

Benutzerhandbuch für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000
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.

e*Scope, iView, OpenChoice, TekSecure und TekVPI sind eingetragene Marken von Tektronix Inc.

MagniVu und Wave Inspector sind Marken von Tektronix Inc.

Tektronix ist ein autorisierter Lizenznehmer der CompactFlash®-Marke.

Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box500
Beaverton, OR97077
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 16

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 GARANTIEEN 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.

Inhalt

Allgemeine Sicherheitshinweise	v
Umweltschutzhinweise	viii
Vorwort.....	x
Wichtige Leistungsmerkmale	x
Weitere Informationen	xii
In diesem Handbuch verwendete Konventionen.....	xiii
Installation	1
Vor der Installation	1
Betriebshinweise.....	7
Anschließen der Tastköpfe	12
Sichern des Oszilloskops	14
Einschalten des Oszilloskops.....	15
Ausschalten des Oszilloskops	17
Funktionstest.....	18
Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs.....	21
Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul	24
Installieren eines Anwendungsmoduls	24
Ändern der Sprache der Benutzeroberfläche	25
Ändern von Datum und Uhrzeit.....	28
Signalpfadkompensation	30
Aktualisieren der Firmware	33

Anschließen des Oszilloskops an einen Computer	40
Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop	49
Kennenlernen des Gerätes	51
Menüs und Bedienelemente auf der Frontplatte	51
Frontplatten-Anschlüsse	76
Anschluss an der Seite	77
Anschlüsse an der Rückseite	78
Erfassen von Signalen	80
Einrichten analoger Kanäle	80
Verwenden von Default Setup	87
Verwenden von Auto-Setup	88
Erfassungskonzepte	90
So funktioniert der analoge Signalerfassungsmodus	93
Ändern des Erfassungsmodus und der Aufzeichnungslänge	95
Verwenden des Rollmodus	99
Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses	100
Einrichten digitaler Kanäle	114
Gründe für die Verwendung von MagiVu	119
Verwendung von MagniVu	120
Triggereinstellung	121
Triggerungskonzepte	121
Auswählen eines Triggertyps	128
Auswählen von Triggern	131

Triggern auf Bussen	137
Überprüfen der Triggereinstellungen	146
Verwenden von A- (Haupt-) und B- (verzögerten) Sequenztriggern.....	147
Starten und Anhalten einer Erfassung	151
Anzeigen von Signaldaten	152
Hinzufügen und Entfernen eines Signals	152
Einstellen von Darstellart und Nachleuchten.....	153
Festlegen der Signalintensität	159
Skalierung und Positionierung von Signalen.....	161
Einstellen der Eingangsparameter	163
Positionieren und Beschriften von Bussignalen.....	169
Positionieren, Skalieren und Gruppieren von digitalen Kanälen.....	171
Anzeigen digitaler Kanäle	175
Analysieren von Signaldaten	177
Durchführen automatischer Messungen	177
Auswählen automatischer Messungen.....	180
Anpassen einer automatischen Messung	186
Manuelle Messungen mit Cursors vornehmen.....	193
Verwenden von mathematischen Signalen	201
Verwendung von FFT	204
Verwenden von Fortgeschrittene Math.....	209
Verwendung von Referenzsignalen	211

Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge	214
Informationen zum Speichern und Abrufen	226
Speichern einer Bildschirmdarstellung	230
Speichern und Abrufen von Signaldaten	232
Speichern und Abrufen von Setups	237
Speichern mit einem einzigen Knopfdruck	240
Drucken	242
Löschen des Oszilloskop-Speichers	251
Verwenden von Anwendungsmodulen	255
Anwendungsbeispiele	257
Durchführen einfacher Messungen	257
Analyse von Signaldetails	273
Triggern bei Video-Signalen	282
Aufnehmen eines Einzelschuss-Signals	287
Korrelieren von Daten mit dem Logikanalysator TLA5000	292
Aufspüren von Abweichungen bezüglich der Busse	296
Fehlersuche in Schaltungen mit parallelen Bussen	300
Fehlersuche auf einem RS-232-Bus	305
Anhang: Garantierte Spezifikationen, Sicherheitszertifizierungen und elektromagnetische Verträglichkeit	310
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. Unterbinden Sie die Stromzufuhr für den Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf anschließen oder vom Gerät trennen.

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

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.

Die Eingänge sind nicht für Anschlüsse an Hauptstromkreise oder Schaltkreise der Kategorien II, III und IV ausgelegt.

Schließen Sie den Tastkopf-Referenzleiter nur an die Erdung an.

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

Trennen vom Stromnetz. Der Netzschalter trennt das Gerät von der Stromversorgung. Weitere Anweisungen zur Positionierung des Schalters finden Sie in der Dokumentation. Blockieren Sie den Netzschalter nicht, da er 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.

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.



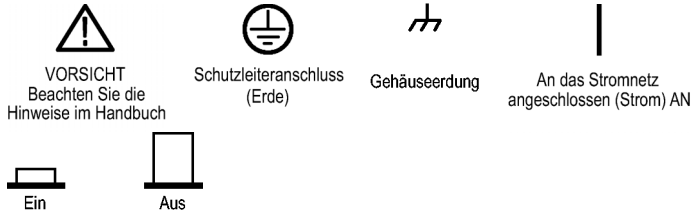
VORSICHT. *Vorsichtshinweise machen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.*

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:



Umweltschutzhinweise

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

Vorgehen bei Produktauslauf

Beachten Sie beim Recycling eines Geräts oder einer Komponente die folgenden Richtlinien:

Geräterecycling. Zur Herstellung dieses Geräts werden natürliche Ressourcen verwendet. Das Gerät kann Substanzen enthalten, die bei unsachgemäßer Entsorgung nach Produktauslauf Umwelt- und Gesundheitsschäden hervorrufen können. Um eine solche Umweltbelastung zu vermeiden und den Verbrauch natürlicher 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.

Das unten abgebildete Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß Richtlinie 2002/96/EC über Elektro- und Elektronik-Altgeräte entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (www.tektronix.de).



Sicherheitshinweis zu quecksilberhaltigen Komponenten. Dieses Produkt ist mit einer quecksilberhaltigen LCD-Beleuchtung ausgestattet. Aufgrund von Umweltschutzbestimmungen ist die Entsorgung daher möglicherweise reglementiert.

Einzelheiten zu den Entsorgungs- bzw. Recyclingbestimmungen erhalten Sie bei den zuständigen Behörden vor Ort oder innerhalb der Vereinigten Staaten von Electronics Industries Alliance (www.eiae.org).

Beschränkung von Gefahrenstoffen

Dieses Produkt wurde als Überwachungs- und Steuerungsgerät klassifiziert und unterliegt daher nicht dem Geltungsbereich der Richtlinie 2002/95/EC RoHS. Dieses Produkt enthält Blei, Cadmium, Quecksilber und sechswertiges Chrom.

Vorwort

In diesem Handbuch werden die Installation und der Betrieb der folgenden Oszilloskope beschrieben:

DPO4104	DPO4054	DPO4034	DPO4032
MSO4104	MSO4054	MSO4034	MSO4032

Wichtige Leistungsmerkmale

Mithilfe von Geräten der Serien DPO4000 und MSO4000 können Sie elektronische Schaltungen überprüfen, debuggen und charakterisieren. Sie zeichnen sich durch die folgenden Leistungsmerkmale aus:

- 1 GHz, 500 MHz und 350 MHz Bandbreite
- Zwei- und Vierkanalmodelle
- Abtastraten von bis zu 5 GS/s auf allen analogen Kanälen
- Aufzeichnungslänge von 10 M Punkten auf allen Kanälen
- Anzeigerate von 35.000 Signalen/Sekunde
- I²C-, SPI-, CAN- und RS-232-Bustriggern und -analyse (setzt ein Anwendungsmodul voraus)
- Wave Inspector-Bedienelemente zur Bearbeitung großer Aufzeichnungslängen mit Optionen zum Zoomen und Verschieben, für Wiedergabe und Pause, zum Suchen und Markieren
- 264-mm-XGA-Farbdisplay
- Kleine Grundfläche und geringes Gewicht (140 mm Tiefe und 5 kg Gewicht)

- USB und CompactFlash zum schnellen und bequemen Speichern
- Integrierter Ethernet-Anschluss
- USB 2.0-Geräteanschluss zur direkten Steuerung des Oszilloskops über den PC (über USBTMC-Protokoll)
- OpenChoice-Software für Dokumentation und Analyse
- Produktivitäts- und Analysesoftware "NI SignalExpress™ Tektronix Edition"
- Remoteanzeige und -steuerung mit e*Scope
- Remotesteuerung mit VISA-Anschluss
- TekVPI Versatile Probe Interface unterstützt aktive, Differenz- und Stromtastköpfe für automatische Skalierung und Einheiten

Die Oszilloskope MSO4000 für gemischte Signale bieten auch Folgendes:

- MagniVu 60,6 ps Auflösung
- Parallelbustriggern und -analyse
- Kanalweise Schwellenwerteinstellungen

Weitere Informationen

Für das Oszilloskop sind die folgenden Informationen verfügbar:

Thema	Dokumente
Installation und Betrieb	Dieses <i>Benutzerhandbuch für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000</i> Englisch: 071-2121-XX Französisch: 071-2122-XX Italienisch: 071-2123-XX Deutsch: 071-2124-XX Spanisch: 071-2125-XX Japanisch: 071-2126-XX Portugiesisch: 071-2127-XX Chinesisch (vereinfacht): 071-2128-XX Chinesisch (traditionell): 071-2129-XX Koreanisch: 071-2130-XX Russisch: 071-2131-XX
Spezifikationen und Leistungsprüfung	Das <i>Technische Referenzhandbuch für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000</i> (071-2132-XX) (nur als PDF-Datei)
Programmierbefehle	Das <i>Tektronix 4000 Series Oscilloscopes Programmer Manual</i> (Programmierhandbuch für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000) (071-2133-XX) (nur als PDF-Datei)
Analyse- und Anschlusstools	Das optionale Handbuch <i>Getting Started with OpenChoice Solutions Manual</i> (Erste Schritte mit OpenChoice-Lösungen) (020-2513-XX) (mit CD)

Thema	Dokumente
Wartung und Kalibrierung	Das optionale <i>DPO4000 Series Oscilloscopes Service Manual</i> (Wartungshandbuch für Oszilloskope der Serie DPO4000) (071-1844-XX) Das optionale <i>MSO4000 Series Oscilloscopes Service Manual</i> (Wartungshandbuch für Oszilloskope der Serie MSO4000) (071-2137-XX)
Installieren und Testen von Anwendungsmodulen	Das Handbuch <i>Tektronix 4000 Series Oscilloscopes Application Module Installation Instructions</i> (Installationsanleitung zu den Anwendungsmodulen für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000) (071-2136-XX) (in 11 Sprachen)

In diesem Handbuch verwendete Konventionen

Die folgenden Symbole werden in diesem Handbuch verwendet.

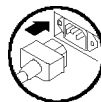
Verfahrensschritt



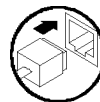
Netzschalter auf der Frontplatte



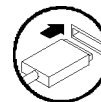
Netzanschluss



Netzwerk



USB



Installation

Vor der Installation

Packen Sie das Oszilloskop aus, und überprüfen Sie, ob Sie alle als Standardzubehör angegebenen Teile erhalten haben. Auf den folgenden Seiten sind empfohlene Zubehörteile und Tastköpfe, Geräteoptionen und Aktualisierungen aufgelistet. Die aktuellsten Informationen finden Sie auf der Website von Tektronix (www.tektronix.com).

Standardzubehör

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
<i>Benutzerhandbuch für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000</i>	Englisch (Option L0)	071-2121-XX
	Französisch (Option L1)	071-2122-XX
	Italienisch (Option L2)	071-2123-XX
	Deutsch (Option L3)	071-2124-XX
	Spanisch (Option L4)	071-2125-XX
	Japanisch (Option L5)	071-2126-XX
	Portugiesisch (Option L6)	071-2127-XX
	Chinesisch (vereinfacht) (Option L7)	071-2128-XX
	Chinesisch (traditionell) (Option L8)	071-2129-XX
	Koreanisch (Option L9)	071-2130-XX
	Russisch (Option L10)	071-2131-XX

Standardzubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
<i>Dokumentations-CD für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000</i>	Elektronische Versionen von Dokumenten zu DPO4000, einschließlich der Programmieranleitung und des technischen Referenzhandbuchs.	063-4022-XX
<i>CD mit NI SignalExpress Tektronix Edition und OpenChoice Desktop</i>	Software für Produktivität, Analyse und Dokumentation	063-3967-XX
Kalibrierungszertifikat zur Dokumentation der Rückverfolgbarkeit auf die Messstandards der nationalen Metrologieinstitute und ISO-9001-Qualitätssystemregistrierung.		—
Für die Serien DPO4000 und MSO4000: Tastköpfe	Ein passiver Tastkopf (500 MHz, 10fach gedämpft) pro Kanal	P6139A
Frontschutzdeckel	Hartplastikdeckel zum Schutz des Gerätes	200-4908-00
CompactFlash-Speicherkarte	Zusatzspeicher	156-9413-00

Standardzubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Netzkabel	Nordamerika (Option A0)	161-0104-00
	Europa universal (Option A1)	161-0104-06
	Großbritannien (Option A2)	161-0104-07
	Australien (Option A3)	161-0104-05
	Schweiz (Option A5)	161-0167-00
	Japan (Option A6)	161-A005-00
	China (Option A10)	161-0306-00
	Indien (Option A11)	161-0400-00
	Kein Netzkabel oder Netzteil (Option A99)	—
Für Serie MSO4000: Logikastkopf	Ein 16-Kanal-Logikastkopf	P6516

Optionales Zubehör

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
DPO4EMBD	Das integrierte Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul ermöglicht das Triggern auf Paketinformationsebene bei I ² C- und SPI-Bussen sowie digitale Signalansichten, Busansichten, Busdecodierung, Suchtools und Paketdecodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4EMBD
DPO4AUTO	Das Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul für die Fahrzeugtechnik ermöglicht das Triggern auf Paketebene bei seriellen CAN-Bussen sowie digitale Signalansichten, Busansichten, Busdecodierung, Suchtools und Paketdecodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4AUTO
DPO4COMP	Das Computertrigger- und -analysemodul ermöglicht das Triggern auf serielle RS-232-Busse und bietet Suchwerkzeuge, Busansichten, Busdecodierung im Hexadezimal-, Binär- und ASCII-Code und Paketdecodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4COMP

Optionales Zubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
NEX-HD2HEADER	Adapter, der die Kanäle von einem Mictoranschluss mit 0,1 Zoll-Leistenanschlussstiften verbindet	NEX-HD2HEADER
TPA-BNC	TekVPI-TekProbe-II-BNC-Adapter	TPA-BNC
TEK-USB-488-Adapter	GPIO-USB-Adapter	TEK-USB-488
Handbuch „Erste Schritte mit OpenChoice-Lösungen“ (mit CD)	Beschreibt Möglichkeiten zur Entwicklung von Hostcomputer-Softwareanwendungen, die mit dem Oszilloskop zusammenarbeiten.	020-2513-XX
19-Zoll-Adapter-Kit	Enthält 19-Zoll-Adapter-Klemmen.	RM4000
Transporttasche	Tragetasche für das Gerät	AC4000
Hartschalenkoffer	Transportkoffer, Einsatz der Tragetasche (AC4000) erforderlich	HCTEK4321
CompactFlash-USB-Speicherkartenleser	Kartenleser	119-6827-00
USB-Flash-Laufwerk	Zusatzspeicher	119-7276-00
Programmierhandbuch für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000	Beschreibt Befehle für die Fernsteuerung des Oszilloskops. In elektronischer Form auf der Dokumentations-CD verfügbar oder zum Herunterladen von www.tektronix.com/manuals .	071-2133-XX

Optionales Zubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Technisches Referenzhandbuch für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000	Enthält die technischen Daten des Oszilloskops und beschreibt das Verfahren zur Leistungsprüfung. In elektronischer Form auf der Dokumentations-CD verfügbar oder zum Herunterladen von www.tektronix.com/manuals .	071-2132-XX
Wartungshandbuch für Oszilloskope der Serie DPO4000	Serviceinformationen	071-1844-XX
Wartungshandbuch für Oszilloskope der Serie MSO4000	Serviceinformationen	071-2137-XX
Installationsanleitung zu den Anwendungsmodulen für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000	Handbuch	071-2136-XX

Oszilloskope der Serien DPO4000 und MSO4000 können zusammen mit mehreren optionalen Tastköpfen verwendet werden. (Siehe Seite 12, *Anschließen der Tastköpfe*.) Aktuelle Informationen finden Sie auf der Website von Tektronix (www.tektronix.com).

Betriebshinweise

Oszilloskope der Serien DPO4000 und MSO4000

Eingangsspannung: 100 V bis 240 V ± 10 %

Eingangsstromfrequenz:

47 Hz bis 66 Hz (100 V bis 240 V)

400 Hz (100 V bis 132 V)

Leistungsaufnahme: max. 250 W

Gewicht: 5 kg (Gerät ohne Zubehör)

Höhe, einschließlich Füße, ohne Griff:

229 mm

Breite, von Griffnabe zu Griffnabe: 439 mm

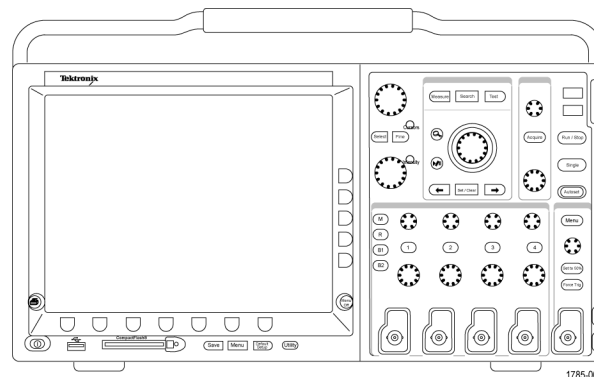
Tiefe, von den Füßen zur Vorderseite der Drehknöpfe:

137 mm

Tiefe, von Füßen zur Vorderseite des Frontschutzdeckels:

145 mm

Abstand: 51 mm



Serie DPO4000

Temperatur:

Betrieb: +0 °C bis +50 °C

Lagerung: -20 °C bis +60 °C

Luftfeuchtigkeit:

Betrieb: Hoch: 40 °C bis 50 °C, 10 % bis 60 % rel.

Luftfeuchtigkeit

Betrieb: Niedrig: 0 °C bis 40 °C, 10 % bis 90 % rel.

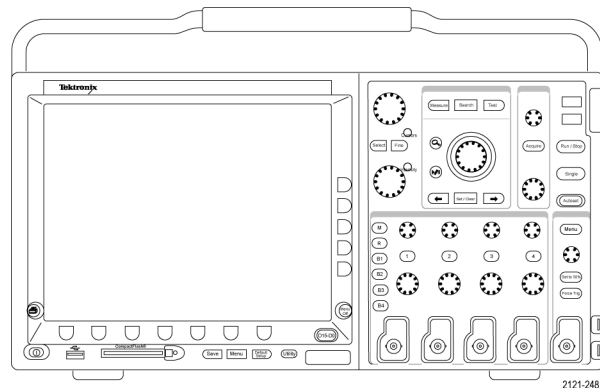
Luftfeuchtigkeit

Lagerung: Hoch: 40 °C bis 60 °C, 5 % bis 60 % rel.

Luftfeuchtigkeit

Lagerung: Niedrig: 0 °C bis 40 °C, 5 % bis 90 % rel.

Luftfeuchtigkeit



Serie MSO4000

Höhe über NN:

Betrieb: 3.000 m

Lagerung: 12.192 m

Zufallsschwingungen:

Betrieb: 0,31 G_{eff} , 5 – 500 Hz, 10 Minuten pro Achse, 3 Achsen (30 Minuten insgesamt)

Lagerung: 2,46 G_{eff} , 5 – 500 Hz, 10 Minuten pro Achse, 3 Achsen (30 Minuten insgesamt)

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume

Erfassungssystem: 1 M Ω

Die maximale Eingangsspannung am BNC-Anschluss zwischen Innenleiter und Abschirmung beträgt 400 V_{Sp} (DF \leq 39,2 %), 250 V_{eff} bis 130 kHz mit Leistungsminderung bis zu 2,6 V_{eff} bei 500 MHz.

Die maximale Stehstoßspannung beträgt \pm 800 V_{Spitze}.

Bei stabilen Sinuskurven Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 200 kHz bis 13 V_{Sp} bei 3 MHz und höher.

Erfassungssystem: 50 Ω

Die maximale Eingangsspannung am BNC-Anschluss zwischen Innenleiter und Abschirmung beträgt 5 V_{eff} mit Spitzen \leq \pm 20 V (DF \leq 6,25 %).

Erfassungssystem: Digitale Eingänge

Die Eingangsspannung am Eingang für den Logikastkopf beträgt in der Spitze maximal etwa 15 V.

Aux-Eingang: 1 M Ω

Die maximale Eingangsspannung am BNC-Anschluss zwischen Innenleiter und Abschirmung beträgt 400 V_{Spitze} (DF \leq 39,2 %), 250 V_{eff} bei 2 MHz, leistungsvermindert um 5 V_{eff} bei 500 MHz.

Die maximale Stehstoßspannung beträgt \pm 800 V_{Spitze}.

Bei stabilen Sinuskurven Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 200 kHz bis 13 V_{Spitze} bei 3 MHz und höher.



VORSICHT. Halten Sie beide Seiten und die Rückseite des Geräts frei, um die erforderliche Kühlung zu gewährleisten.

P6139A Passiver Tastkopf

Eingangsspannung:

400 V_{eff} oder 400 V Gleichstrom; CAT I (2.500 V_{Spitze} transient)

300 V_{eff} oder 300 V Gleichstrom; CAT II (2.500 V_{Spitze} transient)

150 V_{eff} oder 150 V Gleichstrom; CAT III (2.500 V_{Spitze} transient)

Bei stabilen Sinuskurven Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 2,5 MHz bis 50 V_{eff} bei 20 MHz und höher.

Ausgangsspannung (Abschluss: 1 M Ω):

40 V_{eff} oder 40 V Gleichstrom; CAT I (2.500 V_{Spitze} Impuls)

30 V_{eff} oder 30 V Gleichstrom; CAT I (250 V_{Spitze} Impuls)

15 V_{eff} oder 15 V Gleichstrom; CAT I (250 V_{Spitze} Impuls)

Temperatur:

Betrieb: -15 °C bis +65 °C

Lagerung: -62 °C bis +85 °C

Höhe über NN: ≤ 2.000 Meter

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume

Luftfeuchtigkeit:

Betrieb: Hoch: 40 °C bis 50 °C, 10 % bis 60 % rel. Luftfeuchtigkeit

Betrieb: Niedrig: 0 °C bis 40 °C, 10 % bis 90 % rel. Luftfeuchtigkeit

Digitalastkopf P6516

Schwellenwertgenauigkeit: $\pm(100 \text{ mV} + 3 \% \text{ des Schwellenwerts})$

Maximale Signalschwankung: 6,0 V Spitze-zu-Spitze, zentriert um die Schwellenwertspannung

Eingangswiderstand: 20 k Ω

Eingangskapazität: 3,0 pF, typisch

Temperatur:

Im Betrieb: 0 °C bis +50 °C

Lagerung: -55 °C to +75 °C

Höhe über NN:

Im Betrieb: 4,5 km (max.)

Lagerung: 15 km (max.)

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume

Luftfeuchtigkeit:

10 % bis 95 % relative Luftfeuchtigkeit

Reinigung

Reinigen Sie Gerät und 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 verkratzen.
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 Gerät- oder Tastkopfoberfläche zu vermeiden, verwenden Sie keine ätzenden oder chemischen Reinigungsmittel.

Anschließen der Tastköpfe

Das Oszilloskop unterstützt Tastköpfe mit folgenden Anschlussmöglichkeiten:

1. Tektronix Versatile Probe Interface (TekVPI)

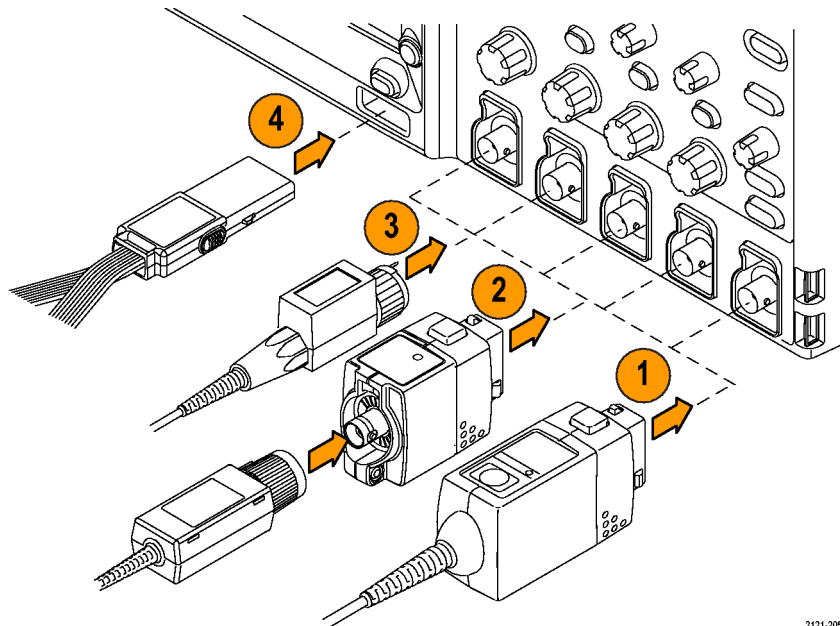
Diese Tastköpfe unterstützen die bidirektionale Kommunikation mit dem Oszilloskop über Bildschirmenüs sowie ferngesteuert über Programmierunterstützung. Die Fernsteuerung ist für Anwendungen wie ATE nützlich, bei denen Tastkopfparameter vom System voreingestellt werden sollen.

2. TPA-BNC-Adapter

Der TPA-BNC-Adapter ermöglicht die Verwendung der Tastkopffunktionen von TekProbe II, z. B. die Stromversorgung der Tastköpfe und die Weiterleitung von Informationen zur Skalierung und zur verwendeten Maßeinheit an das Oszilloskop.

3. Einfache BNC-Schnittstellen

Einige davon verwenden die TEKPROBE-Funktionen, um das Signal und die Skalierung an das Oszilloskop weiterzuleiten. Einige leiten nur das Signal weiter, und es findet keine weitere Kommunikation statt.



2121-205

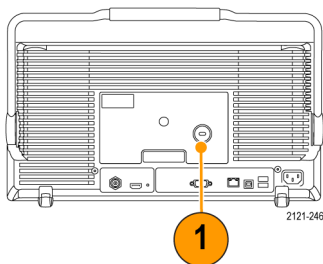
4. Digitale Tastkopfschnittstelle (nur Serie MSO4000)

Der Tastkopf P6516 weist 16 Kanäle für digitale Informationen (Zustand "Ein- oder ausgeschaltet") auf.

Weitere Informationen zu den zahlreichen, für Oszilloskope der Serien DPO4000 und MSO4000 erhältlichen Tastköpfen finden Sie im Internet unter www.tektronix.com.

Sichern des Oszilloskops

1. Sichern Sie das Oszilloskop am Standort mit einem Standardsicherheitsschloss für Laptops.



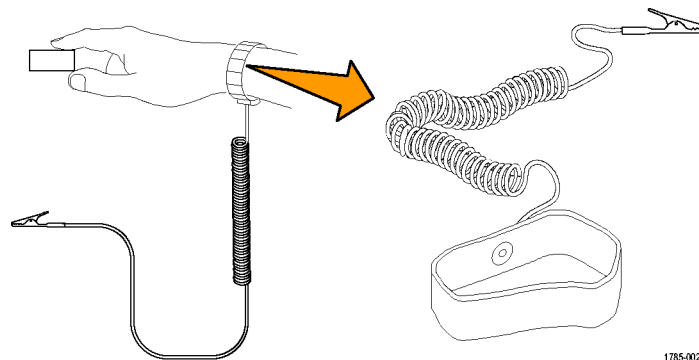
Einschalten des Oszilloskops

Erden des Oszilloskops und Erden des Benutzers

Bevor Sie den Netzschalter drücken, schließen Sie das Oszilloskop an einen elektrisch neutralen Referenzpunkt an, z. B. an die Erdung. Dazu schließen Sie den Netzstecker an einer geerdeten Steckdose an.

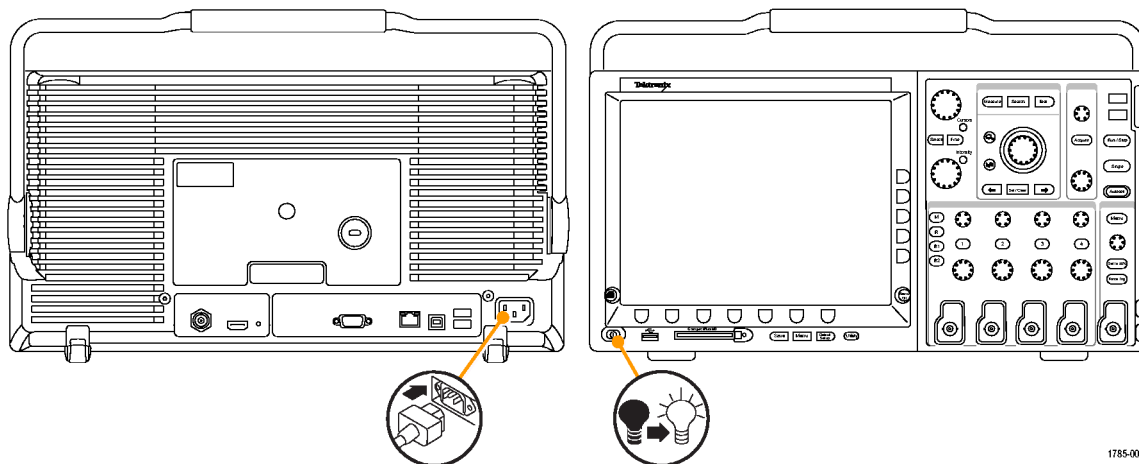
Die Erdung des Oszilloskops ist für die Sicherheit und die Genauigkeit der Messungen erforderlich. Das Oszilloskop muss an die gleiche Erdung angeschlossen sein wie sämtliche getesteten Schaltungen.

Wenn Sie mit empfindlichen Bauteilen arbeiten, erden Sie sich. Durch die statische Elektrizität, die sich an Ihrem Körper aufbaut, können empfindliche Bauteile beschädigt werden. Durch ein Erdungsarmband werden statische Aufladungen Ihres Körpers sicher in den Boden geleitet.



1785-002

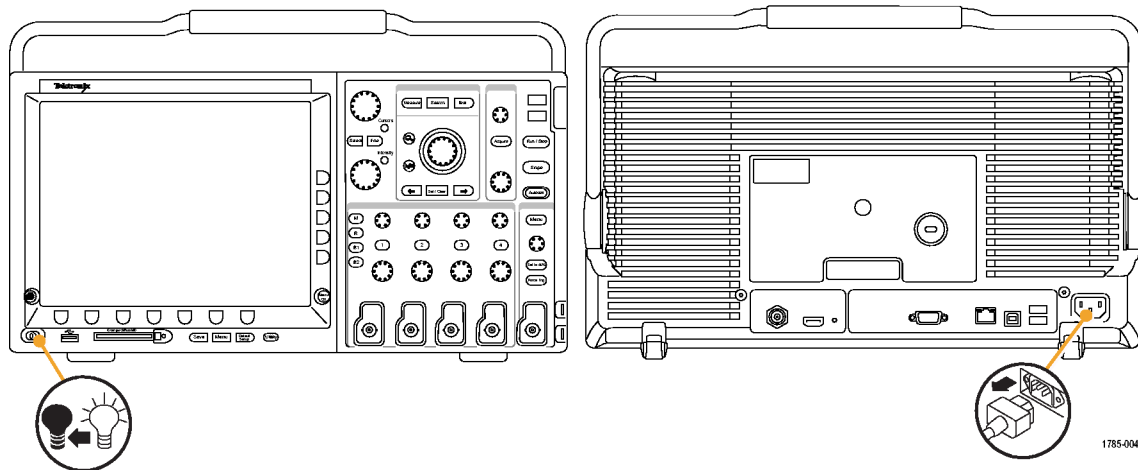
So schließen Sie das Netzkabel an und schalten das Oszilloskop ein:



1785-003

Ausschalten des Oszilloskops

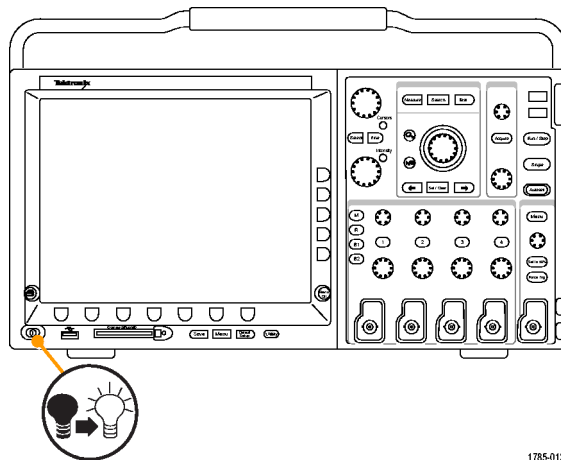
So schalten Sie das Oszilloskop aus und ziehen das Netzkabel ab:



Funktionstest

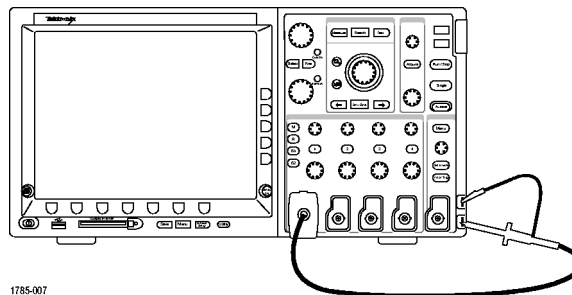
Führen Sie diesen schnellen Funktionstest durch, um zu überprüfen, ob Ihr Oszilloskop ordnungsgemäß funktioniert.

