurück)
- Bereich
- Automatische Messungen
- Cursor
- Referenzsignale oder berechnete Signale
- Speichern/Abrufen ► Alle speichern
- Zeitbasiseinstellungen
- Trigger-Steuerungen

Hilfe

Zum Aufrufen des Hilfemenüs drücken Sie die Taste **Hilfe**. In den Hilfethemen werden alle Menüoptionen und Bedienelemente des Oszilloskops beschrieben. (Siehe Seite xiv, *Hilfesystem*.)

Horizontal

Mit den Horizontaleinstellungen können Sie zwei Ansichten eines Signals einstellen, wobei jede Ansicht über eine eigene Horizontalskala und Horizontalposition verfügt. Die Anzeige der horizontalen Position enthält die durch die Bildschirmmitte dargestellte Zeit, wobei die Zeit des Triggers Null entspricht. Durch Änderung der Horizontalskala wird das Signal um die Bildschirmmitte herum gedehnt bzw. gestaucht.

Optionen	Anmerkung
Hauptzeitbasis	Die horizontale Hauptzeitbasis-Einstellung wird zur Anzeige des Signals verwendet.
Zoombereich	Der Zoombereich wird durch zwei Cursor definiert. Der Zoombereich wird über die Drehknöpfe „Position“ und „Skala“ im Bereich „Horizontal“ eingestellt.
Dehnen	Zeigt den (auf Bildschirmgröße vergrößerten) Signalausschnitt im Zoombereich.
Trigger Holdoff festlegen	Zeigt den Holdoff-Wert an. Drücken Sie die Optionstaste, und nehmen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die Einstellung vor.

HINWEIS. Durch Drücken der horizontalen Optionstasten können Sie zwischen der vollständigen Anzeige eines Signals und einer vergrößerten Teilanzeige umschalten.

Nahe der oberen rechten Bildschirmecke wird die aktuelle horizontale Position in Sekunden angezeigt. Ein **M** steht für die Hauptzeitbasis, ein **W** für die Fensterzeitbasis. Die horizontale Position wird auf dem Oszilloskop auch mit einem Pfeilsymbol oben im Raster versehen.

Drehknöpfe und Tasten

Drehknopf „Position“ im Bereich „Horizontal“. Hiermit wird die Triggerposition in Bezug auf die Bildschirmmitte eingestellt.

Der Triggerpunkt lässt sich links oder rechts von der Bildschirmmitte einstellen. Die maximale Anzahl der Skalenteile nach links hängt von der Einstellung der Horizontalskala (Zeitbasis) ab. Bei den meisten Skalen beträgt sie mindestens 100 Skalenteile. Die Platzierung des Triggerpunktes links außerhalb des Bildschirms nennt man verzögerte Ablenkung.

Taste „Auf Null setzen“. Hiermit lässt sich die horizontale Position auf Null setzen.

Drehknopf „Skala“ im Bereich „Horizontal“. Hiermit wird die horizontale Zeitskala geändert und damit das Signal vergrößert oder verkleinert.

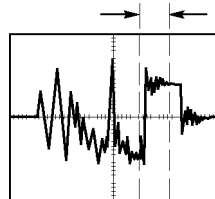
Wichtige Punkte

Skala. Wenn die Signalerfassung (mit der Taste **Run/Stop** (Ausführen/Anhalten) oder **Einzelfolge**) angehalten wird, lässt sich das Signal über das Bedienelement **Skala** vergrößern oder verkleinern. Hiermit vergrößern Sie ein Detail des Signals.

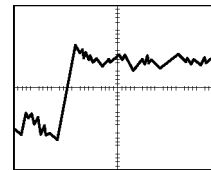
Abtastmodus-Darstellung (Rollmodus). Wird das Bedienelement **Skala** auf 100 ms/div oder langsamer und der Triggermodus auf „Auto“ eingestellt, arbeitet das Oszilloskop im Abtastmodus. In diesem Modus wird die Signalanzeige von links nach rechts aktualisiert. Während des Abtastmodus kann der Trigger oder die Horizontalposition von Signalen nicht verstellt werden. (Siehe Seite 97, *Abtastmodus-Anzeige*.)

Zoombereich. Der Zoombereich wird verwendet, um einen Signalausschnitt detailgenauer betrachten zu können (Zoom). Die Fenstereinstellung der Zeitbasis kann nicht langsamer eingestellt werden als die Hauptzeitbasis.

Der Zoombereich wird von senkrechten Linien begrenzt.



Angezeigte Hauptzeitbasis



Angezeigter Zoombereich

Fenster. Vergrößert den Zoombereich, sodass er den ganzen Bildschirm einnimmt. Hiermit wird zwischen zwei Zeitbasen gewechselt.

HINWEIS. Wenn Sie zwischen der Haupt-, Zoombereichs- und Fensteransicht wechseln, wird jedes über Nachleuchten auf dem Oszilloskopbildschirm gespeicherte Signal gelöscht. Bei Änderungen im Menü Horizontal wird das Nachleuchten gelöscht.

Trigger Holdoff festlegen. Mit Holdoff lässt sich die Anzeige komplexer Signale stabilisieren. (Siehe Seite 123, *Trigger Holdoff*.)

Math

Durch Drücken der Taste **Math.** wird die Anzeige mathematischer Signaloperationen aufgerufen. Durch erneutes Drücken der Taste **Math.** werden berechnete Signale entfernt. (Siehe Seite 127, *Vertikale Bedienelemente.*)

Optionen	Anmerkung
+, -, ×, FFT	Mathematische Operationen; siehe folgende Tabelle
Quellen	Quellen für die Operationen; siehe folgende Tabelle.
Position	Stellen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die vertikale Position des berechneten Signals ein
Vertikale Skala	Stellen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die vertikale Skala des berechneten Signals ein

Das Menü Math umfasst Quellenoptionen für jede Operation.

Operation	Option Quellen	Anmerkung
+ (Addition)	CH1 + CH2	Kanal 1 und 2 werden addiert.
	CH3 + CH4 ¹	Kanal 3 und 4 werden addiert.
- (Subtraktion)	CH1 - CH2	Das Signal auf Kanal 2 wird vom Signal auf Kanal 1 subtrahiert.
	CH2 - CH1	Das Signal auf Kanal 1 wird vom Signal auf Kanal 2 subtrahiert.
	CH3 - CH4 ¹	Das Signal auf Kanal 4 wird vom Signal auf Kanal 3 subtrahiert.
	CH4 - CH3 ¹	Das Signal auf Kanal 3 wird vom Signal auf Kanal 4 subtrahiert.
× (Multiplikation)	CH1×CH2	Kanal 1 und 2 werden multipliziert.
	CH3×CH4 ¹	Kanal 3 und 4 werden multipliziert.
FFT	(Siehe Seite 65.)	

¹ Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Wichtige Punkte

Signaleinheiten. Die Kombination von Quellsignaleinheiten bestimmt die resultierenden Einheiten für das berechnete Signal.

Signaleinheit	Signaleinheit	Operation	Einheit des berechneten Signals
V	V	+ oder -	V
A	A	+ oder -	A
V	A	+ oder -	?
V	V	×	VV
A	A	×	AA
V	A	×	VA

Messung

Drücken Sie die Taste **Messung**, um die automatischen Messungen aufzurufen. Elf automatische Messungen stehen zur Wahl. Bis zu fünf automatische Messungen lassen sich gleichzeitig anzeigen.

Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü für Messung 1 aufzurufen. Durch Drücken der Optionstaste „Quelle“ wählen Sie den Kanal aus, auf dem die Messung durchgeführt werden soll. Über die Option „Typ“ legen Sie die Art der Messung fest. Drücken Sie die Optionstaste „Zurück“, um wieder ins Menü „Messung“ zurückzukehren und die ausgewählten Messungen anzuzeigen.


Wichtige Punkte

Durchführen von Messungen. Bis zu fünf automatische Messungen lassen sich gleichzeitig anzeigen. Zum Vornehmen einer Messung muss der Signalkanal eingeschaltet sein, also angezeigt werden.

An Referenzsignalen sowie bei Verwendung des XY- oder Abtastmodus lassen sich keine automatischen Messungen durchführen. Die Messungen werden ungefähr zweimal pro Sekunde aktualisiert.

Messungsart	Definition
Freq.	Berechnet die Frequenz des Signals durch Messung des ersten Zyklus.
Periode	Berechnet die Zeit des ersten Zyklus.
Mittelwert	Berechnet den arithmetischen Mittelwert der Amplitude über der gesamten Signalaufzeichnung.
Uss	Berechnet die absolute Differenz zwischen den höchsten und niedrigsten Scheitelwerten des gesamten Signals.
Effektiv	Berechnet den echten Effektivwert des ersten vollständigen Signalzyklus.
Min	Analysiert die gesamte, 2500 Punkte umfassende Signalaufzeichnung und zeigt den Mindestwert an.
Max	Analysiert die gesamte, 2500 Punkte umfassende Signalaufzeichnung und zeigt den Höchstwert an.
Anstiegszeit	Misst die Zeit zwischen 10 % und 90 % der ersten steigenden Signalfanke
Abfallzeit	Misst die Zeit zwischen 90 % und 10 % der ersten fallenden Signalfanke
+Pulsbreite	Misst die Zeit zwischen der ersten steigenden und der nächsten fallenden Flanke auf einem Signalpegel von 50 %.
-Pulsbreite	Misst die Zeit zwischen der ersten fallenden und der nächsten steigenden Flanke auf einem Signalpegel von 50 %.
keine	Führt keinerlei Messungen durch.

Drucken

Wenn die Option **Speichern/Abrufen ► Alles speichern ► Taste „Drucken“** auf „Druck“ eingestellt ist, können Sie die Taste „Drucken“  drücken, um die Bildschirmdaten des Oszilloskops an einen Drucker oder PC zu übertragen.

Sie können das Oszilloskop so einrichten, dass Bildschirmdaten über das Menü **Dienstpgm. ► Optionen ► Drucker einrichten** an den Drucker gesendet werden. (Siehe Seite 74, *Drucker einrichten.*)

Die andere Funktion der Taste „Drucken“  ist das Speichern von Daten auf den CompactFlash-Massenspeicher. (Siehe Seite 83, *Entnehmbarer Massenspeicher.*)


Tastkopfüberprüfung

Mithilfe des Tastkopfüberprüfungsassistenten können Sie schnell und einfach überprüfen, ob Ihr Spannungstastkopf ordnungsgemäß funktioniert. (Siehe Seite 12, *Assistent für Spannungstastkopf-Überprüfung.*)

Speichern/Abrufen


Drücken Sie die Taste **Speichern/Abrufen**, um Oszilloskopeinstellungen, Bildschirmdarstellungen oder Signale zu speichern bzw. Oszilloskopeinstellungen oder Signale abzurufen.

Das Menü Speichern/Abrufen besteht aus zahlreichen Untermenüs, die Sie über eine Aktionsoption aufrufen können. Bei jeder Aktionsoption wird ein Menü angezeigt, in dem Sie die Speicher- oder Abruffunktion weiter definieren können.

Aktionsoptionen	Anmerkung
Alle speichern	Enthält die Option, mit der die Taste „Drucken“  so konfiguriert wird, dass Daten an einen Drucker übertragen oder auf einer CompactFlash-Karte gespeichert werden.
Bild speichern	Speichert eine Bildschirmdarstellung in einer Datei mit einem angegebenen Format
Setup speichern	Speichert die aktuellen Oszilloskopeinstellungen in einer Datei in einem angegebenen Verzeichnis oder im nicht flüchtigen Setup-Speicher
Signal speichern	Speichert das angegebene Signal in einer Datei oder in einem Referenzspeicher
Setup abrufen	Ruft eine Oszilloskop-Setup-Datei von einer CompactFlash-Karte oder von einem Speicherort in einem nicht flüchtigen Setup-Speicher ab.

Aktionsoptionen	Anmerkung
Signal abrufen	Ruft eine Signaldatei von einer CompactFlash-Karte ab und speichert sie an einem Ort im Referenzspeicher.
Ref. anzeigen	Zeigt Signale aus dem Referenzspeicher auf dem Bildschirm an bzw. blendet diese aus.

Alle speichern

Mit der Aktion „Alle speichern“ wird die Taste „Drucken“  so konfiguriert, dass Daten auf eine CompactFlash-Karte gespeichert oder an einen Drucker übertragen werden.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Taste „Drucken“	Speichert alles ¹	(Siehe Seite 86.)
	Bild speichern ¹	(Siehe Seite 86.)
	Druckt	(Siehe Seite 74.)
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf der CompactFlash-Karte auf.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, <i>Konventionen für die Dateiverwaltung.</i>) (Siehe Seite 125, <i>Datei Dienstprogr..</i>)
	Neues Verzeichnis	
	Zurück	Bringt Sie zurück zum Menü Alle speichern
Info Alles speichern		Zeigt das Hilfethema an

¹ Eine neben der Taste „Drucken“ aufleuchtende LED weist auf die alternative Funktion „Speichern“ hin, mit der Daten an eine CompactFlash-Karte übertragen werden.

Bild speichern

Mit der Aktion Bild speichern wird eine Bildschirmdarstellung in einer Datei mit einem angegebenen Format gespeichert.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Dateiformat	BMP, PCX, TIFF, RLE, EPSIMAGE	Stellt das Dateiformat der Bildschirmdateien ein.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen CompactFlash-Karten-Verzeichnisses auf, und zeigt die Verzeichnisoptionen an.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, <i>Konventionen für die Dateiverwaltung.</i>) (Siehe Seite 125, <i>Datei Dienstprogr..</i>)
	Neues Verzeichnis	
	Format ¹ , Hochformat, Querformat	Hier wird das Format des Bildschirminhalts eingestellt, entweder Quer- oder Hochformat
	Ink Saver ¹ , Ein, Aus	Aktiviert bzw. deaktiviert den Tintensparmodus.
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.TIF)	Speichert den Bildschirminhalt unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis der CompactFlash-Karte.
Info Bilder speichern		Zeigt das Hilfethema an

¹ (Siehe Seite 111, *Drucken.*)

Wenn die Taste „Drucken“ auf „Bild speichern“ eingestellt ist, speichert das Oszilloskop bei Drücken der Taste „Speichern“ Bildschirmdaten auf der CompactFlash-Karte. (Siehe Seite 86, *Bild speichern.*)

Setup speichern

Mit der Aktion Setup speichern werden die aktuellen Oszilloskopeinstellungen unter dem Dateinamen TEKnnnn.SET im angegebenen Verzeichnis oder im nicht flüchtigen Setup-Speicher gespeichert. Die Setup-Datei enthält ASCII-Textzeichenfolgen mit den Oszilloskopeinstellungen.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Speichern in	Setup	Speichert die aktuellen Oszilloskopeinstellungen an einem Speicherort im nicht flüchtigen Setup-Speicher.
	Datei	Speichert die aktuellen Oszilloskopeinstellungen als Datei auf der CompactFlash-Karte.
Setup	1 bis 10	Gibt an, an welchem Ort im nicht flüchtigen Setup-Speicher gespeichert werden soll.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf der CompactFlash-Karte auf.
	Verzeichnis wechseln Neues Verzeichnis	(Siehe Seite 84, <i>Konventionen für die Dateiverwaltung.</i>) (Siehe Seite 125, <i>Datei Dienstprogr..</i>)
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.SET)	Speichert die Einstellungen unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis der CompactFlash-Karte.

Wenn die Taste „Drucken“ auf „Speichert alles“ eingestellt ist, speichert das Oszilloskop bei Drücken der Taste „Speichern“ die Oszilloskop-Setup-Dateien auf die CompactFlash-Karte. (Siehe Seite 86, *Speichert alles.*)

Signal speichern

Mit der Aktion Signal speichern wird das ausgewählte Signal in einer Datei mit dem Namen TEKnmmn.CSV oder im Referenzspeicher gespeichert. Signaldaten werden vom Oszilloskop als Dateien im CSV-Format (durch Komma getrennte Werte) gespeichert. Hierbei handelt es sich um ASCII-Zeichenfolgen, in der die Zeit (in Bezug auf den Trigger) sowie die Amplitudenwerte für jeden der 2500 Signaldatenpunkte aufgeführt sind. CSV-Dateien können in zahlreiche Tabellenkalkulationen und mathematische Analyseprogramme importiert und dort weiterverarbeitet werden.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Speichern in	Datei	Speichert die Quellensignaldaten als Datei auf der CompactFlash-Karte.
	Ref	Speichert die Quellensignaldaten im Referenzspeicher.
Quelle ¹	CH(x), Ref(x), Math.	Legt fest, welches Quellensignal gespeichert werden soll.
In	Ref(x)	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, an dem das Quellensignal abgelegt wird.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf der CompactFlash-Karte auf.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, <i>Konventionen für die Dateiverwaltung.</i>) (Siehe Seite 125, <i>Datei Dienstprogr..</i>)
	Neues Verzeichnis	
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.CSV)	Speichert die Einstellungen unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis der CompactFlash-Karte.