1. Schließen Sie das Netzkabel des Oszilloskops so an, wie in *Einschalten des Oszilloskops* beschrieben. (Siehe Seite 15.)
2. Schalten Sie das Oszilloskop ein.

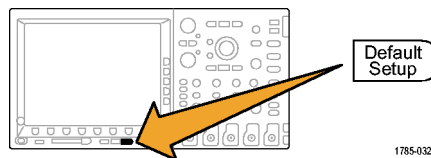


1785-012

3. Schließen Sie die Tastkopfspitze des Tastkopfs P6139A und die Referenzleiter an die **PROBE COMP**-Anschlüsse am Oszilloskop an.



4. Drücken Sie **Default Setup**.

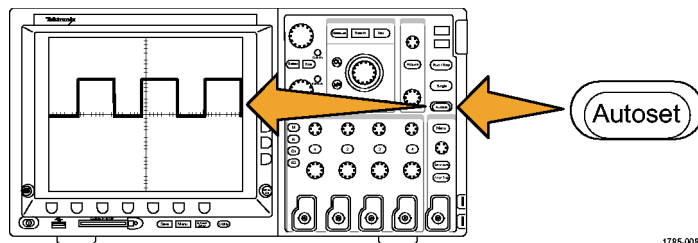


5. Drücken Sie **Autoset**. Auf dem Bildschirm sollte nun ein Rechtecksignal mit etwa 2,5 V bei 1 kHz angezeigt werden.

HINWEIS. Es empfiehlt sich, um die beste Leistung zu erzielen, die Vertikalskalierung auf 500 mV einzustellen.

Wenn das Signal angezeigt wird, aber nicht die richtige Form aufweist, führen Sie die Schritte zum Kompensieren des Tastkopfes durch. (Siehe Seite 21, *Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs.*)

Wenn kein Signal angezeigt wird, führen Sie die Schritte erneut durch. Wenn dies nicht hilft, lassen Sie das Gerät von qualifiziertem Kundendienstpersonal warten.



1785-008

Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs

Wenn Sie einen passiven Spannungstastkopf zum ersten Mal an einen Eingangskanal anschließen, sollten Sie den Tastkopf kompensieren, um ihn mit dem betreffenden Eingangskanal des Oszilloskops abzugleichen.

So kompensieren Sie einen passiven Tastkopf:

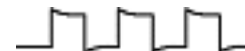
1. Befolgen Sie die Schritte des Funktionstests. (Siehe Seite 18, *Funktionstest*.)
2. Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals, um zu bestimmen, ob der Tastkopf ordnungsgemäß kompensiert ist.



Ordnungsgemäß
kompensiert

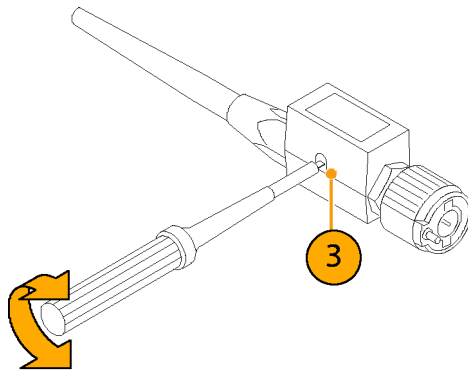


Unterkompensiert



Überkompensiert

3. Ändern Sie, falls erforderlich, die Tastkopfeinstellung. Wiederholen Sie diesen Vorgang so oft wie nötig.



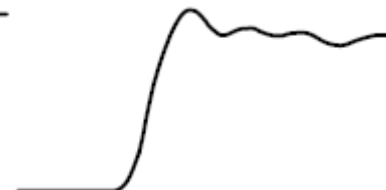
1785-140

Schnelltipps

Verwenden Sie einen möglichst kurzen Erdungsleiter und Signalpfad, um das tastkopfinduzierte Überspringen und die Verzerrung des gemessenen Signals gering zu halten.



Signal mit einem kurzen Erdungsleiter



Signal mit einem langen Erdungsleiter

Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul

Für alle Anwendungsmodule, die nicht in Ihrem Oszilloskop installiert sind, steht Ihnen eine kostenlose 30-Tage-Testversion zur Verfügung. Der Testzeitraum beginnt, wenn Sie das Oszilloskop das erste Mal einschalten.

Wenn Sie nach 30 Tagen die Anwendung weiter nutzen möchten, müssen Sie das Modul käuflich erwerben. Wenn Sie sehen möchten, wann der Testzeitraum für die kostenlose Testversion abläuft, drücken Sie die Bedienfeldtaste **Utility**, drücken Sie die untere Rahmentaste **Weitere Optionen**, wählen Sie mit dem Mehrweckknopf **a** die Option **Konfig** aus, und drücken Sie die untere Rahmentaste **Version**.

Installieren eines Anwendungsmoduls



VORSICHT. Um Schäden am Oszilloskop oder am Anwendungsmodul zu vermeiden, beachten Sie die Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich elektrostatischer Entladung. (Siehe Seite 15, Einschalten des Oszilloskops.)

Trennen Sie das Oszilloskop von der Stromversorgung, bevor Sie ein Anwendungsmodul entfernen oder hinzufügen.

(Siehe Seite 17, Ausschalten des Oszilloskops.)

Mit optionalen Anwendungsmodulpaketen können die Funktionen Ihres Oszilloskops erweitert werden. Sie können bis zu vier Anwendungsmodule gleichzeitig installieren. Anwendungsmodule installieren Sie in den beiden Steckplätzen mit Fenstern in der oberen rechten Ecke des Bedienfelds. Zwei zusätzliche Steckplätze befinden sich direkt hinter den beiden, die Sie sehen können. Bei Verwendung dieser Steckplätze installieren Sie das Modul so, dass die Beschriftung von Ihnen weg zeigt.

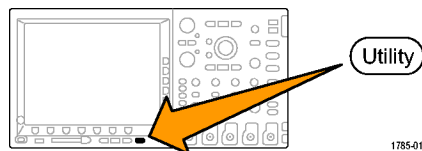
Anweisungen zur Installation und zum Testen von Anwendungsmodulen entnehmen Sie den *Installationsanleitung zu den Anwendungsmodulen für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000*, die mit dem Anwendungsmodul geliefert wurden.

HINWEIS. Wenn Sie ein Anwendungsmodul entfernen, können Sie nicht mehr auf die durch dieses Modul zur Verfügung gestellten Funktionen zugreifen. Um die Funktionen wieder verfügbar zu machen, trennen Sie das Oszilloskop von der Stromversorgung, installieren das Modul neu und schalten das Oszilloskop wieder ein.

Ändern der Sprache der Benutzeroberfläche

Wenn Sie die Sprache der Benutzeroberfläche des Oszilloskops ändern und die Beschriftungen der Bedienfeldtasten mithilfe eines Overlay ändern möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Taste **Utility**.



1785-011

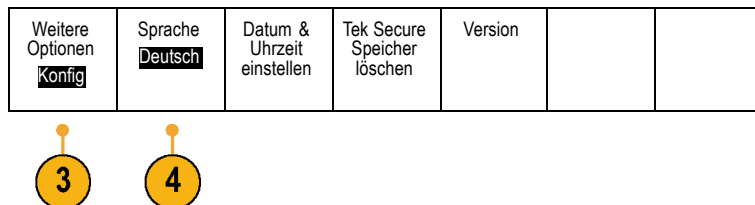
2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.

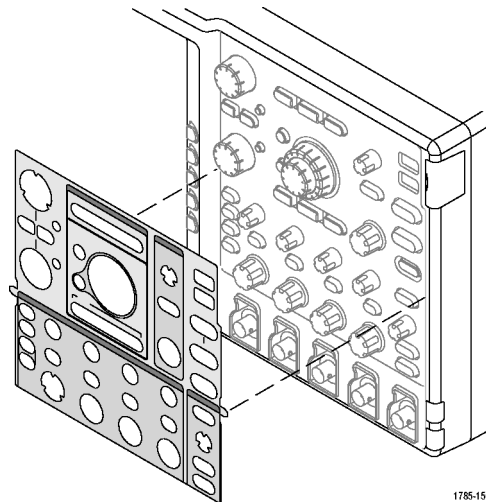


4. Drücken Sie im daraufhin auf dem unteren Rahmen angezeigten Menü auf die Menüoption **Sprache**.



5. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie die gewünschte Sprache aus. Sie haben die folgenden Auswahlmöglichkeiten: Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Spanisch, Brasilianisches Portugiesisch, Russisch, Japanisch, Koreanisch, Chinesisch (vereinfacht) und Chinesisch (traditionell).

6. Wenn Sie „English“ auswählen, achten Sie darauf, dass das austauschbare Plastik-Frontplattenoverlay abgenommen ist. Wenn Sie eine andere Sprache als Englisch auswählen, legen Sie das Plastik-Overlay für die gewünschte Sprache über die eigentliche Frontplatte, um die Beschriftungen in diese Sprache zu ändern.

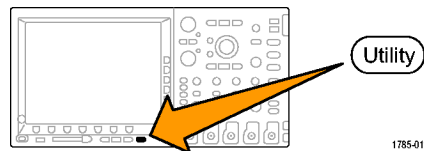


1785-156

Ändern von Datum und Uhrzeit

So stellen Sie die interne Uhr auf das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit ein:

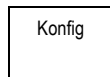
1. Drücken Sie **Utility**.



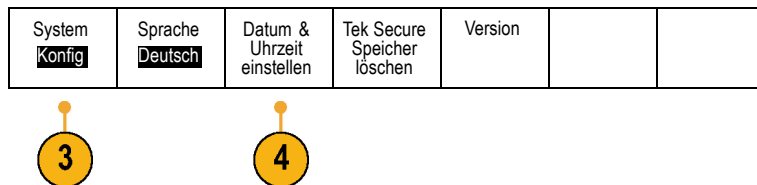
2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.



4. Drücken Sie **Datum & Uhrzeit einstellen**.



5. Drücken Sie die Knöpfe am seitlichen Rahmen, und drehen Sie beide Mehrzweckknöpfe (**a** und **b**), um die Werte für Datum und Uhrzeit einzustellen.

Datum & Uhrzeit einstell.
Datum/Zeit anzeigen Ein Aus
Std: 4 4 Minute 1 1
Monat Mai Tag 3
Jahr 2007
Datum/Zeit eingeben



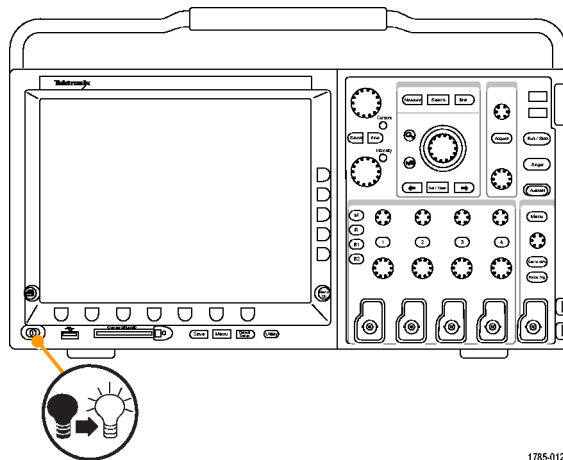
6. Drücken Sie **Datum/Zeit eingeben**.

Signalpfadkompensation

Die Signalpfadkompensation (SPC) korrigiert durch Temperaturabweichungen und/oder langfristige Drifts verursachte Gleichstromschwankungen. Führen Sie die Kompensation stets aus, wenn sich die Umgebungstemperatur um mehr als 10 °C geändert hat, oder aber einmal pro Woche, wenn Sie vertikale Einstellungen von 5 mV oder weniger pro Skalenteil verwenden. Wenn Sie dies unterlassen, kann das Gerät bei diesen Einstellungen für Volt/Skalenteil möglicherweise nicht die garantierte Leistung erreichen.

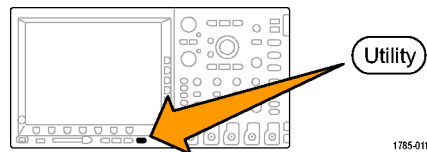
So kompensieren Sie den Signalpfad:

1. Warten Sie mindestens 20 Minuten, bis das Oszilloskop seine Betriebstemperatur erreicht hat. Entfernen Sie sämtliche Eingangssignale (Tastköpfe und Kabel) aus den Kanaleingängen. Die SPC wird durch Eingangssignale mit Wechselstromkomponenten negativ beeinflusst.



1785-012

2. Drücken Sie **Utility**.



1755-011

3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere
Optionen



4. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **Kalibrierung** aus.

Kalib-
rierung

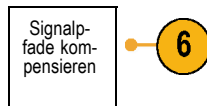
5. Drücken Sie im auf dem unteren Rahmen angezeigten Menü auf die Menüoption **Signalpfad**.

Weitere Optionen	Signalpfad Pass	Werkseitig Pass				
Kalib- rierung						



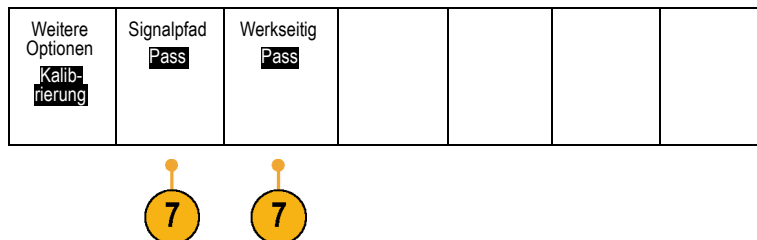
6. Drücken Sie in dem daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen auf **Signalpfade kompensieren**.

Die Kalibrierung dauert etwa 10 Minuten.



7. Überzeugen sie sich, dass auf der Statusanzeige im Menü auf dem unteren Rahmen nach der Kalibrierung **Pass** angezeigt wird.

Andernfalls kalibrieren Sie das Gerät neu oder lassen es von qualifiziertem Kundendienstpersonal warten.



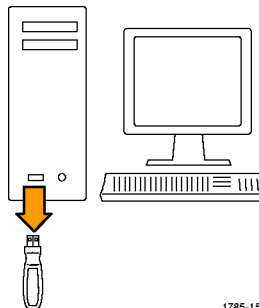
8. Diese Funktion wird vom Kundendienstpersonal verwendet, um die internen Spannungsbezugspunkte des Oszilloskops unter Verwendung von externen Quellen zu kalibrieren. Wenden Sie sich an die Tektronix-Niederlassung oder den Vertreter vor Ort, wenn Sie bei der werkseitigen Kalibrierung Unterstützung benötigen.

HINWEIS. Die Signalpfadkompensation beinhaltet keine Kalibrierung der Tastkopfspitze. (Siehe Seite 21, Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs.)

Aktualisieren der Firmware

So aktualisieren Sie die Firmware des Oszilloskops:

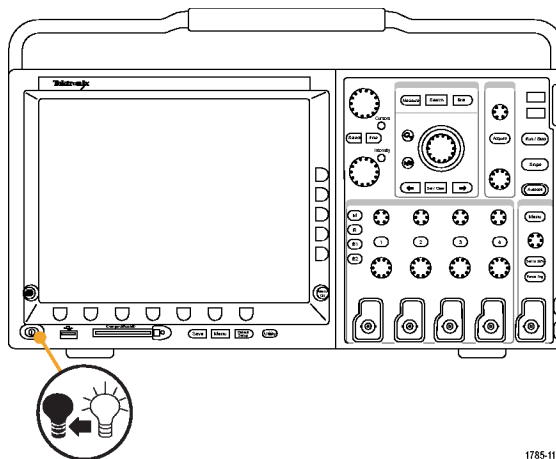
1. Öffnen Sie einen Webbrowser, und besuchen Sie die Website www.tektronix.com/software. Wechseln Sie zur Softwaresuche. Laden Sie die neueste Firmware für Ihr Oszilloskop auf Ihren PC herunter.



1785-157

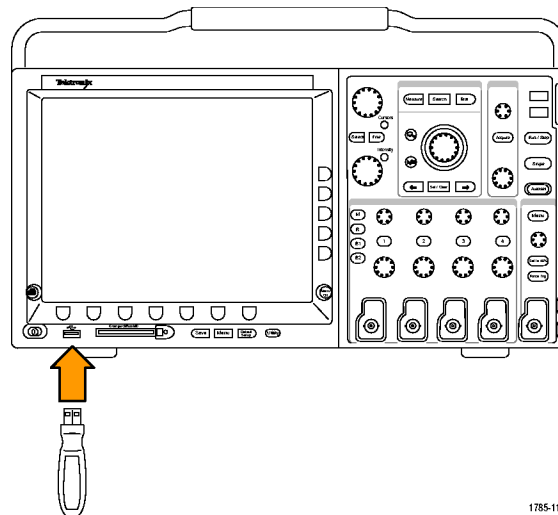
Entpacken Sie die Dateien, und kopieren Sie die Datei `firmware.img` in den Stammordner eines USB-Flash-Laufwerks.

2. Schalten Sie das Oszilloskop aus.



1785-111

3. Setzen Sie das USB-Flash-Laufwerk in den USB-Anschluss am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops ein.

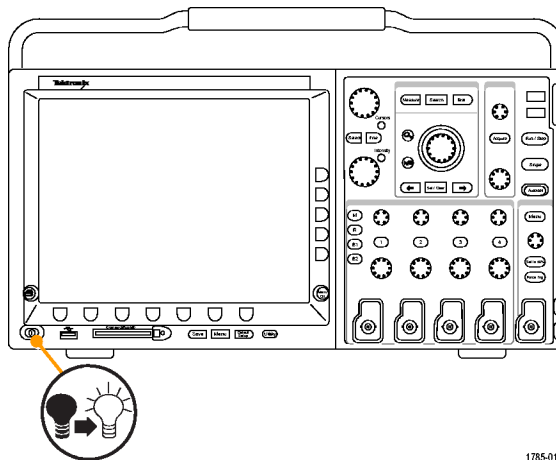


1785-113

4. Schalten Sie das Oszilloskop ein. Das Gerät erkennt die neue Firmware automatisch und installiert sie.

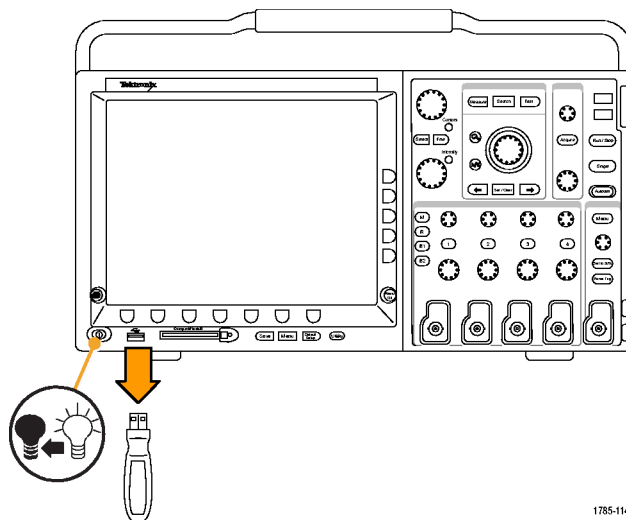
Sollte das Gerät die Firmware nicht installieren, befolgen Sie das Verfahren erneut. Wenn das Problem weiterhin besteht, wenden Sie sich an qualifiziertes Kundendienstpersonal.

HINWEIS. Das Oszilloskop muss die Installation der Firmware beendet haben, bevor Sie das Oszilloskop ausschalten bzw. Sie das USB-Flash-Laufwerk entnehmen.



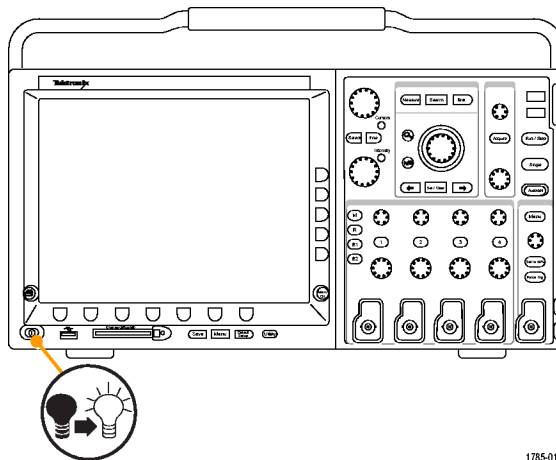
1785-012

5. Schalten Sie das Oszilloskop aus, und entnehmen Sie das USB-Flash-Laufwerk.

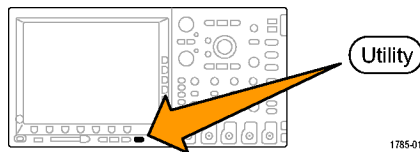


1785-114

6. Schalten Sie das Oszilloskop ein.



7. Drücken Sie **Utility**.



8. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere
Optionen



9. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.

Konfig

10. Drücken Sie **Version**. Die Versionsnummer der Firmware wird auf dem Oszilloskop angezeigt.

Weitere Optionen Konfig	Sprache Deutsch	Datum & Uhrzeit einstellen	Tek Secure Speicher löschen	Version		
--------------------------------------	---------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------	--	--



11. Überzeugen Sie sich, dass die Versionsnummer mit der der neuen Firmware übereinstimmt.

Anschließen des Oszilloskops an einen Computer

Sie können Ihre Arbeit auch für spätere Zwecke archivieren. Anstatt Bildschirmdarstellungen und Signaldaten auf einem CompactFlash- oder USB-Flash-Laufwerk zu speichern und später einen Bericht zu erstellen, können Sie die Bild- oder Signaldaten zur Analyse auch direkt an einen Remote-PC senden. Von einem Computer aus können Sie ein Oszilloskop zudem auch von einem anderem Ort aus fernsteuern. (Siehe Seite 230, *Speichern einer Bildschirmdarstellung*.) (Siehe Seite 232, *Speichern und Abrufen von Signaldaten*.)

Oszilloskope können auf zweierlei Weise an einen Computer angeschlossen werden: mit den VISA-Treibern und den e*Scope-Webtools. Mit VISA können Sie vom Computer aus über eine Softwareanwendung mit dem Oszilloskop kommunizieren. Mit e*Scope können Sie über einen Webbrowser mit dem Oszilloskop kommunizieren.

Verwenden von VISA

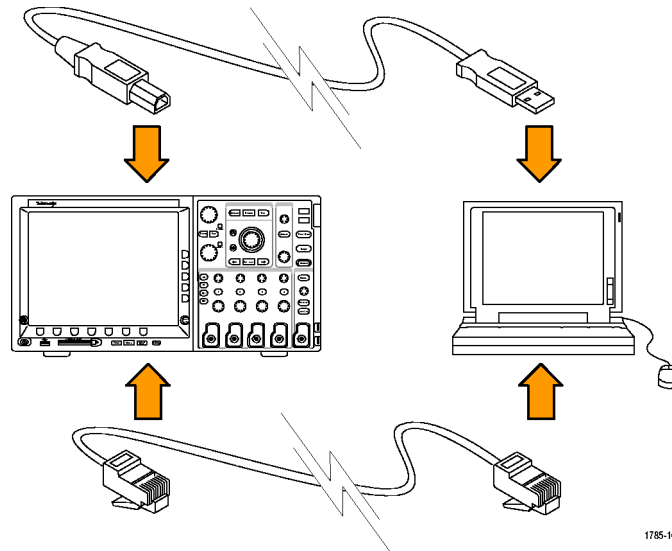
Mit VISA können Sie einen Windows-Computer verwenden, um Daten des Oszilloskops zur Verwendung in einem auf dem PC ausgeführten Analysepaket zu erfassen. Dies kann etwa Microsoft Excel, National Instruments LabVIEW oder ein selbst erstelltes Programm sein. Zum Anschließen des Computers an das Oszilloskop steht eine normale Kommunikationsverbindung zur Verfügung, z. B. USB, Ethernet oder GPIB.

So richten Sie die VISA-Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem Computer ein:

1. Laden Sie die VISA-Treiber auf den Computer.

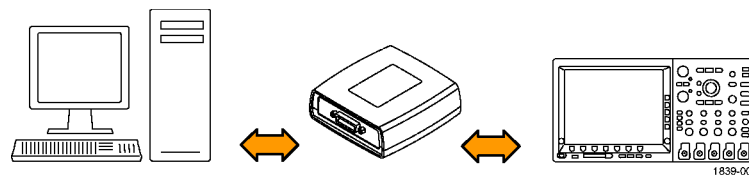
Sie finden die Treiber auf der zugehörigen CD, die mit dem Oszilloskop mitgeliefert wird, oder auf der Tektronix-Website für Softwaresuche (www.tektronix.com).

2. Schließen Sie das Oszilloskop mit einem geeigneten USB- oder Ethernet-Kabel an den Computer an.



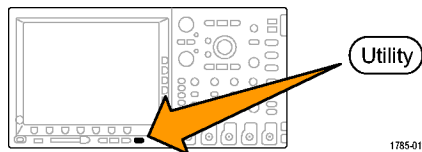
1785-167

Für die Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem GPIB-System schließen Sie das Oszilloskop mit einem USB-Kabel an den TEK-USB-488-GPIB-USB-Adapter an. Schließen Sie den Adapter dann über ein GPIB-Kabel an das GPIB-System an.

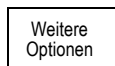


1839-001

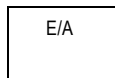
3. Drücken Sie **Utility**.



4. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



5. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **E/A** aus.



6. Wenn Sie USB verwenden, richtet sich das System automatisch ein, sobald Sie USB aktiviert haben.

Stellen Sie sicher, dass im Menü auf dem unteren Rahmen die Option **USB** aktiviert ist. Drücken Sie andernfalls **USB**. Drücken Sie dann im Menü auf dem seitlichen Rahmen auf **Aktiviert**.

Weitere Optionen E/A	USB Aktiviert	Ether-net-Netzwerkeinstellgn.	GPIB 1			
--------------------------------	-------------------------	-------------------------------	------------------	--	--	--

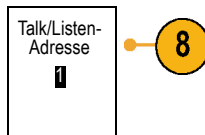


7. Zur Verwendung von Ethernet drücken Sie **Ethernet-Netzwerkeinstellungen**.

Wenn Sie über ein DHCP-Ethernet-Netzwerk verfügen und ein durchgeschaltetes Kabel einsetzen, stellen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen DHCP auf **Ein** ein. Wenn Sie ein Kabel mit überkreuzten Adern (Crossover-Kabel) verwenden, müssen Sie **Aus** einstellen und eine feste TCP/IP-Adresse festlegen.

Geräte-einstellgn. ändern
DHCP/BOOTP Ein Aus
Verbindung testen

8. Wenn Sie GPIB verwenden, drücken Sie **GPIB**. Geben Sie mit Hilfe des Mehrzweckknopfs **a** im Menü auf dem seitlichen Rahmen die GPIB-Adresse ein.



Auf diese Weise legen Sie die GPIB-Adresse für einen angeschlossenen TEK-USB-488-Adapter fest.

9. Führen Sie die Anwendungssoftware auf dem Computer aus.



Schnelltipps

- Die mit dem Oszilloskop mitgelieferte CD enthält eine Reihe Windows-basierter Softwaretools, mit denen eine effiziente Schnittstelle zwischen dem Oszilloskop und Ihrem Computer hergestellt werden soll. Über Symbolleisten können Microsoft Excel und Word schneller aufgerufen werden. Zudem steht das unabhängige Erfassungsprogramm OpenChoice Desktop zur Verfügung.
- Der USB 2.0-Geräteanschluss an der Rückplatte ist für USB-Verbindungen mit Computern vorgesehen. Die USB 2.0-Hostanschlüsse am vorderen und hinteren Bedienfeld dienen zum Anschließen von USB-Flash-Laufwerken und Druckern an das Oszilloskop.

USB-Hostanschluss



USB-Geräteanschluss



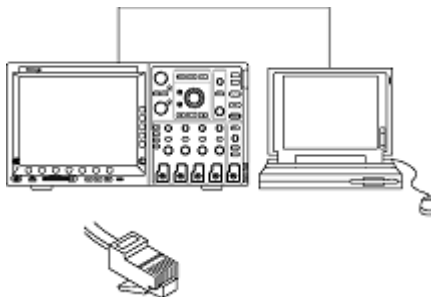
Verwenden von e*Scope

Über e*Scope können Sie mit einem Browser von Ihrer Workstation, Ihrem PC oder Laptop aus auf jedes an das Internet angeschlossene Oszilloskop der Serien DPO4000 oder MSO4000 zugreifen. Egal wo Sie sich gerade befinden, ein Computer mit Browser genügt für die Verbindung zu Ihrem Oszilloskop.

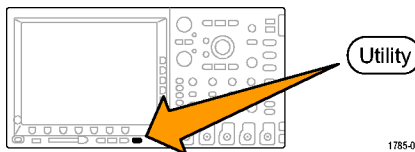
So richten Sie die e*Scope-Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem Webbrowser auf einem Remotecomputer ein:

1. Verbinden Sie das Oszilloskop über ein geeignetes Ethernet-Kabel mit dem Computer.

Wenn der Anschluss direkt an Ihren PC erfolgen soll, benötigen Sie ein Ethernet-Kreuzkabel. Beim Anschluss an ein Netzwerk oder einen Hub benötigen Sie ein durchgeschaltetes Ethernet-Kabel.



2. Drücken Sie **Utility**.



1785-011

3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere
Optionen



4. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **E/A** aus.

E/A

5. Drücken Sie **Ethernet-Netzwerkeinstellgn.**

Weitere Optionen E/A	USB Aktiviert	Ethernet- Netzwerke- instellgn.	GPIO 1			
-----------------------------------	-------------------------	---------------------------------------	------------------	--	--	--



6. Wenn Sie über ein DHCP-Ethernet-Netzwerk verfügen und dynamische Adressierung verwenden, stellen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen DHCP auf **Ein** ein. Wenn Sie die statische Adressierung verwenden, stellen Sie den Wert auf **Aus** ein.

Drücken Sie **Geräteeinstellungen ändern**. Wenn Sie DHCP verwenden, notieren Sie die Ethernetadresse und den Gerätenamen. Wenn Sie statische Adressierung verwenden, geben Sie die von Ihnen verwendete Ethernetadresse ein.

Geräte- einstellgn. ändern
DHCP/ BOOTP <input checked="" type="radio"/> Ein <input type="radio"/> Aus
Verbindung testen



HINWEIS. Je nach Typ und Geschwindigkeit des Netzwerks, mit dem das Oszilloskop der Serie 4000 verbunden ist, sehen Sie nach dem Drücken der DHCP/BOOTP-Taste möglicherweise nicht sofort die Aktualisierung des Felds DHCP/BOOTP. Die Aktualisierung kann einige Sekunden dauern.