¹ Zum Speichern eines Signals als Referenzsignal muss das Signal angezeigt werden.

Setup abrufen

Mit der Aktion Setup abrufen wird eine Oszilloskop-Setup-Datei von einer CompactFlash-Karte oder von einem Speicherort in einem nicht flüchtigen Setup-Speicher abgerufen.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Abrufen von	Setup	Gibt an, dass ein Setup aus dem nicht flüchtigen Speicher abgerufen werden soll.
	Datei	Gibt an, dass eine Setup-Datei von der CompactFlash-Karte abgerufen werden soll.
Setup	1 bis 10	Gibt an, welcher Setup-Speicherort im nicht flüchtigen Setup-Speicher abgerufen werden soll.
Datei auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf der CompactFlash-Karte auf, aus dem eine Datei ausgewählt werden soll.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, <i>Konventionen für die Dateiverwaltung.</i>) (Siehe Seite 125, <i>Datei Dienstprogr..</i>)
Abrufen		Ruft die Einstellungen vom angegebenen Speicherort im nicht flüchtigen Speicher ab.
	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.SET)	Ruft die Oszilloskopeinstellungen aus der angegebenen Datei auf der CompactFlash-Karte ab.

Signal abrufen

Mit der Aktion Signal abrufen wird eine Signaldatei von einer CompactFlash-Karte abgerufen und an einem Speicherort im Referenzspeicher gespeichert.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
In	Ref(x)	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, in den das Signal geladen werden soll.
Datei auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen CompactFlash-Karten-Verzeichnisses auf, und zeigt die folgende Verzeichnisooption an.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, <i>Konventionen für die Dateiverwaltung.</i>) (Siehe Seite 125, <i>Datei Dienstprogr.</i>) (Siehe Seite 125, <i>Datei Dienstprogr.</i>)
	In	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, in den das Signal gespeichert werden soll.
Abrufen	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.CSV)	Lädt das Signal aus der angegebenen Datei in das Verzeichnis im Referenzspeicher und zeigt das Signal an.

Ref. anzeigen

Mit der Aktion Ref. anzeigen werden Signale aus dem Referenzspeicher auf dem Bildschirm des Oszilloskops angezeigt bzw. ausgeblendet.

Optionen	Einstellungen	Anmerkungen
RefA, RefB, RefC ¹ , RefD ¹	Ein, Aus	Zeigt Signale aus dem Referenzspeicher auf dem Bildschirm an bzw. blendet diese aus.

¹ Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Wichtige Punkte

Speichern und Abrufen von Setups. Das komplette Setup wird im nicht flüchtigen Speicher gespeichert. Wenn Sie das Setup abrufen, arbeitet das Oszilloskop in dem vom Setup gespeicherten Modus.

Die aktuelle Einstellung wird vom Oszilloskop gespeichert, wenn Sie nach der letzten Änderung vor dem Ausschalten des Gerätes drei Sekunden lang warten. Wenn Sie das Oszilloskop das nächste Mal einschalten, wird dieses Setup abgerufen.

Abrufen der Grundeinstellung. Drücken Sie die Taste **Grundeinstellung**, um das Oszilloskop mit einem bekannten Setup zu initialisieren. Zur Anzeige der Optionen und Einstellungen, die das Oszilloskop beim Drücken dieser Taste abrufen, siehe *Anhang E: Grundeinstellung*.

Speichern und Abrufen von Signalen. Das zu speichernde Signal muss vom Oszilloskop angezeigt werden. Zwei-Kanal-Oszilloskope können in ihrem internen nicht flüchtigen Speicher zwei Referenzsignale speichern. Vier-Kanal-Oszilloskope können vier Referenzsignale speichern, aber nur zwei gleichzeitig anzeigen.

Das Oszilloskop kann sowohl Referenzsignale als auch auf dem Kanal erfasste Signale anzeigen. Referenzsignale sind nicht einstellbar, das Oszilloskop zeigt jedoch die Horizontal- und Vertikalskala im unteren Bildschirmbereich an.

Trigger-Bedienelemente

Der Trigger wird im Triggermenü und mithilfe der Drehknöpfe auf dem vorderen Bedienfeld definiert.

Triggerarten Es stehen drei Triggerarten zur Verfügung: Flanke, Video und Impuls. Für jede dieser Triggerarten steht eine andere Reihe von Optionen zur Auswahl.

Option	Details
Flanke (Vorgabe)	Triggert das Oszilloskop auf der steigenden oder fallenden Flanke des Eingangssignals, sobald der Triggerpegel (d.h. die Triggerschwelle) erreicht wird.
Video	Zeigt Composite-Videosignale des NTSC- bzw. PAL/SECAM-Standards an. Es kann auf Halbbilder oder Zeilen des Videosignals getriggert werden. (Siehe Seite 120, <i>Videotrigger</i> .)
Impuls	Triggert auf verzerrte Impulse. (Siehe Seite 120, <i>Impulsbreiten-Trigger</i> .)

Flankentrigger Verwenden Sie die Flankentriggerung, um auf steigende oder fallende Flanken von Eingangssignalen an der Triggerschwelle zu triggern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Flanke		Wenn Flanke aktiviert ist, triggert das Oszilloskop auf die steigende oder fallende Flanke des Eingangssignals.
Quelle	Kanal 1, 2, 3 ¹ oder 4 ¹ , Ext, Ext/5, Ext/10	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal (Siehe Seite 118.)
Flanke	Positiv, Negativ	Dient zur Auswahl des Triggers auf der steigenden oder fallenden Signalfanke.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Modus	Auto, Normal	Zur Auswahl der Trigger-Art (Siehe Seite 118.)
Kopplung	AC, DC, Noise reject, HF reject, NF reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden (Siehe Seite 119.)

¹ Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Triggerfrequenz-Anzeige

Das Oszilloskop zählt die Rate, mit der triggerbare Ereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen, und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmecke an.

HINWEIS. Die Triggerfrequenzanzeige zeigt die Frequenz von Ereignissen, die das Oszilloskop u.U. als Trigger auffasst. Sie kann niedriger sein als die Frequenz des Eingangssignals im Impulsbreiten-Triggermodus.

Wichtige Punkte

Verfügbare Modi. Der Modus „Auto“ (Standard) zwingt das Oszilloskop zum Triggern, wenn binnen einer bestimmten, über die horizontale Skala eingestellten Zeit kein Trigger erkannt wird. Dieser Modus eignet sich für viele Situationen, z. B. bei der Überwachung der Amplitude des Ausgangs einer Spannungsversorgung.

Der Modus Auto wird für eine freilaufende Signalerfassung in Abwesenheit eines gültigen Triggers verwendet. Hierbei ist eine ungetriggerte Signalabtastung mit 100 ms/div oder langsameren Zeitbasis-Einstellungen möglich.

Der Modus Normal aktualisiert die angezeigten Signale nur dann, wenn das Oszilloskop eine gültige Triggerbedingung erkennt. Auf dem Oszilloskop werden solange die alten Signale angezeigt, bis sie durch neue ersetzt werden.

Verwenden Sie den Modus Normal, wenn nur gültige getriggerte Signale angezeigt werden sollen. Bei Verwendung dieses Modus zeigt das Oszilloskop erst nach dem ersten Trigger ein Signal an.

Zur Durchführung einer Einzelfolgeerfassung drücken Sie die Taste **Einzelfolge**.

Quelle-Optionen.

Quelle-Option	Details
Kanal 1, 2, 3 ¹ oder 4 ¹	Triggert auf einen Kanal, ganz gleich, ob das Signal angezeigt wird oder nicht.
Ext.	Das Triggersignal wird nicht angezeigt. Bei der Option „Ext.“ wird das über den Ext Trig-BNC-Stecker auf der Frontplatte eingespeiste Signal verwendet. Der Triggerpegel muss zwischen +4 V und -4 V liegen.

Quelle-Option	Details
Ext/5	Im Prinzip das Gleiche wie bei der Option Ext., nur dass hier das Signal um den Faktor fünf abgeschwächt wird und ein erweiterter Triggerpegelbereich zwischen +20 V und -20 V zulässig ist.
Ext/10	Im Prinzip das Gleiche wie bei der Option Ext., nur dass hier das Signal um den Faktor zehn abgeschwächt wird und ein erweiterter Triggerpegelbereich zwischen +40 V und -40 V zulässig ist.

¹ Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

HINWEIS. Um ein Ext-, Ext/5- oder Ext/10-Triggersignal anzuzeigen, halten Sie die Taste **Trig View** (Trig.-Anzeige) gedrückt.

Kopplung. Mit der Kopplung lässt sich das zum Triggern einer Erfassung verwendete Triggersignal filtern.

Option	Details
DC	Lässt alle Signalanteile durch.
Noise reject	Fügt der Triggerschaltung eine Hysterese hinzu. Dadurch wird die Empfindlichkeit verringert und die Gefahr gesenkt, dass das Oszilloskop versehentlich auf Störgeräuschen triggert.
HF reject	Dämpft die hochfrequenten Anteile über 80 kHz.
NF reject	Sperrt den Gleichspannungsanteil und dämpft die niederfrequenten Anteile unter 300 kHz
AC	Sperrt Gleichstromanteile und dämpft Signale unter 10 Hz.

HINWEIS. Die Triggerkopplung betrifft nur das Signal, das in das Triggersystem geleitet wird. Sie hat keinerlei Auswirkung auf die Bandbreite oder Kopplung des auf dem Bildschirm angezeigten Signals.

Vortrigger. Die Triggerposition wird üblicherweise auf die horizontale Bildschirmmitte eingestellt. Auf diese Weise werden fünf Skalenteile mit Vortriggerinformationen angezeigt. Durch Einstellen der Horizontalposition des Signals lassen sich mehr oder weniger Vortriggerinformationen anzeigen.

Videotrigger

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Video		Ist Video aktiviert, wird auf die Standard-Videosignale NTSC, PAL oder SECAM getriggert. Die Triggerkopplung wird auf AC voreingestellt.
Quelle	Kanal 1, 2, 3 ¹ oder 4 ¹ , Ext, Ext/5, Ext/10	Die Eingangsquelle wird als Triggersignal ausgewählt. Die Auswahlen „Ext“, „Ext/5“ und „Ext/10“ verwenden das Signal, das als Quelle am Ext Trig-Eingang anliegt.
Polarität	Normal, Invertiert	Normale Trigger auf der negativen und invertierte Trigger auf der positiven Flanke des Synchronimpulses
Synchr.	Alle Zeilen, Zeilennummer, Ungerades Halbbild, Gerades Halbbild, Alle Halbbilder	Dient zur Auswahl der passenden Videosynchronisation. Verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um eine bestimmte Zeilennummer auszuwählen, nachdem Sie die Synchronisationsoption Zeilennummer aktiviert haben.
Standard	NTSC, PAL/SECAM	Hierüber wird der Videostandard für die Synchronisation und die Zählung der Zeilennummern ausgewählt.

¹ Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Wichtige Punkte

Synchronisationsimpulse. Wenn Sie Normale Polarität wählen, tritt der Trigger immer bei negativen Synchronisationsimpulsen auf. Falls das Videosignal positive Synchronisationsimpulse aufweist, verwenden Sie die Invertierte Polarität.

Impulsbreiten-Trigger

Die Impulsbreiten-Triggerung wird zur Triggerung auf normale oder verzerrte Impulse verwendet.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Impuls		Ist Impuls eingestellt, dann wird auf Impulse getriggert, die die in den Optionen Quelle, Wenn und Impulsbreite einstellen festgelegten Triggerbedingungen erfüllen.
Quelle	Kanal 1, 2, 3 ¹ oder 4 ¹ , Ext, Ext/5, Ext/10	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Wenn	=, ≠, <, >	Hier wird festgelegt, auf welche Weise der Trigger-Impuls mit dem in der Option Impulsbreite einstellen ausgewählten Wert verglichen werden soll.
Impulsbreite	33 ns bis 10,0 s	Die Breite wird mit dem Mehrfunktions-Drehknopf eingestellt.
Polarität	Positiv, Negativ	Zur Triggerung auf einen positiven oder negativen Impuls.
Modus	Auto, Normal	Zur Auswahl der Triggerart. Für die meisten Anwendungen mit Impulsbreiten-Trigger empfiehlt sich der Normalmodus.
Kopplung	AC, DC, Noise Reject, HF Reject, NF Reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden (Siehe Seite 117, <i>Flankentrigger</i> .)
Weiter		Zum Umblättern zwischen den Seiten eines Untermenüs.

¹ Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

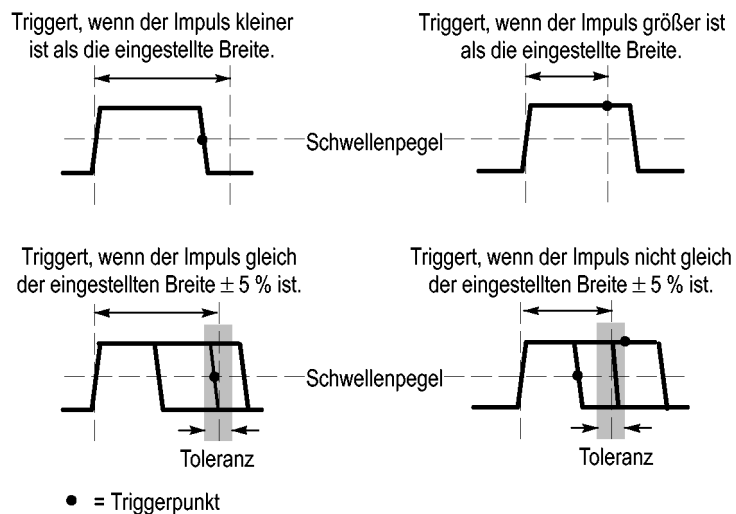
Triggerfrequenz-Anzeige

Das Oszilloskop zählt die Rate, mit der Triggerereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen, und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmcke an.

Wichtige Punkte

Triggern wenn. Die Impulsbreite der Quelle muss auf ≥ 5 ns eingestellt sein, damit der Impuls vom Oszilloskop erkannt wird.

Wenn-Optionen	Details
=	Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Signals abzüglich einer Toleranz von ± 5 % gleich oder ungleich der angegebenen Impulsbreite ist.
≠	
<	Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Quellensignals kleiner oder größer ist als die angegebene Impulsbreite.
>	



Ein Beispiel für die Triggerung auf verzerrte Impulse finden Sie unter *Anwendungsbeispiele*. (Siehe Seite 56, *Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite*.)

Drehknöpfe und Tasten


Drehknopf „Pegel“ im Bereich „Trigger“. Dient zum Einstellen des Triggerpegels.

Taste „Auf 50 % setzen“. Drücken Sie die Taste **Auf 50 % setzen**, wenn ein Signal schnell stabilisiert werden soll. Das Oszilloskop stellt den Triggerpegel automatisch etwa auf die Mitte zwischen dem niedrigsten und höchsten Spannungspegel ein. Dies ist sinnvoll, wenn Sie ein Signal über den Ext Trig-BNC-Stecker einspeisen und die Triggerquelle auf Ext, Ext/5 oder Ext/10 einstellen.

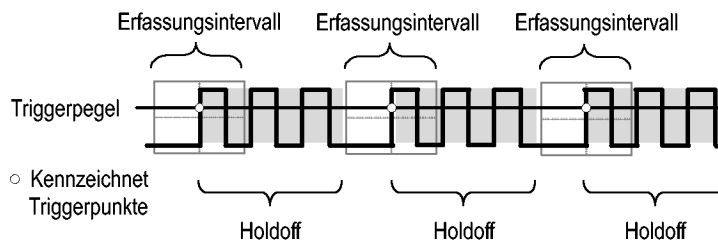
Taste „Trig Zwang“. Drücken Sie die Taste **Trig Zwang**, um die Erfassung des aktuellen Signals abzuschließen, ganz gleich, ob das Oszilloskop einen Trigger erkennt oder nicht. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich bei Einzelfolge-Erfassungen und im Triggermodus „Normal“. (Im Triggermodus „Auto“ erzwingt das Oszilloskop die Trigger automatisch und periodisch, wenn kein Trigger erkannt wird.)