7. Starten Sie den Browser auf dem Remotecomputer. Geben Sie in der Adresszeile des Browsers die IP-Adresse oder, falls DHCP am Oszilloskop auf **Ein** gestellt ist, einfach den Gerätenamen ein.
8. Nun wird im Webbrowser der e*Scope-Bildschirm mit der Oszilloskopanzeige angezeigt.
Wenn e*Scope nicht funktioniert, führen Sie die Schritte erneut durch. Wenn das Programm dennoch nicht funktioniert, wenden Sie sich an qualifiziertes Kundendienstpersonal.

Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop

Sie können eine USB-Tastatur an einen USB-Hostanschluss auf dem hinteren oder vorderen Bedienfeld des Oszilloskops anschließen. Das Oszilloskop erkennt die Tastatur, auch wenn das Oszilloskop beim Anschließen gerade eingeschaltet wird.

Mithilfe der Tastatur können Sie schnell Namen vergeben oder Notizen erstellen. Auf das Menü „Notiz“ können Sie über die Taste am unteren Rahmen im Menü „Kanal“ oder „Bus“ zugreifen. Verschieben Sie mit den Pfeiltasten auf der Tastatur die Einfügemarke, und geben Sie dann einen Namen oder eine Notiz ein. Durch das Beschriften von Kanälen und Bussen lassen sich Informationen auf dem Bildschirm leichter erkennen.

Kennenlernen des Gerätes

Menüs und Bedienelemente auf der Frontplatte

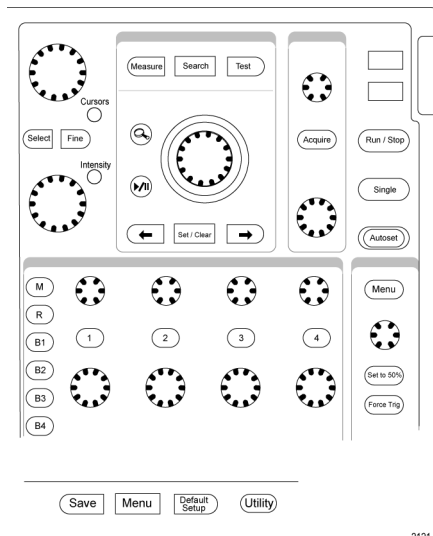
An der Frontplatte befinden sich Tasten und Bedienelemente für die am häufigsten verwendeten Funktionen. Mit den Menütasten können Sie auf Spezialfunktionen zugreifen.

Verwenden des Menüsystems

So verwenden Sie das Menüsystem:

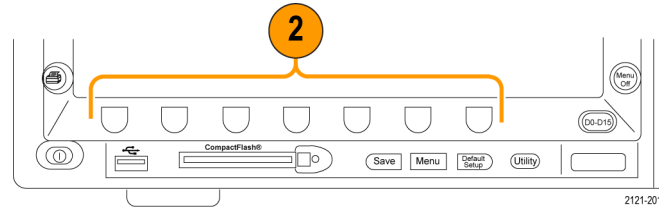
1. Drücken Sie eine Menütaste auf der Frontplatte, um das Menü anzuzeigen, das Sie verwenden möchten.

Mit den Tasten B1 bis B4 an den Oszilloskopen der Serie MSO4000 können bis zu vier verschiedene serielle oder parallele Busse unterstützt werden.

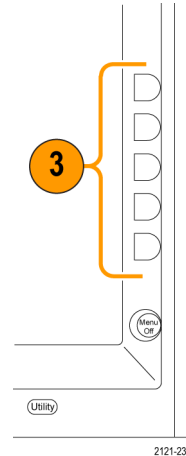


2121-229

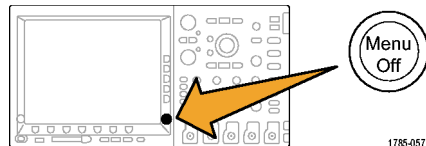
2. Drücken Sie eine Taste auf dem unteren Rahmen, um ein Menüelement auszuwählen. Wenn ein Popupmenü angezeigt wird, wählen Sie mit dem Mehrzweckknopf **a** die gewünschte Option aus.



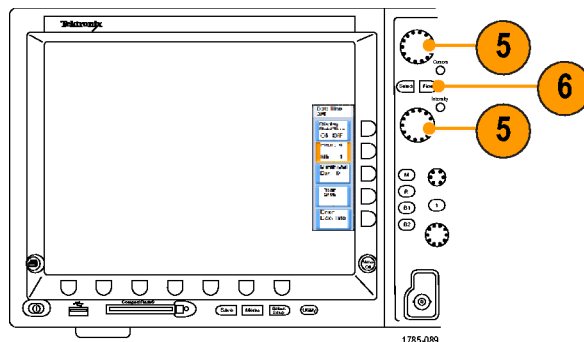
3. Drücken Sie eine Taste am seitlichen Rahmen, um ein entsprechendes Menüelement auszuwählen. Wenn es mehrere Auswahlmöglichkeiten gibt, drücken Sie die Taste am seitlichen Rahmen erneut, um durch die Optionen zu blättern. Wenn ein Popupmenü angezeigt wird, wählen Sie mit dem Mehrzweckknopf **a** die gewünschte Option aus.



4. Um ein Menü auf dem seitlichen Rahmen zu entfernen, drücken Sie die Taste auf dem unteren Rahmen erneut oder drücken **Menu Off**.



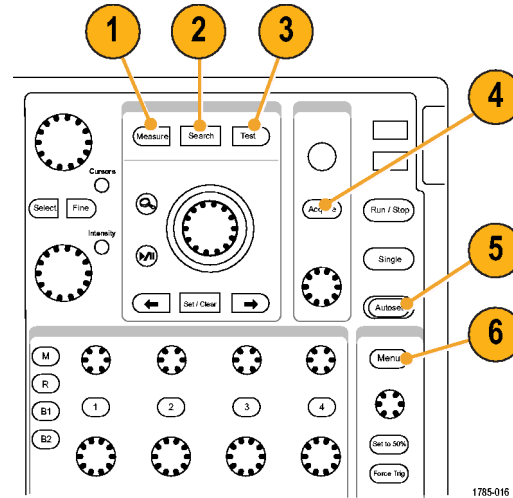
5. Bei einigen Menüoptionen müssen Sie einen numerischen Wert eingeben, um das Einrichten abzuschließen. Mit dem oberen und dem unteren Mehrzweckknopf (**a** bzw. **b**) stellen Sie die Werte ein.
6. Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen zu aktivieren oder zu deaktivieren.



Verwenden der Menütasten

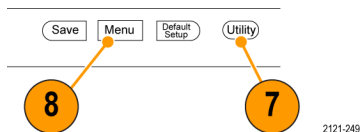
Mit den Menütasten können Sie viele Oszilloskopfunktionen ausführen.

1. **Messen.** Drücken Sie die Taste, um automatisierte Messungen von Signalen durchzuführen oder Cursor zu konfigurieren.
2. **Suchen.** Drücken Sie diese Taste, um erfasste Daten nach benutzerdefinierten Ereignissen/Kriterien zu durchsuchen.
3. **Test.** Drücken Sie die Taste, um erweiterte oder anwendungsspezifische Testfunktionen zu aktivieren.
4. **Erfassen.** Drücken Sie die Taste, um den Erfassungsmodus und die Aufzeichnungslänge einzustellen.
5. **Auto-Setup.** Drücken Sie diese Taste, um die Einstellungen für das Oszilloskop automatisch einzurichten.
6. **Trigger-Menü.** Drücken Sie diese Taste, um die Trigger-Einstellungen anzugeben.



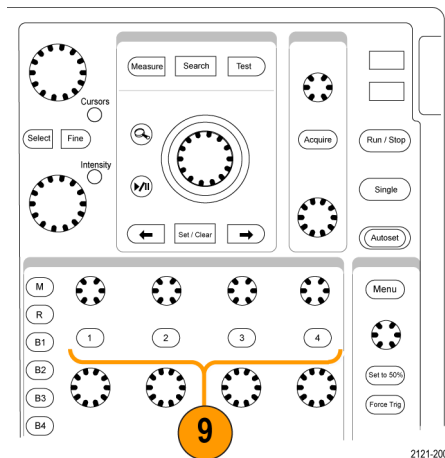
1785-016

7. **Utility.** Drücken Sie diese Taste, um Utility-Funktionen des Systems zu aktivieren, z. B. die Sprachauswahl oder die Einstellungen für Datum und Uhrzeit.



8. **Menü Save/Recall.** Drücken Sie die Taste, um Setups, Signale und Bildschirmdarstellungen in einem internen Speicher, auf einer CompactFlash-Karte oder auf einem USB-Flash-Laufwerk zu speichern bzw. von dort abzurufen.

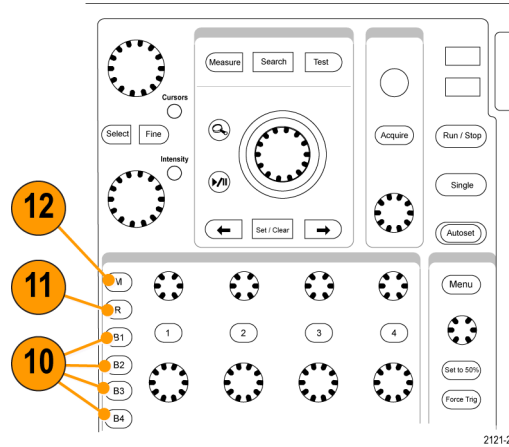
9. **Kanal 1,2,3 oder 4 Menu.** Drücken Sie die Tasten, um vertikale Parameter für Eingangssignale und zum Anzeigen bzw. Ausblenden der entsprechenden Signale einzustellen.



10. **B1** oder **B2**. Drücken Sie die Taste, um einen Bus zu definieren und anzuzeigen, wenn Sie über die entsprechenden Modulanwendungsschlüssel verfügen. Das Modul DPO4AUTO unterstützt CAN. Das Modul DPO4EMBD unterstützt I²C und SPI. Das Modul DPO4AUTO unterstützt RS-232.

Drücken Sie die Tasten **B1** oder **B2**, um den entsprechenden Bus anzuzeigen oder auszublenden.

Bei der Serie MSO4000 können Sie mit den Tasten **B3** und **B4** bis zu vier verschiedene serielle Busse und parallele Busse unterstützen.

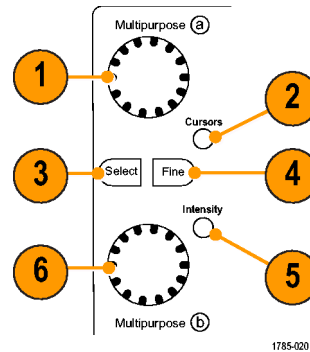


11. **R**. Drücken Sie die Taste, um Referenzsignale zu verwalten, einschließlich Anzeigen oder Ausblenden einzelner Referenzsignale.
12. **M**. Drücken Sie die Taste, um mathematische Signale zu verwalten, einschließlich Anzeigen oder Ausblenden einzelner mathematischer Signale.

Verwendung weiterer Bedienelemente

Mit diesen Tasten und Drehknöpfen können Sie Signale, Cursor und andere Dateneingaben steuern.

1. Drehen Sie den oberen Mehrzweckknopf **a**, wenn dieser aktiviert ist, um einen Cursor zu verschieben, einen numerischen Parameterwert für ein Menüelement festzulegen oder um aus einer Popupliste von Optionen eine Auswahl zu treffen. Drücken Sie die in der Nähe befindliche Taste **Fein**, um zwischen gröberen und feineren Anpassungen umzuschalten. Über Bildschirmsymbole werden Sie informiert, ob **a** oder **b** aktiv ist.



2. **Cursor**. Drücken Sie einmal, um die beiden vertikalen Cursor zu aktivieren. Drücken Sie die Taste noch einmal, um die beiden vertikalen und die beiden horizontalen Cursors zu aktivieren. Drücken Sie die Taste erneut, um alle Cursor zu deaktivieren. Wenn die Cursors aktiviert sind, können Sie ihre Position mit den Mehrfunktions-Drehknöpfen steuern.

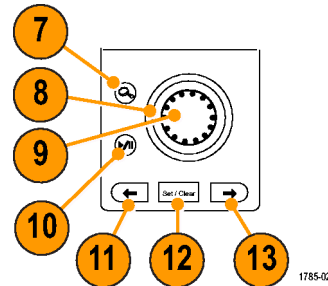
3. **Wählen.** Drücken Sie die Taste, um spezielle Funktionen zu aktivieren.

Bei Verwendung der beiden vertikalen Cursor (und ohne sichtbare horizontale Cursor) können Sie diese Taste drücken, um die Cursor zu koppeln oder zu entkoppeln. Wenn sowohl die beiden vertikalen als auch die beiden horizontalen Cursor sichtbar sind, können Sie diese Taste drücken, um entweder die vertikalen oder die horizontalen Cursor zu aktivieren.

4. **Fein.** Drücken Sie die Taste, um zwischen gröberen und feineren Anpassungen mit den Drehknöpfen für vertikale und horizontale Positionen, dem Drehknopf für den Trigger-Pegel und vielen Aktionen mit den Mehrfunktions-Drehknöpfen **a** und **b** umzuschalten.

5. **Intensität** des Signals. Drücken Sie die Taste, um den Mehrfunktions-Drehknopf **a** zum Steuern der Signalanzeige-Intensität und Drehknopf **b** zum Steuern der Rasterintensität zu aktivieren.

6. Drehen Sie den unteren Mehrfunktions-Drehknopf **b**, wenn dieser aktiviert ist, um einen Cursor zu verschieben oder einen numerischen Parameterwert für ein Menüelement einzustellen. Drücken Sie **Fein**, um die Einstellungen in kleineren Schritten vorzunehmen.
7. **Zoom**-Taste. Drücken Sie die Taste, um den Zoommodus zu aktivieren.
8. **Verschieben** (äußerer Drehknopf). Drehen Sie den Drehknopf, um die Position des Zoomfensters im erfassten Signal zu verschieben.
9. **Zoom** (innerer Drehknopf). Drehen Sie den Knopf, um den Zoomfaktor zu steuern. Durch Drehen im Uhrzeigersinn wird der Zoomfaktor vergrößert. Durch Drehen entgegen dem Uhrzeigersinn wird der Zoomfaktor verkleinert.



10. **Wiedergabe/Pause-Taste.** Drücken Sie die Taste, um das automatische Verschieben eines Signals zu starten oder anzuhalten. Steuern Sie die Geschwindigkeit und die Richtung mit dem Drehknopf zum Verschieben.
11. **← Rückwärts.** Drücken Sie die Taste, um zur vorherigen Signalmarkierung zu springen.
12. **Markierung setzen/löschen.** Drücken Sie die Taste, um eine Signalmarkierung festzulegen oder zu löschen.
13. **→ Vorwärts.** Drücken Sie die Taste, um zur nächsten Signalmarkierung zu springen.

14. Horizontale Position. Drehen Sie den Knopf, um die Position des Triggerpunktes im Verhältnis zu den erfassten Signalen festzulegen. Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen vorzunehmen.

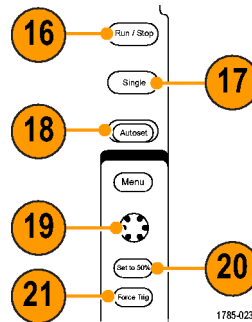
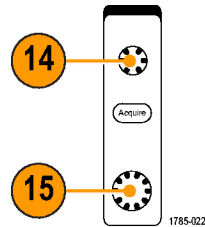
15. Horizontalskala. Drehen Sie den Knopf, um die Horizontalskala (Zeit/Skalenteil) anzupassen.

16. Start/Stop. Drücken Sie die Taste, um Erfassungsvorgänge zu starten oder zu stoppen.

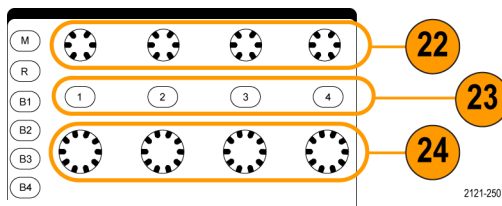
17. Einzel. Drücken Sie die Taste, um eine Einzelerfassung vorzunehmen.

18. Auto-Setup. Drücken Sie die Taste, um die Bedienelemente für die Vertikale, die Horizontale und für Trigger automatisch für eine benutzerfreundliche, stabile Anzeige einzurichten.

19. Triggerpegel. Drehen Sie den Knopf, um den Triggerpegel einzustellen.

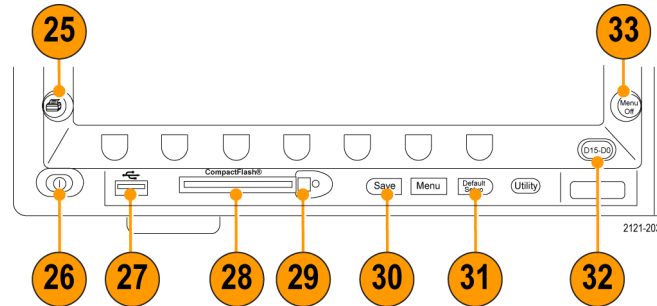


20. **Auf 50 % setzen.** Drücken Sie die Taste, um den Triggerpegel auf den Mittelpunkt des Signals einzustellen.
21. **Trigger erzwingen.** Drücken Sie die Taste, um ein unmittelbares Triggerereignis zu erzwingen.
22. **Vertical Position.** Drehen Sie den Knopf, um die vertikale Position des betreffenden Signals anzupassen. Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen vorzunehmen.
23. **1, 2, 3, 4.** Drücken Sie die Tasten, um das betreffende Signal anzuzeigen bzw. auszublenden und auf das vertikale Menü zuzugreifen.
24. **Vertikalskala.** Drehen Sie den Knopf, um den Faktor der vertikalen Skalierung (Volt/Skalenteil) des betreffenden Signals anzupassen.



25. Drucken. Drücken Sie die Taste, um die Bildschirmdarstellung mithilfe des im Menü „Utility“ ausgewählten Druckers zu drucken.

26. Hauptschalter. Drücken Sie den Schalter, um das Gerät ein- oder auszuschalten.



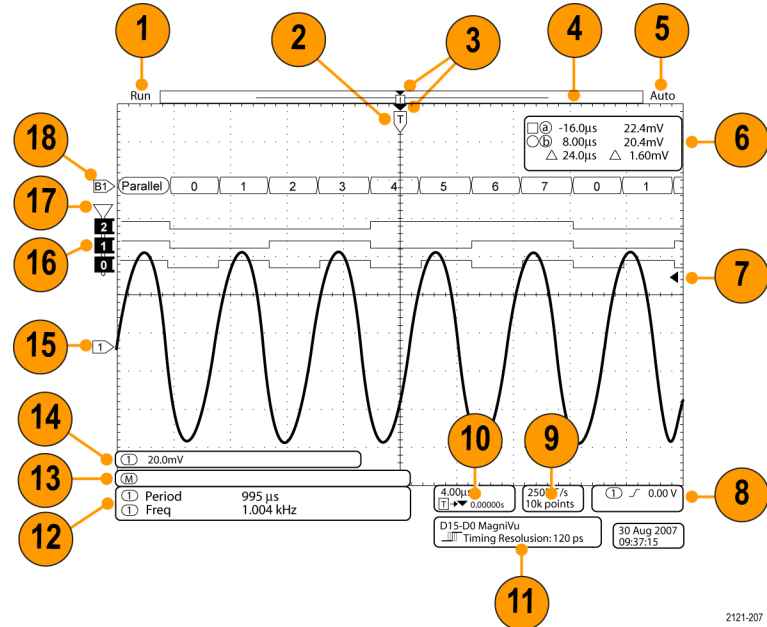
27. USB 2.0-Hostanschluss. Schließen Sie hier ein USB-Kabel an, um Peripheriegeräte, z. B. eine Tastatur, einen Drucker oder ein Flash-Laufwerk, an das Oszilloskop anzuschließen. Auf dem hinteren Bedienfeld befinden sich zwei weitere USB 2.0-Hostanschlüsse.

28. CompactFlash-Laufwerk. Setzen Sie hier eine CompactFlash-Karte ein.

- 29. **CompactFlash-Auswurfaste.** Wirft die CompactFlash-Karte aus dem CompactFlash-Laufwerk aus.
- 30. **Save.** Drücken Sie die Taste, um sofort einen Speichervorgang auszulösen. Für den Speichervorgang werden die aktuellen, im Menü „Save/Recall“ eingestellten Speicherparameter verwendet.
- 31. **Default Setup.** Drücken Sie die Taste, um die Grundeinstellungen des Oszilloskops sofort wiederherzustellen.
- 32. **D15 - D0.** Drücken Sie die Taste, um die digitalen Kanäle anzuzeigen bzw. von der Anzeige zu entfernen und um auf das Menü zum Einrichten digitaler Kanäle zuzugreifen (nur Serie MSO4000).
- 33. **Menu Off.** Drücken sie die Taste, um ein auf dem Bildschirm angezeigtes Menü auszublenden.

Symbole und andere Elemente der Anzeige

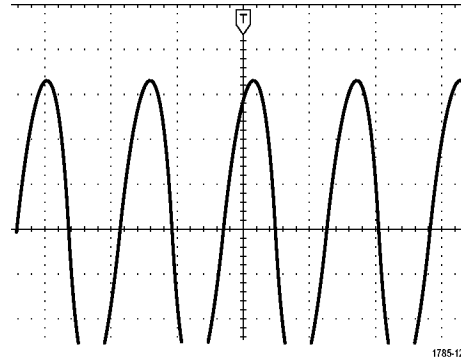
Auf dem Bildschirm können die folgenden Elemente angezeigt werden. Nicht alle Elemente sind jederzeit sichtbar. Manche Anzeigeelemente verschieben sich auch außerhalb des Rasterbereichs, wenn die Menüs deaktiviert sind.



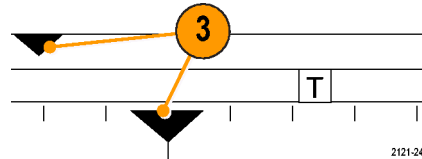
2121-207

1. Die Erfassungs-Messwertanzeige wird eingeblendet, wenn eine Erfassung ausgeführt oder angehalten wird, oder wenn eine Erfassungs-Voransicht angezeigt wird. Die Symbole bedeuten Folgendes:
 - Durchlauf: Erfassung aktiviert
 - Stopp: Erfassung nicht aktiviert
 - Rollen: Im Rollmodus (40 ms/Skalenteil oder langsamer)
 - PreVu: In diesem Zustand ist das Oszilloskop angehalten oder befindet sich zwischen Triggern. Sie können die horizontale oder vertikale Position oder Skalierung ändern, um ein ungefähres Abbild der nächsten Erfassung anzuzeigen.

2. Das Symbol für die Triggerposition gibt die Triggerposition in der Erfassung an.



3. Das Symbol für Dehnungspunkte (ein oranges Dreieck) zeigt den Punkt an, an dem sich die horizontale Skalierung dehnt und komprimiert.

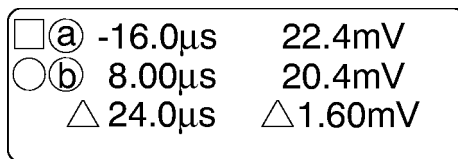


4. Die Signaldatensatzanzeige zeigt die Triggerstelle im Verhältnis zum Signaldatensatz an. Die Linienfarbe entspricht der ausgewählten Signalfarbe.



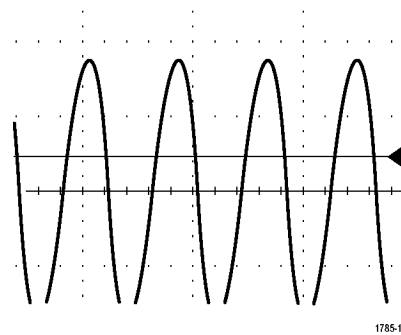
5. Die Triggerstatusanzeige gibt den Triggerstatus an. Folgende Status sind möglich:
 - Getrg: Getriggert
 - Auto: Ungetriggerte Daten werden erfasst
 - Vortrig: Vortriggerdaten werden erfasst
 - Trig?: Wartet auf Trigger

6. Die Cursor-Anzeige gibt die Zeit-, Amplituden- und Delta-Werte (Δ) jedes Cursors an.
 Bei FFT-Messungen werden Frequenz und Betrag angegeben.
 Die Anzeige zeigt für serielle Busse die decodierten Werte an.

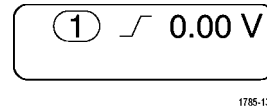


1785-134

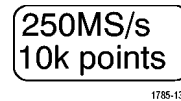
7. Das Symbol für den Triggerpegel zeigt den Triggerpegel des Signals an. Die Symbolfarbe entspricht der Farbe des Triggerquellkanals.



8. Die Triggeranzeige gibt Triggerquelle, -flanke und -pegel an. Die Triggeranzeigen für andere Triggertypen geben auch andere Parameter an.

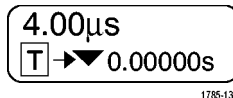


9. Die obere Zeile der Anzeige für Aufzeichnungslänge/Abtastrate gibt die Abtastrate an (einstellbar mit dem Drehknopf **Horizontalskala**). Die untere Zeile gibt die Aufzeichnungsdauer an (einstellbar über das Menü **Erfassen**).



10. Die Anzeige für die horizontale Position/Skala gibt auf der oberen Zeile die Horizontalskala (einstellbar mit dem Drehknopf **Horizontalskala**) und auf der unteren Zeile die Zeit vom T-Symbol bis zum Dehnungspunktsymbol (einstellbar mit dem Drehknopf **Horizontale Position**) an.

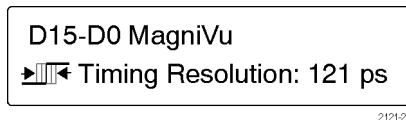
Über die horizontale Position können Sie zusätzliche Verzögerungen zwischen dem Triggerzeitpunkt und der eigentlichen Erfassung der Daten einfügen. Stellen Sie eine negative Zeit ein, um mehr Vortriggerinformationen zu erfassen.




11. Die Anzeige für die Timingauflösung zeigt die Timingauflösung der digitalen Kanäle an.

Die Timingauflösung ist die Zeit zwischen zwei Abtastpunkten. Sie ist der Kehrwert der digitalen Abtastrate.

Wenn das MagniVu-Steuerelement eingeschaltet ist, wird in der Anzeige "MagniVu" angezeigt.



12. Messwertanzeigen geben die ausgewählten Messwerte an. Es können bis zu vier Messwerte gleichzeitig angezeigt werden.

Das Symbol  wird anstelle des erwarteten numerischen Messergebnisses angezeigt, wenn eine vertikale Begrenzung vorhanden ist. Ein Teil des Signals befindet sich ober- oder unterhalb der Anzeige. Um ein ordnungsgemäßes numerisches Messergebnis zu erhalten, stellen Sie das Signal mit den Drehknöpfen für die vertikale Skalierung und die Position so ein, dass es vollständig angezeigt wird.

①	Period	995 μ s
①	Freq	1.004 kHz

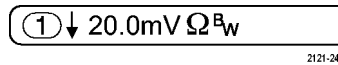
1785-144

13. Die zusätzlichen Signal-Messwertanzeigen geben die vertikalen und horizontalen Skalenfaktoren der mathematischen Signale bzw. der Referenz-Signale an.

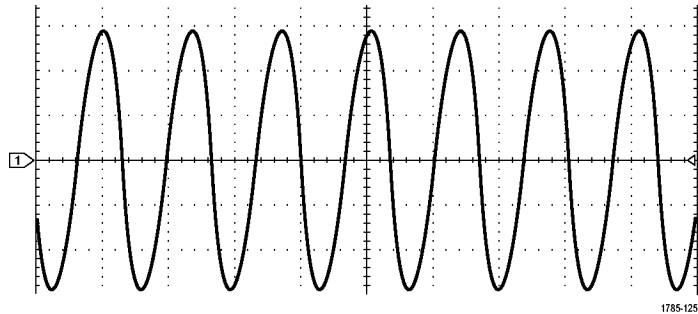
(M)

1785-138

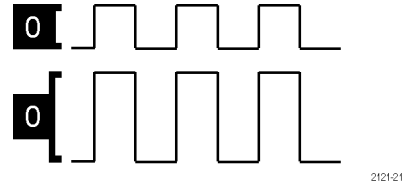
14. Die Kanalanzeige gibt den Skalenfaktor (pro Skalenteil), die Kopplung, den Invertierungs- und den Bandbreitenstatus des Kanals an. Die Einstellung erfolgt mit dem Drehknopf **Vertical Skala** und den Kanalmenüs **1, 2, 3** oder **4**.



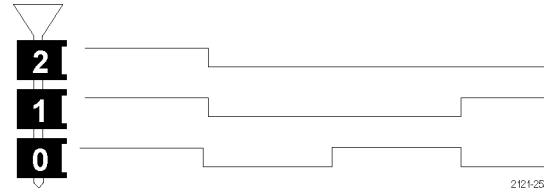
15. Bei analogen Kanälen zeigt die Markierung für die Grundlinie des Signals den Null-Volt-Pegel von Signalen an (wobei die Offset-Wirkung ignoriert wird). Die Farben des Symbols entsprechen den Farben des Signals.



16. Bei digitalen Kanälen (nur Serie MSO4000) zeigen die Grundlinienindikatoren auf den hohen und den niedrigen Pegel. Die Indikatorfarben folgen dem auch bei Widerständen verwendeten Farbcode. Der D0-Indikator ist schwarz, der D1-Indikator ist braun, der D2-Indikator ist rot usw.



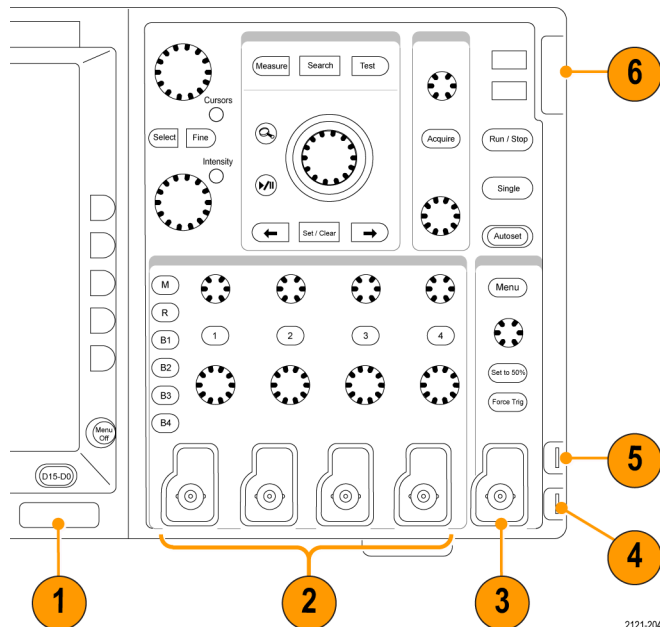
17. Das Gruppensymbol gibt an, wann digitale Kanäle in Gruppen zusammengefasst sind (nur Serie MSO4000).



18. Die Busanzeige zeigt decodierte Informationen auf Paketebene für serielle Busse oder für parallele Busse (nur Serie MSO4000) an. Die Busanzeige informiert über die Busnummer und den Bustyp.

Frontplatten-Anschlüsse

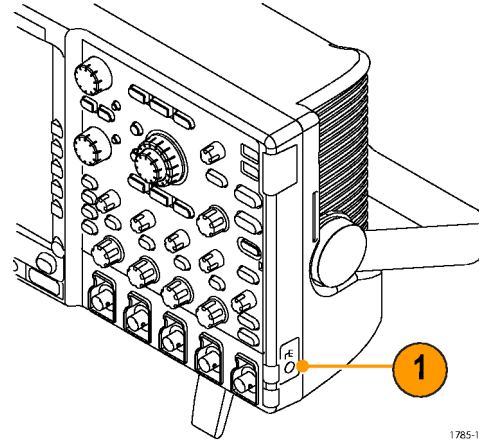
1. Logiktaktkopf-Stecker
2. Kanal 1, 2, (3, 4). Kanaleingänge mit TekVPI Versatile Probe Interface.
3. **Aux-Eingang.** Der Triggerpegelbereich ist von +8 V bis -8 V einstellbar. Die maximale Eingangsspannung beträgt 400 V Spitze, 250 V eff. Der Eingangswiderstand beträgt $1\text{ M}\Omega \pm 1\%$, parallel zu $13\text{ pF} \pm 2\text{ pF}$.
4. **PROBE COMP.** Rechtecksignalquelle zur Tastkopfkompensation.
Ausgangsspannung: 0 bis 2,5 V,
Amplitude $\pm 1\%$ hinter $1\text{ k}\Omega \pm 2\%$.
Frequenz: 1 kHz.
5. Erdung.
6. Steckplätze für Anwendungsmodule.