Taste „Trig View“ (Trig.-Anzeige). Der Modus „Trig View“ (Trig.-Anzeige) wird verwendet, um das konditionierte Triggersignal auf dem Oszilloskop anzuzeigen. In diesem Modus werden folgende Informationen angezeigt:

- Auswirkungen der Option Trigger-Kopplung
- Über den Ext Trig-BNC-Stecker eingespeistes Signal

HINWEIS. Diese Taste ist die einzige Taste, die gedrückt gehalten werden muss, um sie zu verwenden. Wenn Sie die Taste **Trig View** (Trig.-Anzeige) gedrückt halten, ist die Taste „Drucken“  die einzige weitere verfügbare Taste. Alle anderen Tasten auf der Frontplatte des Oszilloskops sind deaktiviert. Die Drehknöpfe sind auch weiterhin aktiviert.

Trigger Holdoff. Sie können die Funktion Trigger-Holdoff zur Stabilisierung der Anzeige von komplexen Signalen wie beispielsweise Impulsfolgen verwenden. Holdoff ist die Zeit zwischen dem Erkennen eines Trigger-Zeitpunkts und dem Zeitpunkt, wenn es bereit ist, einen anderen zu erkennen. Während der Holdoff-Zeit triggert das Oszilloskop nicht. Bei einer Impulsfolge können Sie die Holdoff-Zeit einstellen, so dass das Oszilloskop nur auf den ersten Impuls der Impulsfolge triggert.



Triggersignale werden während der Holdoffzeit nicht erkannt.

Zur Verwendung der Triggerholdoff-Funktion drücken Sie die Tasten **Horiz ► Triggerholdoff festlegen** und stellen den Holdoff mit dem Mehrfunktions-Drehknopf ein. Die Auflösung des Triggerholdoffs variiert je nach der horizontalen Skala-Einstellung.

Dienstprogramm

Drücken Sie die Taste **Dienstpgm.**, um das Menü „Dienstpgm.“ anzuzeigen.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Systemstatus		Zusammenfassung der Oszilloskopeinstellungen

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Optionen	Frontplatt.-Hi.beleucht.	Aktiviert die Beleuchtung der Frontplatte.
	Drucker einrichten	Die Einstellungen für den Drucker werden angezeigt. (Siehe Seite 74, <i>Drucker einrichten.</i>)
	RS232 Einstellung	Die Einstellungen für die RS-232-Schnittstelle werden angezeigt. (Siehe Seite 76.)
	Datum und Uhrzeit einstellen	Legt Datum und Uhrzeit fest (Siehe Seite 124.)
	Fehler Protokoll	Zeigt eine Liste aller protokollierten Fehler sowie den Betriebsstundenzähler an. Dieses Protokoll sollten Sie parat haben, wenn Sie sich an den Tektronix-Kundendienst wenden.
Selbst-Kalibr.		Nimmt eine Selbstkalibrierung vor.
Datei Dienstprogr.		Zeigt Verzeichnis-, Datei- und CompactFlash-Karten-Optionen an. (Siehe Seite 125.)
Language	Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Spanisch, Japanisch, Portugiesisch, Chinesisch (vereinfacht), Chinesisch (traditionell), Koreanisch	Hier wählen Sie die gewünschte Sprache des Oszilloskops aus.

Wichtige Punkte

Systemstatus. Wenn Sie im Menü Dienstprogramm den Systemstatus auswählen, werden die verfügbaren Menüs angezeigt, über die eine Liste zu jeder Gruppe von Oszilloskopeinstellungen abgerufen werden kann.

Zum Entfernen des Statusbildschirms drücken Sie eine beliebige Menütaste auf dem vorderen Bedienfeld.

Optionen	Anmerkung
Horizontal	Listet die horizontalen Parameter auf
Vertikal	Listet die vertikalen Kanalparameter auf.
Trigger	Listet die Triggerparameter auf.
Versch.	Listet das Modell des Oszilloskops, die Versionsnummer der Software und die Seriennummer auf Listet den Ladezustand der Akkus auf. Listet die Werte der Kommunikationsparameter auf.

Datum und Uhrzeit einstellen. Über das Menü Datum und Uhrzeit einstellen können Sie das Datum und die Uhrzeit der Uhr einstellen. Diese Informationen werden vom Oszilloskop angezeigt und auch für die Zeitmarkierung der auf der CompactFlash-Karte gespeicherten Dateien verwendet. Das Oszilloskop enthält eine eingebaute, nicht austauschbare Batterie zur Speicherung der Uhreinstellung.

Bei jahreszeitbedingten Zeitumstellungen wird die Uhr nicht automatisch umgestellt. Schaltjahre allerdings werden berücksichtigt.

Optionen	Anmerkung
↑ ↓	Bewegt die Markierung zur Auswahl von Feldern nach oben bzw. unten durch die Liste. Mit dem Mehrfunktions-Drehknopf ändern Sie den Wert des ausgewählten Feldes.
Datum und Uhrzeit einstellen	Die Datums- und Zeitangaben werden für das Oszilloskop übernommen.
Abbrechen	Schließt das Menü und kehrt zum vorherigen Menü zurück, ohne die vorgenommenen Änderungen zu speichern.

Selbstkalibrierung. Mithilfe der Routine Selbst-Kalibr. (Selbst-Kalibrierung) können Sie das Oszilloskop im Hinblick auf die Umgebungstemperatur auf eine maximale Messgenauigkeit optimieren. Um die maximale Genauigkeit zu gewährleisten, führen Sie die Selbstkalibrierung bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 5 °C oder mehr durch. Um die Genauigkeit der Kalibrierung zu gewährleisten, schalten Sie das Oszilloskop ein, und warten Sie ca. 20 Minuten, bis das Gerät seine Betriebstemperatur erreicht hat. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm.

Bei der Werkskalibrierung werden extern erzeugte Spannungen verwendet, wofür spezielle Geräte erforderlich sind. Das empfohlene Intervall ist einmal jährlich. Weitere Informationen zur Durchführung einer Tektronix-Werkskalibrierung Ihres Oszilloskops finden Sie unter *Tektronix-Kontaktinformationen* auf der Seite mit den Copyright-Angaben.

Datei Dienstprogr. Mit dem Menü Datei Dienstprogr. können Sie die folgenden Aufgaben ausführen:

- Den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auflisten
- Eine Datei oder ein Verzeichnis auswählen
- In andere Verzeichnisse gelangen
- Dateien und Verzeichnisse erstellen, umbenennen und löschen
- Formatieren der CompactFlash-Karte

Optionen	Anmerkung
Verzeichnis wechseln	Bringt Sie zu dem ausgewählten Verzeichnis auf der CompactFlash-Karte. Zur Auswahl einer Datei oder eines Verzeichnisses verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf und wählen anschließend die Menüoption Verzeichnis wechseln, um zum ausgewählten Verzeichnis zu gelangen. Um wieder in das vorherige Verzeichnis zurückzukehren, wählen Sie das übergeordnete Verzeichnis (↑) und dann die Menüoption Verzeichnis wechseln.
Neues Verzeichnis	Erstellt am aktuellen Verzeichnisort ein neues Verzeichnis mit dem Namen NEW_FOL und zeigt das Menü Umbenennen zum Ändern des Standardverzeichnisnamens an.

Optionen	Anmerkung
Umbenennen (Dateiname oder Verzeichnis)	Ruft den Umbenennungsbildschirm auf, in dem Verzeichnisse oder Dateien umbenannt werden können; wie nachfolgend beschrieben.
Löschen (Dateiname oder Verzeichnis)	Löscht den ausgewählten Dateinamen oder Verzeichnisnamen. Vor dem Löschen muss das Verzeichnis leer sein.
Löschen bestätigen	Diese Meldung erscheint nach Betätigung der Taste Löschen, um den Löschvorgang zu bestätigen. Falls eine andere Taste oder ein anderer Knopf gedrückt wird als Löschen bestätigen, wird der Löschvorgang abgebrochen.
Formatieren	Formatiert die CompactFlash-Karte. Dabei werden sämtliche Daten auf der CompactFlash-Karte gelöscht.
Firmware aktualisieren	Folgen Sie zum Einrichten den Anweisungen auf dem Bildschirm, und drücken Sie die Optionstaste Firmware aktualisieren, um mit der Aktualisierung der Firmware zu beginnen.

Datei oder Verzeichnis umbenennen. Sie können die Namen von Dateien und Verzeichnissen auf der CompactFlash-Karte ändern.

Option	Einstellungen	Anmerkung
Zeichen eingeben	A - Z, 0 - 9, _ , .	Gibt das markierte alphanumerische Zeichen an der Cursorposition des aktuellen Namensfeldes ein. Verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um ein alphanumerisches Zeichen oder die Funktion Rücktaste, Zeichen löschen oder Namen löschen auszuwählen.
	Rücktaste	Die Option der Menütaste 1 wird auf die Rücktastenfunktion umgestellt. Dadurch wird das Zeichen links neben dem markierten Zeichen im Namensfeld gelöscht.
	Zeichen löschen	Die Option der Menütaste 1 wird auf die Funktion Zeichen löschen umgestellt. Das markierte Zeichen wird aus dem Namensfeld gelöscht.
	Namen löschen	Die Option der Menütaste 1 wird auf die Funktion Namen löschen umgestellt. Alle Zeichen werden aus dem Namensfeld gelöscht.

Vertikale Bedienelemente

Sie können die vertikalen Bedienelemente verwenden, um Signale anzuzeigen und zu entfernen, die vertikale Position und Skalierung einzustellen und Eingangsparameter festzulegen sowie für vertikale mathematische Operationen. (Siehe Seite 109, *Math.*)

Vertikale Kanalmenüs

Für jeden Kanal gibt es ein eigenes vertikales Menü. Jede Option kann für jeden Kanal einzeln eingestellt werden.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Kopplung	DC, AC, Ground	Bei DC werden sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstromanteile des Eingangssignals durchgelassen. Bei AC werden die Gleichstromanteile des Eingangssignals gesperrt und Signale unter 10 Hz gedämpft. Masse entkoppelt das Eingangssignal.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Bandbreite	20 MHz , Voll	Begrenzt die Bandbreite, um das Rauschen in der Signalanzeige zu verringern. Filtert das Signal, um Störuschen und andere unerwünschte hochfrequente Anteile zu reduzieren.
Volts/Div	Grob, Fein	Auswahl der Auflösung über den Drehknopf Volt/Div Grob legt die Sequenz 1-2-5 fest. Bei Fein wird die Auflösung auf schmale Schritte zwischen den groben Einstellungen geändert.
Tastkopf	Siehe folgende Tabledie vertikale Position des berechneten Signals ein.	Zum Einstellen von Tastkopfoptionen drücken.
Invertierung	Ein, Aus	Invertiert das Signal (Umkehrung) in Bezug auf die Referenz.

Für Spannungs- und Stromtastköpfe gibt es zwei unterschiedliche Optionen: Dämpfung bzw. Skala.

Tastkopfoptionen	Einstellungen	Anmerkung
Spannung ► Teilung	1fach, 10fach, 20fach, 50fach, 100fach, 500fach, 1000fach	Zur korrekten Anzeige der vertikalen Werte wird die Einstellung passend zum Dämpfungsfaktor des Spannungstastkopfes vorgenommen.
Strom ► Skala	5 V/A, 1 V/A, 200 mV/A, 100 mV/A, 50 mV/A, 20 mV/A, 10 mV/A, 1 mV/A	Zur korrekten Anzeige der vertikalen Werte wird die Einstellung passend zur Skala des Stromtastkopfes vorgenommen.
Zurück		Rückkehr zum vorherigen Menü.

Drehknöpfe

Drehknöpfe „Position“ im Bereich „Vertikal“. Durch Drehen der Knöpfe **Position** im Bereich „Vertikal“ werden die Kanalsignale auf dem Bildschirm nach oben bzw. unten verschoben.

Drehknöpfe „Skala“ im Bereich „Vertikal“. Mit den Drehknöpfen **Skala** im Bereich „Vertikal“ wird gesteuert, wie das Oszilloskop das Quellensignal von Kanalsignalen verstärkt oder dämpft. Wenn Sie einen der Drehknöpfe **Skala** im Bereich „Vertikal“ drehen, wird die vertikale Größe des Signals auf dem Oszilloskop-Bildschirm vergrößert oder verkleinert.

Vertikale Messungsüberschreitung (Signalamplitudenbegrenzungen). Signale, die über den Bildschirmrand hinausreichen (diesen also überschreiten) und in deren angezeigten Messergebnis ein ? angezeigt wird, weisen auf einen ungültigen Wert hin. Passen Sie die vertikale Skalierung an, damit das Messergebnis gültig ist.

Wichtige Punkte

Massekopplung. Verwenden Sie die Massekopplung, um ein Null-Volt-Signal anzuzeigen. Der Kanaleingang wird intern an einen Null-Volt-Referenzpegel angelegt.

Feine Auflösung. Auf der vertikalen Skala wird die tatsächliche Volts/Div.-Einstellung angezeigt, während die Feineinstellung aktiviert ist. Wird die Einstellung auf „Grob“ geändert, ändert sich die vertikale Skala erst bei Betätigung des Bedienelements **Skala**.

Signal entfernen. Um ein Signal von der Anzeige zu entfernen, drücken Sie eine Kanalmenütaste auf der Frontplatte. Drücken Sie z. B. die Taste für Kanal 1, um das Signal von Kanal 1 anzuzeigen oder zu entfernen.

HINWEIS. *Sie brauchen ein Kanalsignal nicht anzuzeigen, um es als Triggerquelle oder für mathematische Berechnungen zu verwenden.*

HINWEIS. *Sie müssen ein Kanalsignal anzeigen, um Messungen daran durchzuführen, Cursor darauf zu setzen oder es als Referenzsignal oder in einer Datei zu speichern.*

Anhang A: Spezifikationen für TPS2000B

Sämtliche Spezifikationen beziehen sich auf die Oszilloskope der TPS2000B Serie. Spezifikationen zu den Tastköpfen TPP0101 und TPP0201 finden Sie am Ende dieses Kapitels. Um zu überprüfen, ob das Oszilloskop die Spezifikationen einhält, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Das Oszilloskop muss zwanzig Minuten lang im angegebenen Betriebstemperaturbereich in Betrieb gewesen sein.
- Falls sich die Betriebstemperatur um mehr als 5 °C geändert hat, muss die Option Selbst-Kalibr. im Menü Dienstprogramm durchgeführt werden.
- Das Oszilloskop muss sich noch innerhalb des Werkskalibrierungsintervalls befinden.

Alle Spezifikationen, mit Ausnahme der als „typisch“ bezeichneten, stehen unter Garantieschutz.

Oszilloskop-Spezifikationen

Tabelle 1: Spezifikationen für die Erfassung

Technische Daten	Beschreibung	
Erfassungsmodi	Normale Abtastung, Spitzenwert und Mittelwert.	
Erfassungs- geschwindigkeit, typisch	Bis zu 180 Signale pro Sekunde und pro Kanal (im Abtastmodus ohne Messungen).	
Einzelfolge	<i>Erfassungsmodus</i>	<i>Erfassung abgeschlossen nach</i>
	Abtastmodus, Spitzenwerverfassung	Einzelerfassung, alle Kanäle gleichzeitig
	Mittelwert	N Erfassungen, alle Kanäle gleichzeitig, für N kann 4, 16, 64 und 128 ausgewählt werden.

Tabelle 2: Eingangsspezifikationen

Technische Daten	Beschreibung	
Eingangskopplung	DC, AC oder Masse	
Eingangsimpedanz, DC-gekoppelt	1 MΩ ±2 % parallel zu 20 pF ±3 pF	
Maximale Spannung zwischen Signal und Referenz am BNC-Eingang ¹	<i>Überspannungskategorie</i>	<i>Maximale Spannung</i>
	CAT II (Kategorie II)	300 V _{eff}
	CAT III (Kategorie III)	150 V _{eff}
Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 100 kHz bis 13 VAC Spitzenwert bei 3 MHz und mehr. Bei Nicht-Sinuskurven muss der Spitzenwert kleiner als 450 V sein. Eine Abweichung über 300 V sollte nicht länger als 100 ms dauern. Effektivwert-Signalpegel einschließlich jeglicher mittels AC-Kopplung herausgefilterter Gleichstromanteile müssen auf 300 V beschränkt werden, da das Oszilloskop bei Überschreitung dieser Werte beschädigt werden kann. Lesen Sie die Beschreibung zum Thema Überspannungskategorie.		

Tabelle 2: Eingangsspezifikationen (Fortsetzung)

Technische Daten	Beschreibung
Maximale Spannung zwischen BNC-Referenz und Erdung ¹	600 V _{eff} CAT II oder 300 V _{eff} CAT III, mit Anschlüssen oder Zubehör, die geeignete Kennwerte aufweisen
Kanal-Gleichtaktunterdrückung, typisch	Größer als 1000:1, bis 50 MHz, Leistungsminderung auf 400:1 bei 200 MHz, Sinuswelle, mit Volts/Div-Einstellung bei 5 mV Das Verhältnis der erfassten Signalamplitude zur Amplitude des Signals bei angelegtem Signal zwischen dem Kanal (Signal und Signalreferenz) und dem Gehäuse.
Kanal-zu-Kanal-Übersprechen	<i>TPS2012 und TPS2014</i> <i>TPS2024</i>
	≥ 100:1 bei 50 MHz ≥ 100:1 bei 100 MHz
Gemessen auf einem Kanal, mit dem Prüfsignal zwischen Signal und Referenz des anderen Kanals und den gleichen Skala- und Kopplungseinstellungen auf jedem Kanal.	

¹ Die maximal angezeigte Spitze-Spitze-Spannung bei 1-facher Dämpfung beträgt 40 V_{ss}. Die vertikalen Spezifikationen umfassen die Einstellungen für Volts/Div und die Tastkopfdämpfung. (Siehe Tabelle 3.)

Tabelle 3: Vertikale Spezifikationen

Technische Daten	Beschreibung
Digitalisierer	8-Bit-Auflösung (außer bei der Einstellung 2 mV/div), gleichzeitige Abtastung jedes Kanals
Bereich der vertikalen Skala (Volts/Div.)	2 mV/div bis 5 V/div am BNC-Eingang
Positionsbereich	2 mV/div bis 200 mV/div, ±1,8 V > 200 mV/div bis 5 V/div, ±45 V
Dämpfung der Tastköpfe TPP0101 und TPP0201	10X
Unterstützte Faktoren für die Spannungstastkopfabschwächung	1fach, 10fach, 20fach, 50fach, 100fach, 500fach, 1000fach
Unterstützte Stromtastkopfskalen	5 V/A, 1 V/A, 200 mV/A, 100 mV/A, 50 mV/A, 20 mV/A, 10 mV/A, 1 mV/A
Analoge Bandbreite im Abtast- und Mittelwertmodus am BNC oder mit dem 10-fach-Tastkopf TPP0101 oder TPP0201, DC-gekoppelt	<i>TPS2012 und TPS2014</i> <i>TPS2024</i>
	100 MHz ¹ 200 MHz ¹ von 0 bis +40 °C 180 MHz von +40 bis +50 °C
Analoge Bandbreite im Spitzenwerterfassungsmodus (50 s/div bis 5 ms/div ²), typisch	20 MHz (wenn vertikale Skala auf < 5 mV festgelegt ist)
	75 MHz ¹ 20 MHz (wenn vertikale Skala auf < 5 mV festgelegt ist)
Wählbare analoge Bandbreitenbegrenzung, typisch	20 MHz
Untere Frequenzbegrenzung, AC-gekoppelt	≤ 10 Hz bei BNC ≤ 1 Hz bei Verwendung eines passiven 10fach-Tastkopfes

Tabelle 3: Vertikale Spezifikationen (Fortsetzung)

Technische Daten	Beschreibung	
Anstiegszeit am BNC, typisch	TPS2012 und TPS2014	TPS2024
	< 3,5 ns	< 2,1 ns
Spitzenwert-Ansprechzeit ²	Erfasst 50 % oder mehr der Impulsamplituden. In den mittleren 8 vertikalen Rasterteilungen ≥ 12 ns breite typische Amplituden (50 s/div bis 5 μ s/div).	
DC-Verstärkungsgenauigkeit	± 3 % im Abtast- oder Mittelwerterfassungsmodus, 5 V/div bis 10 mV/div	
	± 4 % im Abtast- oder Mittelwerterfassungsmodus, 5 mV/div und 2 mV/div	
DC-Messgenauigkeit, Mittelwerterfassungsmodus	<i>Messungsart</i>	<i>Genauigkeit</i>
	Durchschnittlich ≥ 16 Signale mit Vertikalposition auf Null	$\pm(3\% \times \text{Ablesung} + 0,1 \text{ div} + 1 \text{ mV})$, wenn 10 mV/div oder mehr ausgewählt wird
	Durchschnittlich ≥ 16 Signale mit Vertikalposition <u>nicht</u> auf Null	$\pm[3\% \times (\text{Ablesung} + \text{Vertikalposition}) + 1\% \text{ der Vertikalposition} + 0,2 \text{ div}]$ Addieren Sie 2 mV für Einstellungen von 2 mV/div bis 200 mV/div hinzu Addieren Sie 50 mV für Einstellungen von > 200 mV/div bis 5 mV/div hinzu
Wiederholbarkeit von Spannungsmessungen, Mittelwerterfassungsmodus	Spannungsdifferenzen zwischen zwei Mittelwerten von ≥ 16 Signalen, die mit den gleichen Einstellungen und Umgebungsbedingungen erfasst wurden	$\pm(3\% \times \text{Ablesung} + 0,05 \text{ div})$

¹ Wenn die vertikale Skalierung auf > 5 mV/div eingestellt ist. Bei einer vertikalen Skalierung von 5 mV/div ist die Bandbreitenspezifikation typisch.

² Das Oszilloskop kehrt in den Abtastmodus zurück, wenn SEC/DIV (horizontale Skalierung) bei Modellen mit 100 MHz von 2,5 μ s/div bis 5 ns/div oder beim Modell TPS2024 von 2,5 μ s/div bis 2,5 ns/div eingestellt ist. Im Abtastmodus können Glitches von 12 ns erfasst werden.

Tabelle 4: Horizontale Spezifikationen

Technische Daten	Beschreibung	
Abtastratenbereich	TPS2012 und TPS2014	TPS2024
	5 S/s bis 1 GS/s	5 S/s bis 2 GS/s
Signalinterpolation	(sin x)/x	
Aufzeichnungslänge	2500 Abtastpunkte für jeden Kanal	
Bereich der horizontalen Skala (Sec/Div)	TPS2012 und TPS2014	TPS2024
	5 ns/div bis 50 s/div in der Folge 1, 2,5 und 5	2,5 ns/div bis 50 s/div in der Folge 1, 2,5 und 5
Abtastrate und Genauigkeit der Verzögerungszeit	± 50 ppm über jedem beliebigen Zeitintervall ≥ 1 ms	
Messgenauigkeit der Zeitdifferenz (volle Bandbreite)	<i>Bedingungen</i>	<i>Genauigkeit</i>
	Einzelschuss, Abtastmodus	$\pm(1 \text{ Tastkopffintervall} + 100 \text{ ppm} \times \text{Messwert} + 0,6 \text{ ns})$
	> 16 Mittelwerte	$\pm(1 \text{ Tastkopffintervall} + 100 \text{ ppm} \times \text{Messwert} + 0,4 \text{ ns})$
	Abtastintervall = s/div \div 250	

Tabelle 4: Horizontale Spezifikationen (Fortsetzung)

Technische Daten	Beschreibung	
Positionsbereich	2,5 ns/div bis 10 ns/div	(-4 div × s/div) bis 20 ms
	25 ns/div bis 100 µs/div	(-4 div × s/div) bis 50 ms
	250 µs/div bis 10 s/div	(-4 div × s/div) bis 50 s
	25 s/div bis 50 s/div	(-4 div × s/div) bis 250 s

Tabelle 5: Triggerspezifikationen

Technische Daten	Beschreibung		
Triggerempfindlichkeit, Triggerart Flanke	<i>Kopplung</i>	<i>Empfindlichkeit</i>	
	DC	CH1, CH2, CH3 ¹ , CH4 ¹	1 div von DC bis 10 MHz 1,5 div von 10 MHz bis 100 MHz 2 div von 100 MHz bis 200 MHz ²
		EXT	1 V _{ss} von 50 Hz bis 100 MHz 2 V _{ss} von 100 MHz bis 200 MHz ²
		EXT/5	5facher Wert von EXT
		EXT/10	10facher Wert von EXT
Triggerempfindlichkeit, Triggerart Flanke, typisch	<i>Kopplung</i>	<i>Empfindlichkeit</i>	
	AC	Wie bei DC-gekoppelten Grenzen mit 50 Hz und mehr	
	NOISE REJ	Senkt die DC-gekoppelte Triggerempfindlichkeit bei > 10 mV/div bis 5 V/div um das 2fache.	
	HF REJ	Wie bei der DC-gekoppelten Grenze von DC bis 7 kHz, dämpft Signale über 80 kHz.	
	LF REJ	Wie bei den DC-gekoppelten Grenzen für Frequenzen über 300 kHz, dämpft Signale unter 300 kHz.	
Triggerpegelbereich	<i>Quelle</i>	<i>Bereich</i>	
	CH1, CH2, CH3 ¹ , CH4 ¹	±8 Skalenteile ab Bildschirmmitte	
	EXT	±4 V	
	EXT/5	+20 V	
	EXT/10	±35 V	
Triggerpegel-Genauigkeit, typisch	Genauigkeit gilt für Signale mit Anstiegs- und Abfallzeiten ≥20 ns		
	<i>Quelle</i>	<i>Genauigkeit</i>	
	Intern	±(0,2 div + 5 mV) innerhalb von ±4 Skalenteilen von Bildschirmmitte	
	EXT	±(6 % der Einstellung + 250 mV) für Signale < ±2 V	
	EXT/5	±(6 % der Einstellung + 500 mV) für Signale < ±10 V	
	EXT/10	±(6% der Einstellung + 1 V) für Signale < ±20 V	

Tabelle 5: Triggerspezifikationen (Fortsetzung)

Technische Daten	Beschreibung	
Pegel auf 50 % setzen, typisch	Betrieb mit Eingangssignalen ≥ 50 Hz	
Standardeinstellung, Videotrigger	AC-Kopplung und automatischer Modus, außer bei Einzelfolgeerfassung	
Empfindlichkeit, Triggerart Video, typisch	Composite-Videosignal	
	<i>Quelle</i>	<i>Bereich</i>
	Intern	Spitze-Spitze-Amplitude von 2 Skalenteilen
	EXT	± 1 V
	EXT/5	± 5 V
EXT/10	± 10 V	
Signalformate und Halbbildraten, Triggerart Video	Unterstützt die TV- und Videonormen NTSC, PAL und SECAM für jedes Halbbild und jede Zeile.	
Holdoff-Bereich	500 ns bis 10 s	

¹ Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

² Nur TPS2024

Tabelle 6: Impulsbreiten-Triggerspezifikationen

Technische Daten	Beschreibung
Impulsbreiten-Triggermodi	Triggerung, wenn < (kleiner als), > (größer als), = (gleich) oder \neq (ungleich); positiver oder negativer Impuls
Impulsbreiten-Triggerpunkt	Gleich: Das Oszilloskop triggert, wenn die fallende Flanke des Impulses den Triggerpegel durchläuft.
	Ungleich: Ist der Impuls schmaler als die angegebene Breite, wird die fallende Flanke als Triggerpunkt benutzt. Andernfalls triggert das Oszilloskop, wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit.
	Kleiner als: Triggerpunkt ist die fallende Flanke.
	Größer als (wird auch als Timeout-Trigger bezeichnet): Das Oszilloskop triggert, wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit.
Impulsbreitenbereich	Wählbar von 33 ns bis 10 s
Impulsbreitenauflösung	16,5 ns oder 1 Teil pro Tausend, je nachdem, was breiter ist
Gleich Guard-Band	$t > 330$ ns: $\pm 5\% \leq \text{Guard-Band} < \pm(5,1\% + 16,5 \text{ ns})$
	$t \leq 330$ ns: Guard-Band = $\pm 16,5$ ns
Ungleich Guard-Band	$t > 330$ ns: $\pm 5\% \leq \text{Guard-Band} < \pm(5,1\% + 16,5 \text{ ns})$
	$165 \text{ ns} < t \leq 330$ ns: Guard-Band = $-16,5 \text{ ns} \div +33 \text{ ns}$
	$t \leq 165$ ns: Guard-Band = $\pm 16,5$ ns

Tabelle 7: Triggerfrequenzzähler-Spezifikationen

Technische Daten	Beschreibung
Auflösung der Messwertanzeige	6 Stellen
Genauigkeit (typisch)	± 51 ppm einschließlich aller Frequenzreferenzfehler und ± 1 Zählfehler
Frequenzbereich	AC-gekoppelt, mindestens 10 Hz der Nennbandbreite
Signalquelle	<p>Impulsbreiten- oder Flanken-Triggermodi: aller verfügbaren Triggerquellen</p> <p>Der Frequenzzähler misst die Triggerquelle im Impulsbreiten- bzw. Flankenmodus ständig, auch dann, wenn die Signalerfassung aufgrund einer Änderung des Betriebsstatus angehalten oder die Erfassung eines Einzelschussereignisses abgeschlossen wird.</p> <p>Impulsbreiten-Triggermodus: Das Oszilloskop misst Impulse hinreichender Größe, die als triggerbare Ereignisse gelten, im 250 ms-Messfenster, z. B. schmale Impulse in einer PWM-Impulsfolge, wenn der <-Modus ausgewählt und die Breite auf einen relativ kleinen Wert eingestellt wurde.</p> <p>Flankentriggermodus: Das Oszilloskop misst alle Flanken mit hinreichender Größe und der richtigen Polarität.</p> <p>Video-Triggermodus: Der Frequenzzähler ist außer Betrieb.</p>

Tabelle 8: Messungsspezifikationen

Technische Daten	Beschreibung
Cursor	<p>Amplitudendifferenz zwischen Cursors (ΔV, ΔA oder ΔVA)</p> <p>Zeitunterschied zwischen Cursors (Δt)</p> <p>Kehrwert von Δt in Hertz ($1/\Delta t$)</p>
Automatische Messungen	Frequenz, Periode, Mittelwert, Uss, Zyklus-Effektivwert, Min, Max, Anstiegszeit, Abfallzeit, +Pulsbreite, -Pulsbreite

Tabelle 9: Allgemeine Oszilloskop-Spezifikationen

Merkmal	Beschreibung
Anzeige	
Anzeigetyp	LCD mit 5,7-Zoll (145 mm) Bildschirmdiagonale
Auflösung der Anzeige	320 horizontale x 240 vertikale Pixel
Intensität der Hintergrundbeleuchtung, typisch ¹	60 bis 100 cd/m ²

Tabelle 9: Allgemeine Oszilloskop-Spezifikationen (Fortsetzung)

Merkmal	Beschreibung	
Tastkopfkompensatorausgang		
Ausgangsspannung, typisch	5 V bei einer Last von $\geq 1 \text{ M}\Omega$	
Frequenz, typisch	1 kHz	
Stromversorgung		
Eingangsnennspannung des Oszilloskop-Netzteils	100 bis 240 VAC _{RMS} 50/60 Hz	
Stromverbrauch	Unter 40 W	
Umgebung		
Gehäuseeinstufung	IP 40 ² ; mit eingebauter CompactFlash-Karte und optionalem Anwendungsschlüssel ändert sich die Einstufung auf IP 30 ² .	
Temperatur ³	Betrieb	0 °C bis +50 °C
	Nicht in Betrieb	-40 °C bis +71 °C
Kühlungsart	Gebläse, temperaturgesteuert	
Luftfeuchtigkeit ³	Betrieb	max. +50 °C, 60 % rel. Luftfeuchtigkeit min. +30 °C, 90 % rel. Luftfeuchtigkeit
	Nicht in Betrieb	max. +55 °C bis +71 °C, 60 % rel. Luftfeuchtigkeit max. min. 0 °C bis +30 °C, ≤ 90 % rel. Luftfeuchtigkeit max.
Höhe über NN	3.000 m	
Erschütterungen mit einem Akku	Betrieb	0,31 g _{eff} von 5 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten pro Achse
	Nicht in Betrieb	2,46 g _{eff} von 5 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten pro Achse
Mechanische Stöße mit einem Akku	Betrieb	50 g, 11 ms, Halbsinus
Abmessungen		
Größe, ohne Frontschutzdeckel	Höhe	160,0 mm
	Breite	336,3 mm
	Tiefe	129,5 mm
Gewicht (ca.)	Nur das Gerät	2,7 kg
	Mit einem Akku	3,2 kg
	Mit zwei Akkus	3,7 kg
Einstellungsintervall (Werkskalibrierung)		
Das Gerät sollte einmal im Jahr kalibriert werden.		

¹ Regulierbar über das Menü Display.

² Gemäß Definition in IEC 60529: 2001.