2121-204

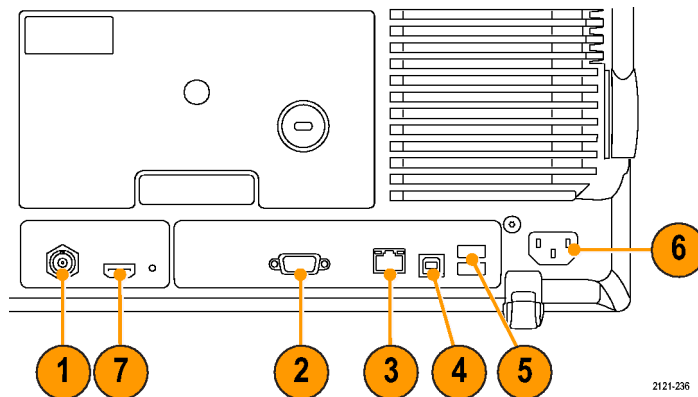
Anschluss an der Seite

1. Erdungsarmband-Anschluss. Dies ist ein Anschluss für ein Erdungsarmband.



Anschlüsse an der Rückseite

1. **Trigger-Ausgang.** Verwenden Sie den Triggersignalausgang zur Synchronisierung anderer Prüfgeräte mit dem Oszilloskop. Ein Übergang von NIEDRIG zu HOCH zeigt an, dass der Trigger aufgetreten ist. Der Logikpegel für Vout (HI) beträgt $\geq 2,5$ V bei offenem Schaltkreis; $\geq 1,0$ V bei einer Last von 50Ω zur Erdung. Der Logikpegel für Vout (LO) beträgt $\leq 0,7$ V bei einer Last von ≤ 4 mA; $\leq 0,25$ V bei einer Last von 50Ω zur Erdung.
2. **XGA-Ausgang.** Verwenden Sie den XGA-Video-Anschluss (DB-15-Steckbuchse) für die Übertragung der Bilddaten des Oszilloskopdisplays an einen externen Monitor oder Projektor.
3. **LAN.** Schließen Sie das Oszilloskop über den LAN Ethernet-Anschluss (RJ-45-Buchse) an ein 10/100 Base-T LAN (Local Area Network) an.



2121-236

4. **Geräteanschluss.** Verwenden Sie den USB 2.0-Hochgeschwindigkeits-Geräteanschluss zur Steuerung des Oszilloskops über USBTMC oder GPIB mit einem TEK-USB-488-Adapter. Das USBTMC-Protokoll ermöglicht USB-Geräten die Kommunikation mit Hilfe von IEEE488-Nachrichten. Dadurch können Sie die GPIB-Programme auf USB-Hardware ausführen.
5. **Host.** Schließen Sie USB-Flash-Laufwerke und Drucker über die (drei) USB-2.0-Hochgeschwindigkeits-Hostanschlüsse an.
6. **Netzeingang.** Schließen Sie hier ein Netzkabel mit integrierter Sicherheitserdung an. (Siehe Seite 7, *Betriebshinweise*.)
7. Anschluss für künftige Verwendung.

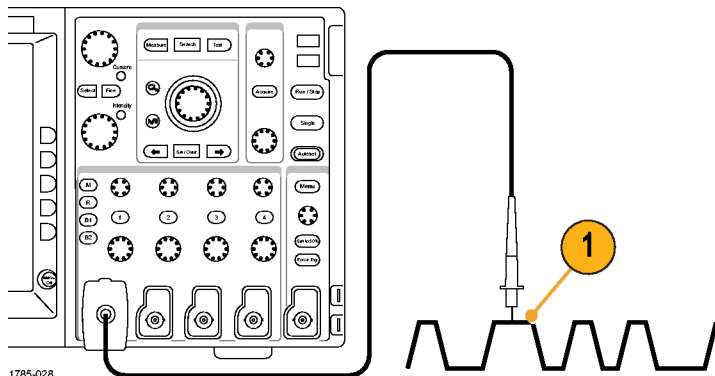
Erfassen von Signalen

In diesem Abschnitt werden Konzepte und Verfahren beschrieben, wie Sie das Oszilloskop so einrichten, dass das gewünschte Signal erfasst wird.

Einrichten analoger Kanäle

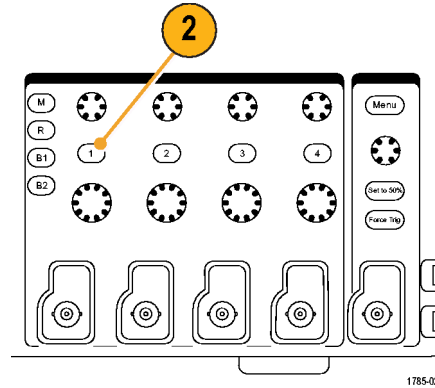
Richten Sie mithilfe der Tasten und Drehknöpfe auf dem Bedienfeld Ihr Gerät so ein, dass die Signale mit analogen Kanälen erfasst werden.

1. Verbinden Sie den P6139A- bzw. VPI-Tastkopf mit der Eingangssignalquelle.

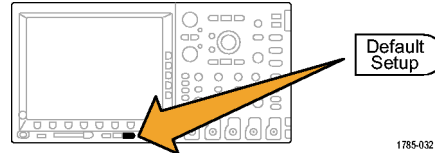


2. Wählen Sie mit Hilfe der Tasten auf der Frontplatte den Eingangskanal aus.

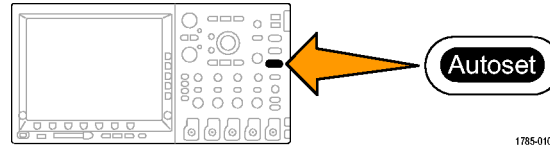
HINWEIS. Wenn Sie einen Tastkopf verwenden, der keine Tastkopfkodierung bereitstellt, stellen Sie den Tastkopf-Dämpfungsfaktor im Menü „Vertikal“ des Oszilloskops ein, damit der Kanal den Tastkopfanforderungen entspricht.



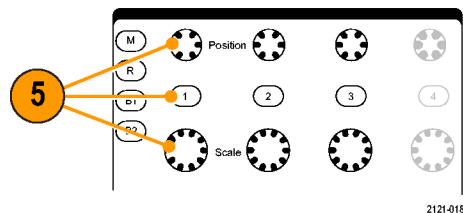
3. Drücken Sie **Default Setup**.



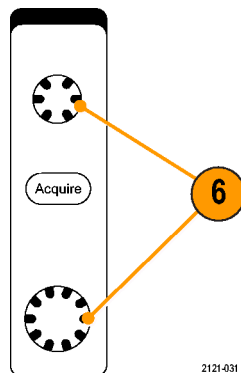
4. Drücken Sie **Auto-Setup**.



5. Drücken Sie die Taste für den gewünschten Kanal. Passen Sie dann die vertikale Position und Skalierung an.



6. Passen Sie die horizontale Position und Skalierung an.
Die horizontale Position bestimmt die Anzahl der Vortrigger- und der Nachtrigger-Abtastwerte.
Die Horizontalskala bestimmt die Größe des Erfassungsfensters relativ zum Signal. Sie können die Größe des Fensters so einrichten, dass es eine Signalfanke, einen Zyklus, mehrere Zyklen oder Tausende von Zyklen enthält.



Schnelltipps

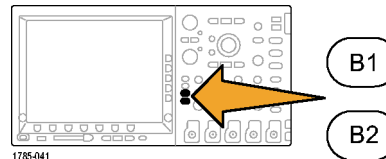
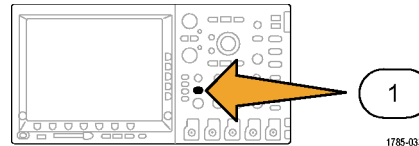
- Mit der Zoom-Funktion können Sie im oberen Teil des Bildschirms mehrere Erfassungszyklen eines Signals und im unteren Teil des Bildschirms einen einzelnen Zyklus anzeigen. (Siehe Seite 214, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge.*)

Beschriften von Kanälen und Bussen

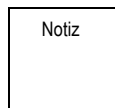
Sie können den in der Anzeige dargestellten Kanälen und Bussen eine Beschriftung oder Notiz hinzufügen, damit Sie diese leicht unterscheiden können. Die Notiz wird in der Anzeige für die Signalgrundlinie auf der linken Seite des Bildschirms platziert. Die Notiz kann bis zu 32 Zeichen enthalten.

Zum Beschriften eines Kanals drücken Sie eine Kanaleingangstaste für einen analogen Kanal.

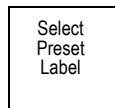
1. Drücken Sie eine Bedienfeldtaste für einen Eingangskanal oder einen Bus.



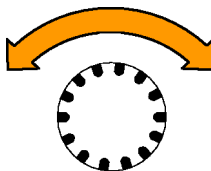
2. Drücken Sie eine Taste auf dem unteren Rahmen, um eine Notiz zu erstellen, z. B. für Kanal 1 oder B1.




3. Drücken Sie zum Anzeigen einer Liste von Notizen **Select Preset Label**(Voreingestellte Notiz auswählen) .

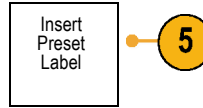


4. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **b**, um durch die Liste zu blättern und eine geeignete Notiz zu finden. Bei Bedarf können Sie die Notiz nach dem Einfügen bearbeiten.

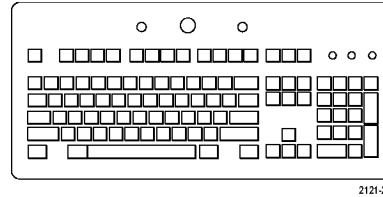


Multipurpose 
1785-160

5. Drücken Sie zum Hinzufügen der Notiz auf **Insert Preset Label (Voreingestellte Notiz einfügen)**.

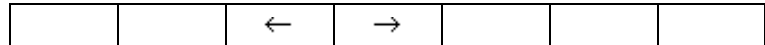
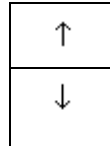


Wenn Sie eine USB-Tastatur verwenden, können Sie mit den Pfeiltasten die Einfügemarke positionieren und die eingefügte Notiz bearbeiten oder eine neue Notiz eingeben. (Siehe Seite 49, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop*.)

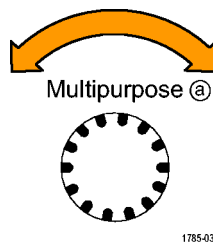


2121-220

6. Wenn bei Ihnen keine USB-Tastatur angeschlossen ist, drücken Sie die Pfeiltasten auf dem seitlichen oder unteren Rahmen, um die Einfügemarke zu positionieren.



7. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um in der Liste der Buchstaben, Ziffern und sonstigen Zeichen zu blättern, um das Zeichen im Namen zu suchen, den Sie eingeben möchten.

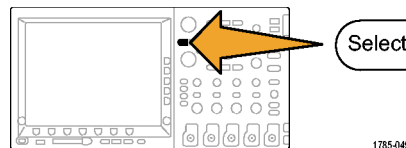


ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

0123456789_+!@#\$%^&*()[]{}<>/~"'\|:;.,?

8. Drücken Sie **Auswählen** oder **Zeichen eingeben**, um zu bestätigen, dass Sie das richtige Zeichen ausgewählt haben.



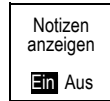
Zum Ändern der Notiz können Sie bei Bedarf die Tasten auf dem unteren Rahmen verwenden.

Zeichen eingeben		←	→	Rücktaste	Löschen	Entfernen
------------------	--	---	---	-----------	---------	-----------

9. Blättern Sie weiter, und drücken Sie **Auswählen**, bis Sie alle gewünschten Zeichen eingegeben haben.

Wenn Sie eine weitere Notiz eingeben möchten, drücken Sie wieder die Pfeiltasten am seitlichen oder unteren Rahmen, um die Einfügemarke erneut zu positionieren.

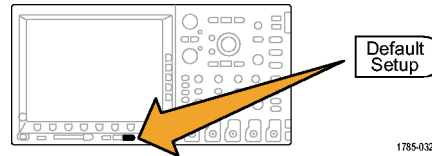
10. Drücken Sie **Notizen anzeigen**, und wählen Sie zum Anzeigen der Notiz **Ein** aus.



Verwenden von Default Setup

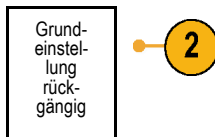
So setzen Sie das Oszilloskop auf die Grundeinstellung zurück:

1. Drücken Sie **Default Setup**.



1785-032

2. Wenn Sie ihre Meinung ändern, drücken Sie **Grundeinstellung rückgängig**, um die zuletzt vorgenommene Grundeinstellung rückgängig zu machen.

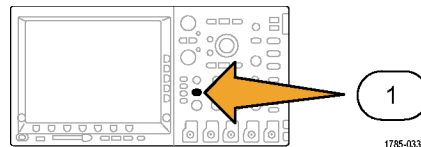


Verwenden von Auto-Setup

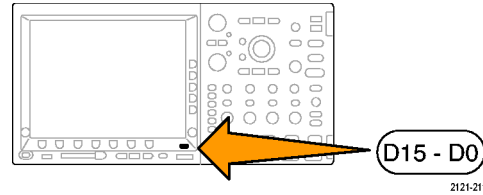
Die Funktion „Autoset“ passt das Gerät (Bedienelemente für Dämpfung und Trigger, vertikale und horizontale Bedienelemente) so an, dass vier oder fünf Signalzyklen für analoge Kanäle mit dem Trigger in der Mitte und zehn Zyklen für digitale Kanäle angezeigt werden.

Die Funktion „Autoset“ funktioniert sowohl mit analogen als auch mit digitalen Kanälen.

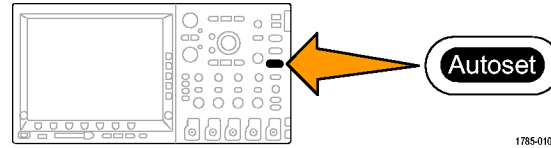
1. Schließen Sie den analogen Tastkopf an, und wählen Sie anschließend den Eingangskanal aus. (Siehe Seite 80, *Einrichten analoger Kanäle.*)



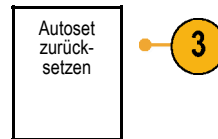
Schließen Sie den digitalen Tastkopf an, und wählen Sie anschließend den Eingangskanal aus. (Siehe Seite 114, *Einrichten digitaler Kanäle*.)



2. Drücken Sie **Auto-Setup**, um Auto-Setup auszuführen.



3. Falls dies erforderlich ist, drücken Sie **Autoset zurücksetzen**, um das zuletzt vorgenommene Autoset rückgängig zu machen.



Schnelltipps

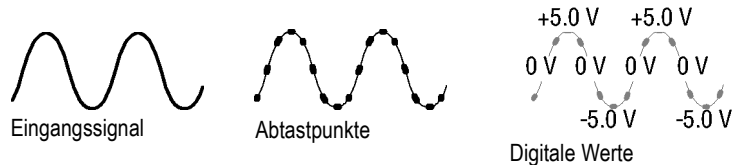
- Auto-Setup verändert gegebenenfalls die vertikale Position, um das Signal richtig zu positionieren. Auto-Setup setzt den vertikalen Offset immer auf 0 V.
- Wenn Sie Auto-Setup verwenden, ohne dass ein Kanal angezeigt wird, schaltet das Gerät auf Kanal eins (1) und skaliert diesen.

Erfassungskonzepte

Bevor ein Signal angezeigt werden kann, muss es durch den Eingangskanal geleitet werden, in dem es skaliert und digitalisiert wird. Jeder Kanal verfügt über einen dedizierten Eingangsverstärker und -digitalisierer. Jeder Kanal erzeugt einen digitalen Datenstrom, aus dem das Gerät Signalaufzeichnungen extrahiert.

Abtastverfahren

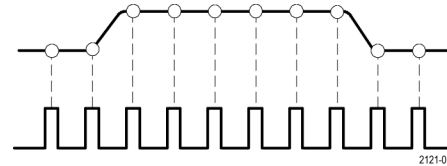
Die Erfassung besteht aus dem Abtasten eines analogen Signals, dem Konvertieren des Signals in digitale Daten und dem Zusammenstellen der Daten in einer Signalaufzeichnung, die dann im Erfassungsspeicher gespeichert wird.



Abtastung in Echtzeit

Oszilloskope der Serien DPO4000 und MSO4000 nehmen die Abtastung in Echtzeit vor. Bei der Abtastung in Echtzeit digitalisiert das Gerät alle erfassten Punkte mit Hilfe eines einzelnen Triggerereignisses.

Aufzeichnungspunkte

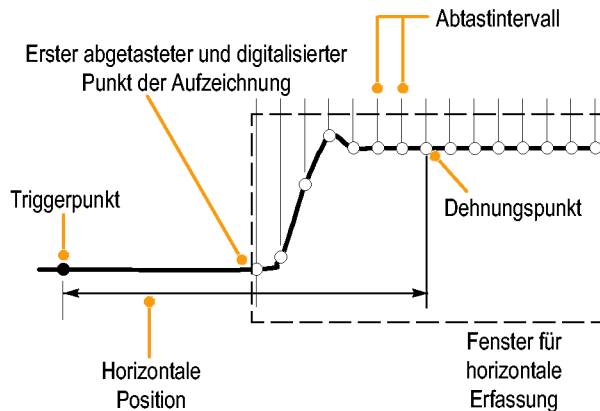


Abtastrate

Signalaufzeichnung

Das Gerät erstellt die Signalaufzeichnung mit Hilfe der folgenden Parameter:

- **Abtastintervall:** Die Zeit zwischen aufgezeichneten Abtastpunkten. Zum Anpassen des Abtastintervalls drehen Sie den Knopf **Horizontal Skala**, oder ändern Sie die Aufzeichnungslänge mit den Rahmentasten.
- **Aufzeichnungslänge:** Die erforderliche Anzahl von Abtastpunkten für eine Signalaufzeichnung. Legen Sie diesen Parameter durch Drücken der Taste **Erfassen** und mit Hilfe der daraufhin auf dem unteren oder seitlichen Rahmen angezeigten Menüs fest.
- **Triggerpunkt:** Der Bezugsnullpunkt in einer Signalaufzeichnung. Dieser wird auf dem Bildschirm als orangefarbenes „T“ angezeigt.

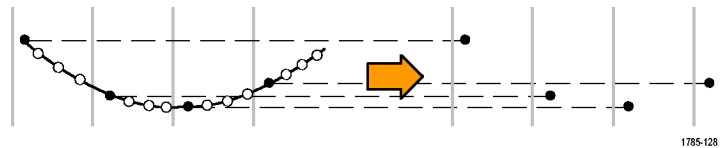


1785-109

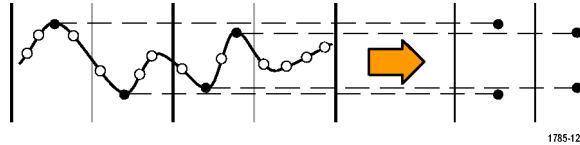
- **Horizontale Position:** Die Zeit zwischen Triggerpunkt und Dehnungspunkt. Passen Sie diesen Parameter durch Drehen des Drehknopfs **Horizontale Position** an.
Verwenden Sie einen positiven Zeitwert, um die Aufzeichnung nach dem Triggerpunkt zu erfassen. Verwenden Sie einen negativen Zeitwert, um die Aufzeichnung vor dem Triggerpunkt zu erfassen.
- **Dehnungspunkt:** Der Punkt, um den die horizontale Skalierung stattfindet. Dieser wird durch ein orangefarbenes Dreieck gekennzeichnet.

So funktioniert der analoge Signalerfassungsmodus

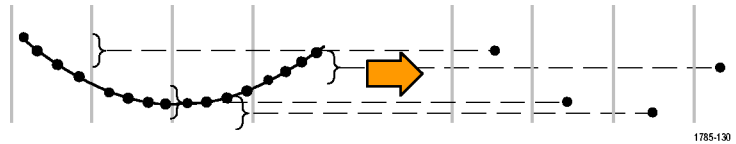
Im Modus **Sample** (Abtastung) wird der erste Abtastpunkt aus jedem Erfassungsintervall zurückbehalten. Dieser Modus ist der Standardmodus.



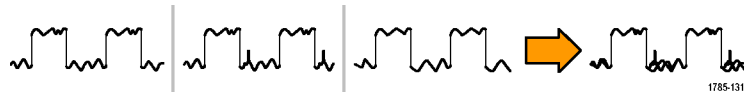
Bei **Spitzenwerterfassung** wird jeweils der höchste und niedrigste Abtastwert aus zwei aufeinanderfolgenden Erfassungsintervallen verwendet. Dieser Modus funktioniert nur bei der nicht interpolierten Abtastung in Echtzeit und ist für das Erfassen von Hochfrequenz-Glitches geeignet.



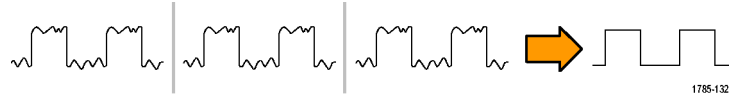
Im **Hi Res**-Modus (hohe Auflösung) wird der Durchschnittswert für alle Abtastwerte eines Erfassungsintervalls ermittelt. Dieser Modus funktioniert nur bei nicht interpolierter Abtastung in Echtzeit. Der Hi Res-Modus bietet ein Signal mit höherer Auflösung und geringerer Bandbreite.



Der Modus **Hüllkurve** identifiziert die höchsten und niedrigsten Aufzeichnungspunkte bei allen Erfassungen. Für die einzelnen Erfassungen wird die Spitzenwerterfassung verwendet.



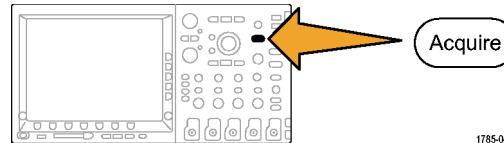
Im Modus **Mittelwert** wird der Mittelwert für jeden Aufzeichnungspunkt über eine benutzerdefinierte Anzahl von Erfassungen berechnet. Die Mittelwertbildung verwendet den Abtastmodus für alle Einzelerfassungen. Verwenden Sie den Mittelwertmodus, um unkorreliertes Rauschen zu verringern.



Ändern des Erfassungsmodus und der Aufzeichnungslänge

So ändern Sie den Erfassungsmodus:

1. Drücken Sie **Erfassen**.



2. Drücken Sie **Modus**.

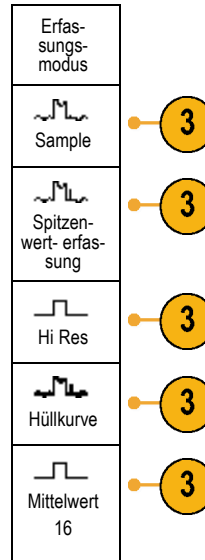
Modus Sample	Aufzeichn.- länge 10k	Horizon- tale Posi- tion zurück- setzen	Signal- anzeige			
-----------------	-----------------------------	--	--------------------	--	--	--

2

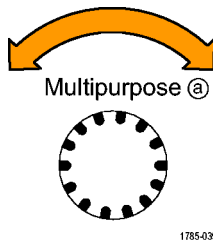
5

3. Wählen Sie dann aus dem Menü auf dem seitlichen Rahmen den Erfassungsmodus aus. Sie haben folgende Auswahl: Sample (Abtastmodus), Spitzenwerterfassung, Hi Res (hohe Auflösung), Hüllkurve und Mittelwert.

HINWEIS. Die Modi Spitzenwerterfassung und Hi Res nutzen die Abtastpunkte aus, die das Oszilloskop bei geringeren Ablenkungsgeschwindigkeiten vernachlässigen würde. Daher funktionieren diese Modi nur dann, wenn die aktuelle Abtastrate niedriger als die maximal mögliche Abtastrate ist. Sobald das Oszilloskop die Erfassung mit der maximalen Abtastrate beginnt, haben die Modi Spitzenwerterfassung, Hi Res und Abtastmodus dasselbe Aussehen. Sie können die Abtastrate durch Festlegen der horizontalen Skala und der Aufzeichnungslänge steuern.

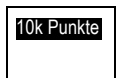


4. Wenn Sie den Modus **Mittelwert** auswählen, legen Sie durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **a** die Anzahl der Signale fest, über die der Mittelwert gebildet wird.



5. Drücken Sie **Aufzeichnungslänge**.

6. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die Taste „Aufzeichn.länge“.



Sie haben die folgenden Auswahlmöglichkeiten: 1000, 10k, 100k, 1M und 10M Punkte.

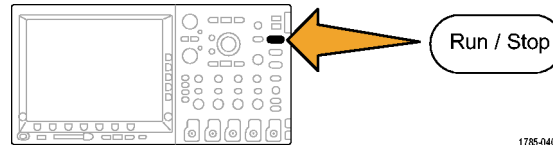
Verwenden des Rollmodus

Im Rollmodus ähnelt die Anzeige einem Streifenschreiber für niederfrequente Signale. Im Rollmodus werden die erfassten Datenpunkte schon während der laufenden Aufzeichnung angezeigt, ohne dass auf die vollständige Signalaufzeichnung gewartet werden muss.

Der Rollmodus ist aktiviert, wenn der Triggermodus auf Auto und die Horizontalskala auf 40 ms/div oder langsamer festgelegt ist.

Schnelltipps

- Durch Wechseln in den Erfassungsmodus „Hüllkurve“ bzw. „Mittelwert“, das Verwenden digitaler Kanäle bzw. mathematischer Signale, Einschalten eines Busses oder Wechseln in den normalen Triggermodus wird der Rollmodus deaktiviert.
- Der Rollmodus wird deaktiviert, wenn Sie die Horizontalskala auf 20 ms/div oder schneller festlegen.
- Drücken Sie **Start/Stop**, um den Rollmodus anzuhalten.



1785-040

Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses

Ihr Oszilloskop kann auf Folgendes decodieren und triggern:

- I²C- und serielle SPI-Busse, wenn das Anwendungsmodul DPO4EMBD installiert ist
- Serielle CAN-Busse, wenn das Anwendungsmodul DPO4AUTO installiert ist
- Serielle RS-232-Busse, wenn das Anwendungsmodul DPO4COMP installiert ist
- Parallele Busse bei Verwendung eines Oszilloskops der Serie MSO4000

(Siehe Seite 24, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul.*)

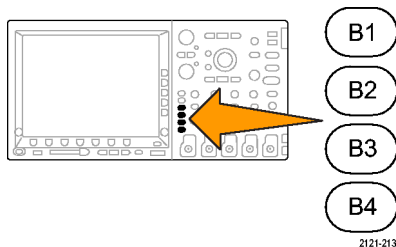
Verwenden von Bussen in zwei Schritten

So können Sie die Triggerung von seriellen Bussen schnell verwenden:

1. Drücken Sie **B1** oder **B2**, und geben Sie Parameter des Busses ein, der getriggert werden soll.

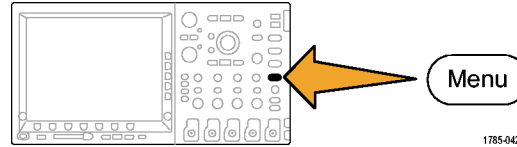
Sie können **B1** und **B2** separat verwenden, um zwei verschiedene Busse anzuzeigen.

HINWEIS. Bei der Serie MSO4000 können Sie auch die Tasten **B3** und **B4** verwenden und bis zu vier verschiedene Busse anzeigen.



- Drücken Sie im Trigger-Bereich die Taste **Menü**, und geben Sie die Triggerparameter ein. (Siehe Seite 128, *Auswählen eines Triggertyps.*)

Sie können Businformationen anzeigen, ohne das Bussignal zu triggern.



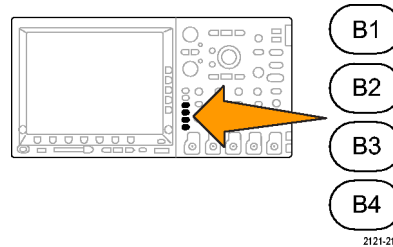
Einrichten der Busparameter

HINWEIS. Verwenden Sie für alle Quellen serieller Busse Kanal 1 bis Kanal 4 bzw. D16 bis D0.

So richten Sie Busparameter ein:

- Drücken Sie **B1** oder **B2**, um das Busmenü im unteren Rahmen anzuzeigen.

HINWEIS. Bei der Serie MSO4000 können Sie auch **B3** oder **B4** drücken.



2. Drücken Sie **Bus**. Blättern Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** durch das seitliche Menü mit den Bus-Typen, und wählen Sie den gewünschten Bus aus: Paralleler Bus (nur Serie MSO4000), I²C, SPI, CAN oder RS-232.

Parallel
I ² C
SPI
CAN
RS-232

3. Drücken Sie **Eingänge definieren**.

B1 Parallel	Eingänge definieren	Schwellen- werte		B1-Notiz Parallel	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
----------------	------------------------	---------------------	--	----------------------	-----------------	----------------------



4. Wenn Sie **Parallel** auswählen, drücken Sie **Definieren** und die gewünschten Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.


Definieren Sie mithilfe der Tasten auf dem seitlichen Rahmen die Parameter für die Eingänge, z. B. spezielle Signale für einen analogen oder digitalen Kanal.

Eingänge definieren
Getaktet
Ja Nein

Wählen Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** die Anzahl der Datenbits in dem parallelen Bus aus.

Wählen Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** das gewünschte, zu definierende Bit aus.

Wählen Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **b** den gewünschten analogen oder digitalen Kanal als Quelle für das Bit aus.

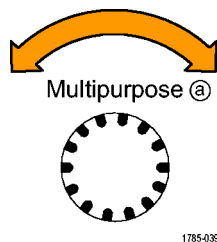
Taktflanke 
Anzahl der Datenbits 16
Bits definieren (a) Bit 15 (b) D15

5. Drücken Sie **Schwellenwerte**.

Bus Parallel	Eingänge definieren	Schwellenwerte		B1-Notiz Parallel	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
------------------------	---------------------	----------------	--	----------------------	-----------------	----------------------



Drücken Sie für jedes Signal des parallelen oder seriellen Busses die entsprechende Taste im Menü auf dem seitlichen Rahmen. Drehen Sie anschließend den entsprechenden Mehrzweckknopf zum Definieren des Spannungspegels, der vom Oszilloskop als Grenzwert verwendet wird, oberhalb dessen das Oszilloskop ein Signal als hoch und unterhalb dessen es ein Signal als niedrig ansieht.



6. Wenn Sie I2C darüber auswählen, drücken Sie **Eingänge definieren** und die gewünschten Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen. Sie können jedem Kanal den vordefinierten **SCLK-Eingang** oder **SDA-Eingang** zuordnen.

B1 I2C	Eingänge definieren	Schwellen- werte	R/W- Bit ein- schliessen Nein	B1-Notiz I2C	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
-----------	------------------------	---------------------	--	-----------------	-----------------	----------------------

6

7

7. Für **I2C** drücken Sie **Include R/W in Address** (R/W-Bit einschliessen), und drücken Sie anschließend auf dem seitlichen Rahmen die Taste für Ja oder Nein.

Dieses Steuerelement bestimmt, wie das Oszilloskop die I²C-Adressen in der Ablaufverfolgung der Busdekodierung, in Cursoranzeigen, Ereignistabellenauflistungen und Triggereinstellungen anzeigt.

Wenn Sie Ja auswählen, werden die 7-Bit-Adressen als acht Bits angezeigt, wobei es sich bei dem achten Bit (LSB = Niedrigstes signifikantes Bit) um das R/W-Bit handelt.

10-Bit-Adressen werden als 11 Bits angezeigt. Bei den ersten zwei Bits handelt es sich um die zwei MSB (Höchstes signifikantes Bit) der Adresse. Das nächste Bit ist das R/W-Bit. Die acht letzten Bits sind die acht LSB der Adresse. (In der physikalischen Schicht des I²C-Protokolls ist den 10-Bit-I²C-Adressen der 5-Bit-Code 11110 vorangestellt. Das Oszilloskop fügt diese fünf Bits niemals in Adressanzeigen ein.)

Wenn Sie Nein auswählen, werden die 7-Bit-Adressen als sieben Bits und die 10-Bit-Adressen als zehn Bits angezeigt.