³ Lesen Sie für das Einsetzen von Akkus den Abschnitt *Handhabung von TPSSBAT-Akkus*. Dieser Abschnitt enthält Informationen zum Laden und Entladen von Akkus sowie Hinweise zu den Lagertemperaturen und der Luftfeuchtigkeit. (Siehe Seite 87.)

Anhang B: Informationen zu den passiven 10-fach-Tastköpfen der TPP0101 und TPP0201 Serien

Die passiven Tastköpfe der TPP0101 und TPP0201 Serien 100 und 200 MHz sind kompakte passive Tastköpfe mit hoher Impedanz und 10-facher Dämpfung, die für den Gebrauch mit den folgenden Tektronix-Oszilloskopen vorgesehen sind:

- Oszilloskope der TPS2000B und TDS2000C Serien, die eine Eingangskapazität von 20 pF haben. Der Kompensationsbereich dieser Tastköpfe liegt bei 15–25 pF.

Die Tastköpfe verfügen über keine Teile, die durch den Benutzer oder durch Tektronix ausgetauscht werden können.

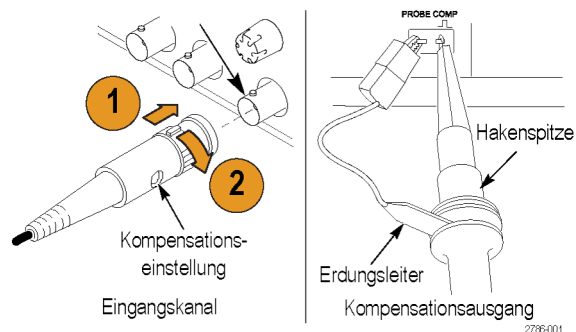


WARNUNG. TPP0101- und TPP0201-Tastköpfe dürfen nur an Oszilloskope der TPS2000 und TPS2000B Serie angeschlossen werden.

Der Referenzleiter dieser Tastköpfe darf nicht an eine potenzialfreie Spannung von $>30 V_{eff}$ gelegt werden, wenn diese mit einem Oszilloskop der TPS2000 oder TPS2000B Serie verwendet werden. Verwenden Sie einen P5120-Tastkopf (bis zu $600 V_{eff}$ CAT II), einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf oder einen geeigneten Hochspannungs-Differentialtastkopf, wenn mit dem Referenzleiter potenzialfreie Messungen über $30 V_{eff}$ vorgenommen werden (abhängig von den Spezifikationen des verwendeten Hochspannungstastkopfs).

Verbindung des Tastkopfs mit dem Oszilloskop

Verbinden Sie den Tastkopf wie unten gezeigt mit dem Oszilloskop.



Kompensieren des Tastkopfes

Aufgrund von Schwankungen bei den Eingangskarakteristika des Oszilloskops ist es ggf. erforderlich, die Niederfrequenzkompensation des Tastkopfs einzustellen, nachdem dieser von einem Oszilloskopkanal zu einem anderen gewechselt wurde.

Wenn ein kalibriertes 1 kHz-Rechtecksignal, das bei 1 ms/Div. angezeigt wird, bedeutende Unterschiede zwischen den vorderen und hinteren Flanken aufweist, führen Sie zur Optimierung der Niederfrequenzkompensation die folgenden Schritte durch:

1. Schließen Sie den Tastkopf an den Oszilloskopkanal an, den Sie für Ihre Messungen verwenden möchten.
2. Verbinden Sie den Tastkopf mit den Spannungstastkopfkompensationsanschlüssen am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops.



WARNUNG. Um Stromschläge zu vermeiden, verbinden Sie ihn dabei nur mit dem Tastkopfabgleich-Signal auf dem Oszilloskop.

3. Drücken Sie **Auto-Setup**, oder stellen Sie Ihr Oszilloskop anderweitig ein, um ein stabiles Signal anzuzeigen.
4. Stellen Sie den Trimmer im Tastkopf ein, bis Sie auf der Anzeige ein Rechtecksignal angezeigt bekommen, das oben ganz flach ist. (Vgl. Abbildung)



WARNUNG. Verwenden Sie bei Kompensationseinstellungen nur isolierte Justierwerkzeuge, um Stromschläge zu vermeiden.



Verbindung des Tastkopfs mit dem Schaltkreis

Verwenden Sie das mitgelieferte Standardzubehör, um den Tastkopf mit dem Schaltkreis zu verbinden.

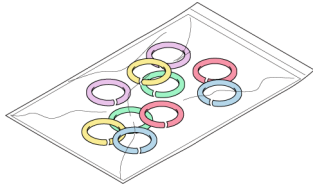
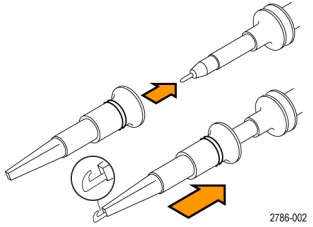
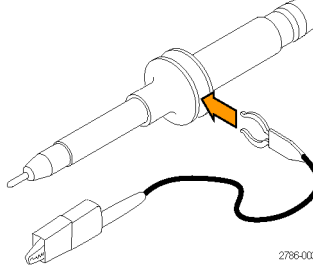


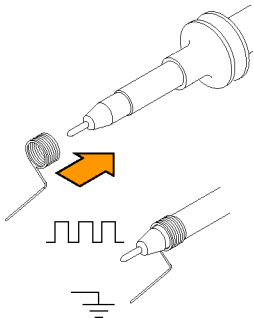
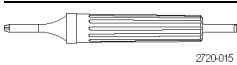
WARNUNG. Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs oder des Zubehörs zu vermeiden, halten Sie das Gerät immer am Fingerschutz des Tastkopfgehäuses oder des Zubehörs.

Um die Gefahr eines Stromschlags zu verringern, stellen Sie sicher, dass Erdungsleitung und Erdungsfeder vollständig angeschlossen sind, bevor Sie den Tastkopf an den Prüfaufbau anschließen.

Standardzubehör

Im Folgenden ist das im Lieferumfang des Tastkopfs enthaltene Zubehör aufgelistet.

Element	Beschreibung
	<p>Farbstreifen</p> <p>Verwenden Sie diese Streifen, um den Oszilloskopkanal am Tastkopf zu identifizieren.</p> <p>Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 016-0633-xx (5 Paar)</p>
 <p style="text-align: right; font-size: small;">2786-002</p>	<p>Hakenspitze</p> <p>Drücken Sie die Hakenspitze auf die Tastkopfspitze und hängen Sie den Haken dann am Leiter ein.</p> <p>Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 013-0362-xx</p>
 <p style="text-align: right; font-size: small;">2786-003</p>	<p>Erdungsleiter, mit Krokodilklemme</p> <p>Befestigen Sie den Leiter an der Erdung des Tastkopfs und dann an der Schaltkreiserdung.</p> <p>Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 196-3521-xx</p>

Element	Beschreibung
 <p>Nicht bei Schaltkreisen mit mehr als 30 V_{eff} verwenden! 2788-004</p> 	<p>Erdungsfeder</p> <p>Die Erdungsfeder minimiert Verzerrungen bei Hochfrequenzsignalen, die durch die Induktion des Erdungspfad entstehen. Dadurch sind Messungen mit einer guten Signalgenauigkeit möglich.</p> <p>Verbinden Sie die Feder mit dem Erdungsband an der Tastkopfspitze. Sie können die Feder bis zu ~1,9 cm vom Signalprüfpunkt wegbiegen.</p> <p>Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 016-2028-xx (je 2)</p>
	<p>Justierwerkzeug</p> <p>Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 003-1433-xx</p>

Optionales Zubehör

Sie können für Ihren Tastkopf das folgende Zubehör bestellen.

Zubehör	Teilenummer
Erdungsleiter mit Krokodilklemme, 30,48 cm	196-3512-xx
Erdungsleiter mit Anschlussklemme, 15,24 cm	196-3198-xx
Erdungsklemme, kurz, je 2	016-2034-xx
MicroCKT-Prüfspitze	206-0569-xx
Mikro-Hakenspitze	013-0363-xx
Universelle IC-Kappe	013-0366-xx
Leiterplattenprüfpunkt/PCB-Adapter	016-2016-xx
Draht, Spule, 32 AWG	020-3045-xx

Spezifikationen

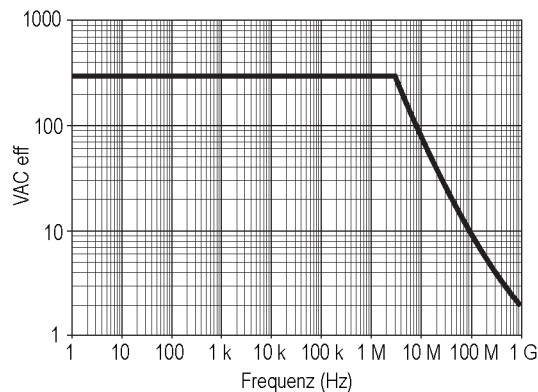
Tabelle 10: Elektrische und mechanische Spezifikationen

Merkmal	TPP0101	TPP0201
Bandbreite (-3 dB)	DC bis 100 MHz	DC bis 200 MHz
Systemdämpfungsgenauigkeit	10:1 ±3.2%	10:1 ±3.2%
Kompensationsbereich	TPP0101: 15 pF–25 pF	TPP0201: 15 pF–25 pF
Systemeingangswiderstand bei Gleichstrom	10 MΩ ±1,5 %	10 MΩ ±1,5 %
Systemeingangskapazität	<12 pF	<12 pF
Systemanstiegszeit (typisch)	<3,5 ns	<2,3 ns
Ausbreitungsverzögerung	~6,1 ns	~6,1 ns
Maximale Eingangsspannung	300 V _{eff} CAT II	300 V _{eff} CAT II
Kabellänge	1,3 m	1,3 m

Tabelle 11: Umgebungsspezifikationen

Technische Daten	Beschreibung
Temperatur	
Betrieb	-10 °C bis +55 °C
Nicht in Betrieb	-51 °C bis +71 °C
Luftfeuchtigkeit	
Betrieb und Lagerung	5 % bis 95 % relative Luftfeuchtigkeit bis max. +30 °C, 5 % bis 65 % relative Luftfeuchtigkeit über +30° bis max. +55 °C
Höhe über NN	
Betrieb	3,0 km (max.)
Nicht in Betrieb	12,2 km (max.)

Leistungskurven



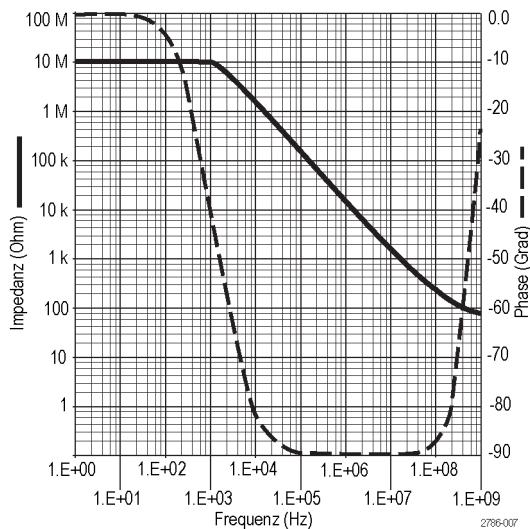


Tabelle 12: Zertifizierungen und Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften

Technische Daten	Beschreibung	
EC-Konformitätserklärung	Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht wurden: Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG: EN61010-031: 2002	
Sicherheitsnormen	UL61010-031;2007 CAN/CSA C22.2 Nr. 61010-031-07 IEC61010-031; IEC 61010-031/A1:2008	
Beschreibungen der Messkategorien	<i>Kategorie</i> <i>Produktbeispiele für diese Kategorie</i>	
	CAT III (Kategorie III)	Verteilerebene, feste Installationen
	CAT II (Kategorie II)	Lokale Ebene, Geräte, tragbare Ausrüstung
	CAT I (Kategorie I)	Stromkreise, die nicht direkt mit dem Stromnetz verbunden sind.
Belastungsgrad 2	Das Gerät darf nicht in Umgebungen betrieben werden, in denen leitende Verunreinigungen vorhanden sind (vgl. IEC 61010-1). Nur für Verwendung in Innenräumen.	



Geräterecycling. Dieses Gerät entspricht den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte. Weitere Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (www.tektronix.com).

Sicherheitshinweise

Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an damit verbundenen Geräten die folgenden Sicherheitshinweise. Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß der Spezifikation, um jede mögliche Gefährdung auszuschließen. Unsachgemäßer Gebrauch des Tastkopfs oder des Zubehörs kann zu Feuer oder Stromschlägen führen.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Verwendung von massenbezogenen Oszilloskopen. Mit der Referenzleitung dieses Tastkopfs dürfen keine Messungen in massefreien Schaltungen vorgenommen werden, wenn massebezogene Oszilloskope verwendet werden (z. B. Oszilloskope der TDS2000C Serie). Die Referenzleitung muss immer geerdet sein (0 V).

Verwendung von Oszilloskopen der TPS2000 und TPS2000B Serie. Mit dem Referenzleiter dieses Tastkopfs dürfen keine Messungen in potenzialfreien Nennspannungen über 30 V_{eff} vorgenommen werden.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Schließen Sie den Tastkopfausgang am Messgerät an, bevor Sie den Tastkopf mit dem Messpunkt verbinden. Trennen Sie den Anschluss des Tastkopfeingangs und den Tastkopf-Referenzleiter vom Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf vom Messgerät trennen.

Vermeiden Sie Stromschläge. Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüflleitungen an, während diese in Betrieb sind.

Prüfen Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Angaben zu den Kenndaten und die Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Vermeiden Sie Stromschläge. Überschreiten Sie den Grenzwert des Tastkopf oder seines Zubehörs einschließlich Messkategorie und Nennspannung nicht, wenn Sie Tastkopfbzubehör verwenden. Dabei ist der niedrigere der beiden Werte ausschlaggebend.

Überprüfen Sie den Tastkopf und das Zubehör. Untersuchen Sie den Tastkopf und das Zubehör vor jedem Gebrauch auf Schäden (Schnitte, Risse, Schäden am Tastkopfkörper, Zubehör, Kabelummantelung etc.). Verwenden Sie den Tastkopf nicht, wenn er beschädigt ist.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen..

**Sicherheitshinweise
und Symbole 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 am Gerät. Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



VORSICHT Beachten Sie
die Hinweise im Handbuch

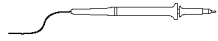


Erdungsanschluss

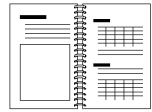
Anhang C: Zubehör

Über ein Tektronix-Regionalbüro in Ihrer Nähe können Sie sämtliches Zubehör beziehen.

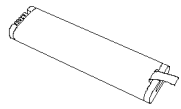
Tabelle 13: Standardzubehör



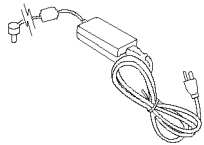
Passive 10-fach-Tastköpfe der TPP0101 und TPP0201 Serien. Die Tastköpfe TPP0101 und TPP0201 sind kompakte passive Tastköpfe mit hoher Impedanz und 10-facher Dämpfung. Sie sind für die Verwendung in Oszilloskopen der TPS2000B und TDS2000C Serien vorgesehen.



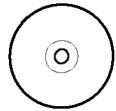
TPS2000B Series Oscilloscope User Manual (Benutzerhandbuch für die Oszilloskope der TPS2000B Serie). Ein Benutzerhandbuch wird mit dem Gerät zusammen ausgeliefert. Eine Liste aller verfügbaren Handbuchsprachen finden Sie unter „Optionales Zubehör“.



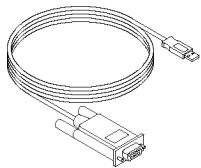
TPSBAT-Akku. Mit Akkus lässt sich das Oszilloskop als tragbares Gerät einsetzen. Die Betriebsdauer des Oszilloskops mit Akkus hängt vom Gerätemodell ab. (Siehe Seite 6, *Akkus.*)



Oszilloskop-Netzteil mit Netzkabel. Eine Liste der verfügbaren internationalen Netzkabel finden Sie unter „Optionales Zubehör“. Netzteile sind nicht für Temperaturen unter 0 °C oder für den Einsatz im Freien ausgelegt. (Siehe Tabelle 14.)

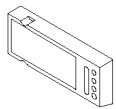


CD-ROM mit PC-Kommunikationssoftware. Die PC-Kommunikationssoftware ermöglicht die einfache Übertragung von Daten vom Oszilloskop auf einen PC.

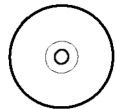


RS-232/USB-Kabel. Mit diesem Kabel können Sie das Oszilloskop TPS2000B an den USB-Anschluss eines PCs anschließen.