8. Wenn Sie zuvor **CAN** ausgewählt haben, drücken Sie **Bit-Rate** und die gewünschte Auswahl im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

Sie können die Polarität für die SCLK-, SS-, MOSI- oder MISO-Signale festgelegt werden.

„Positiv Logik“ bedeutet, dass ein Signal als aktiv betrachtet wird, wenn es oberhalb des Schwellenwerts liegt. „Negativ Logik“ bedeutet, dass ein Signal als aktiv betrachtet wird, wenn es unterhalb des Schwellenwerts liegt.

Bus SPI	Eingänge definieren	Schwellen- werte	Polarität	B1-Notiz SPI	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
-------------------	------------------------	---------------------	-----------	-----------------	-----------------	----------------------



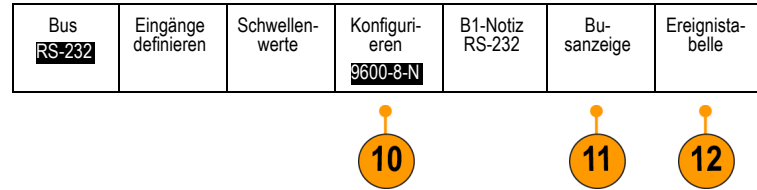
9. Wenn Sie zuvor **CAN** ausgewählt haben, drücken Sie **Bit-Rate**, und wählen Sie die gewünschte Bit-Rate aus.

Bus CAN	Eingänge definieren	Schwellen- werte	Bit-Rate 500 KB/Sek.	B1-Notiz CAN	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
-------------------	------------------------	---------------------	--------------------------------	-----------------	-----------------	----------------------



10. Wenn Sie zuvor **RS-232** ausgewählt haben, drücken Sie **Konfigurieren**.

Konfigurieren Sie den RS-232-Bus mithilfe des seitlichen Rahmenmenüs.



Drücken Sie **Bitrate**, und wählen Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** die entsprechende Bitrate aus.

Die RS-232-Dekodierung zeigt einen Bytedatenstrom an. Sie können den Datenstrom in Paketen mit einem Paketende-Zeichen organisieren.



Wählen Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** ein Paketende-Zeichen aus.

Bit-Rate 9600 Bit pro Sekunde
Datenbits 7 8
Parität Keine Ung. Gerade
Pakete Ein Aus
Paketende 0A (LF)

11. Drücken Sie **Busanzeige**, und definieren Sie mit Hilfe des Menüs auf dem seitlichen Rahmen, wie der parallele oder serielle Bus angezeigt werden soll.

- Drücken Sie **Bus**, um die Informationen auf Paketebene decodiert für eine einfache Sichtprüfung in etwa so anzuzeigen, wie sie von einem Logikanalysator dargestellt würden.
- Drücken Sie **Bus und Signale**, um beide Ansichten des Signals anzuzeigen.

Drücken Sie die gewünschte Auswahl im Menü auf dem seitlichen Rahmen, um die Busdaten im Hexadezimal-, Binär- oder im ASCII-Format anzuzeigen (letzteres nur für RS-232).

 Bus
 Bus und Signale
Hex.
Binär
ASCII

12. Drücken Sie **Ereignistabelle**, und wählen Sie **Ein** aus, um eine Liste von I²C-, SPI- oder CAN-Buspaketen mit Zeitinformationen anzuzeigen.

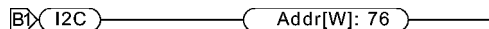
Für einen getakteten parallelen Bus listet die Tabelle den Wert des Busses an jeder Taktflanke auf. Für einen ungetakteten parallelen Bus listet die Tabelle den Wert des Busses auf, sobald sich eines seiner Bits ändert.

Für einen RS-232-Bus listet die Tabelle decodierte Bytes oder Pakete auf.

- Drücken Sie auf **Ereignistabelle speichern**, um die Ereignistabelle auf dem aktuell ausgewählten Speichergerät in einer CSV-Datei (Tabelle) zu speichern.

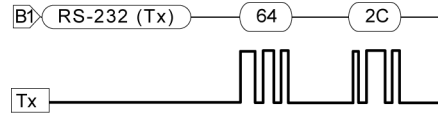
Ereignis- tabelle
Ein Aus
Ereignista- belle spe- ichern

Beispiel für Businformationen:



2121-235

Beispiel für Bus und Signale:



2121-231

Beispiel für eine gespeicherte Ereignistabelle:

I²C-, SPI- und CAN-Ereignistabellen zeigen eine Zeile für jedes Paket an.

RS-232-Ereignistabellen zeigen eine Zeile für jedes aus 7 oder 8 Bit bestehende Byte an, wenn „Pakete“ auf „Aus“ festgelegt ist.

RS-232-Ereignistabellen zeigen eine Zeile für jedes Paket an, wenn „Pakete“ auf „Ein“ festgelegt ist.

Tektronix MSO4104, version v1.2f

Bus Definition: RS232

Time	Tx	Rx
-4.77E-02	E	
-4.44E-02	n	
-4.10E-02	g	
-3.75E-02	i	
-3.41E-02	n	
-3.08E-02	e	
-2.73E-02	e	
-2.39E-02	r	
-2.06E-02	i	
-1.71E-02	n	
-1.37E-02	g	
-1.03E-02	.	
-6.92E-03	SP	
-3.49E-03	P	
-5.38E-05	o	
3.28E-03	r	
6.71E-03	t	
1.69E-02	l	
2.02E-02	a	
2.43E-02	n	
2.82E-02	d	
3.16E-02		

13. Drücken Sie **B1** oder **B2**, und verschieben Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** die Busanzeige auf dem Bildschirm auf und ab.
Bei der Serie MSO4000 können Sie auch **B3** oder **B4** drücken.

Informationen zu den Bedingungen von seriellen oder parallelen Bussen finden Sie unter „Triggern auf Bussen“. (Siehe Seite 137, *Triggern auf Bussen*.)

HINWEIS. Wenn Sie einen Bus für die Verwendung sowohl von analogen als auch von digitalen Kanälen definieren, tasten die Busdekodierung und die Bussignalanzeige die analogen Kanäle mit derselben Rate und derselben Aufzeichnungslänge wie die digitalen Kanäle ab. Bei einigen Einstellungen unterscheidet sich diese Rate und Aufzeichnungslänge von der Rate und Aufzeichnungslänge analoger Kanäle. Wenn ein in einem Bus verwendeter analoger Kanal gleichzeitig als gewöhnlicher Kanal angezeigt wird, verwendet die Anzeige die volle analoge Abtastrate.

Busaktivität in der physikalischen Schicht

Die Oszilloskopsignalspuren von den Kanälen 1 bis 4, Kanälen D15 bis D0 und die Spuren, die beim Anzeigen eines Busses als „Bus und Signale“ angezeigt werden, veranschaulichen immer die Busaktivität der physikalischen Schicht. In der Anzeige der physikalischen Schicht werden Bits, die früher übertragen wurden, links dargestellt und Bits, die später übertragen wurden, rechts dargestellt.

- I2C- und CAN-Busse übertragen das MSB (höchste signifikante Bit) zuerst

- SPI-Busse geben keine Bitreihenfolge an
- RS-232-Busse übertragen das LSB (Niedrigstes signifikantes Bit) zuerst

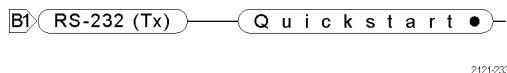
HINWEIS. Das Oszilloskop zeigt die Dekodierungsspuren und Ereignistabellen für alle Busse mit dem MSB links und mit dem LSB rechts an.

Ein RS-232-Signal könnte z. B. (nach dem Startbit) hoch, hoch, hoch, niedrig, hoch, niedrig, niedrig und hoch sein. Da das RS-232-Protokoll hoch als 0 und niedrig als 1 darstellt, würde dieser Wert 0001 0110 herauskommen.

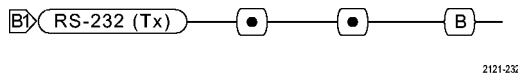
Da die Dekodierung das MSB zuerst anzeigt, kehrt das Oszilloskop die Reihenfolge der Bits um und zeigt 0110 1000 an. Wenn die Busanzeige auf Hexadezimalformat eingestellt ist, wird der Wert als 68 angezeigt. Wenn die Busanzeige auf ASCII-Format festgelegt ist, wird der Wert als „h“ angezeigt.

RS-232

Wenn Sie für die Verwendung der RS-232-Dekodierung ein Paketende-Zeichen definiert haben, wird der Datenstrom der Bytes als Pakete angezeigt.



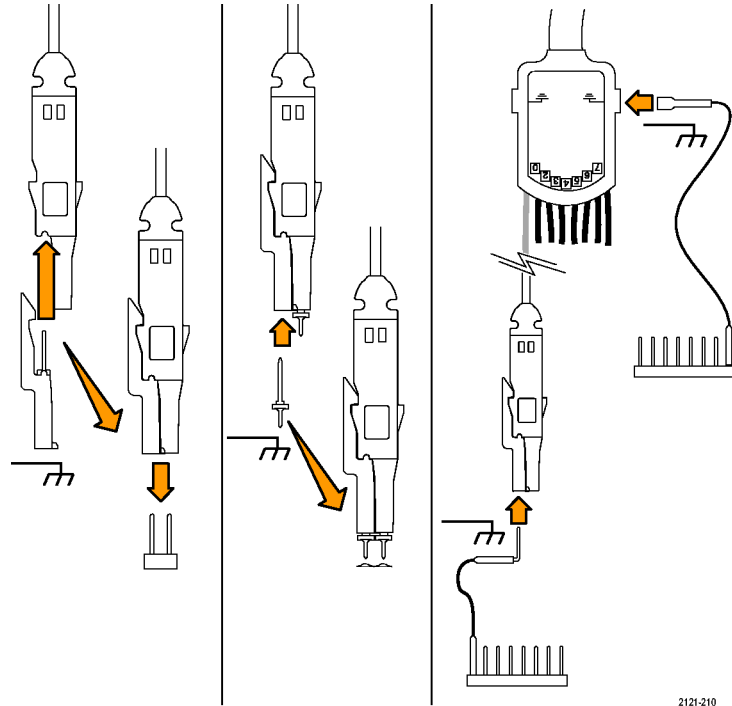
Beim Decodieren eines RS-232-Busses im ASCII-Modus weist ein großer Punkt darauf hin, dass der Wert ein Zeichen außerhalb des druckbaren ASCII-Zeichenbereichs darstellt.



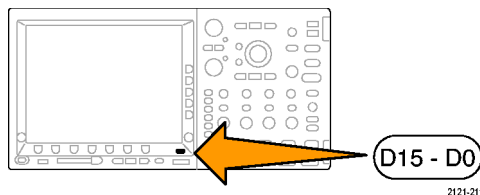
Einrichten digitaler Kanäle

Richten Sie mithilfe der Tasten und Drehknöpfe auf dem Bedienfeld Ihr Gerät so ein, dass die Signale mit digitalen Kanälen erfasst werden.

1. Verbinden Sie den 16-Kanal-Logiktestkopf P6516 mit der Eingangssignalquelle.



2. Verbinden Sie den oder die Erdungsleiter mit der Schaltkreiserdung.
Sie können für jeden Kanal einen separaten Leiter oder für jede Gruppe von 8 Drähten einen gemeinsamen Erdungsleiter anschließen.
3. Verbinden Sie ggf. einen geeigneten Grabber für jeden Tastkopf mit der Tastkopfspitze.
4. Verbinden Sie jeden Tastkopf mit dem gewünschten Schaltkreistestpunkt.
5. Drücken Sie zum Anzeigen des Menüs die Bedientast **D15 - D0**.



6. Drücken Sie die untere Rahmentaste **D15 - D0**, um auf das Menü „Ein“ oder „Aus“ für D15 - D0 zuzugreifen.

D15 - D0 Ein/Aus	Schwellen- werte	Notizen bearb.			MagniVu Ein Aus	Höhe S M L
6	8	9			10	11

7. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um in der Liste der digitalen Kanäle zu blättern. Positionieren Sie den ausgewählten Kanal mit dem Mehrzweckknopf **b**.
Während Sie die Kanäle dicht beieinander auf der Anzeige positionieren, gruppiert das Oszilloskop die Kanäle und fügt die Gruppe der Populiste hinzu. Damit Sie alle Kanäle in der Gruppe verschieben können, statt einzelne Kanäle zu verschieben, können Sie die Gruppe in der Liste auswählen.
8. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Schwellenwerte**. Sie können jedem Kanal einen anderen Schwellenwert zuweisen.
9. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Notizen bearb.**, und erstellen Sie die Notiz. Sie können Notizen über das Bedienfeld oder über eine optionale USB-Tastatur erstellen. (Siehe Seite 83, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)
10. Drücken Sie die untere Rahmentaste **MagniVu**, um die Timingauflösung zu erhöhen. (Siehe Seite 119, *Gründe für die Verwendung von MagiVu*.)

11. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Höhe**, um wiederholt die Signalthöhe festzulegen. Dies müssen Sie nur einmal tun, um die Höhe für alle digitalen Kanäle festzulegen.

Schnelltipps

- Mit der Zoom-Funktion können Sie im oberen Teil des Bildschirms mehrere Erfassungszyklen eines Signals und im unteren Teil des Bildschirms einen einzelnen Zyklus anzeigen. (Siehe Seite 214, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge.*)
- Beim Einrichten eines Logikastkopfs wird die erste Gruppe von acht Leitern (Stifte 7 bis 0) auf dem Logikastkopf als GRUPPE 1 an dem Klemmkasten gekennzeichnet. Die zweite Gruppe (Stifte 15 bis 8) wird als GRUPPE 2 gekennzeichnet.
- Der Leiter für den ersten Kanal in jeder Gruppe wird der einfachen Erkennbarkeit halber blau gefärbt, während Sie den Logikastkopf an das zu testende Gerät anschließen. Die anderen Leiter sind grau.
- Digitale Kanäle speichern einen hohen oder einen niedrigen Zustand für jeden Abtastpunkt. Der Schwellenwert, der hoch von tief trennt, kann für jeden Kanal separat festgelegt werden.

Gründe für die Verwendung von MagniVu

Nur bei der Serie MSO4000 ermöglicht MagniVu eine höhere Auflösung, um die Flankenplatzierung genau zu bestimmen. Das hilft Ihnen, genaue Timingmessungen auf digitalen Flanken vorzunehmen. Sie können eine bis zu 32fach höhere Genauigkeit als bei der normalen digitalen Kanalabtastung erreichen.

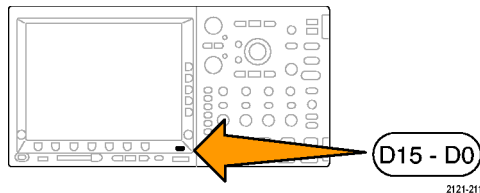
Die MagniVu-Aufzeichnung wird parallel zur digitalen Haupterfassung vorgenommen und ist jederzeit unabhängig davon verfügbar, ob die Erfassung gerade läuft oder angehalten ist. MagniVu bietet eine ultrahohe Auflösung für die Anzeige Ihrer Daten, die bei einer maximalen Auflösung von 60,6 ps bei 10.000 um den Trigger zentrierten Punkten abgetastet werden.

HINWEIS. MagniVu zentriert sich selbst um den Triggerpunkt. Wenn Sie MagniVu bei einer großen Aufzeichnungslänge einschalten und etwas Anderes als den Triggerpunkt anzeigen, ist das digitale Signal möglicherweise auf dem Bildschirm nicht mehr zu sehen. In den meisten dieser Fälle können Sie die digitale Aufzeichnung finden, indem Sie in der oberen Übersicht nach dem digitalen Signal suchen und entsprechend verschieben.

HINWEIS. Sie sollten MagniVu einschalten, wenn eine hellgraue Schattierung angezeigt wird, die auf Unsicherheiten hinsichtlich der Flankenposition hinweist. Fehlt die Schattierung, brauchen Sie MagniVu nicht zu verwenden. (Siehe Seite 175, Anzeigen digitaler Kanäle.)

Verwendung von MagniVu

1. Drücken Sie **D15 - D0**.



2. Drücken Sie **MagniVu**, und wählen Sie **Ein**.

D15 - D0 Ein/Aus	Schwellen- werte	Notiz			MagniVu Ein Aus	Höhe S M L
---------------------	---------------------	-------	--	--	---------------------------	----------------------

Schnelltipps

- Wenn Sie der Ansicht sind, dass Sie eine höhere Timingauflösung benötigen, schalten Sie MagniVu ein, um die Auflösung zu erhöhen.
- MagniVu wird immer erfasst. Wenn das Oszilloskop angehalten wurde, können Sie MagniVu einschalten und trotzdem die Auflösung erhalten, ohne eine weitere Erfassung vorzunehmen.
- Die Funktionen für serielle Busse verwenden die im MagniVu-Modus erfassten Daten nicht.

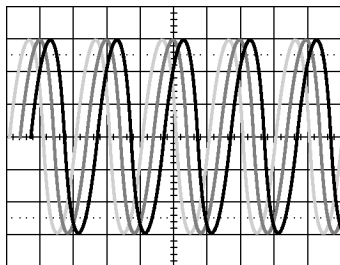
Triggereinstellung

Dieser Abschnitt enthält Konzepte und Verfahren zum Einrichten des Oszilloskops für das Triggern auf Signalen.

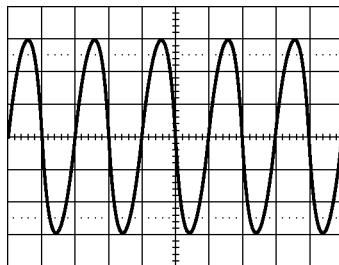
Triggerungskonzepte

Triggerereignis

Das Triggerereignis legt den zeitlichen Referenzpunkt in der Signalaufzeichnung fest. Alle Daten der Signalaufzeichnung haben diesen Punkt als zeitliche Referenz. Das Gerät erfasst fortlaufend genügend Abtastpunkte und speichert diese, um den Vortriggerrbereich der Signalaufzeichnung zu füllen. Das ist der Bereich des Signals, der vor bzw. links vom Triggerevent auf dem Bildschirm angezeigt wird. Bei Auftreten eines Triggerereignisses beginnt das Gerät mit der Erfassung der Abtastpunkte, um den Nachtriggebereich der Signalaufzeichnung zu erstellen, d. h. den Teil nach bzw. rechts vom Triggerevent. Nachdem ein Trigger festgestellt wird, nimmt das Gerät keine weiteren Trigger an, bevor die Erfassung abgeschlossen wurde und die Holdoff-Zeit abgelaufen ist.



Ungetriggertes Signal



Getriggertes Signal

Triggermodi

Der Triggermodus bestimmt, wie sich das Gerät verhält, wenn kein Triggerereignis vorliegt:

- Im normalen Triggermodus kann das Gerät nur Signale erfassen, wenn ein Trigger vorliegt. Wenn kein Trigger vorliegt, wird auf dem Bildschirm die zuletzt erfasste Signalaufzeichnung angezeigt. Wenn keine vorherige Signalaufzeichnung vorhanden ist, wird keine Signalaufzeichnung angezeigt.
- Im Triggermodus „Auto“ kann das Gerät auch ein Signal erfassen, wenn kein Trigger vorliegt. Im automatischen Modus wird ein Timer verwendet, der einsetzt, wenn die Erfassung gestartet wird und die Vortriggerinformationen abgerufen werden. Wenn ein Triggerereignis nicht erkannt wird, bevor der Timer abläuft, erzwingt das Gerät einen Trigger. Der Zeitraum, in dem auf ein Triggerereignis gewartet wird, hängt von der Zeitbasiseinstellung ab.

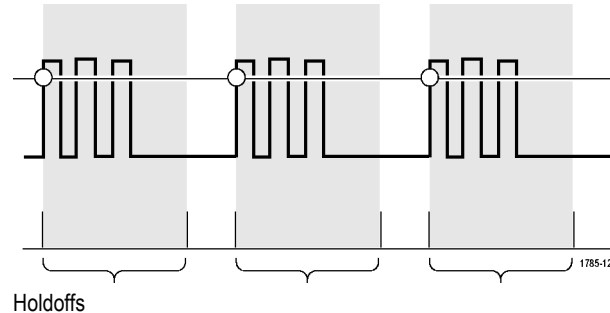
Im Modus „Auto“ wird das Signal in der Anzeige nicht synchronisiert, wenn Trigger aufgrund von fehlenden gültigen Triggerereignissen erzwungen werden. Dies führt dazu, dass das Signal über die Anzeige zu rollen scheint. Wenn ein gültiger Trigger auftritt, wird die Anzeige stabil.

Sie können auch durch Drücken der Taste **Trigger erzwingen** erzwingen, dass das Gerät triggert.

Trigger-Holdoff

Passen Sie den Holdoff an, um eine stabile Triggerung zu erreichen, wenn das Gerät auf unerwünschten Triggerereignissen triggert.

Der Trigger-Holdoff kann bei der Stabilisierung der Triggerung hilfreich sein, da das Oszilloskop während der Holdoff-Zeit keine neuen Trigger erkennt. Wenn das Gerät ein Triggerereignis erkennt, wird das Triggersystem deaktiviert, bis die Erfassung abgeschlossen ist. Außerdem bleibt das Triggersystem während der auf jede Erfassung folgenden Holdoff-Zeit deaktiviert.

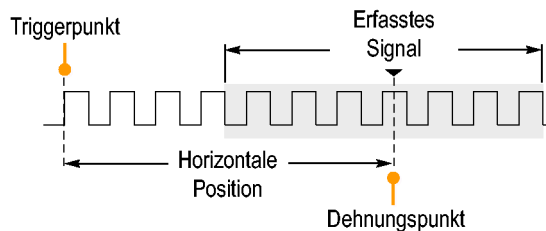


Trigger-Kopplung

Durch die Triggerkopplung wird bestimmt, welcher Teil des Signals an die Triggerschaltung übergeben wird. Bei der Flankentriggerung können alle verfügbaren Kopplungsarten verwendet werden: Gleichstrom, Niederfrequenzunterdrückung, Hochfrequenzunterdrückung und Rauschunterdrückung. Bei allen anderen Triggertypen wird ausschließlich die DC-Kopplung verwendet.

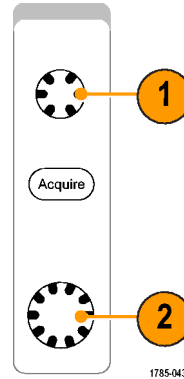
Horizontale Position

Verwenden Sie die horizontale Position, um ein Signaldetail in einem Bereich zu erfassen, der ein längeres Zeitintervall vom Triggerpunkt entfernt ist.



1785-159

1. Passen Sie durch Drehen des Drehknopfs **Horizontal Position** die horizontale Position (Verzögerungszeit) an.
2. Durch Drehen des Drehknopfs **Skala** für die Horizontalskala können Sie im Bereich des Verzögerungs-Expansionspunktes die erforderliche Detailanzeige erzielen.

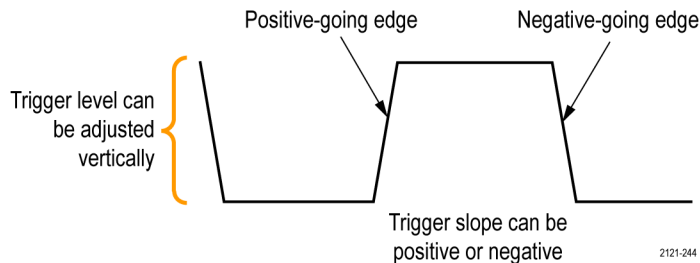


Der Teil der Aufzeichnung vor dem Trigger ist der Vortriggerbereich. Der Teil nach dem Trigger ist der Nachtriggerbereich. Die Vortriggerdaten können bei der Fehlerbehebung hilfreich sein. Beispiel: Sie wollen die Ursache für einen unerwünschten Glitch in Ihrem Prüfaufbau ermitteln. Hierzu können Sie auf den Glitch triggern und den Vortrigger-Zeitraum vergrößern, um Daten vor dem Glitch zu erfassen. Durch die Analyse der Daten vor dem Glitch erhalten Sie möglicherweise Informationen zur Quelle des Glitches. Um festzustellen, was im System als Ergebnis des Triggerereignisses geschieht, legen Sie einen Nachtriggerzeitraum fest, der lang genug zurückreicht, um die Daten nach dem Trigger aufzuzeichnen.

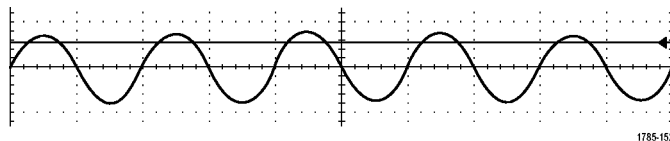
Flanke und Pegel

Die Flankensteuerung bestimmt, ob das Gerät den Triggerpunkt auf der ansteigenden oder der abfallenden Flanke des Signals findet.

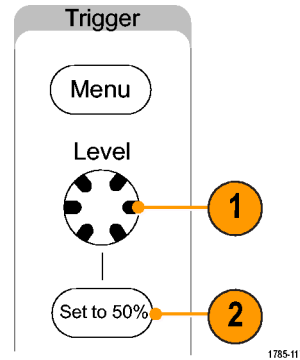
Die Pegelsteuerung bestimmt, an welcher Stelle dieser Flanke der Triggerpunkt auftritt.



Das Oszilloskop stellt lange horizontale Leisten über dem Raster bereit, um den Triggerpegel vorübergehend anzuzeigen.



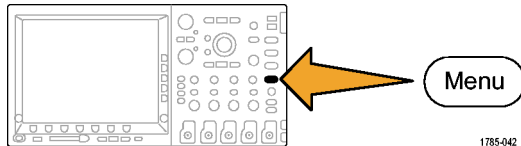
1. Mit Hilfe des Drehknopfs **Trigger-Pegel** können Sie den Triggerpegel einstellen, ohne dazu ein Menü aufrufen zu müssen.
2. Drücken Sie auf der Frontplatte des Geräts die Taste **Auf 50 % setzen**, um den Triggerpegel schnell auf die Mitte des Signals festzulegen.



Auswählen eines Triggertyps

So wählen Sie einen Trigger aus:

1. Drücken Sie **Menü** im Trigger-Menübereich.



2. Drücken Sie **Typ**, um das Menü **Triggertyp** auf dem seitlichen Rahmen anzuzeigen.

HINWEIS. Der Bustrigger in der Serie MSO4000 funktioniert auf parallelen Bussen sogar ohne Anwendungsmodul. Bei Einsatz des Bustriggers auf anderen Bussen wird das Anwendungsmodul DPO4EMBD, DPO4AUTO oder DPO4COMP benötigt.

Triggertyp
Folge (B-Trigger)
Impuls
Runt
Logik
Setup & Hold
Anst-/Abf.zt
Video
Bus

3. Wählen Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** den gewünschten Triggertyp aus.

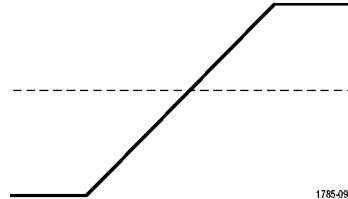
4. Stellen Sie die Triggereinstellung mit Hilfe der Bedienelemente im Menü auf dem unteren Rahmen fertig, das für den jeweiligen Triggertyp angezeigt wird. Die Bedienelemente zum Einstellen des Triggers sind für die einzelnen Triggertypen unterschiedlich.

Typ Flanke	Quelle 1	Kopplung DC	Flanke 	Pegel 100 mV		Modus Auto & Holdoff

Auswählen von Triggern

Trigger-Art

Flanke

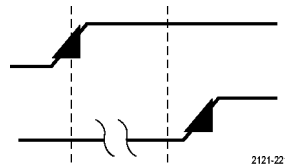


Trigger-Bedingungen

Trigger auf einer ansteigenden oder abfallenden Flanke, entsprechend der Definition in der Flankensteuerung. Verfügbare Kopplungsarten sind DC, NF-Unterdrückung, HF-Unterdrückung sowie Rauschunterdrückung.

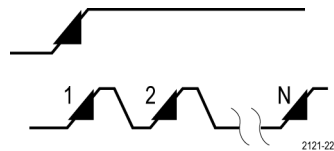
Flankentrigger sind die einfachsten und am häufigsten verwendeten Triggertypen, sowohl für analoge als auch digitale Signale. Ein Flankentriggereignis tritt auf, wenn die Triggerquelle einen angegebenen Spannungspegel in der angegebenen Richtung durchläuft.

Folge (B-Trigger)



Kombinieren Sie einen A-Ereignis-(Haupt-)Flankentrigger mit dem B-Ereignis-Trigger (verzögert), um komplexere Signale zu erfassen. (Siehe Seite 147, *Verwenden von A- (Haupt-) und B- (verzögerten) Sequenztriggern.*)

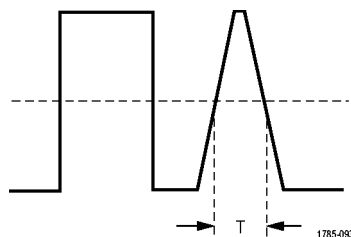
Zeit. Nach dem Eintreten von Ereignis A wartet das Triggersystem eine angegebene Zeitspanne und sucht dann nach Ereignis B, bevor das Signal getriggert und angezeigt wird.



Ereignisse. Nachdem Ereignis A aufgetreten ist, sucht das Triggersystem nach Ereignis B, bevor das Signal getriggert und angezeigt wird.

Trigger-Art

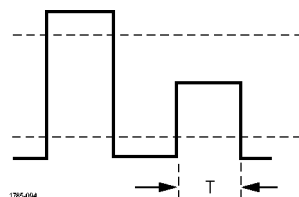
Impulsbreite



Trigger-Bedingungen

Trigger auf Impulse, die kürzer als, länger als, gleich oder ungleich einer angegebenen Zeit sind. Es kann auf positive oder negative Impulse getriggert werden. Impulsbreitentriger werden primär für digitale Signale verwendet.

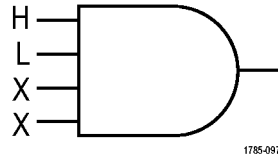
Runt



Trigger auf einer Impulsamplitude, die eine Schwelle überschreitet, eine zweite Schwelle jedoch nicht überschreitet, bevor die erste Schwelle erneut überschritten wird. Es können positive oder negative (oder beide) Runts erkannt werden, oder nur solche, die breiter als, kleiner als, größer als, gleich oder ungleich einer angegebenen Breite sind. Runt-Trigger werden primär für digitale Signale verwendet.

Trigger-Art

Logik



Trigger-Bedingungen

Triggern Sie, wenn eine ausgewählte Gruppe von Kanälen in einen ausgewählten Zustand übergeht. Wählen Sie mithilfe der Taste „Taktsteuerung“ auf dem seitlichen Rahmen die ungetaktete (Bitmuster-)Triggerung aus, oder wählen Sie einen Taktkanal (Zustandstriggerung) aus.

Legen Sie jeden Kanal mithilfe der Steuerungstasten auf dem seitlichen Rahmen „Wählen“ und „Status“ auf einen der Werte „High“, „Low“ oder „X (beliebig)“ fest.

Bei ausgewählter Takttriggerung können Sie die Taktflanke auf „ansteigend“ oder „fallend“ festlegen.

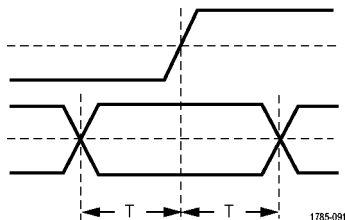
Bei ungetakteter Triggerung erfolgt das Triggern standardmäßig, wenn die ausgewählte Bedingung erfüllt ist. Sie können das Triggern für den Fall festlegen, dass die Bedingung nicht erfüllt ist, oder auch zeitlich eingeschränktes Triggern auswählen.

Bei Oszilloskopen der Serie MSO4000 können Sie bis zu 20 Kanäle (4 analoge und 16 digitale Kanäle) für einen Logik-Trigger nutzen.

HINWEIS. Die optimale Leistung des Logik-Triggers wird erzielt, wenn jeweils entweder nur analoge oder nur digitale Kanäle verwendet werden.

Trigger-Art

Setup and Hold



1785-091

Trigger-Bedingungen

Sie triggern, wenn sich der Status eines logischen Dateneingangs innerhalb der Setup- oder Hold-Zeit relativ zu einer Taktflanke ändert.