Tabelle 14: Optionales Zubehör

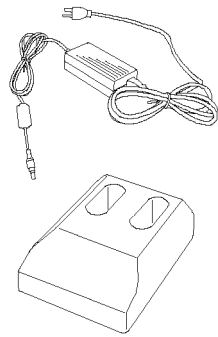


TPS2PWR1-Anwendung. Die TPS2PWR1-Leistungsanalyse-Anwendung erweitert die Leistungsmessfunktionen.

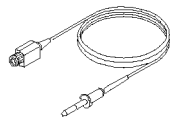


CD-ROM WST-RO. Mit der WST-RO WaveStar-Software für Oszilloskope können Sie das Oszilloskop von einem PC aus steuern.

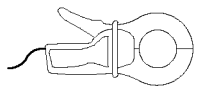
Tabelle 14: Optionales Zubehör (Fortsetzung)



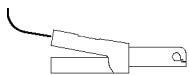
TPSCHG-Akkuladegerät. Das externe TPSCHG-Akkuladegerät fasst zwei Akkus. Eine Liste der verfügbaren Netzkabel finden Sie unter „Internationale Netzkabel“. Ladegeräte sind nicht für Temperaturen unter 0 °C oder für den Einsatz im Freien ausgelegt.



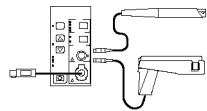
P5120 passiver Hochspannungstastkopf.* Technische Daten des Tastkopfes: 200 MHz, 20fach, 1000 V_{eff}, Länge: 3 Meter.



A621 Wechselstromtastkopf.* Technische Daten des Tastkopfes: 5 Hz bis 50 kHz mit den Einstellungen 1/10/100 mV/A und 2000 APK.



A622 Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf.* Technische Daten des Tastkopfes: Gleichstrom bis 100 kHz mit den Einstellungen 10/100 mV/A und 100 APK.

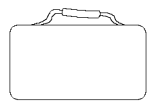


TCP303 Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf (erfordert Verstärker TCPA300).* Technische Daten des Tastkopfes: Gleichstrom bis 15 MHz mit den Einstellungen 5/50 mV/A, 150 A_{eff} und 500 APK.

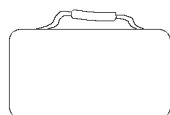
TCP305 Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf (erfordert Verstärker TCPA300).* Technische Daten des Tastkopfes: Gleichstrom bis 50 MHz mit den Einstellungen 5/10 mV/A, 50 ADC und 500 APK.

TCP312 Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf (erfordert Verstärker TCPA300).* Technische Daten des Tastkopfes: Gleichstrom bis 100 MHz mit den Einstellungen 1/10 A/V, 30 ADC und 500 APK.

Tabelle 14: Optionales Zubehör (Fortsetzung)



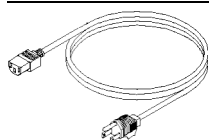
Tasche. Die Transporttasche (AC2100) schützt das Oszilloskop vor Beschädigungen und bietet Stauraum für Tastköpfe, Akkus, Akkuladegerät, Netzkabel und Handbücher.



Transportkoffer. Der robuste Transportkoffer (HCTEK4321) für unterwegs schützt das Oszilloskop vor Stößen, Erschütterungen, Vibrationen und Feuchtigkeit. Die passende Tasche kann bequem im Transportkoffer untergebracht werden.

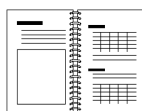
* Eine Liste mit weiteren kompatiblen Hochspannungs- und Stromtastköpfen finden Sie auf der Website www.tektronix.com.

Tabelle 15: Optionale Netzkabel und Dokumentation



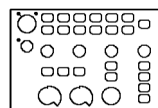
Internationale Netzkabel. Zusätzlich zu dem zusammen mit Ihrem Oszilloskop gelieferten Netzkabel können Sie folgende Kabel bestellen:

- Option A0, Nordamerika 120 V, 60 Hz, 161-0066-00
- Option A1, Europa 230 V, 50 Hz, 161-0066-09
- Option A2, Vereinigtes Königreich 230 V, 50 Hz, 161-0066-10
- Option A3, Australien 240 V, 50 Hz, 161-0066-11
- Option A5, Schweiz 230 V, 50 Hz, 161-0154-00
- Option A10, China 220 V, 50 Hz, 161-0304-00
- Option A11, Indien 230 V, 50 Hz, 161-0400-00

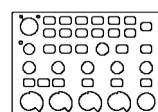


TPS2000B Series Digital Storage Oscilloscope User Manuals (Benutzerhandbücher für Digitalspeicheroszilloskope der TPS2000B Serie). Das Benutzerhandbuch ist in den folgenden Sprachen erhältlich:

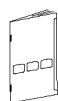
- Englisch, 071-2733-XX
- Französisch, 071-2734-XX
- Italienisch, 071-2735-XX
- Deutsch, 071-2736-XX
- Spanisch, 071-2737-XX
- Japanisch, 071-2738-XX
- Portugiesisch, 071-2739-XX
- Chinesisch (vereinfacht), 071-2740-XX
- Chinesisch (traditionell), 071-2741-XX
- Koreanisch, 071-2742-XX
- Russisch, 071-2743-XX



2-channel overlay



4-channel overlay

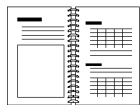


TPP0100/TPP0101 and TPP0200/TPP0201 Series, 100 and 200 MHz 10X Passive Probes Instructions (Anweisungen zu den passiven 10-fach-Tastköpfen 100 und 200 MHz der TPP0100/TPP0101 und TPP0200/TPP0201 Serien). Das Handbuch zu den Tastköpfen TPP0100/0101 und TPP0200/0201 (071-2786-XX, Englisch) enthält Informationen zu den Tastköpfen und deren Zubehör.



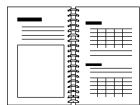
Anleitung für den passiven 20fach-Hochspannungstastkopf P5120. Das Handbuch zum Tastkopf P5120 (071-1463-XX, Englisch) enthält Informationen zum Tastkopf und dessen Zubehör.

Tabelle 15: Optionale Netzkabel und Dokumentation (Fortsetzung)



TPS2PWR1 Power Analysis Application User Manuals (Benutzerhandbuch zur TPS2PWR1 Leistungsanalyse-Anwendung). Das Benutzerhandbuch ist in den folgenden Sprachen erhältlich:

- Englisch, 071-1452-XX
- Französisch, 071-1453-XX
- Italienisch, 071-1454-XX
- Deutsch, 071-1455-XX
- Spanisch, 071-1456-XX
- Japanisch, 071-1457-XX
- Portugiesisch, 071-1458-XX
- Chinesisch (vereinfacht), 071-1459-XX
- Chinesisch (traditionell), 071-1460-XX
- Koreanisch, 071-1461-XX
- Russisch, 071-1462-XX



TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B, TDS2000C, and TPS2000/2000B Series Digital Oscilloscopes Programmer Manual (Programmieranleitung für die Digitaloszilloskope der TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B, TDS2000C und TPS2000/2000B Serie). Die Programmieranleitung (077-0444-XX, Englisch) enthält Informationen über Befehle und Syntax.

TPS2000B Series Digital Storage Oscilloscope Service Manual (Wartungshandbuch für Digitalspeicheroszilloskope der TPS2000B Serie). Das Wartungshandbuch (077-0446-XX, Englisch) enthält Informationen zur Reparatur des Geräts auf Modulebene. Es ist auf der Website www.tektronix.com/manuals erhältlich.

Anhang D: Reinigung

Allgemeine Pflege

Bewahren Sie das Oszilloskop nicht an einem Ort auf, an dem die LCD-Anzeige über einen längeren Zeitraum direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist.



VORSICHT. Um eine Beschädigung des Oszilloskops und der Tastköpfe zu vermeiden, verwenden Sie keine Sprays, Flüssigkeiten oder Lösungsmittel zur Reinigung.

Reinigung

Reinigen Sie das Oszilloskop und die Tastköpfe so oft, wie es die Betriebsbedingungen vorschreiben. Zur Reinigung der Oszilloskopoberfläche gehen Sie wie folgt vor:

1. Entfernen Sie den Staub außen am Oszilloskop und an den Tastköpfen mit einem fusselfreien Lappen. Gehen Sie vorsichtig vor, um den Anzeigefilter aus Klarglas nicht zu zerkratzen.
2. Verwenden Sie einen mit Wasser befeuchteten weichen Lappen zur Reinigung. Bei stärkerer Verschmutzung können Sie auch eine wässrige Lösung mit 75 % Isopropylalkohol verwenden.



VORSICHT. Um Beschädigungen der Oszilloskop- oder Tastkopfoberfläche zu vermeiden, verwenden Sie keine ätzenden oder chemischen Reinigungsmittel.

Anhang E: Standardeinstellung

In diesem Anhang werden die Optionen, Tasten und Bedienelemente erläutert, bei denen sich die Einstellungen durch Drücken der Taste **Grundeinstellung** verändern. Auf der letzten Seite dieses Anhangs sind die Einstellungen aufgelistet, die sich nicht ändern.

HINWEIS. Beim Drücken der Taste **Grundeinstellung** zeigt das Oszilloskop das Signal auf Kanal 1 an und löscht alle anderen Signale.

Menü oder System	Option, Taste oder Drehknopf	Grundeinstellung
Erfassung	(drei verfügbare Modi)	Abtastwert
	Mittelwerte	16
	Run/Stop (Ausführen/Anhalten)	Ausführen
Auto Messbereich	Bereich	Aus
	Modus	Vertikal und horizontal
Cursor	Typ	Aus
	Quelle	CH1
	Horizontal (Amplitude)	+/- 3,2 divs
	Vertikal (Zeit)	+/- 4 divs
Display	Typ	Interpol.
	Nachleuchten	Aus
	Format	YT
Horizontal	Fenster	Hauptzeitbasis
	Trigger	Pegel
	POSITION	0,00 s
	Horizontale Skala	500 µs
	Zoombereich	50 µs
Math.	Operation	-
	Quellen	CH1 - CH2
	Position	0 divs
	Vertikale Skala	2 V
	FFT-Operation:	
	Quelle	CH1
	Fenster	Hanning
FFT-Zoom	X1	

Menü oder System	Option, Taste oder Drehknopf	Grundeinstellung
Messung (alle)	Quelle	CH1
	Typ	Kein
Trigger (allgemein)	Typ	Flanke
	Quelle	CH1
Trigger (Flanke)	Flanke	Positiv
	Modus	Auto
	Kopplung	DC
	Pegel	0,00 V
Trigger (Video)	Polarität	Normal
	Synchronisation	Alle Zeilen
	Standard	NTSC
Trigger (Impuls)	Wenn	=
	Impulsbreite	1,00 ms
	Polarität	Positiv
	Modus	Auto
	Kopplung	DC
Vertikalsystem, alle Kanäle	Kopplung	DC
	Bandbreite	Voll
	Volt/Div	Grob
	Tastkopf	Spannung
	Spannungstastkopf-dämpfung	10fach
	Stromtastkopfskala	10 A/V
	Invertierung	Aus
	Position	0,00 divs (0,00 V)
Skala	1,00 V	

Folgende Einstellungen werden bei Drücken der Taste **Grundeinstellung** nicht zurückgesetzt:

- Sprachoption
- Gespeicherte Einstellungen
- Gespeicherte Referenzsignale
- Frontplatten-Hintergrundbeleuchtung
- Anzeigehelligkeit
- Kalibrierdaten
- Druckereinstellung

- RS-232-Einstellung
- Datum und Uhrzeit
- Aktuelles Verzeichnis auf der CompactFlash-Karte

Anhang F: Schriftartlizenzen

Die folgenden Lizenzvereinbarungen gelten für die asiatischen Schriftarten, die in den Oszilloskopen der TPS2000B Serie verwendet werden.

Copyright © 1988 The Institute of Software, Academia Sinica.+

Adresse für Schriftverkehr: P.O.Box 8718, Beijing, China 100080.

Sie dürfen diese Software und die dazugehörige Dokumentation für beliebige Zwecke und ohne jedwede Gebühr verwenden, kopieren, verändern und verbreiten, sofern Sie den obenstehenden Urheberrechtshinweis in Kopien der Software und dieser Urheberrechtshinweis und dieser Berechtigungshinweis in der Dokumentation enthalten ist. Der Name des "Institute of Software, Academia Sinica" darf nur nach ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung in Werbemaßnahmen oder Veröffentlichung bezüglich des Vertriebs dieser Software genannt werden. Das Institute of Software, Academia Sinica, gewährleistet keine Eignung dieser Software zu jeglichem Zweck. Sie wird im Ist-Zustand ohne vertragliche oder gesetzliche Gewährleistung zur Verfügung gestellt.

DAS INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA, SCHLIESST DIE GEWÄHRLEISTUNG DER HANDELSGÄNGIGKEIT UND DER EIGNUNG DIESER SOFTWARE FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. DAS INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA, HAFTET IN KEINEM FALL FÜR KONKRETE UND MITTELBARE SCHÄDEN, ZUFÄLLIGE SCHÄDEN, FORDERUNGEN AUS GESETZLICH FESTGELEGTEN SCHADENSERSATZANSPRÜCHEN ODER FOLGESCHÄDEN JEDLICHER ART, DIE IN VERBINDUNG MIT DIESER SOFTWARE ENTSTEHEN.

© Copyright 1986-2000, Hwan Design Inc.

Hwan Design erteilt gemäß der Eigentumsrechte hiermit die Erlaubnis, die 4 Baekmuk TrueType Outline-Schriftarten zu jeglichem Zweck und ohne Einschränkung zu verwenden, kopieren, verändern, verkaufen, verbreiten sowie Unterlizenzen dafür zu vergeben, solange dieser Hinweis auf allen Kopien dieser Schriftarten vollständig vorhanden ist und die Marke der Hwan Design Int. wie unten gezeigt auf allen Kopien der 4 Baekmuk TrueType-Schriftarten anerkannt wird.

BAEKMUK BATANG ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc.
BAEKMUK GULIM ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc.
BAEKMUK DOTUM ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc.
BAEKMUK HEADLINE ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc.

© Copyright 2000-2001 /efont/ The Electronic Font Open Laboratory. Alle Rechte vorbehalten.

Weiterverbreitung in kompilierter oder nichtkompilierter Form, mit oder ohne Veränderung, sind unter den folgenden Bedingungen zulässig:

- Weiterverbreitete nichtkompilierte Exemplare müssen das obere Copyright, die Liste der Bedingungen und den folgenden Verzicht im Sourcecode enthalten:
- Weiterverbreitete kompilierte Exemplare müssen das obere Copyright, die Liste der Bedingungen und den folgenden Verzicht in der Dokumentation und/oder anderen Materialien, die mit dem Exemplar verbreitet werden, enthalten.
- Weder der Name des Teams noch die Namen der Beitragsleistenden dürfen zum Kennzeichnen oder Bewerben von Produkten, die von dieser Schriftart abgeleitet wurden, ohne spezielle vorherige schriftliche Genehmigung verwendet werden.

DIESE SCHRIFTARTEN WERDEN IM IST-ZUSTAND VOM TEAM UND DEN MITWIRKENDEN ZUR VERFÜGUNG GESTELLT. ES WIRD KEINE VERTRAGLICHE ODER GESETZLICHE GEWÄHRLEISTUNG ÜBERNOMMEN, EINSCHLIESSLICH ABER NICHT AUSSCHLIESSLICH DER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNG DER HANDELSEIGNUNG ODER DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. DIESE SOFTWARE WIRD VOM TEAM UND DEN BEITRAGSLEISTENDEN OHNE JEGLICHE SPEZIELLE ODER IMPLIZIERTE GARANTIE ZUR VERFÜGUNG GESTELLT, DIE UNTER ANDEREM EINSCHLIESSEN: DIE IMPLIZIERTE GARANTIE DER VERWENDBARKEIT DER SOFTWARE FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. AUF KEINEN FALL SIND DIE VERWALTUNGSRÄTE ODER DIE BEITRAGSLEISTENDEN FÜR IRGENDWELCHE DIREKTEN, INDIREKTEN, ZUFÄLLIGEN, SPEZIELLEN, BEISPIELHAFTEN ODER FOLGENDEN SCHÄDEN (UNTER ANDEREM VERSCHAFFEN VON ERSATZGÜTERN ODER -DIENSTLEISTUNGEN; EINSCHRÄNKUNG DER NUTZUNGSFÄHIGKEIT; VERLUST VON NUTZUNGSFÄHIGKEIT; DATEN; PROFIT ODER GESCHÄFTSUNTERBRECHUNG), WIE AUCH IMMER VERURSACHT UND UNTER WELCHER VERPFLICHTUNG AUCH IMMER, OB IN VERTRAG, STRIKTER VERPFLICHTUNG ODER UNERLAUBTE HANDLUNG (INKLUSIVE FAHRLÄSSIGKEIT) VERANTWORTLICH, AUS WELCHEM WEG SIE AUCH IMMER DURCH DIE BENUTZUNG DIESER SOFTWARE ENTSTANDEN SIND, SOGAR, WENN SIE AUF DIE MÖGLICHKEIT EINES SOLCHEN SCHADENS HINGEWIESEN WORDEN SIND.