Setup ist der Zeitraum, über den Daten vor einer Taktflanke stabil sein sollten und sich nicht ändern. Hold ist der Zeitraum, über den Daten nach einer Taktflanke stabil sein sollten und sich nicht ändern.

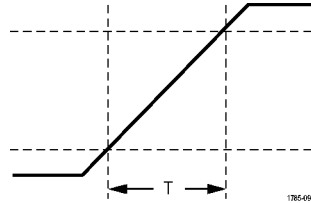
Oszilloskope der Serie MSO4000 beherrschen die Setup and Hold-Triggerung für mehrere Kanäle und können den Status eines ganzen Busses hinsichtlich Setup-and-Hold-Verletzungen überwachen. Bei Oszilloskopen der Serie MSO4000 können Sie bis zu 20 Kanäle (4 analoge und 16 digitale Kanäle) für einen Setup-and-Hold-Trigger nutzen.

Wählen Sie mit der Steuerungstaste „Takt“ am seitlichen Rahmen den Taktkanal aus. Wählen Sie über die Steuerungstasten „Wählen“ und „Funktion“ (nur bei Serie MSO4000) am seitlichen Rahmen einen oder mehrere Kanäle aus, die im Hinblick auf Setup-and-Hold-Verletzungen überwacht werden sollen.

HINWEIS. Die optimale Leistung des Setup-and-Hold-Triggers wird erzielt, wenn jeweils entweder nur analoge oder nur digitale Kanäle verwendet werden.

Trigger-Art

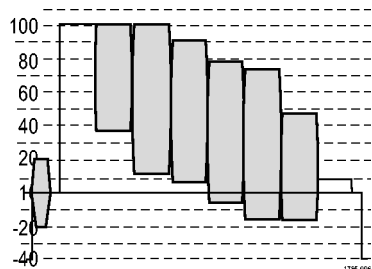
Anstiegszeit/Abfallzeit

**Trigger-Bedingungen**

Sie triggern auf Anstiegs- und Abfallzeiten. Sie triggern auf Impulsflanken, die den Bereich zwischen zwei Schwellenwerten mit hoher oder geringer Geschwindigkeit als der angegebenen Zeit durchqueren. Geben Sie Impulsflanken als positiv, negativ oder beides an.

Trigger-Art

Video

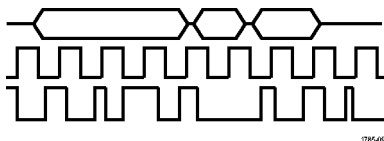


Trigger-Bedingungen

Sie triggern auf angegebene Felder oder Zeilen eines Composite-Videosignals. Es werden nur Composite-Signalformate unterstützt.

Sie triggern auf NTSC, PAL oder SECAM. Funktioniert mit Macrovision-Signalen.

Bus



Triggern auf verschiedene Busbedingungen.

I²C erfordert ein Modul DPO4EMBD.

SPI erfordert ein DPO4EMBD-Modul.

CAN erfordert ein DPO4AUTO-Modul.

RS-232 erfordert ein DPO4COMP-Modul.

„Parallel“ erfordert ein Oszilloskop der Serie MSO4000.

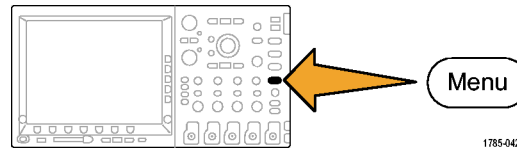
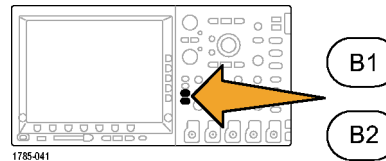
(Siehe Seite 24, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul.*)

Triggern auf Bussen

Sie können mit dem Oszilloskop auf CAN-, I²C-, SPI- und RS-232-Bussen triggern, wenn eines der Anwendungsmodule DPO4AUTO, DPO4EMBD oder DPO4COMP installiert ist. Die Serie MSO4000 kann ohne ein Anwendungsmodul auf parallele Busse triggern. Das Oszilloskop kann sowohl die physikalische Schicht (als analoge Signale) als auch die Informationen auf Protokollebene (als digitale und symbolische Signale) anzeigen.

So stellen Sie den Bustrigger ein:

1. Wenn Sie Ihren Bus noch nicht über die Bedienfeldtasten **B1** und **B2** (und bei der Serie MSO4000 **B3** und **B4**) definiert haben, holen Sie das jetzt nach. (Siehe Seite 100, *Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses*.)
2. Drücken Sie **Menü** im Trigger-Menübereich.



3. Drücken Sie **Typ**.

Typ Bus	Trig- gerquelle B1 (I2C)	Triggern auf Adresse	Adresse 07F		Anweisung Schreiben	Modus Auto & Holdoff
-------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------	--	-------------------------------	-----------------------------------

4. Blättern Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** durch das seitliche Menü „Triggertyp“, und wählen Sie **Bus** aus.



5. Drücken Sie **Triggerquelle**, und blättern Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** durch das seitliche Menü „Triggerquelle“, bis Sie den Bus ausgewählt haben, auf den Sie triggern möchten.

B1 (I2C)
B2 (Parallel)

6. Drücken Sie **Triggern auf**, und blättern Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfs **a** durch das Menü auf dem seitlichen Rahmen, bis Sie den gewünschten Trigger auf der Funktion ausgewählt haben.

Bei der Verwendung des Parallelbustriggers können Sie auf einen Binär oder Hexadezimalwert triggern. Drücken Sie die Taste **Daten** auf dem unteren Rahmen, und geben Sie die entsprechenden Parameter mit den Mehrzweckknöpfen **a** und **b** ein.

Bei Verwendung des I2C-Bustriggers können Sie auf **Start**, **Wiederholter Start**, **Stopp**, **Fehlende Bestätigung**, **Adresse**, **Daten** oder **Adresse/Daten** triggern.

Wenn Sie den SPI-Bustrigger verwenden, können Sie auf **SS Aktiv**, **MOSI**, **MISO** oder **MOSI & MISO** triggern.

Wenn Sie den CAN-Bustrigger verwenden, können Sie auf **Framebeginn**, **Frametyp**, **Kennung**, **Daten**, **ID & Daten**, **Frame-Ende** und **Fehlende Bestätigung** triggern.

Wenn Sie den RS-232-Bustrigger verwenden, können Sie auf **Senden Startbit**, **Empfangen Startbit**, **Senden Paketende**, **Empfangen Paketende**, **Senden Daten** oder **Empfangen Daten** triggern.

7. Wenn Sie einen I²C-Trigger einstellen und für **Triggern auf** die Auswahl **Adresse** oder **Adresse/Daten** getroffen haben, drücken Sie die Taste **Adresse** im Menü auf dem unteren Rahmen, um auf das Menü „I²C-Adresse“ auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.

Drücken Sie die Menütaste **Adressmodus** auf dem seitlichen Rahmen, und wählen Sie **7 Bit** oder **10 Bit** aus. Drücken Sie die seitliche Rahmentaste **Adresse**. Geben Sie mithilfe der Mehrzweckknöpfe **a** und **b** die relevanten Adressparameter ein.

Drücken Sie anschließend im Menü auf dem unteren Rahmen die Taste **Anweisung**, um die gewünschte Anweisung auszuwählen: **Lesen**, **Schreiben** oder **Lesen oder Schreiben**.

Wenn Sie unter **Triggern auf** die Option **Daten** oder **Adresse/Daten** ausgewählt haben, drücken Sie die auf dem seitlichen Rahmenmenü die Taste **Daten**, um auf das Menü „I²C-Daten“ auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.

Drücken Sie die Taste **Byte-Anzahl**, und geben Sie die Byte-Anzahl mit dem Mehrzweckknopf **a** ein.

Drücken Sie die Menütaste **Adressmodus** auf dem seitlichen Rahmen, und wählen Sie **7 Bit** oder **10 Bit** aus. Drücken Sie die seitliche Rahmentaste **Daten**. Geben Sie mithilfe der Mehrzweckknöpfe **a** und **b** die relevanten Datenparameter ein.

Weitere Informationen zu den I²C-Adressformaten finden Sie unter **7** im Abschnitt *Einrichten der Busparameter*.

8. Wenn Sie einen SPI-Trigger einrichten und unter **Triggern auf** die Option **MOSI** oder **MISO** ausgewählt haben, drücken Sie die Taste **Daten** im Menü auf dem unteren Rahmen, drücken Sie die Taste MOSI (oder MISO) im Menü auf dem unteren Rahmen, und geben Sie die betreffenden Datenparameter mit den Mehrzweckknöpfen **a** und **b** ein.

Drücken Sie anschließend die Taste **Byte-Anzahl**, und geben Sie mit dem Mehrzweckknopf **a** die Byte-Anzahl ein.

Wenn Sie **MOSI & MISO** auswählen, drücken Sie die Taste **Daten** im Menü auf dem unteren Rahmen, und geben Sie die jeweiligen Parameter in den Menüs auf dem seitlichen Rahmen ein.

9. Wenn Sie einen CAN-Trigger einrichten und unter **Triggern auf** die Option **Frame-Typ** ausgewählt haben, drücken Sie die Taste **Frame-Typ** auf dem unteren Rahmen, und wählen Sie „Daten-Frame“, „Remote-Frame“, „Fehler-Frame“ oder „Überlastungs-Frame“ aus.

Wenn Sie unter **Triggern auf** die Option **Kennung** ausgewählt haben, drücken Sie die Taste **Kennung** auf dem unteren Rahmen, und wählen Sie ein **Format** aus. Drücken Sie dann die Taste **Kennung** auf dem seitlichen Rahmen, und geben Sie mit den Mehrzweckknöpfe **a** und **b** einen Binär- oder Hexadezimalwert ein.

Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen die Taste **Anweisung**, um die gewünschte Anweisung auszuwählen: **Lesen**, **Schreiben** oder **Lesen oder Schreiben**.

Wenn Sie unter **Triggern auf** die Option **Daten** ausgewählt haben. Drücken Sie die Taste **Daten** auf dem unteren Rahmen, und geben Sie die entsprechenden Parameter mit den Mehrzweckknöpfe **a** und **b** ein.

10. Wenn Sie einen RS-232-Trigger einrichten und unter **Triggern auf** die Option **Senden Daten** oder **Empfangen Daten** ausgewählt haben, drücken Sie die Taste **Daten** auf dem unteren Rahmen.

Drücken Sie die Taste **Byte-Anzahl**, und geben Sie die Byte-Anzahl mit dem Mehrzweckknopf **a** ein.

Drücken Sie die Taste **Daten** auf dem seitlichen Rahmen, und geben Sie die entsprechenden Parameter mit den Mehrzweckknöpfe **n a** und **b** ein.

Datenabgleich für I²C-, SPI- und CAN-Bustrigger

Byteanpassung im Rollfenster für I²C und SPI. Wenn ein Rollfenster zum Triggern auf Daten verwendet werden soll, definieren Sie die Anzahl der Bytes, die auf Übereinstimmung geprüft werden soll. Das Oszilloskop sucht mit Hilfe eines Rollfensters alle Übereinstimmungen in einem Paket, wobei das Fenster Byte für Byte rollt.

Wenn beispielsweise die Anzahl der Bytes eins beträgt, versucht das Oszilloskop nacheinander das erste Byte, das zweite Byte, das dritte Byte usw. innerhalb des Pakets auf Übereinstimmung zu prüfen.

Wenn die Anzahl der Bytes zwei beträgt, versucht das Oszilloskop jeweils zwei aufeinanderfolgende Bytes auf Übereinstimmung zu prüfen, z. B. eins und zwei, zwei und drei, drei und vier, usw. Wenn das Oszilloskop eine Übereinstimmung findet, triggert es.

Spezifische Byteüberprüfung (Überprüfung auf Übereinstimmung auf einer bestimmten Position im Paket im nicht rollenden Fenster) für I²C, SPI und CAN. Es gibt mehrere Möglichkeiten für das Triggern auf einem bestimmten Byte bei I²C, SPI und CAN:

- Geben Sie für I²C und SPI die Anzahl der Bytes an, die an die Anzahl der Bytes des Signals angepasst werden soll. Maskieren Sie mit dem Zeichen für „beliebig“ (X) die Bytes, die für Sie nicht relevant sind.
- Drücken Sie für I²C auf dem unteren Rahmen die Taste **Triggern auf**, um auf **Adresse/Daten** zu triggern. Drücken Sie **Adresse**. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **Adresse**, und drehen Sie gegebenenfalls die Mehrzweckknöpfe **a** und **b**. Legen Sie für die Adresse „(X) Beliebig“ fest, wenn die Adresse maskiert werden soll. Die Daten werden ohne ein Rollfenster beginnend mit dem ersten Byte auf Übereinstimmung geprüft.
- Für CAN erfolgt die Triggerung, wenn die Daten des vom Benutzer ausgewählten Eingangs vom ersten Byte an mit den Daten und dem Qualifikator des Signals übereinstimmen. Legen Sie die Anzahl der Bytes fest, die mit der Anzahl der relevanten Bytes übereinstimmen soll. Führen Sie die folgenden Operationen mit Hilfe des Datenqualifikators durch: =, !=, <, >, >= und <=. Bei der Triggerung auf Kennung und Daten wird immer eine Übereinstimmung zwischen der Kennung und den Daten hergestellt, die vom Benutzer ausgewählt wurden, wobei die Daten beim ersten Byte beginnen. Es wird kein Rollfenster verwendet.

Datenabgleich für RS-232-Bustrigger

Sie können auf einem bestimmten Datenwert für RS-232-Bytes triggern. Wenn Sie ein Paketende-Zeichen für die RS-232-Busdekodierung definiert haben, können Sie dasselbe Paketende-Zeichen als Datenwert für den Triggerdatenabgleich verwenden. Hierfür wählen Sie unter „Triggern auf“ als Option „Senden Paketende“ oder „Empfangen Paketende“ aus.

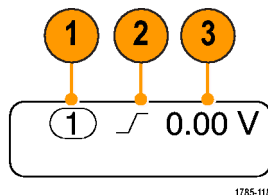
Abgleich von Parallelbus-Triggerdaten

Eine optimale Leistung des Parallelbustriggers wird erzielt, wenn jeweils entweder nur analoge oder nur digitale Kanäle (nur bei Serie MSO4000) verwendet werden.

Überprüfen der Triggereinstellungen

Um die Einstellungen einiger Schlüssel-Triggerparameter schnell zu bestimmen, überprüfen Sie die Triggeranzeige unten in der Anzeige. Die Anzeigen sind für Flanken- und Komfort-Trigger unterschiedlich.

1. Triggerquelle = Kanal 1.
2. Triggerflanke = ansteigend.
3. Triggerpegel = 0,00 V.



Anzeige für Flankentrigger

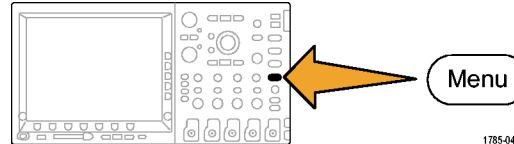
Verwenden von A- (Haupt-) und B- (verzögerten) Sequenztriggern

Kombinieren Sie einen A-Ereignis- (Haupt-) Flankentrigger mit dem B-Ereignis-Trigger (verzögert), um komplexere Signale zu erfassen. Nachdem das A-Ereignis aufgetreten ist, sucht das Triggersystem nach dem B-Ereignis, bevor das Signal getriggert und angezeigt wird.

Die Trigger A und B können separate Quellen aufweisen, dies ist der Normalfall.

Richten Sie zuerst mit dem Menü „Edge trigger“ (Flankentrigger) Trigger A ein. Verwenden Sie anschließend Trigger B:


1. Drücken Sie **Menü** im Trigger-Menübereich.



1785-042

2. Drücken Sie **Typ**.
3. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um einen Triggertyp von **Folge (B-Trigger)** auszuwählen.
Dadurch wird das Menü „Folge (B-Trigger)“ angezeigt.

4. Drücken Sie **B-Trigger nach A** .

Typ Folge (B-Trigger)	Quelle 1	Kopplung DC	Flanke 	Pegel 0,00 V	B-Trigger nach A Uhrzeit	Modus Auto & Holdoff
-----------------------------	-------------	----------------	---	-----------------	--------------------------------	----------------------------



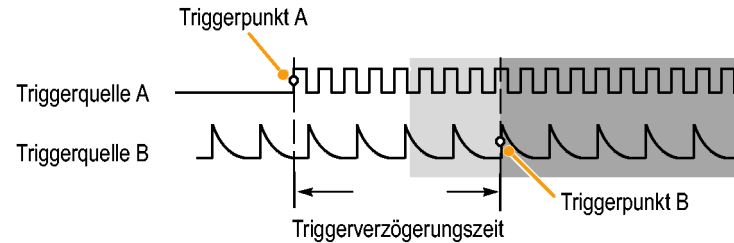
Drücken Sie eine Taste auf dem seitlichen Rahmen, um die Reihenfolge „B-Trigger nach A“ als Zeit oder als Ereignis auszuwählen.

Uhrzeit (a) 8 ns
B Ereignisse 1
Auf Min- destwert setzen

5. Legen Sie die anderen Parameter für Sequenztrigger in dem betreffenden seitlichen oder unteren Menü fest.

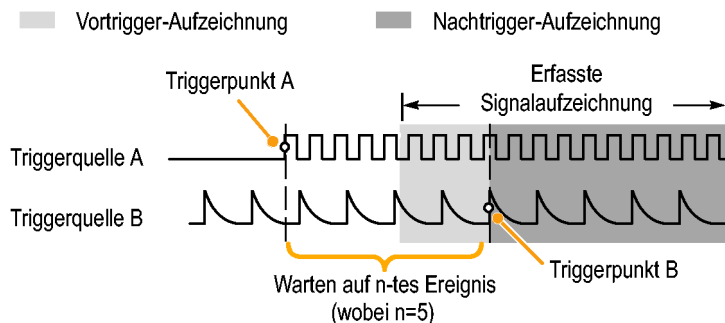
B-Trigger nach Verzögerungszeit

Trigger A durchläuft das Oszilloskop.
Die Erfassung des Nachtriggers startet
mit der ersten B-Flanke nach der
Trigger-Verzögerungszeit.



Trigger auf B-Ereignis

Trigger A aktiviert das Oszilloskop. Die Erfassung des Nachtriggers startet mit dem n-ten B-Ereignis.



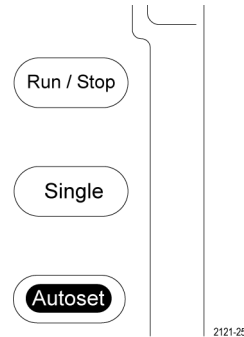
Schnelltipps

- Die B-Trigger-Verzögerungszeit und die horizontale Position sind voneinander unabhängige Funktionen. Wenn Sie eine Triggerbedingung festlegen, die entweder Trigger-A allein oder die Trigger A und B zusammen verwendet, können Sie auch mit der horizontalen Positionssteuerung die Erfassung um einen zusätzlichen Betrag verzögern.
- Wenn Trigger B verwendet wird, kann für Trigger A und Trigger B nur der Typ „Flanke“ festgelegt werden.

Starten und Anhalten einer Erfassung

Nachdem Sie die Erfassungs- und die Triggerparameter definiert haben, starten Sie die Erfassung mit **Start/Stop** oder **Einzel**.

- Drücken Sie **Start/Stop**, um Erfassungen zu starten. Das Oszilloskop nimmt wiederholt Erfassungen vor, bis Sie die Taste erneut drücken, um die Erfassung zu beenden.
- Drücken Sie **Einzel**, um eine Einzelerfassung vorzunehmen. Durch die Auswahl „Einzel“ wird der Triggermodus für die Einzelerfassung auf **Normal** festgelegt.



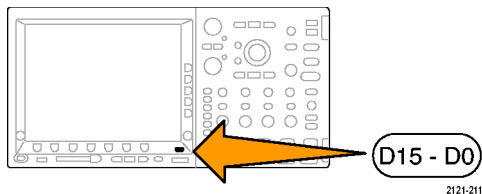
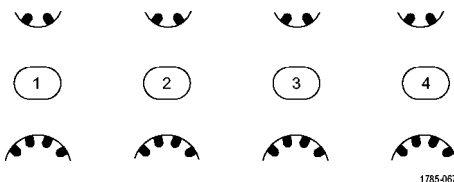
Anzeigen von Signaldaten

Dieser Abschnitt enthält Konzepte und Verfahren zum Anzeigen von erfassten Signalen.

Hinzufügen und Entfernen eines Signals

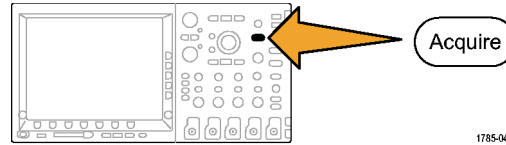
1. Drücken Sie zum Hinzufügen oder Entfernen eines Signals von der Anzeige die entsprechende Kanaltaste auf dem Bedienfeld oder die Taste D15-D0.

Sie können den Kanal unabhängig davon, ob er angezeigt wird oder nicht, als Triggerquelle verwenden.



Einstellen von Darstellart und Nachleuchten

1. Drücken Sie **Erfassen**, um die Darstellart einzustellen.



2. Drücken Sie **Signalanzeige**.

Modus Sample	Aufzeichn.- länge 10k	Horizon- tale Posi- tion zurück- setzen	Signal- anzeige			
-----------------	-----------------------------	--	--------------------	--	--	--

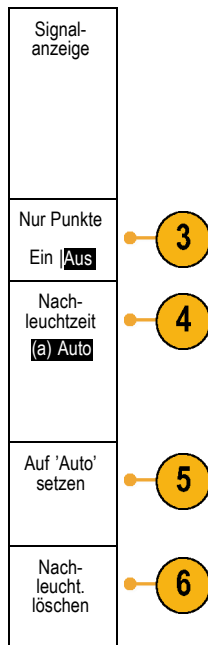


3. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **Nur Punkte Ein Aus**. Durch die Option „Nur Punkte“ werden die Punkte der Signalerfassung auf dem Bildschirm als Punkte angezeigt. Wird die Option ausgeschaltet, werden die Punkte durch Vektoren verbunden.

4. Drücken Sie **Nachleuchtzeit**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, damit die Signaldaten für einen durch den Benutzer festgelegten Zeitraum auf dem Bildschirm angezeigt werden.

5. Drücken Sie **Auf 'Auto' setzen**, wenn das Oszilloskop automatisch eine Nachleuchtzeit bestimmen soll.

6. Drücken Sie **Nachleucht. löschen**, um die Informationen für das Nachleuchten zurückzusetzen.

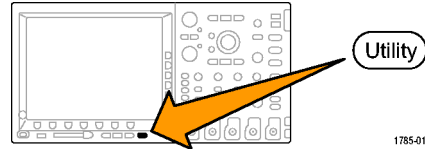


Schnelltipps

- Bei variabler Nachleuchtzeit werden die Aufzeichnungspunkte für ein bestimmtes Zeitintervall gesammelt. Jeder Aufzeichnungspunkt klingt einzeln gemäß des Zeitintervalls ab. Verwenden Sie eine variable Nachleuchtzeit zum Anzeigen seltener Signalanomalien, z. B. Glitches.
- Bei einer unendlichen Nachleuchtdauer werden fortlaufend Aufzeichnungspunkte gesammelt, bis Sie eine Einstellung für die Erfassungsanzeige ändern. Verwenden Sie eine unendliche Nachleuchtdauer, um einmalig auftretende Signalanomalien anzuzeigen, z. B. Glitches.

Einstellen der Rasterform

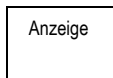
1. Drücken Sie **Utility**, um die Rasterform einzustellen.



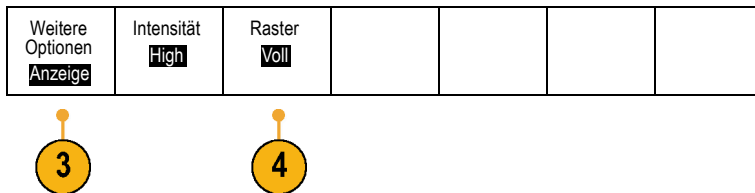
2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.



4. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen **Raster**.



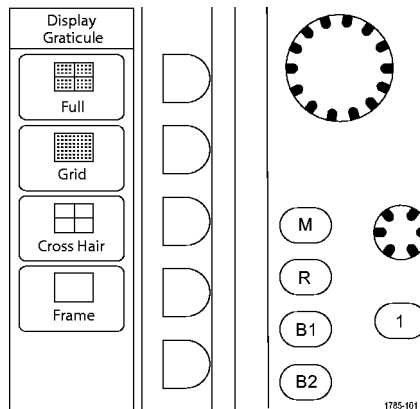
5. Wählen Sie aus dem daraufhin auf dem seitlichen Rahmen angezeigten Menü die gewünschte Form aus.

Verwenden Sie das Raster **Voll** für schnelle Schätzungen der Signalparameter.

Verwenden Sie das Raster **Gitter**, um Vollbildmessungen mit Cursors und automatischen Anzeigen vorzunehmen, wenn kein Fadenkreuz erforderlich ist.

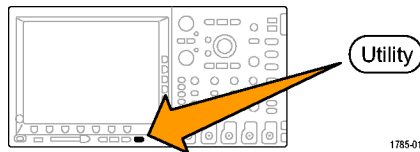
Verwenden Sie das Raster **Fadenkreuz** für schnelle Schätzungen der Signale, wobei mehr Platz für automatische Anzeigen und andere Daten gelassen wird.

Verwenden Sie das Raster **Rahmen** mit automatischen Anzeigen und anderem Bildschirmtext, wenn keine Bildschirmfunktionen erforderlich sind.



Einstellen der Hintergrundbeleuchtung des Bildschirms

1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere
Optionen

2

3. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.

Anzeige

4. Drücken Sie **Intensität**.

Weitere Optionen Anzeige	Intensität High	Raster Voll				
--------------------------------	--------------------	----------------	--	--	--	--

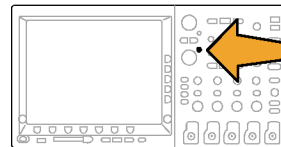


5. Wählen Sie aus dem daraufhin auf dem seitlichen Rahmen angezeigten Menü die gewünschte Intensität aus. Sie haben folgende Auswahlmöglichkeiten: **High**, **Mittel** und **Low**.

Intensität
High
Mittel
Low

Festlegen der Signalintensität

1. Drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Intensität**.



Intensity



1785-062

Dadurch wird die Anzeige für die Intensität auf dem Bildschirm angezeigt.

- a Waveform Intensity: 35%
- b Graticule Intensity: 75%

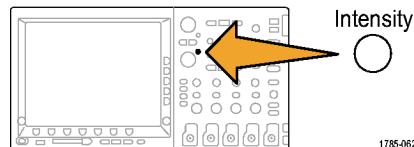
2121-245

2. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die gewünschte Signalintensität auszuwählen.



1785-039

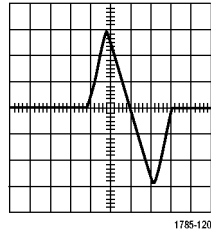
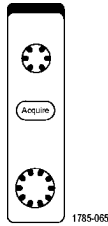
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um die gewünschte Intensität für das Raster und den Text auszuwählen.
4. Drücken Sie erneut **Intensität**, um die Anzeige für die Intensität auszublenden.



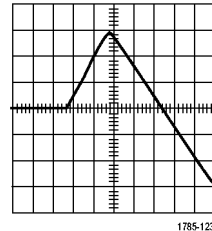
1785-062

Skalierung und Positionierung von Signalen

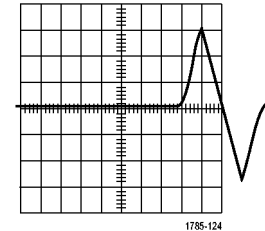
Verwenden Sie die horizontalen Optionen zum Anpassen der Zeitbasis und des Triggerpunkts und zur näheren Analyse der Signaldetails. Sie können die Signalanzeige auch mit dem Zoom und den Funktionen zum Verschieben von Wave Inspector anpassen. (Siehe Seite 214, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge.*)



Originalsignal

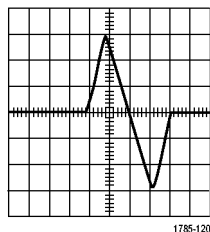
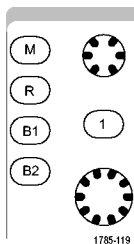


Horizontal skaliert

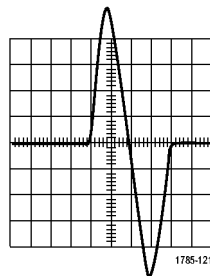


Horizontal positioniert

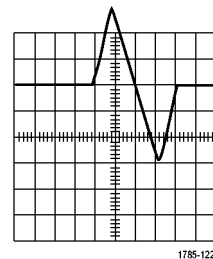
Verwenden Sie die vertikalen Bedienelemente zum Auswählen von Signalen, zum Anpassen der vertikalen Position und Skalierung von Signalen oder zum Festlegen der Eingangsparameter. Drücken Sie zum Auswählen, Hinzufügen oder Entfernen eines Signals sooft wie erforderlich eine Menütaste für einen der Kanäle (1, 2, 3 oder 4) und die entsprechenden Menüelemente.



Originalsignal



Vertikal skaliert



Vertikal positioniert

Schnelltipps

- **Voransicht.** Wenn Sie die Bedienelemente für die Position oder zum Skalieren ändern, während die Erfassung angehalten wird oder auf den nächsten Trigger wartet, skaliert das Oszilloskop die ausgewählten Signale entsprechend der neuen Einstellungen neu und positioniert sie neu. Die folgende Anzeige wird simuliert, wenn Sie anschließend die Taste **Start** drücken. Das Oszilloskop verwendet die neuen Einstellungen für die nächste Erfassung.

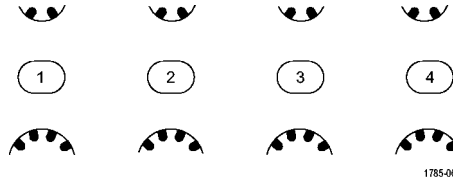
Unter Umständen ist das Signal abgeschnitten, wenn das ursprüngliche Signal den Bildschirm verlassen hat.

Während der Voransicht bleiben das mathematische Signal, die Cursor und die automatischen Messungen aktiv und gültig.

Einstellen der Eingangsparameter

Verwenden Sie die vertikalen Bedienelemente zum Auswählen von Signalen, zum Anpassen der vertikalen Position und der Skalierung oder zum Festlegen der Eingangsparameter.

1. Drücken Sie eine Menütaste für einen der Kanäle 1, 2, 3 oder 4, um das vertikale Menü für das angegebene Signal anzuzeigen. Das vertikale Menü hat ausschließlich Auswirkungen auf das ausgewählte Signal.



Durch Drücken einer Kanaltaste wird auch ein Signal ausgewählt oder diese Auswahl aufgehoben.

2. Drücken Sie wiederholt **Kopplung**, um die zu verwendende Kopplung auszuwählen.

Verwenden Sie die DC-Kopplung, um sowohl die AC- als auch die DC-Komponenten zu übergeben.




Verwenden Sie die AC-Kopplung, um die DC-Komponente zu blockieren und das AC-Signal anzuzeigen.

Verwenden Sie GND, um das Referenzpotential anzuzeigen.

3. Drücken Sie wiederholt **Impedanz**, um die zu verwendende Impedanz auszuwählen.

Legen Sie die Eingangsimpedanz (Abschluss) auf 50 Ω oder 1 M Ω fest, wenn Sie eine DC- oder GND-Kopplung verwenden. Die Eingangsimpedanz wird automatisch auf 1 M Ω festgelegt, wenn Sie eine AC-Kopplung verwenden.

Weitere Informationen zur Eingangsimpedanz finden Sie in den **Schnelltipps**. (Siehe Seite 168, *Schnelltipps*.)

Kopplung DC AC 	Impedanz 1 M Ω 50 Ω	In- vertierung Ein Aus 	Bandbreite Voll	(1) Notiz		 Weiter
--	--------------------------------------	---	--------------------	-----------	--	---



4. Drücken Sie **Invertier.**, um das Signal zu invertieren.

Wählen Sie für Normalbetrieb die Einstellung **Invertier. Aus** aus und **Invertier. Ein**, um die Polarität des Signals im Vorverstärker zu invertieren.