Anhang G: Maximalspannungen für TPS2000B-kompatible Tastköpfe

Passive Tastköpfe

	P2220		P5120
Abschwächungs- und Verstärkungseinstellungen	1fach	10fach	20fach
Maximale Eingangsspannung ¹ zwischen Spitze (Signal) und dem maximalen Eingangssignal an der Referenzleitung	150 V _{eff} CAT II	300 V _{eff} CAT II	1.000 V _{eff} CAT II
Maximale Eingangsspannung ¹ zwischen Spitze (Signal) und der Erdung	150 V _{eff} CAT II	300 V _{eff} CAT II	1.000 V _{eff} CAT II
Maximale Spannung zwischen Referenzleitung und Erdung bei Verwendung mit einem Oszilloskop der TPS2000B Serie	30 V _{eff} (42,4 V Spitze)	30 V _{eff} (42,4 V Spitze)	600 V _{eff} CAT II

¹ 1 Gemäß Definition in IEC 61010-1: 2001.

Differentialtastköpfe

	P5205 mit 1103	
Abschwächungs- und Verstärkungseinstellungen	50fach	500fach
Maximale Eingangsspannung im linearen Differentialmodus ¹ (zwischen den Tastkopfspitzen)	130 V (DC + SP _{AC}), 100 V _{eff}	1.300 V (DC + SP _{AC}), 1000 V _{eff}
Maximale Eingangsspannung im linearen Gleichtaktmodus ¹ (zwischen pos. oder neg. Tastkopfspitze und Erdung)	1.000 V _{eff} CAT II 600 V _{eff} CAT III	1.000 V _{eff} CAT II 600 V _{eff} CAT III

¹ Die potenzialfreie Spannung muss von der Spannung zwischen Tastkopfspitze und Erdung abgezogen werden. Wenn die potenzialfreie Spannung an der Referenzleitung 30 V_{eff} beträgt, ist die Spannung zwischen Tastkopfspitze und Referenzleitung auf 270 V_{eff} begrenzt.

Differentialtastköpfe

	P5210 mit 1103	
Abschwächungs- und Verstärkungseinstellungen	100fach	1000fach

Differentialtastköpfe

	P5210 mit 1103	
Maximale Eingangsspannung im linearen Differentialmodus ¹ (zwischen den Tastkopfspitzen)	560 V (DC + SP AC) 440 V _{eff}	5.600 V (DC + SP AC) 4.400 V _{eff}
Maximale Eingangsspannung im linearen Gleichtaktmodus ¹ (zwischen pos. oder neg. Tastkopfspitze und Erdung)	2.200 V _{eff} CAT I 1.000 V _{eff} CAT III	2.200 V _{eff} CAT I 1.000 V _{eff} CAT III

¹ Die potenzialfreie Spannung muss von der Spannung zwischen Tastkopfspitze und Erdung abgezogen werden. Wenn die potenzialfreie Spannung an der Referenzleitung 30 V_{eff} beträgt, ist die Spannung zwischen Tastkopfspitze und Referenzleitung auf 270 V_{eff} begrenzt.

Differential-Vorverstärker

	ADA400A mit 1103	
Abschwächungs- und Verstärkungseinstellungen	0,1fach	1fach
Maximale Eingangsspannung im linearen Differentialmodus ¹ (zwischen den Tastkopfspitzen)	±80 V (DC + SP AC)	±10 V (DC + SP AC)
Maximale Eingangsspannung im linearen Gleichtaktmodus ¹ (zwischen pos. oder neg. Tastkopfspitze und Erdung)	±40 V (DC + SP AC)	±40 V (DC + SP AC)

	ADA400A mit 1103	
Abschwächungs- und Verstärkungseinstellungen	10fach	100fach
Maximale Eingangsspannung im linearen Differentialmodus ¹ (zwischen den Tastkopfspitzen)	±1 V (DC + SP AC)	±100 mV (DC + SP AC)
Maximale Eingangsspannung im linearen Gleichtaktmodus ¹ (zwischen pos. oder neg. Tastkopfspitze und Erdung)	±10 V (DC + SP AC)	±10 V (DC + SP AC)

¹ Die potenzialfreie Spannung muss von der Spannung zwischen Tastkopfspitze und Erdung abgezogen werden. Wenn die potenzialfreie Spannung an der Referenzleitung 30 V_{eff} beträgt, ist die Spannung zwischen Tastkopfspitze und Referenzleitung auf 270 V_{eff} begrenzt.

Index

A

- Abkürzen von
 - Befehlen, 80
 - Ablenkung
 - Horizontalskala, 108
 - verzögerte, 107
 - Abrufen
 - Setups, 30, 116
 - Signale, 116
 - Werkseinstellung (Grundeinstellung), 30
 - Abtastmodus, 32, 95, 97, 108
 - Abtastrate
 - Maximum, 96
 - AC-Kopplung
 - Trigger, 118
 - vertikal, 127
 - Akkus
 - auffladen, 89
 - extern, 90
 - intern, 90
 - Temperatur, 88, 89
 - Überprüfen des Pegels, 89
 - Zeit, 90
 - Ausbau, 7
 - Austausch, 93
 - Betriebszeit, 89
 - Einrichtung, 7
 - Energieverwaltung, 87
 - externes Ladegerät, 148
 - integriertes Ladegerät, 147
 - interner Ladevorgang
 - LED-Anzeige, 27
 - Kalibrierung, 91
 - überprüfen, 89
 - kontinuierliches Aufladen, 88
 - Ladebedingungen, 88
 - Ladegerät, 90
 - Lagerung, 88, 93
 - Li-Ion, 87
 - Pflege, 88
 - Selbstentladung, 88
 - Temperatur
 - Empfehlung für Betrieb, 88
 - TPSBAT, 6, 147
 - Wartung, 88
- Aktuelles Verzeichnis, 84, 125
- Aliasing
 - FFT, 70
 - nachprüfen, 34
 - Zeitbereich, 34
- Amplituden-Cursor, 37, 103
- Amplitudenmessungen
 - Verwenden von Cursors, 48
- Anschlüsse
 - Ext Trig, 26
 - Kanäle 1, 2, 3 und 4, 26
 - Kommunikation, 73
 - Probe Comp (Tastkopfabgleich), 26
- Anwendung
 - Leistungsanalyse, 147
- Anwendungsbeispiele
 - Analyse eines Differential-Kommunikationssignals, 45
 - Analyse von Signaldetails, 52
 - Analyse von Störsignalen, 52
 - Anzeige eines berechneten momentanen Leistungssignals, 46
- Anzeige von
 - Impedanzänderungen in einem Netzwerk, 61
- Auto-Setup, verwenden, 40
- automatische Messungen, 40
- Berechnung der Spannungsverstärkung, 43
- Cursor, verwenden, 48
- Durchführen automatischer Messungen, 41
- Durchführen von Cursor-Messungen, 48
- Erfassen eines Einzelschusssignals, 53
- isolierte Kanäle zur Analyse eines Differenzsignals, 45
- Leistungsanalyse mit Mathematikfunktionen, 46
- Messung der Anstiegszeit, 50
- Messung der Impulsbreite, 49
- Messung der Laufzeitverzögerung, 55
- Messung der Schwingungsamplitude, 48
- Messung der Schwingungsfrequenz, 48

- Mittelwertbildung, verwenden, 53
- Nachleuchten, 63
- Optimieren der Erfassung, 54
- Spitzenwerterfassung, verwenden, 52
- Triggerung auf ein Videosignal, 57
- Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite, 56
- Triggerung auf Videohalbbilder, 58
- Triggerung auf Videozeilen, 59
- Untersuchen von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung, 44
- Untersuchen von Testpunkten mithilfe des Menüs Bereich, 44
- Verringern von Störrauschen, 53
- Verwendung der Fensterfunktion, 60
- Verwendung des XY-Modus, 62
- zwei Signale messen, 42
- Anzeige
 - Art (Invertierung), 127
 - Darstellart der Signale, 104
 - Intensität, 104
 - Menü, 104
 - Messwertanzeigen, 16
 - Nachleuchten, 104
 - Typ: Vektoren oder Punkte, 104
 - XY-Format, 104
 - YT-Format, 104
- Anzeigen
 - allgemein, 16
 - FFT (Math), 68
- Anzeigen von Signalen, 127
 - Referenz, 116
- Anzeigetyp Punkte, 104
- Application Key (Anwendungsschlüssel), 27
- ASCII-Schnittstelle, 80
- Assistent für Tastkopfüberprüfung
 - Spannungstastköpfe, 12
- Aufhängung, 8
 - anbringen, 8
- Aufladen
 - Akkus, 89
 - Ladezeit, 90
 - Temperatur, 89
 - Überprüfen des Pegels, 89
- Auflösung
 - Fein, 128
- Austauschen von Akkus, 93
- Auto (Triggermodus), 118
- Auto-Setup
 - Taste, 25
- Auto-Setup-Funktionen, 29
 - FFT, 101
 - Gleichspannungspegel, 100
 - Impuls, 102
 - Rauschen, 101
 - Rechtecksignal, 102
 - Rückgängig, 101
 - Sinussignale, 101
 - Übersicht, 100
 - Verwendung, 101
 - Videosignal, 102
- Auto-Setup-Menü, 100
- Automatische
 - Bereichseinstellungsfunktionen, 29
 - ausschalten, 99
 - Übersicht, 98
- Automatische Messungen, 110
 - Grundsätzliches, 38
- B**
- Bandbreitenbegrenzung
 - Anzeige, 17
 - Trigger, 118
 - vertikal, 127
- Bb-Begrenzung vertikal, 127
- Bedienelement „Pegel“ im Bereich „Trigger“, 23
- Bedienelement „Position“
 - horizontal, 22
 - vertikal, 21
- Bedienelement „Skala“
 - Horizontal, 22, 108
- Befehl
 - abkürzen, 80
- Beleuchtung
 - Modelle mit Farbanzeige, 124
- Beschreibung
 - allgemein, 1
- Bestellen der Programmieranleitung, 150
- Bestellen der Tasche, 149
- Bestellen der TPS2PWR1-Anwendung, 147
- Bestellen des Handbuchs für TPS2PWR1, 150
- Bestellen des TPSCHG-Akkuladegeräts, 148
- Bestellen des Transportkoffers, 149
- Bestellen von Handbüchern, 149
- Betrag-Cursor, 37
 - FFT-Spektrum, 72
- Betriebsstundenzähler, 124
- Betriebstemperatur
 - Akkus, 88
- Betriebszeit
 - Akkus, 6
 - verbleibende, 91
- Bilddateiformate, 74
- Bildschirmdaten
 - in Datei speichern, 86
 - übertragen an ein externes Gerät, 76
 - Übertragung zum Drucker, 75
- Bildschirmtasten, xv
- Binärdaten
 - RS-232-Übertragung, 79
- BNC-Anschlüsse, 5
- C**
- Centronics-Schnittstelle, 73

- CompactFlash-Karte, 83
 - Datei Dienstprogr, 125
 - Dateiverwaltung, 84
 - Einrichtung, 83
 - formatieren, 84
 - Positionen von Steckplatz und LED, 26
 - Speicherkapazität, 84
 - Speichern von Dateien
 - alles, 86
 - Bilder, 86
 - Einstellungen, 86
 - Signale, 86
 - Taste „Drucken“, 85
- Cursor
 - Amplitude, 37, 103
 - Betrag für FFT, 103
 - einstellen, 103
 - Frequenz für FFT, 103
 - Grundsätzliches, 37
 - Messen eines
 - FFT-Spektrums, 72
 - Messungsbeispiele, 48
 - Uhrzeit, 37, 103
 - Verwendung, 103
- D**
- Dämpfung
 - Spannungstastkopf, 12, 14, 128
- Datei Dienstprogr
 - Inhalt der
 - CompactFlash-Karte, 125
- Datei-Dienstprogramme
 - Löschen von Dateien oder Verzeichnissen, 122
- Dateiformat BMP, 74
- Dateiformat CSV, 114
- Dateiformat EPSIMAGE, 74
- Dateiformat PCX, 74
- Dateiformat RLE, 74
- Dateiformat TIFF, 74
- Dateiformate für Bilder, 74
- Dateihilfsprogramme, 125
 - Auswählen von Dateien oder Verzeichnissen, 125
 - Erstellen von Dateien oder Verzeichnissen, 125
 - Löschen von Dateien oder Verzeichnissen, 122, 126
 - Navigieren in der Verzeichnisstruktur, 125
 - Umbenennen von Dateien oder Verzeichnissen, 126
- Datenübertragung
 - RS-232-Schnittstelle, 76
- Datum, 124
- Datum und Uhrzeit
 - einstellen, 124
- Datums- und Uhrzeitanzeige, 18
- DC-Kopplung
 - Trigger, 118
 - vertikal, 127
- Delta-Anzeigen im Menü
 - Cursor, 103
- Diagonallinien im Signal
 - Spitzenwerterfassung, 96
- Dienstprogrammmenüs, 123
- Drucken
 - abbrechen, 74
 - Bildschirmdaten, 75, 111
 - Überprüfen des Anschlusses, 75
- Drucker
 - einrichten, 74
 - RS-232-Schnittstelle, 76
- Druckvorgang abbrechen, 74
- Durch Hilfe scrollen-LED, xiv
- E**
- E/A-Fehler
 - RS-232-Meldung, 79
- Einzelschussignal
 - Anwendungsbeispiel, 53
- Entnehmbarer Speicher, 83
- Erfassung
 - Anhalten, 97
 - Beispiel Einzelschuss, 53
 - Live-Anzeige, 97
- Erfassung von Signalen
 - Grundsätzliches, 32
- Erfassungsmodi, 32, 95
 - Abtastwert, 32
 - Indikatoren, 17
 - Mittelwert, 32, 96
 - Normale Abtastung, 95
 - Spitzenwert, 96
 - Spitzenwerterfassung, 32
- Erhaltungsladung
 - Akkus, 88
- Ext Trig-Anschluss, 26
 - Tastkopfkompensation, 12
- F**
- Fehlerprotokoll, 124
- Feine Auflösung, 127
- Fenster
 - FFT-Spektrum, 68
- Fensterzeitbasis, 22, 107
 - Anzeige, 17
- Fernsteuerung über die RS-232-Schnittstelle, 76
- FFT-Aliasing, 70
 - Maßnahmen, 71
- FFT-Fenster
 - Flattop, 70
 - Hanning, 70
 - Rectangular, 70
- FFT-Spektrum
 - Anwendungen, 65
 - anzeigen, 67
 - Fenster, 68
 - Messen von Betrag und Frequenz mithilfe von Cursors, 72
 - Messwertanzeigen, 68
 - Nyquist-Frequenz, 66
 - Verfahren, 65
 - vergrößern, 71
- FFT-Zoom
 - horizontal, 68
 - vertikal, 67
- Firmware-Aktualisierungen, 126
- Flanke, 32
- Flankentrigger, 117
- Flattop-Fenster, 70

Format
Anzeige, 104
Bilddatei, 74
CompactFlash-Karte, 84
Drucker, 74

Frequenz
Triggeranzeige, 18, 118

Frequenzcursor, 37
FFT-Spektrum, 72

Frequenzmessungen, 110
FFT-Cursor, 72
Verwenden von Cursors, 48

Frontplattenbeleuchtung, 124

Funktionen
Übersicht, 1

Funktionstest, 10

G

Grobe Auflösung, 127

H

Halbbild-Videotrigger, 120

Handhabung
Akkuressourcen, 87

Hanning-Fenster, 70

Hauptzeitbasis, 22, 107

Hilfesystem, xiv

Hilfreiche Meldungen, 18

Hochspannung
Warnung, 4

Holdoff, 108, 123

Horizontal
Abtastmodus, 97, 108
Aliasing, Zeitdomäne, 34
Menü, 107
Position, 33
Positionsmarkierung, 17
Skala, 33
Status, 124

Horizontal vergrößern
Fenster, 107

Hyperlinks in Hilfetemen, xiv

I

Impuls
Auto-Setup-Funktion, 102

Impulsbreiten-Triggerung, 120

Impulsbreitenmessungen
Verwenden von Cursors, 49

In diesem Handbuch verwendete
Konventionen, xv

Index für die Hilfetemen, xv

Indikatoren, 17

Intensität, 104

Interpolation, 96

Invertiertes Signal
Anzeige, 17

Isolierte Kanäle
Beschreibung, 3

K

Kabel, RS-232/USB, 81, 147

Kalender, 124

Kalibrierung, 124
Akkus, 91
externes Ladegerät, 91
im Oszilloskop, 92
Überprüfen des
Ladezustands, 89
Zeitdauer, 92
Automatikprogramm, 14

Kanal
Kopplung, 127
Menü, 127
Skala, 17

Kanal 1, 2, 3 oder 4
Anschlüsse, 26

Kanäle 1, 2, 3 oder 4
Menütasten, 21

Kommunikationsschnittstellen, 73

Kompensation
Assistent für
Spannungstastkopf-
Überprüfung, 12
Probe Comp-Anschluss
(Tastkopfabgleich), 26
Spannungstastkopf,
manuell, 13

Kontextbezogene
Hilfetemen, xiv

Kontinuierliches Aufladen von
Akkus, 88

Kopplung
Trigger, 31, 119
vertikal, 127, 128

L

Ladegerät
Akkus, extern, 148

Lagern von Akkus, 93

Leistung
Handhabung von Akkus, 87
Oszilloskop-Netzteil, 5

Leistungsanalyse-Anwendung
bestellen, 147

Li-Ion-Akkus, 87

Lissajousfiguren
XY-Format, 105

Löschen
Dateien oder
Verzeichnisse, 126
Referenzsignale, 116

Löschen von Dateien und
Verzeichnissen, 122

M

M-Indikator für
Hauptzeitbasis, 107

M-Markierung für
Math-Signale, 48

Massekopplung, 127

Math
FFT, 65, 67
Funktionen, 109
Menü, 109

mathematisches Signal
zulässige Einheiten, 109

Mehrfunktions-Drehknopf, 24

Meldungen, 18

Menü Alle speichern, 112

Menü Bereich, 98

Menü Bild speichern, 112

Menü Cursor, 103

Menü Erfassung, 95

Menü Messung, 110

Menü Ref. anzeigen, 116

Menü Setup abrufen, 115

Menü Setup speichern, 113

- Menü Signal abrufen, 115
- Menü Signal speichern, 114
- Menüs
 - Anzeige, 104
 - Auto-Setup, 100
 - Bereich, 98
 - Cursor, 103
 - Dienstprogramm, 123
 - Drucken, 111
 - Erfassen, 95
 - Hilfe, 107
 - Horizontal, 107
 - Math, 109
 - Math-FFT, 67
 - Messung, 110
 - Speichern/Abrufen, 111
 - Trigger, 117
 - Vertikal, 127
- Menüsystem
 - Verwendung, 19
- Menütaste „Horiz“, 22
- Menütaste „Math.“, 21
- Messungen
 - Abfallzeit, 110
 - Anstiegszeit, 110
 - Arten, 110
 - automatisch, 38, 110
 - Cursor, 37, 48
 - FFT-Spektrum, 72
 - Frequenz, 110
 - Grundsätzliches, 36
 - Maximum, 110
 - Minimum, 110
 - Mittelwert, 110
 - negative Breite, 110
 - Periode, 110
 - positive Breite, 110
 - potenzialfrei, 3
 - Raster, 37
 - Spitze-Spitze-Messung, 110
 - Zyklus-Effektivwert, 110
- Messungen der Abfallzeit, 110
- Messungen der Anstiegszeit
 - automatisch, 110
 - Verwenden von Cursors, 50
- Messungen der negativen Breite, 110
- Messungen der positiven Breite, 110
- Messungen des Maximums, 110
- Messungen des Minimums, 110
- Messungen des Zyklus-Effektivwerts, 110
- Mittelwert
 - Erfassungsmodus, 95
 - Mittelwertmessung, 110
 - Symbol, 17
- Mittelwerterfassungsmodus, 32, 96
- Multiplizieren von Signalen
 - Menü Math, 109
- N**
 - Nachleuchten, 104, 105
 - Navigation
 - Dateisystem, 125
 - Nennspannungen
 - für Tastköpfe einhalten, 4
 - Netzkabel, 7
 - bestellen, 149
 - Netzteil
 - Akkuladegerät, 148
 - Oszilloskop, 147
 - Netzteile
 - Akkuladegerät, 90
 - Oszilloskop, 5
 - Nicht flüchtiger Speicher
 - Referenzsignaldateien, 111
 - Setup-Dateien, 111
 - Normal (Triggermodus), 118
 - Normale Abtastung
 - Symbol, 17
 - Normaler Betrieb
 - Abrufen der Grundeinstellung, 30
 - NTSC-Videostandard, 120
 - Nyquist
 - Frequenz, 66
- O**
 - OpenChoice-Software, 147
 - RS-232-Schnittstelle, 77
 - Option Selbst- Kalibr., 14
- Optionstasten, xv
- Optionstypen
 - Aktion, 20
 - Option, 20
 - Seitenauswahl, 19
 - Zyklische Liste, 19
- Oszilloskop
 - Datum und Uhrzeit einstellen, 124
 - Funktionsweise, 29
 - Spezifikationen, 131
 - Stromversorgung durch Netzteil, 5
 - Vordere Bedienfelder, 15
- P**
 - PAL-Videostandard, 120
 - PC
 - Kommunikationssoftware, 147
 - Pegel, 23, 32
 - Pegelsteuerung, 23
 - Periodenmessungen, 110
 - Phasenunterschiede, 105
 - Polarität
 - Impulsbreiten-Trigger, 121
 - Videotrigger-Synchronisation, 120
 - Position
 - horizontal, 33, 107
 - Trigger, 119
 - vertikal, 127
 - Potenzialfreie Messungen, 3
 - Probe Comp-Anschlüsse (Tastkopfabgleich), 27
- Q**
 - Quelle
 - Ext, 118
 - Ext/10, 119
 - Ext/5, 119
 - Netz, 120
 - Trigger, 31, 117, 120
- R**
 - Rahmentasten, xv
 - Raster, 37, 104

- Rauschunterdrückung
 - mathematische
 - Subtraktion, 109
 - Mittelwert, 95
 - Triggerkopplung, 118
 - vertikale
 - Bandbreitenbegrenzung, 127
 - Rechtecksignal
 - Auto-Setup-Funktion, 102
 - Rectangular-Fenster, 70
 - Referenz
 - Leiter für Tastkopf, 11
 - Markierung, 17
 - Tastkopfanschluss, 11
 - Referenz-
 - anschluss, 27
 - Referenzleiter
 - isolierte Kanalanschlüsse, 4
 - Referenzsignale
 - Anzeige, 18
 - entfernen, 116
 - speichern und abrufen, 116
 - Reinigung, 151
 - Rollmodus *Siehe* Abtastmodus
 - RS-232-Protokoll
 - E/A-Fehler, 79
 - Fehlerbehebung, 78
 - prüfen, 77
 - Setup-Optionen, 77
 - Unterbrechungssignale, 80
 - RS-232-Schnittstelle, 73
 - Anschluss eines Kabels, 76
 - einrichten, 76
 - Kabel-Teilenummern, 76
 - Pinbelegung, 80
 - RS-232/USB-Kabel, 81, 147
- S**
- Schaltflächen, xv
 - Schnittstellen für PCs und
 - Drucker, 73
 - SECAM-Videostandard, 120
 - Seitenmenü-Tasten, xv
 - Selbstkalibrierung, 14
 - Seltene Ereignisse
 - unendliche
 - Nachleuchtdauer, 105
 - Service
 - Fehlerprotokoll als
 - Referenz, 124
 - Setups
 - Grundsätzliches, 29
 - speichern und abrufen, 111
 - Sicherheitshinweise, iv
 - Sicherheitssperre, 9
 - Signalabtastung, 108
 - Signaladdition
 - Menü Math, 109
 - Signale
 - abtasten, 97
 - Bedeutung der
 - Darstellart, 104
 - berechnete momentane
 - Leistung, 46
 - Datenerfassung, 32
 - digitalisiert, 32
 - Messungen durchführen, 36
 - Position, 33
 - Skala, 33
 - Vergrößerung, 108
 - Verkleinerung, 108
 - vom Bildschirm
 - entfernen, 128
 - Zeitbereich, 65
 - Signale entfernen, 127
 - Signalsubtraktion
 - Menü Math, 109
 - Sinussignale
 - Auto-Setup-Funktion, 101
 - Skala
 - horizontal, 33
 - Stromtastkopf, 14, 128
 - vertikal, 33
 - Skalabedienelemente (1, 2, 3, 4), 21
 - Skalierung von Signalen
 - Grundsätzliches, 33
 - Software
 - OpenChoice, 147
 - TPS2PWR1-Leistungsanalyse, 147
 - WaveStar, 147
 - Speicher
 - Bildschirmdarstellungen, 111
 - entnehmbarer
 - Massenspeicher, 83
 - Setups, 111
 - Signale, 111
 - Speichern
 - alle Dateien auf einer
 - CompactFlash-Karte, 85
 - Bilddateien auf einer
 - CompactFlash-Karte, 86
 - Setups, 30, 116
 - Signale, 116
 - Speichern/Abrufen (Menü), 111
 - Spezifikationen
 - Oszilloskop, 131
 - Spitze-Spitze-Messungen, 110
 - Spitze-zu-Spitze-Rauschen, 105
 - Spitzenwert, 95
 - Symbol, 17
 - Spitzenwerverfassungsmodus, 32, 96
 - Sprachen, 124
 - Standardeinstellung
 - abrufen, 116
 - Flankentrigger, 154
 - Impulstrigger, 154
 - Video-Trigger, 154
 - Status
 - System, 123
 - Verschiedenes, 124
 - Steckverbinder
 - BNC, 5
 - Centronics-Schnittstelle, 73
 - DC-Eingang, 6
 - RS-232-Schnittstelle, 73
 - Tastkopf, 3
 - Stromtastköpfe
 - Skaleneinstellung, 14, 128
 - Stromversorgung
 - Spezifikationen, 137

- Symbole
- Bandbreitenbegrenzungs-Anzeige, 17
 - Datums- und Uhrzeitanzeige, 18
 - Erfassungsmodi, Abtastung, 17
 - Erfassungsmodi, Mittelwert, 17
 - Erfassungsmodi, Spitzenwert, 17
 - Fensterzeitbasis-Anzeige, 17
 - horizontale Positionsmarkierung, 17
 - invertierte Signalanzeige, 17
 - Kanalskala, 17
 - Math-Markierung, 48
 - Referenzmarkierung, 17
 - Referenzsignalanzeige, 18
 - Trigger, Frequenzanzeige, 18
 - Trigger, Pegelanzeige, 18
 - Trigger, Pegelmarkierung, 17
 - Trigger, Positionsanzeige, 17
 - Trigger, Quelle, 17
 - Triggerart, Flanke, 18
 - Triggerart, Impulsbreite, 18
 - Triggerart, Video, 18
 - Triggerpositionsmarkierung, 17
 - Triggerstatus, Abtastmodus, 17
 - Triggerstatus, Acq. (Erf.) Abgeschlossen, 17
 - Triggerstatus, Armiert, 17
 - Triggerstatus, Auto-Modus, 17
 - Triggerstatus, Ready (Bereit), 17
 - Triggerstatus, Stop, 17
 - Triggerstatus, Trig'd (Getriggert), 17
 - vertikale Skala, 17
 - Zeitbasisanzeige, 17
- Synchronimpuls, 120
- Synchronisation
- Videopolarität, 120
 - Videotrigger-Zeile oder -Halbbild, 120
- T**
- Takt
- Datum und Uhrzeit einstellen, 124
 - Taste „Anwendung“, 25
 - Taste „Auf 50 % setzen“, 23
 - Taste „Auf Null setzen“, 22
 - Taste Auto Messbereich, 25
 - Taste „Cursor“, 25, 103
 - Taste „Dienstpgm.“, 25
 - Taste „Display“, 25, 104
 - Taste „Drucken“, 25, 111
 - Taste „Drucken“ (Option), 112
 - Taste DRUCKEN-Option Speichern auf einer CompactFlash-Karte, 85
 - Taste „Einzelfolge“, 97
 - Vorgänge auf dem Oszilloskop nach dem Drücken der Taste, 30
 - Taste „Erfassung“, 25, 95
 - Taste „Grundeinstellung“ beibehaltene Optionseinstellungen, 154
 - Optionen und Einstellungen, 153
 - Taste „Messung“, 25
 - Taste „Probe Check“ (Tastkopfüberprüfung), 12
 - Taste „Run/Stop“ (Ausführen/Anhalten), 25, 97
 - Vorgänge auf dem Oszilloskop nach dem Drücken der Taste, 30
 - Taste „Speichern/Abrufen“, 25
- Taste „Trig Menu“ (Trig.-Menü), 23
- Taste „Trig View“ (Trig.-Anzeige), 23
- Taste „Trig Zwang“, 23
- Tastennamen, xv
- Tastkopf- abgleich, 27
- Tastköpfe
- Assistent für Spannungstastkopf-Überprüfung, 12
 - Dämpfungsschalter, 14
 - manuelle Spannungstastkopf-Kompensation, 13
 - Nennspannungen, 4
 - optionales Zubehör, 148
 - Referenzleiter isolierte Kanalanschlüsse, 4
 - Sicherheit, 10
 - Spannung und Dämpfung, 128
 - Strom und Skala, 14
 - TPP0101 und TPP0201 (Standard), 9
- Tastkopfhandbücher, bestellen
- P5120 20fach, Hochspannung, 149
 - TPP0101 und TPP0201, 10-fach passiv, 149
- Tastkopfoption
- anpassen an Spannungstastkopfdämpfung, 14
 - anpassen an Stromtastkopfskala, 14
- TPSBAT-Akkus
- bestellen, 147
 - Energieverwaltung, 87

Trigger

- Anzeige, 23, 123
- Arten, 31
- Definition, 30
- erzwingen, 122
- Flanke, 32, 117
- Frequenzanzeige, 18, 118, 121
- Holdoff, 23, 108, 123
- Kopplung, 31, 118, 119
- Menü, 117
- Modi, 31
- Modi: Automatisch, 118
- Modi: Normal, 118
- Pegel, 23, 32, 117
- Pegelanzeige, 18
- Pegelmarkierung, 17
- Polarität, 121
- Position, 31
- Positionsanzeige, 17
- Positionsmarkierung, 17
- Quelle, 17, 31, 117, 120
- Status, 124
- Statusanzeigen, 17
- Synchronisation, 120
- Triggerartanzeige, 18
- Video, 120
- Vortriggerinformationen, 119

U

- Umbenennen von Dateien oder Verzeichnissen, 126
- Unterbrechungssignale
 - RS-232-Protokoll, 80

V

- Vektoren, 104
- Verschiebung
 - horizontal, 33
 - vertikal, 33
- Vertikal
 - Drehknopf für die Position, 21
 - Menü, 127
 - Position, 33
 - Skala, 33
 - Status, 124
- Verzeichnisse
 - erstellen, 125
 - löschen, 122, 126
 - umbenennen, 126
- Verzögerte Ablenkung, 107
- Video-Trigger, 120
 - Anwendungsbeispiel, 57
- Videosignal
 - Auto-Setup-Funktion, 102
- Volt/Div
 - Fein, 127
 - Grob, 127
- Vortrigger, 30
- Vortriggeranzeige, 119

W

- W-Indikator für Fensterzeitbasis, 107
- Wartung
 - Akkus, 88
- Wartungshandbuch, 150

WaveStar-Software

- bestellen, 147
- Werkseinstellungen, 153
 - abrufen, 116
- Werkseitige Kalibrierung, 125
- WST-RO WaveStar-Software
 - bestellen, 147

X**XY**

- Anwendungsbeispiel, 62
- Anzeigeformat, 104, 105

Y**YT**

- Anzeigeformat, 104

Z

- Zeilen-Videotrigger, 120
- Zeit-Cursor, 37, 103
- Zeitbasis, 33
 - Anzeige, 17
 - Fenster, 22, 107
 - Haupt-, 22, 107
- Zeitbereich
 - Signal, 65
- Zoom, 60
 - FFT, 71
 - Menü „Horiz“, 107
 - Zoombereich, 107, 108
- Zoombereich, 107, 108
- Zubehör, 147
- Zweifachzeitbasis, 22, 107