5. Drücken Sie **Bandbreite**, und wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen die gewünschte Bandbreite aus.

Sie haben folgende Einstellungsmöglichkeiten: Voll, 250 MHz und 20 MHz. Je nach verwendetem Tastkopf werden gegebenenfalls weitere Auswahlmöglichkeiten angezeigt.

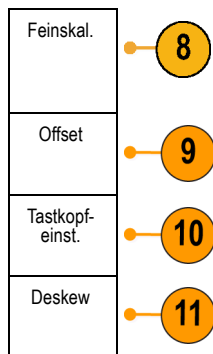
Wählen Sie **Voll** aus, um die Bandbreite auf die volle Bandbreite des Oszilloskops festzulegen.

Wählen Sie **250 MHz** aus, um die Bandbreite auf 250 MHz festzulegen.

Wählen Sie **20 MHz** aus, um die Bandbreite auf 20 MHz festzulegen.

6. Drücken Sie zum Erstellen einer Notiz für den Kanal auf **Notiz**. (Siehe Seite 83, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)

7. Drücken Sie auf **Weiter**, um auf zusätzliche Menüs auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.
8. Wählen Sie **Feinskal.**, um mit dem Mehrzweckknopf **a** die Feinabstimmung der vertikalen Skalierung vornehmen zu können.



9. Wählen Sie **Offset**, um mit dem Mehrzweckknopf **a** die Abstimmung des vertikalen Offsets vornehmen zu können.
Wählen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **Auf 0 V festlegen** aus, um den vertikalen Offset auf 0 V festzulegen.
Weitere Informationen zum Offset finden Sie in den **Schnelltipps**. (Siehe Seite 168, *Schnelltipps*.)
10. Wählen Sie **Tastkopfeinstellung** aus, um die Parameter für den Tastkopf zu definieren.
Führen Sie folgende Schritte auf dem daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen aus:
 - Wählen Sie **Voltage** (Spannung) oder **Strom** aus, um den Tastkopftyp für Tastköpfe einzustellen, die nicht mit der TekProbe II- oder der TekVPI-Schnittstelle ausgestattet sind.
 - Legen Sie mit dem Mehrzweckknopf **a** die Dämpfung entsprechend dem Tastkopf fest.

11. Wählen Sie **Deskew** aus, um die Zeitversatzberichtigung für den Kanal festzulegen. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um die Zeitversatzberichtigung für den Tastkopf anzupassen, der an den ausgewählten Kanal angeschlossen ist. Dadurch wird die Erfassung und die Anzeige des Signals im Verhältnis zur Triggerzeit nach links oder rechts verschoben. Kompensieren Sie hiermit die Unterschiede in Kabellänge oder Tastkopftyp.

Schnelltipps

- **Verwenden von Tastköpfen mit TekProbe II- oder TekVPI-Schnittstelle.** Wenn Sie einen Tastkopf mit der TekProbe II- oder der TekVPI-Schnittstelle verwenden, stellt das Oszilloskop die Kanalempfindlichkeit, die Kopplung und den Abschlusswiderstand automatisch auf die Tastkopfanforderungen ein. Für Tek Probe II-Tastköpfe muss der TPA-BNC-Adapter verwendet werden.
- **Der Unterschied zwischen vertikaler Position und Offset.** Bei der vertikalen Position handelt es sich um eine Anzeigefunktion. Stellen Sie die vertikale Position so ein, dass die Signale dort angezeigt werden, wo Sie sie positionieren. Die Signalbasislinien zeigen die Änderungen ihrer Positionen an.

Wenn Sie den vertikalen Offset einstellen, sehen Sie einen ähnlichen Effekt, der aber eine ganz andere Ursache hat. Der vertikale Offset wird vor dem Vorverstärker des Oszilloskops verwendet und kann verwendet werden, um den effektiven dynamischen Bereich der Eingangssignale zu erhöhen. Sie können den vertikalen Offset beispielsweise verwenden, um kleine

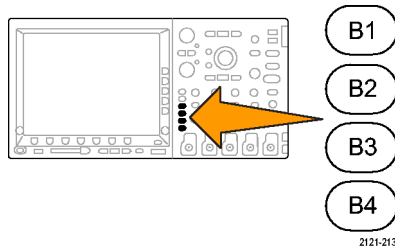
Schwankungen unter hoher DC-Spannung anzusehen. Stellen Sie den vertikalen Offset auf die nominale DC-Spannung ein. Das Signal wird in der Bildmitte angezeigt.

- **50 Ω -Schutz.** Wenn Sie den 50- Ω -Abschluss auswählen, ist der maximale vertikale Skalierungsfaktor auf 1 V/div beschränkt, es sei denn, dass ein 10fach-Tastkopf den Skalierungsfaktor 10 V aufweist. Wenn Sie eine sehr hohe Eingangsspannung anlegen, schaltet das Oszilloskop automatisch auf 1-M Ω -Abschluss, um den integrierten 50- Ω -Abschluss zu schützen. Weitere Informationen finden Sie bei den technischen Daten im *Technischen Referenzhandbuch für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000*.

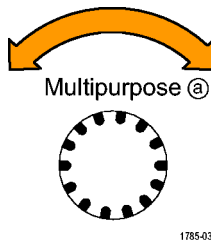
Positionieren und Beschriften von Bussignalen

Positionieren von Bussignalen. Drücken Sie die entsprechende Bustaste auf dem Bedienfeld, und drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um die vertikale Position des gewählten Busses einzustellen. (Siehe Seite 100, *Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses*.)

1. Drücken Sie die entsprechende Bustaste auf dem Bedienfeld, um diesen Bus auszuwählen.

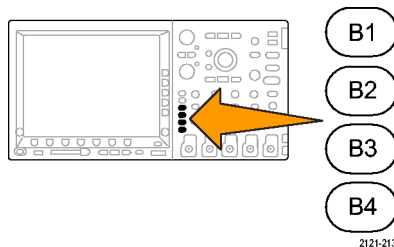


2. Drehen Sie den Mehrzweckknopf a, um die vertikale Position des gewählten Busses einzustellen.



Beschriften von Bussignalen. Gehen Sie folgendermaßen vor, um einen Bus zu beschriften:

1. Drücken Sie auf dem Bedienfeld die entsprechende Bustaste.



2. Drücken Sie **Notiz**.

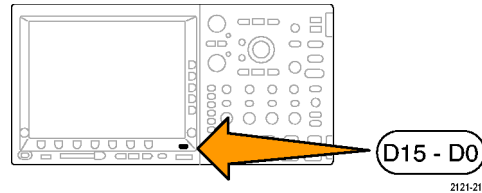
(Siehe Seite 83, *Beschriften von Kanälen und Bussen.*)

Bus (B1) Parallel	Eingänge definieren	Schwellen- werte		(B1) Notiz Parallel	Bus- sanzeige	Ereignista- belle
----------------------	------------------------	---------------------	--	------------------------	------------------	----------------------



Positionieren, Skalieren und Gruppieren von digitalen Kanälen

1. Drücken Sie die Taste **D15–D0** auf dem Bedienfeld des Geräts.



- Drücken Sie die Option **D15–D0** in dem Menü auf dem unteren Rahmen.

D15 – D0 Ein/Aus	Schwellen- werte	Notizen bearb.			MagniVu Ein Aus	Höhe S M L
---------------------	---------------------	-------------------	--	--	---------------------------	----------------------

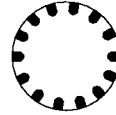


- Drücken Sie die seitliche Rahmentaste **Wählen**.

Wählen (a) D0 (b) 1,04 div
Anzeige Ein Aus
Einschalten D7–D0
Einschalten D15–D8



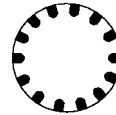
4. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um den Kanal auszuwählen, der verschoben werden soll.



1785-039

5. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um den Kanal zu verschieben.

HINWEIS. Die Anzeige des Kanals (oder der Gruppe) wird erst verschoben, nachdem Sie mit dem Drehen des Knopfes aufgehört haben.



Multipurpose (b)

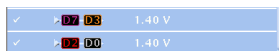
1785-160

6. Um die Skalierung (Höhe) der digitalen Kanäle zu ändern, drücken Sie die Taste **Höhe** im Menü auf dem unteren Rahmen.

HINWEIS. Bei Auswahl von **S** (Klein) werden die Signale mit einer Höhe von 0,2 Skalenteilen angezeigt. Bei Auswahl von **M** (Mittel) werden die Signale mit einer Höhe von 0,5 Skalenteilen angezeigt. Bei Auswahl von **L** (Groß) werden die Signale mit einer Höhe von 1 Skalenteil angezeigt. **L** funktioniert nur, wenn ausreichend Platz vorhanden ist, um die Signale anzuzeigen. Sie können bis zu 10 Signale der Größe **L** gleichzeitig anzeigen.

7. Sie können einzelne digitale Kanäle zur einfacheren Erkennung beschriften. (Siehe Seite 83, *Beschriften von Kanälen und Bussen.*)

8. Wenn Sie einige oder alle der digitalen Kanäle in einer Gruppe zusammenfassen möchten, verschieben Sie die Kanäle so, dass sie sich direkt nebeneinander befinden. Alle benachbarten Kanäle bilden automatisch eine Gruppe.



Sie können die Gruppen anzeigen, indem Sie die Option **Wählen** auf dem seitlichen Rahmenmenü auswählen, und dann den Mehrzweckknopf **a** drücken.

Wenn Sie eine Gruppe ausgewählt haben, drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um die Gruppe als Ganzes zu verschieben.

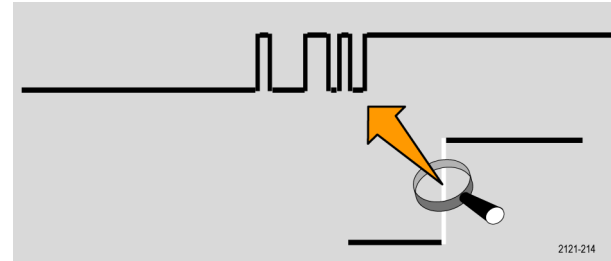
Anzeigen digitaler Kanäle

Die vielfältigen Möglichkeiten zur Anzeige der Daten aus den digitalen Kanälen helfen Ihnen, die Signale zu analysieren. Digitale Kanäle speichern einen hohen oder einen niedrigen Zustand für jeden Abtastpunkt.

Der logische Pegel "hoch" wird grün angezeigt. Der logische Pegel "Niedrig" wird blau angezeigt. Wenn ein einzelner Übergang während der Zeit stattfindet, die durch eine Säule von einem Pixel Breite dargestellt wird, wird dieser Übergang (die Flanke) in grauer Farbe angezeigt.

Wenn mehrere Übergänge während der Zeit stattfinden, die durch eine Säule von einem Pixel Breite dargestellt wird, wird der Übergang (die Flanke) in weißer Farbe angezeigt.

Wenn in der Anzeige eine weiße Flanke zu erkennen ist, durch die mehrere Übergänge dargestellt werden, können Sie die einzelnen Flanken möglicherweise durch Zoomen vergrößern und so erkennen.



Nachdem Sie mit dem Zoom so stark vergrößert haben, dass pro Abtastung eine Säule von mehr als einem Pixel Breite angezeigt wird, wird die Unsicherheit der Flankenposition durch eine hellgraue Schattierung dargestellt.



HINWEIS. Wenn die hellgraue Schattierung angezeigt wird, verwenden Sie MagniVu.

Analysieren von Signaldaten

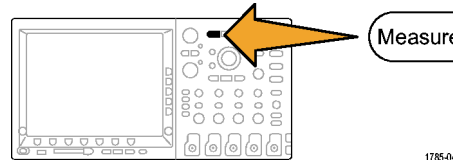
Nachdem die Erfassung, Triggerung und Anzeige des gewünschten Signals ordnungsgemäß eingestellt wurde, können Sie die Ergebnisse analysieren. Wählen Sie aus den Funktionen Cursors, automatische Messungen, Statistik, Math und FFT aus.

HINWEIS. Für digitale Kanäle gibt es keine automatischen Messungen.

Durchführen automatischer Messungen

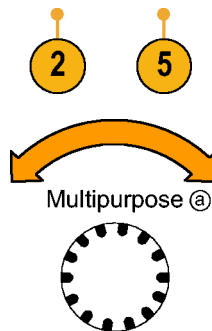
So führen Sie eine automatische Messung durch:

1. Drücken Sie **Messen**.



2. Drücken Sie **Messung auswählen**.


Messung auswählen 1	Messung entfernen	Gating Bildschirm	Statistik Ein	Referenz- pegel	Indikatoren	Cursor konfigurieren
---------------------------	----------------------	----------------------	------------------	--------------------	-------------	-------------------------



1785-039

3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den Kanal auszuwählen, von dem die Messung erfolgen soll. Dieser Schritt ist nur erforderlich, wenn Sie Daten von mehr als einem Kanal erfassen.
4. Wählen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die betreffende Messung bzw. Messungen aus.
5. Um eine Messung zu entfernen, drücken Sie **Messung entfernen**, und wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü die betreffende Messung aus.







Schnelltipps

- Um alle Messungen zu entfernen, wählen Sie **Alle Messungen entfernen**.
- Das Symbol  wird anstelle des erwarteten numerischen Messergebnisses angezeigt, wenn eine vertikale Begrenzung vorhanden ist. Ein Teil des Signals befindet sich ober- oder unterhalb der Anzeige. Um ein ordnungsgemäßes numerisches Messergebnis zu erhalten, stellen Sie das Signal mit den Drehknöpfen für die vertikale Skalierung und die Position so ein, dass es vollständig angezeigt wird.






Auswählen automatischer Messungen

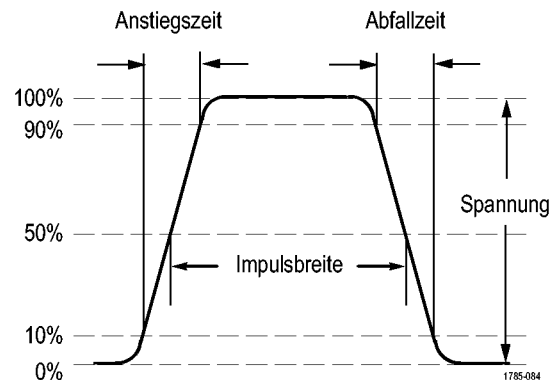
In der folgenden Tabelle werden die automatischen Messungen nach Kategorie aufgelistet: Zeit oder Amplitude. (Siehe Seite 177, *Durchführen automatischer Messungen*.)

Zeitmessungen

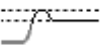

Messung		Beschreibung
Periode		Die erforderliche Zeit, um den ersten Zyklus eines Signals oder eines getorten Bereichs abzuschließen. Die Periode ist der Kehrwert der Frequenz und wird in Sekunden gemessen.
Frequenz		Der erste Zyklus eines Signals oder eines getorten Bereichs. Die Frequenz ist der Kehrwert der Periode. Sie wird in Hertz (Hz) gemessen, wobei ein Hz einem Zyklus pro Sekunde entspricht.
Verzögerung		Die Zeit zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) von zwei verschiedenen Signalen. Informationen hierzu finden Sie auch unter <i>Phase</i> .
Anstiegszeit		Die für die Vorderflanke des ersten Impulses des Signals oder des getorten Bereichs erforderliche Zeit, um vom unteren Referenzwert (Standard = 10 %) auf den oberen Referenzwert (Standard = 90 %) des letzten Werts anzusteigen.
Abfallzeit		Die für die abfallende Flanke des ersten Impulses des Signals oder des getorten Bereichs erforderliche Zeit, um vom oberen Referenzwert (Standard = 90 %) auf den unteren Referenzwert (Standard = 10 %) des letzten Werts abzufallen.
Positives Tastverhältnis		Das Verhältnis der positiven Impulsbreite zur Signalperiode als Prozentzahl ausgedrückt. Das Tastverhältnis wird im ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gemessen.

Zeitmessungen (Fortsetzung)






Messung		Beschreibung
Negatives Tastverhältnis		Das Verhältnis der negativen Impulsbreite zur Signalperiode als Prozentzahl ausgedrückt. Das Tastverhältnis wird im ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gemessen.
Positive Impulsbreite		Der Abstand (Zeit) zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) eines positiven Impulses. Die Messung wird beim ersten Impuls des Signals oder des getorten Bereichs vorgenommen.
Negative Impulsbreite		Der Abstand (Zeit) zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) eines negativen Impulses. Die Messung wird beim ersten Impuls des Signals oder des getorten Bereichs vorgenommen.
Burstbreite		Die Dauer eines Bursts (eine Reihe von einmaligen Ereignissen). Sie wird über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gemessen.
Phase		Der Zeitraum in Winkelgrad, den ein Signal einem anderen Signal voraus- oder nacheilt. 360° bilden einen vollen Signalzyklus. Informationen hierzu finden Sie auch unter <i>Verzögerung</i> .








Amplitudenmessungen

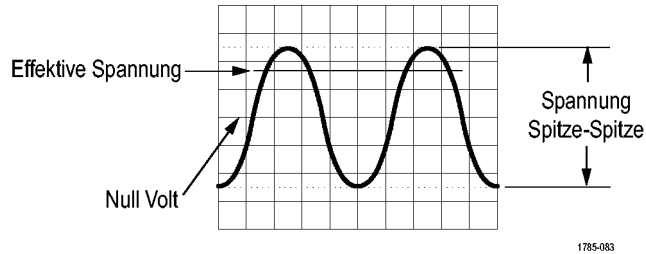
Messung		Beschreibung
Positives Überspringen		Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als: Positives Überspringen = (Maximum – Hoch) / Amplitude x 100 %.
Negatives Überspringen		Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als: Negatives Überspringen = (Niedrig – Minimum) / Amplitude x 100 %.

Amplitudenmessungen (Fortsetzung)

Messung		Beschreibung
Pk-Pk		Die absolute Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Amplitude des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs.
Amplitude		Der niedrige Wert abgezogen vom hohen Wert während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs.
High		Dieser Wert wird als 100 % verwendet, wenn hohe Referenzwerte, mittlere Referenzwerte oder niedrige Referenzwerte benötigt werden, z. B. bei Abfallzeit- oder Anstiegszeitmessungen. Wird entweder mit der Min/Max- oder der Histogramm-Methode ermittelt. Bei der Min/Max-Methode wird der gefundene Maximalwert verwendet. Bei der Histogramm-Methode wird der am häufigsten oberhalb der Mitte gefundene Wert verwendet. Dieser Wert wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
Low		Dieser Wert wird als 0 % verwendet, wenn hohe Referenzwerte, mittlere Referenzwerte oder niedrige Referenzwerte benötigt werden, z. B. bei Abfallzeit- oder Anstiegszeitmessungen. Wird entweder mit der Min/Max- oder der Histogramm-Methode ermittelt. Bei der Min/Max-Methode wird der gefundene Minimalwert verwendet. Bei der Histogramm-Methode wird der am häufigsten unterhalb der Mitte gefundene Wert verwendet. Dieser Wert wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
Max		Die größte positive Spitzenspannungswert. Max wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.

Amplitudenmessungen (Fortsetzung)

Messung		Beschreibung
Min		Die größte negative Spitzenspannungswert. Min wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
Mittelwert		Der über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gebildete arithmetische Mittelwert.
Zyklusmittelwert		Der über den ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gebildete arithmetische Mittelwert.
Eff		Die über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gemessene echte Effektivwertspannung.
Zyklus-Effektivwert		Die über den ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gemessene echte Effektivwertspannung .



Verschiedene Messungen

Messung	Beschreibung
Fläche	Die Flächenmessung ist eine Spannung/Zeit-Messung. Es wird die Fläche während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs in Volt-Sekunden zurückgegeben. Die Fläche oberhalb von Masse ist positiv und die Fläche unterhalb von Masse ist negativ.
Zyklusfläche	Eine Spannung/Zeit-Messung. Bei der Messung wird die Fläche während des ersten Zyklus des Signals oder des ersten Zyklus des Gate-Bereichs in Volt-Sekunden angegeben. Die Fläche oberhalb des allgemeinen Referenzpunkts ist positiv, und die Fläche unterhalb des allgemeinen Referenzpunkts ist negativ.

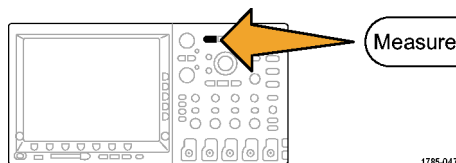
Anpassen einer automatischen Messung

Automatische Messungen können angepasst werden, indem Sie Gating verwenden, Messungsstatistiken verändern, die Referenzpegel der Messung anpassen oder einen Schnappschuss machen.

Gating

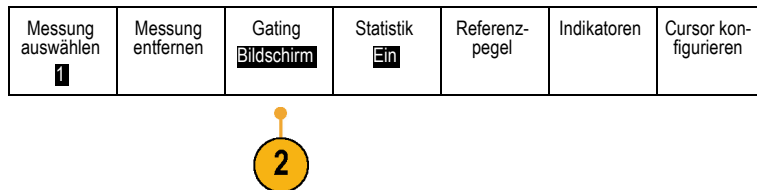
Gating beschränkt die Messung auf einen bestimmten Bereich des Signals. Um Gating zu verwenden, führen Sie folgende Schritte aus:

1. Drücken Sie **Messen**.






1785-047

2. Drücken Sie **Gating**.



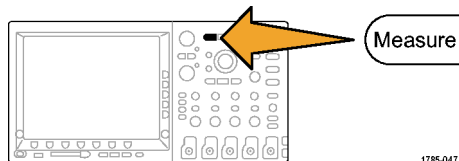
3. Positionieren Sie die Gates der Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

Messungs- Gating
 Aus (Gesamt)
 Bildschirm
 Zwischen den Cursorn
Cursor auf Bildschirm anzeigen

Statistik

Die Statistik charakterisiert die Stabilität von Messungen. So passen Sie die Statistik an:

1. Drücken Sie **Messen**.



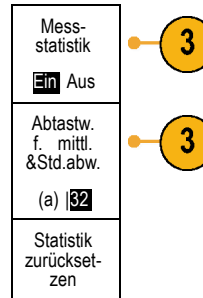
1785-047

2. Drücken Sie **Statistik**.

Messung auswählen 1	Messung entfernen	Gating Bildschirm	Statistik Ein	Referenz- pegel	Indikatoren	Cursor kon- figurieren
-------------------------------	-------------------	----------------------	------------------	--------------------	-------------	---------------------------



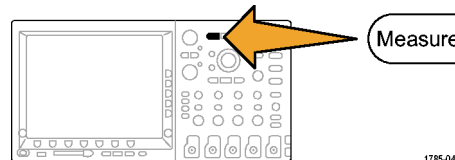
3. Drücken Sie die Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen. Diese bestehen aus den Optionen zum Ein- oder Ausschalten der Statistik und zum Einstellen, wie viele Abtastpunkte für die Berechnung der mittleren und der Standardabweichung verwendet werden.



Schnappschuss

So zeigen Sie alle Messungen aus einer Quelle zu einem bestimmten Zeitpunkt gleichzeitig an:

1. Drücken Sie **Messen**.



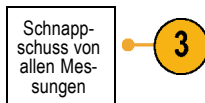
1785-047

2. Drücken Sie **Messung auswählen**.

Messung auswählen 1	Messung entfernen	Gating Bildschirm	Statistik Ein	Referen- zpegel	Indikatoren	Cursor konfiguri- eren
----------------------------------	----------------------	----------------------	------------------	--------------------	-------------	------------------------------



3. Drücken Sie **Schnappschuss von allen Messungen**.



4. Zeigen Sie die Ergebnisse an.

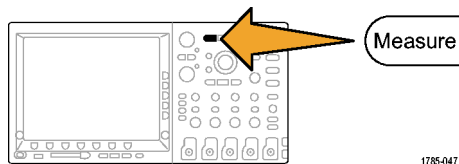
Schnappschuss von 1

Periode	: 312,2 μ s	Freq	: 3,203 kHz
+Breite	: 103,7 μ s	-Breite	: 208,5 μ s
BrstBr	: 936,5 μ s		
Anstieg	: 1,452 μ s	Abfall	: 1,144 μ s
+Last	: 33.23%	-Last	: 66.77 %
+Über	: 7.143%	-Über	: 7.143 %
High	: 9,200 V	Low	: -7,600 V
Max	: 10,40 V	Min	: -8,800 V
Ampl	: 16,80 V	Sp-Sp	: 19,20 V
Mittel	: -5,396 V	ZMittel	: -5,396 V
Eff	: 7,769 V	Zeff	: 8,206 V
Fläche	: -21,58 mVs	ZykFl	: -654,6 μ Vs

Referenzpegel

Referenzpegel bestimmen, wie zeitbezogene Messungen vorgenommen werden. Sie werden beispielsweise zur Berechnung der Anstiegs- und der Abfallzeiten verwendet.

1. Drücken Sie **Messen**.



2. Drücken Sie **Referenzpegel**.

Messung auswählen 1	Messung entfernen	Gating Bildschirm	Statistik Ein	Referenz- pegel	Indikatoren	Cursor kon- figurieren
-------------------------------	-------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------	-------------	---------------------------



3. Legen Sie die Pegel im Menü auf dem seitlichen Rahmen fest.

Verwenden Sie hohe und niedrige Pegel zur Berechnung der Anstiegs- und Abfallzeiten.

Verwenden Sie die mittlere Referenz primär für Messungen zwischen Flanken, z. B. Impulsbreiten.

Referenz- pegel
Pegel setzen in % Einh.
Hohe Ref a 90.0 %
Mid Ref 50.0 % 50.0 %
Low Ref 10.0 %
-Weiter- 1 von 2

Manuelle Messungen mit Cursors vornehmen

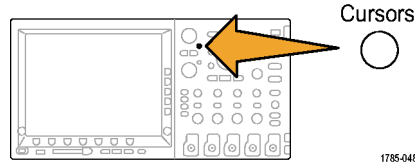
Cursor sind Markierungen auf dem Bildschirm, die Sie in der Signalanzeige positionieren, um manuelle Messungen an erfassten Daten vorzunehmen. Sie werden als horizontale und/oder vertikale Linien angezeigt. So verwenden Sie Cursor auf analogen oder digitalen Kanälen:

1. Drücken Sie **Cursor**.

Dadurch ändert sich der Zustand des Cursors. Die drei Zustände sind:

- Es werden keine Cursor auf dem Bildschirm angezeigt.
- Es werden zwei vertikale Signalcursor angezeigt. Sie sind dem ausgewählten analogen oder den digitalen Signalen zugeordnet.
- Es werden vier Bildschirmcursor angezeigt. Zwei sind vertikal und zwei sind horizontal. Sie sind keinem bestimmten Signal zugeordnet.

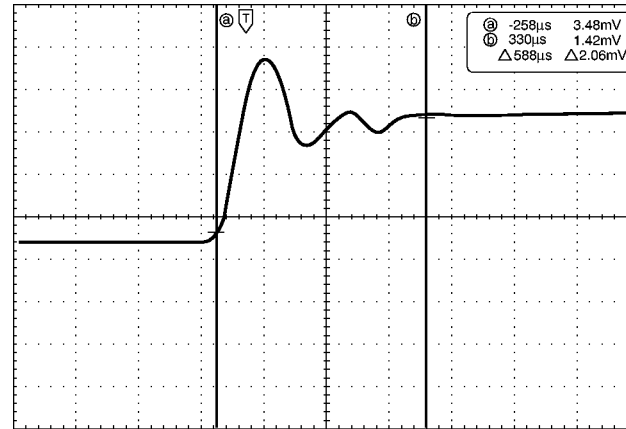
Wenn Sie beispielsweise zum ersten Mal **Cursor** drücken, ist der Zustand möglicherweise „aus“.



2. Drücken Sie erneut **Cursor**.

Im Beispiel werden zwei vertikale Cursor auf dem ausgewählten Signal angezeigt. Durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **a** verschieben Sie einen Cursor nach rechts bzw. nach links. Durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **b** verschieben Sie den anderen Cursor.

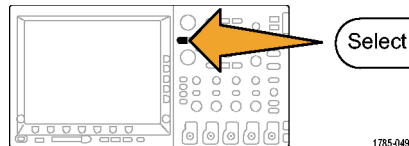
Wenn Sie durch Drücken einer der Tasten **1, 2, 3, 4, M, R** oder **D15-D0** auf der Frontplatte die Signalauswahl ändern, springen beide Cursor auf das neu ausgewählte Signal.



1785-146

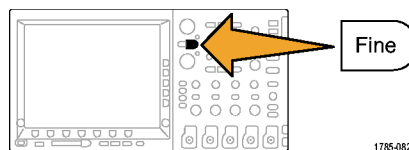
3. Drücken Sie **Wählen**.

Dadurch wird die Cursorverknüpfung ein- und ausgeschaltet. Wenn die Verknüpfung eingeschaltet ist, werden durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **a** die zwei Cursors aufeinander zu bewegt. Durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **b** kann die Zeit zwischen den Cursors angepasst werden.



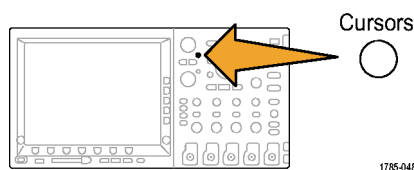
4. Drücken Sie **Fein**, um zwischen einer Grob- und einer Feinabstimmung der Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b** zu wechseln.

Durch Drücken von **Fein** wird auch die Empfindlichkeit anderer Drehknöpfe verändert.

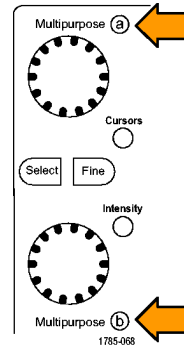


5. Drücken Sie erneut **Cursor**.

Dadurch wechseln die Cursors in den Bildschirmmodus. Es verlaufen zwei horizontale und zwei vertikale Leisten über das Raster.



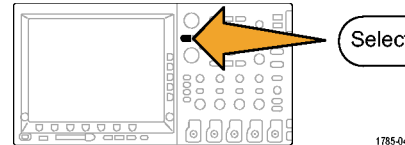
6. Drehen Sie die Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b**, um die beiden horizontalen Cursors zu verschieben.



7. Drücken Sie **Wählen**.

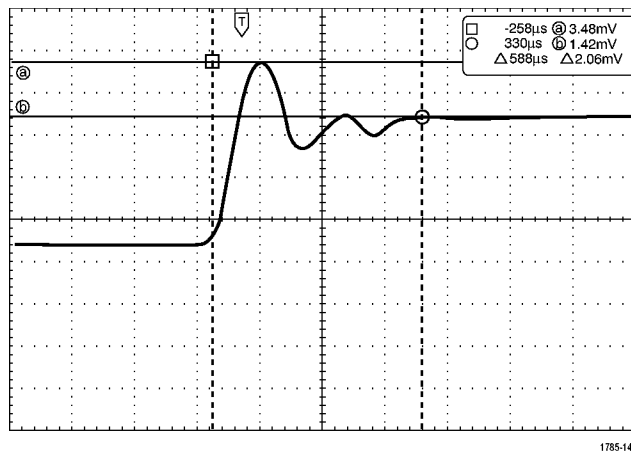
Dadurch werden die vertikalen Cursor aktiv und die horizontalen Cursor inaktiv. Wenn Sie nun die Mehrfunktions-Drehknöpfe drehen, werden die vertikalen Cursor verschoben.

Drücken Sie nochmals **Wählen**, um die horizontalen Cursors wieder zu aktivieren.

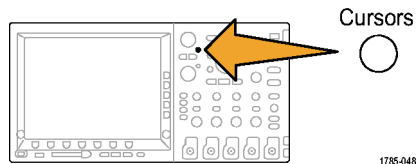


8. Zeigen Sie die Cursors und die Cursor-Messwertanzeige an.

Mit Cursors können Sie auf digitalen Kanälen Zeitmessungen, aber keine Amplitudenmessungen durchführen.



9. Drücken Sie erneut **Cursor**. Dadurch wird der Cursormodus ausgeschaltet. Die Cursors und die Cursor-Messwertanzeige werden nicht mehr auf dem Bildschirm angezeigt.



Verwenden von Cursor-Messwertanzeigen

Cursor-Messwertanzeigen enthalten Informationen in Zahlen oder in Textform bezüglich der aktuellen Cursorpositionen. Auf dem Oszilloskop werden die Messwerte immer angezeigt, wenn die Cursor eingeschaltet sind.

Die Messwertanzeigen befinden sich in der oberen rechten Ecke des Rasters. Wenn der Zoom eingeschaltet ist, wird die Anzeige in der oberen rechten Ecke des Zoomfensters angezeigt.

Wenn ein Bus ausgewählt wurde, werden in der Anzeige die decodierten Busdaten in dem ausgewählten Format (hexadezimal, binär oder, bei RS-232, ASCII) dargestellt. Wenn ein digitaler Kanal ausgewählt wurde, enthalten die Cursor die Werte aller angezeigten digitalen Kanäle.

HINWEIS. Wenn serielle Busse gewählt wurden, wird in der Cursoranzeige der Datenwert an diesem Punkt dargestellt. Keinerlei Anzeige erfolgt, wenn parallele Busse gewählt wurden.

Δ -Anzeige:

Die Δ -Anzeige stellt den Unterschied zwischen den beiden Cursorpositionen dar.

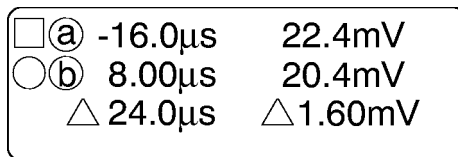
a-Anzeige:

Durch diese Anzeige wird dargestellt, dass der Wert durch den Mehrzweckknopf **a** gesteuert wird.

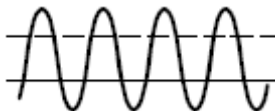
b-Anzeige:

Durch diese Anzeige wird dargestellt, dass der Wert durch den Mehrzweckknopf **b** gesteuert wird.

Die horizontalen Cursorlinien auf dem Bildschirm messen die vertikalen Parameter, normalerweise die Spannung.



1785-134



Die vertikalen Cursorlinien auf dem Bildschirm messen horizontale Parameter, normalerweise die Zeit.



Die quadratischen und kreisförmigen Symbole in der Anzeige bilden die beiden Mehrzweckknöpfe ab, wenn sowohl vertikale als auch horizontale Cursor vorhanden sind.

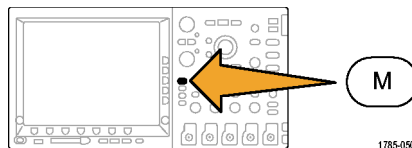
Verwenden von mathematischen Signalen

Erstellen Sie mathematische Signale zur Unterstützung der Analyse der Kanal- und Referenzsignale. Durch Kombinieren und Umwandeln der Quellsignale und anderer Daten in mathematische Signale, können Sie die Datenanzeige ableiten, die für Ihre Anwendung erforderlich ist.

HINWEIS. In Verbindung mit seriellen Bussen stehen keine Math-Signale zur Verfügung.

Führen Sie mit dem folgenden Verfahren einfache (+, −, *, ÷) mathematische Operationen für zwei Signale aus:

1. Drücken Sie **Math**.



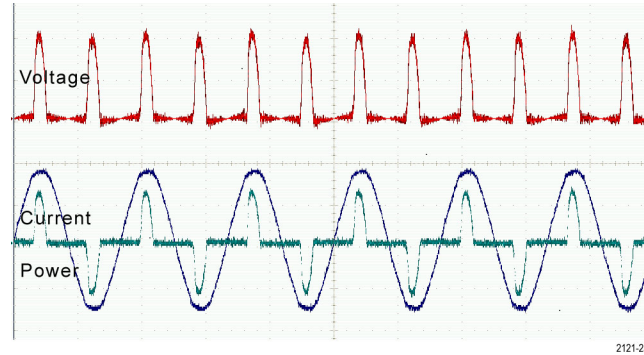
2. Drücken Sie **Doppel-Signal-Math**.

Doppel-Signal-Math.	FFT	Fortgeschrittene Math		(M) Notiz		
---------------------	-----	-----------------------	--	-----------	--	--



3. Legen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die Quellen auf Kanal **1, 2, 3, 4** oder die Referenzsignale **R1, 2, 3** oder **4** fest.
Wählen Sie die Operatoren **+**, **−**, **x** oder **÷** aus.

4. Sie können zum Beispiel die Leistung berechnen, indem Sie ein Spannungssignal mit einem Stromsignal multiplizieren.



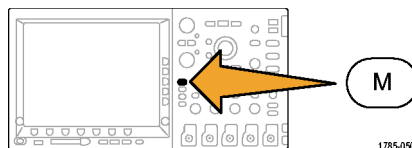
Schnelltipps

- Mathematische Signale können aus Kanal- oder Referenzsignalen oder einer Kombination dieser beiden erstellt werden.
- Für mathematische Signale können auf die gleiche Weise Messungen wie für Kanalsignale vorgenommen werden.
- Für mathematische Signale wird die horizontale Skala und Position von den Quellen im Math-Ausdruck abgeleitet. Durch Anpassen dieser Bedienelemente für die Quellsignale wird auch das mathematische Signal angepasst.
- Sie können mathematische Signale mit Hilfe des inneren Drehknopfs des Pan-Zoom-Bedienelements vergrößern. Mit dem inneren Drehknopf positionieren Sie den gezoomten Bereich. (Siehe Seite 214, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge.*)

Verwendung von FFT

FFT zerlegt Signale in Frequenzkomponenten, die vom Oszilloskop dann anstelle des normalen Zeitbereich als Graph angezeigt werden. Diese Frequenzen können mit bekannten Systemfrequenzen abgeglichen werden, etwa System-Taktgebern, Oszillatoren oder Stromquellen.

1. Drücken Sie **Math**.

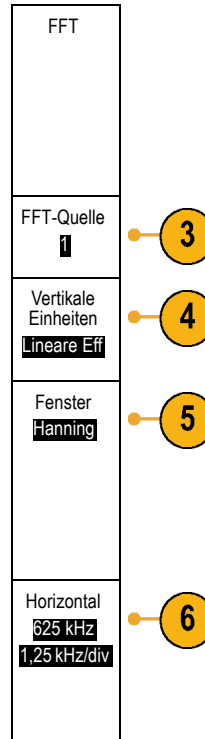


2. Drücken Sie **FFT**.

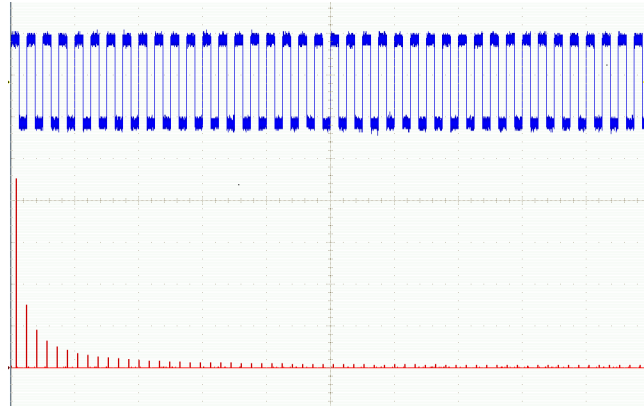
Doppel-Signal-Math.	FFT	Fortgeschrittene Math		(M) Notiz		
---------------------	------------	-----------------------	--	-----------	--	--



3. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen mehrmals die Taste **FFT-Quelle**, um die zu verwendende Quelle auszuwählen. Sie haben folgende Auswahlmöglichkeiten: Kanäle 1, 2, 3, 4, Referenzsignale 1, 2, 3 und 4.
4. Drücken Sie auf dem seitlichen Rahmen mehrmals die Taste **Vertikale Einheiten**, um „Lineare Eff“ oder „dBV Eff“ auszuwählen.
5. Drücken Sie auf dem seitlichen Rahmen mehrmals die Taste **Fenster**, um das gewünschte Fenster auszuwählen. Die folgenden Fenster sind verfügbar: Rectangular, Hamming, Hanning und Blackman-Harris.
6. Drücken Sie auf dem seitlichen Rahmen die Taste **Horizontal**, um die Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b** zu aktivieren und so die FFT-Anzeige verschieben und zoomen zu können.



7. Auf dem Bildschirm wird FFT angezeigt.



Schnelltipps

- Das Gerät reagiert bei kleineren Aufzeichnungslängen schneller.
- Bei größeren Aufzeichnungslängen wird das Rauschen relativ zum Signal verringert und die Frequenzauflösung erhöht.

- Verwenden Sie die Zoomfunktion bei Bedarf zusammen mit dem Horizontal-Bedienelementen **Position** und **Skala**, um das FFT-Signal zu vergrößern und zu positionieren.
- Mit der dBV Eff-Standardskala können Sie eine detaillierte Ansicht mehrerer Frequenzen auch dann anzeigen, wenn deren Amplituden sehr unterschiedlich sind. Mit der linearen Eff-Skala können Sie zu Vergleichszwecken eine Gesamtansicht aller Frequenzen anzeigen.
- Die FFT-Funktion weist vier Fenster auf. Jedes stellt einen Kompromiss zwischen Frequenzauflösung und Größengenauigkeit dar. Die Auswahl des Fenster hängt von den zu messenden Werten und den Eigenschaften des Quellsignals ab. Wählen Sie das passende Fenster anhand der folgenden Kriterien aus.

Beschreibung

Fenster

Rectangular

Dies ist der geeignetste Fenstertyp zum Auflösen von Frequenzen, die sehr nahe an einem einzigen Wert liegen, jedoch am ungeeignetsten zum genauen Messen der Amplitude solcher Frequenzen. Es ist der optimale Typ zum Messen des Frequenzspektrums sich nicht wiederholender Signale und zum Messen von Frequenzanteilen, die der Gleichstromfrequenz ähneln.

Verwenden Sie „Rectangular“, um Störspitzen oder Bursts zu messen, wobei die Signalpegel vor und nach dem Ereignis fast gleich sind. Verwenden Sie dieses Fenster auch für Sinussignale gleicher Amplitude mit nahe beieinander liegenden Frequenzen sowie für unkorreliertes Breitbandrauschen mit sich relativ langsam änderndem Spektrum.



Beschreibung

Fenster

Hamming

Dieses Fenster eignet sich sehr gut zum Auflösen von Frequenzen, die sehr nah am gleichen Wert liegen. Die Amplitudengenauigkeit ist dabei etwas besser als beim Fenster „Rectangular“. Das Fenster bietet eine geringfügig bessere Frequenzauflösung als „Hanning“.

Verwenden Sie „Hamming“ zum Messen von Sinus-, periodischem und unkorreliertem Schmalbandrauschen. Dieses Fenster eignet sich für Störspitzen oder Bursts, wobei die Signalpegel vor und nach dem Ereignis signifikante Unterschiede aufweisen.



Hanning

Dieses Fenster eignet sich sehr gut zum Messen der Amplitudengenauigkeit, aber weniger zum Auflösen von Frequenzen.

Verwenden Sie „Hanning“ zum Messen von Sinus-, periodischem und unkorreliertem Schmalbandrauschen. Dieses Fenster eignet sich für Störspitzen oder Bursts, wobei die Signalpegel vor und nach dem Ereignis signifikante Unterschiede aufweisen.



Blackman-Harris:

Dieses Fenster eignet sich am besten zum Messen von Frequenzamplituden, aber am wenigsten zum Auflösen von Frequenzen.

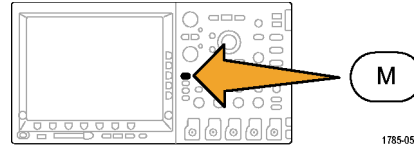
Verwenden Sie „Blackman-Harris“ zum vorrangigen Messen von Einzelfrequenzsignalen, um nach Oberwellen höheren Grads zu suchen.



Verwenden von Fortgeschrittene Math

Die Funktion „Fortgeschrittene Math“ ermöglicht Ihnen, selbst einen mathematischen Signalausdruck zu erstellen, der aktive und Referenzsignale, Messungen und/oder numerische Konstanten beinhalten kann. So verwenden Sie diese Funktion:

1. Drücken Sie **Math**.



2. Drücken Sie **Fortgeschrittene Math**.

Doppel-Signal-Math.	FFT	Fort-geschrit-tene Math				
---------------------	-----	-------------------------	--	--	--	--

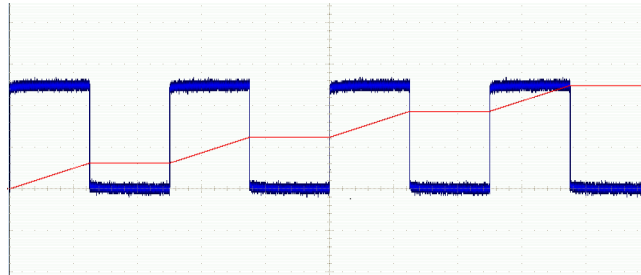


3. Erstellen Sie mit Hilfe der Tasten im Menü auf dem seitlichen Rahmen benutzerdefinierte Ausdrücke.

4. Drücken Sie **Ausdruck bearbeiten**, und erstellen Sie mit Hilfe der Mehrfunktions-Drehknöpfe und der Tasten im daraufhin auf dem unteren Rahmen angezeigten Menü einen mathematischen Ausdruck. Drücken Sie anschließend im Menü auf dem seitlichen Rahmen die Taste **OK Annehmen**.

So berechnen Sie z. B. mit **Ausdruck bearbeiten** das Integral eines Rechtecksignals:

1. Drücken Sie auf dem unteren Rahmen die Taste **Entfernen**.
2. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um **Intg** auszuwählen.
3. Drücken Sie **Auswahl eingeben**.
4. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um Kanal 1 auszuwählen.
5. Drücken Sie **Auswahl eingeben**.
6. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um **)** auszuwählen.
7. Drücken Sie **OK Annehmen**.

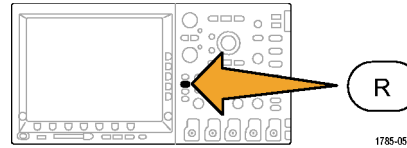


Verwendung von Referenzsignalen

Erstellen Sie ein Referenzsignal, um ein Signal zu speichern. Auf diese Weise können Sie beispielsweise einen Standard einrichten, mit dem alle anderen Signale verglichen werden können. So verwenden Sie die Referenzsignale:

HINWEIS. 10 M-Referenzsignale sind flüchtig und werden beim Abschalten des Oszilloskops nicht gespeichert. Solche Signale können nur im externen Speicher behalten werden.

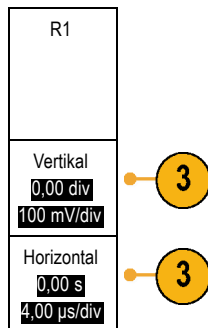
1. Drücken Sie **Ref R**. Auf dem unteren Rahmen wird das Referenzmenü angezeigt.



2. Über die im Menü auf dem unteren Rahmen angezeigten Optionen können Sie ein Referenzsignal anzeigen oder auswählen.

(R1) Ein 3-Mai-07	(R2) Aus	(R3) Aus	(R4) Aus			
2	2	2	2			

3. Verwenden Sie das Menü auf dem seitlichen Rahmen und die Mehrfunktions-Drehknöpfe, um die Vertikal- und Horizontal-Einstellungen des Referenzsignals anzupassen.



Schnelltipps

- **Referenzsignale auswählen und anzeigen.** Sie können alle Referenzsignale gleichzeitig anzeigen. Um ein bestimmtes Referenzsignal auszuwählen, drücken Sie die entsprechende Bildschirmtaste.
- **Entfernen von Referenzsignalen aus der Anzeige.** Um ein Referenzsignal aus der Anzeige zu entfernen, drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **R**, und greifen Sie auf das Menü auf dem unteren Rahmen zu. Drücken Sie dann die entsprechende Taste im Menü auf dem unteren Rahmen, um es zu deaktivieren.
- **Skalieren und Positionieren eines Referenzsignals.** Sie können ein Referenzsignal unabhängig von allen anderen angezeigten Signalen positionieren und skalieren. Wählen Sie das Referenzsignal aus, und passen Sie es mit einem Mehrfunktions-Drehknopf an. Dabei ist es unwichtig, ob gerade eine Erfassung läuft.

Wenn ein Referenzsignal ausgewählt ist, sind die Skalierungs- und Neupositionierungsfunktionen für das Referenzsignal identisch, unabhängig davon, ob Zoom aktiviert oder deaktiviert ist.

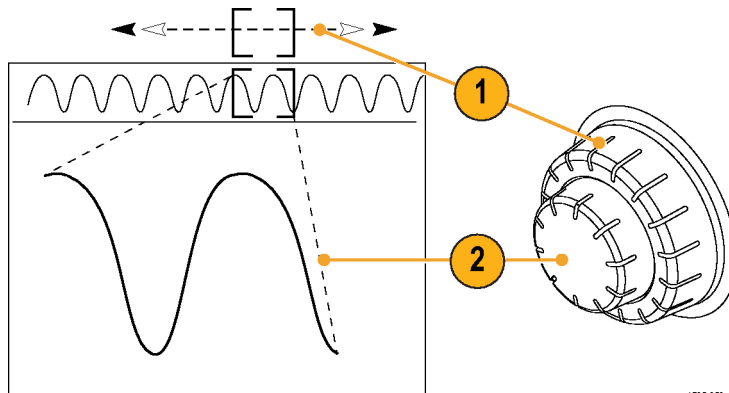
- **Speichern von 10 M-Referenzsignalen.** 10 M-Referenzsignale sind flüchtig und werden beim Abschalten des Oszilloskops nicht gespeichert. Solche Signale können nur im externen Speicher behalten werden.

Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge

Die Steuerelemente von Wave Inspector (Zoom/Verschieben, Play/Pause, Marke, Suchen) helfen Ihnen, Signale mit größerer Aufzeichnungslänge effizient zu bearbeiten. Um ein Signal horizontal zu vergrößern, drehen Sie den Knopf „Zoom“. Um einen Bildlauf durch ein gezoomtes Signal durchzuführen, drehen Sie den Knopf „Verschieben“.

Das Bedienelement „Pan-Zoom“ besteht aus den folgenden Teilen:

1. Einem äußeren Drehknopf zum Verschieben („Pan“)
2. Einem inneren Drehknopf zum Zoomen

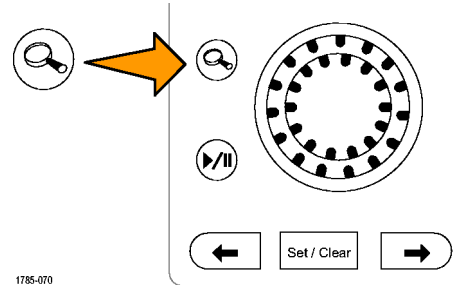
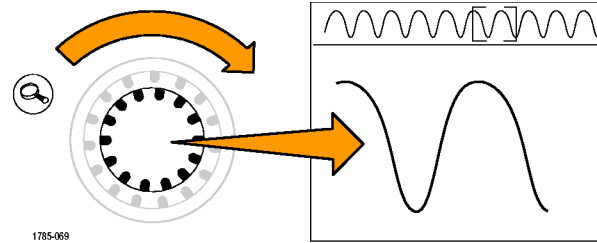


1785-053

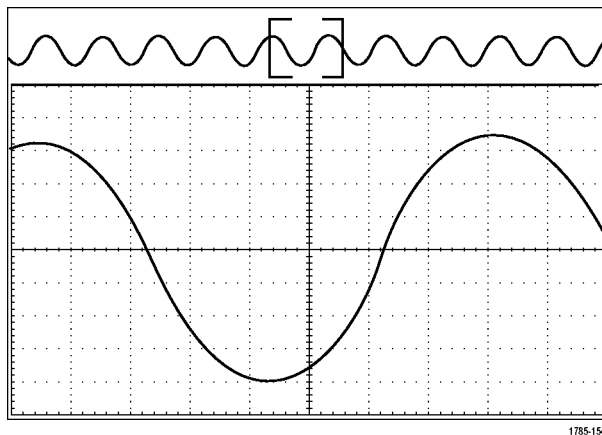
Zoomen eines Signals

So verwenden Sie den Zoom:

1. Drehen Sie den inneren Knopf des Bedienelements „Pan-Zoom“ im Uhrzeigersinn, um den ausgewählten Teil des Signals zu vergrößern. Drehen Sie den Knopf entgegen dem Uhrzeigersinn, um ihn wieder zu verkleinern.
2. Sie können den Zoom-Modus auch aktivieren und deaktivieren, indem Sie die Zoom-Taste drücken.



3. Überprüfen Sie die gezoomte Signalansicht, die im unteren, größeren Teil des Bildschirms angezeigt wird. Im oberen Teil des Bildschirms wird im Kontext der gesamten Aufzeichnung die Position und Größe des gezoomten Teils des Signals angezeigt.

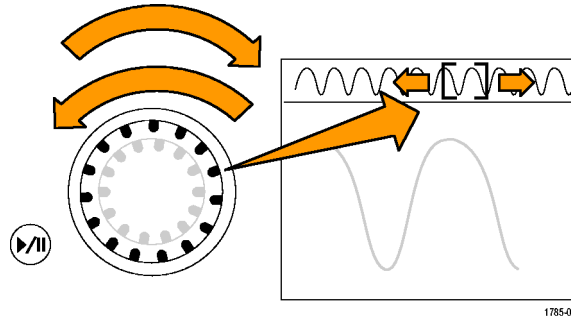


1785-154

Verschieben eines Signals

Bei aktivierter Zoom-Funktion können Sie mit Hilfe der Verschiebefunktion („Pan“) schnell einen Bildlauf durch das Signal durchführen. So verwenden Sie die Verschiebefunktion:

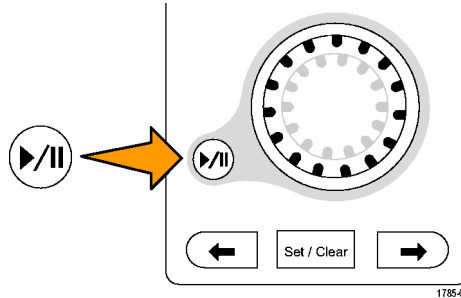
1. Drehen Sie den äußeren Knopf des Bedienelements „Pan-Zoom“, um das Signal zu verschieben.
Drehen Sie den Knopf im Uhrzeigersinn, um es vorwärts zu verschieben. Drehen Sie es entgegen dem Uhrzeigersinn, um es rückwärts zu verschieben. Je weiter Sie den Knopf drehen, desto schneller wird das Zoom-Fenster verschoben.



Wiedergeben und Anhalten eines Signals

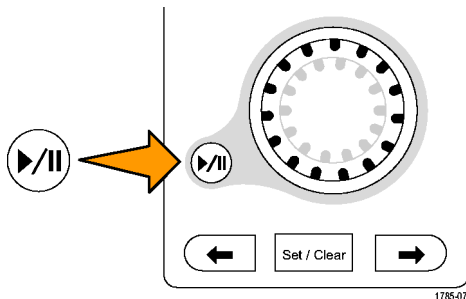
Verwenden Sie die Wiedergabe-/Pausen-Funktion um durch ein aufgezeichnetes Signal automatisch einen Bildlauf durchzuführen. So verwenden Sie die Funktion:

1. Aktivieren Sie den Wiedergabe-/Pausen-Modus, indem Sie die Wiedergabe-/Pause-Taste drücken.
2. Stellen Sie die Wiedergabegeschwindigkeit ein, indem Sie den äußeren Knopf („Pan“) weiter drehen. Je weiter Sie ihn drehen, desto höher ist die Geschwindigkeit.



3. Wechseln Sie die Wiedergaberichtung, indem Sie den Knopf in die andere Richtung drehen.
4. Bis zu einem gewissen Grad wird die Anzeige während der Wiedergabe um so mehr beschleunigt, je weiter Sie den Ring drehen. Wenn Sie den Ring bis zum Anschlag drehen, ändert sich die Wiedergabegeschwindigkeit nicht mehr, doch bewegt sich das Zoomfeld schnell in die betreffende Richtung. Drehen Sie den Knopf bis zum Anschlag, um einen Teil des Signals erneut wiederzugeben, den Sie eben gesehen haben und erneut sehen möchten.

5. Stoppen Sie die Wiedergabe-/Pausen-Funktion, indem Sie die Wiedergabe-/Pause-Taste erneut drücken.



Suchen und Markieren von Signalen

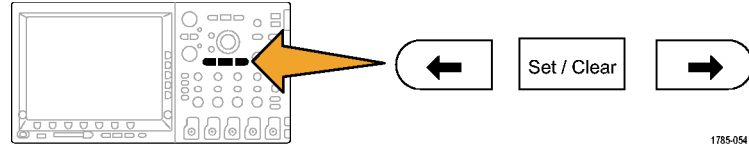
Sie können besonders interessante Punkte eines erfassten Signals markieren. Solche Markierungen erleichtern die Begrenzung der Analyse auf bestimmte Bereiche des Signals. Bereiche eines Signals können automatisch markiert werden, wenn sie bestimmte Kriterien erfüllen. Sie können aber auch manuell alle interessanten Punkte markieren. Von Markierung zu Markierung (interessantem Punkt zu interessantem Punkt) springen Sie mit den Pfeiltasten. Viele der Parameter, die zum Triggern verwendet werden können, können auch automatisch gesucht und markiert werden.

Suchmarkierungen bieten eine Möglichkeit, Signalbereiche als Referenz zu markieren. Über die Suchkriterien können Sie Markierungen automatisch setzen. Sie können Bereiche suchen und markieren, die bestimmte Flanken, Impulsbreiten, Runts, Logikzustände, Anstiegs-/Abfallzeiten, Setup-/Hold-Werte und Bus-Suchtypen aufweisen.

So setzen und entfernen (löschen) Sie Markierungen:

1. Wechseln Sie mit dem Zoomfeld zu dem Bereich des Signals, in dem Sie eine Suchmarkierung setzen (oder entfernen) möchten, indem Sie den äußeren Knopf („Pan“) drehen.

Drücken Sie die Vorwärts- (→) oder Rückwärts-Pfeiltaste (←), um zu einer vorhandenen Markierung zu springen.



1785-054

2. Drücken Sie **Setzen/Löschen**.

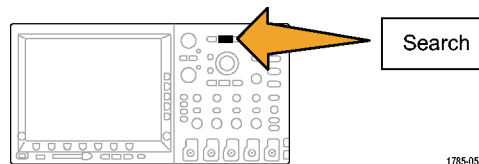
Wenn sich in der Mitte des Bildschirms keine Suchmarkierung befindet, wird eine hinzugefügt.

3. Um Ihr Signal zu untersuchen, wechseln Sie von Suchmarke zu Suchmarke. Mit den Pfeiltasten → (vorwärts) und ← (zurück) können Sie von einer markierten Stelle zur nächsten wechseln, ohne irgendwelche anderen Bedienelemente verwenden zu müssen.

4. Löschen einer Marke. Drücken Sie die Pfeiltasten → (vorwärts) oder ← (zurück), um zu der Marke zu wechseln, die Sie löschen möchten. Zum Entfernen der aktuellen Marke in der Mitte drücken Sie **Setzen/Löschen**. Dies geht bei manuell wie auch automatisch erstellten Marken.

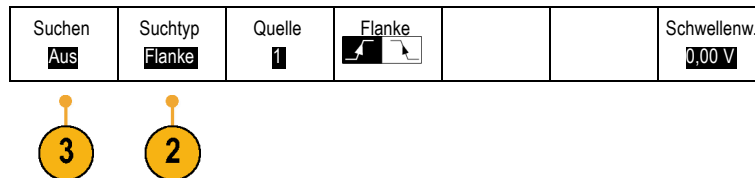
So setzen und entfernen (löschen) Sie Suchmarkierungen automatisch:

1. Drücken Sie **Suchen**.



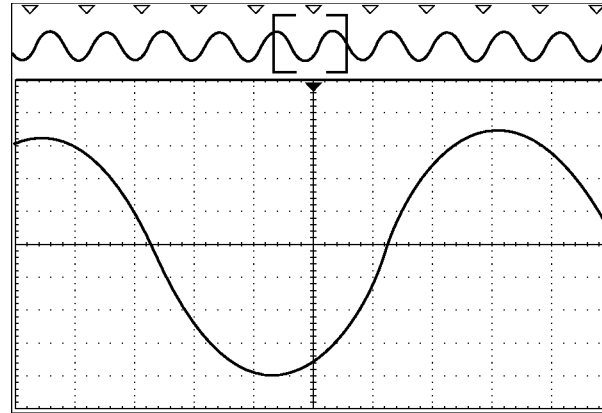
2. Wählen Sie im Menü auf dem unteren Rahmen den gewünschten Suchtyp aus.

Das Suchmenü ähnelt dem Triggermenü.



3. Aktivieren Sie die Suche im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

4. Auf dem Bildschirm werden durch leere Dreiecke die Positionen automatischer Markierungen und durch gefüllte Dreiecke benutzerdefinierte Positionen angegeben. Diese werden sowohl in normalen als auch in gezoomten Signalansichten angezeigt.
5. Sie können Ihr Signal schnell untersuchen, indem Sie mit den Pfeiltasten → (vorwärts) oder ← (zurück) von einer Suchmarke zur nächsten wechseln. Es sind keine weiteren Einstellungen erforderlich.



2121-240

Schnelltipps.

- Sie können Triggereinstellungen kopieren, um nach anderen Positionen im erfassten Signal zu suchen, die die Triggerbedingungen erfüllen.
- Sie können auch die Sucheinstellungen in den Trigger kopieren.
- Wenn das Signal oder die Einstellungen gespeichert werden, werden benutzerdefinierte Markierungen mit dem Signal gespeichert.

- Automatische Suchmarkierungen werden beim Speichern des Signals nicht mit dem Signal gespeichert. Sie können sie jedoch mit der Suchfunktion problemlos neu erfassen.
- Die Suchkriterien werden in den gespeicherten Einstellungen gespeichert.

Der Wave Inspector verfügt über folgende Suchfunktionen:

Suchen	Beschreibung
Flanke	Suche nach Flanken (ansteigend oder abfallend) mit benutzerdefiniertem Schwellwert.
Impulsbreite	Suche nach positiven oder negativen Impulsbreiten, die $>$, $<$, $=$ oder \neq einer benutzerdefinierten Impulsbreite sind.
Runt	Suche nach positiven oder negativen Impulsen, die eine Amplitudenschwelle überschreiten, eine zweite Schwelle jedoch nicht überschreiten, bevor die erste Schwelle erneut überschritten wird. Suche nach allen Runt-Impulsen oder nur solchen, die $>$, $<$, $=$ oder \neq einem benutzerdefinierten Zeitraum sind.
Logik	Suche nach einem Bitmuster (AND, OR, NAND oder NOR) über mehrere Signale, wobei alle Eingänge auf Hoch, Niedrig oder Beliebig festgelegt sind. Suche, wenn das Ereignis wahr oder unwahr wird bzw. $>$, $<$, $=$ oder \neq einem benutzerdefinierten Zeitraum gültig bleibt. Außerdem können Sie einen der Eingänge als Takt für synchrone (Zustands-) Suchvorgänge definieren.
Setup & Hold	Suche nach Verletzungen von benutzerdefinierten Setup-and-hold-Zeiten.

Suchen	Beschreibung
Anstiegszeit/Abfallzeit	Suche nach ansteigenden und/oder abfallenden Flanken, die $>$, $<$, $=$ oder \neq einem benutzerdefinierten Zeitraum sind.
Bus	Parallel: Suchen nach einem binären oder hexadezimalen Wert (nur Geräte der Serie MSO4000). I ² C: Suche nach Start, wiederholtem Start, Stopp, fehlender Bestätigung, Adresse, Daten oder Adresse und Daten. SPI: Suche nach SS Active, MOSI, MISO oder MOSI & MISO. CAN: Suche nach Frame-Beginn, Frametyp (Daten, Remote, Fehler, Überlastung), Kennung (Standard oder erweitert), Daten, Kennung und Daten, Frame-Ende oder fehlender Bestätigung. RS-232: Suchen nach: Startbit, Paketende und Daten, die gesendet oder empfangen wurden.

Informationen zum Speichern und Abrufen

Das Oszilloskop bietet dauerhafte Speichermöglichkeiten für Einstellungen, Signale und Bildschirmdarstellungen. Im internen Speicher des Oszilloskops können Sie Einstellungsdateien und Referenzsignaldaten speichern.

In externen Speichermedien, z. B. CompactFlash-Karten und USB-Flash-Laufwerken können Sie Einstellungen, Signale und Bildschirmdarstellungen speichern. Verwenden Sie den externen Speicher auch für den Transport von Daten auf andere Computer, um sie dort weiter zu analysieren und zu archivieren.

Struktur der externen Datei. Wenn Sie Informationen extern speichern möchten, wählen Sie die entsprechende Menüoption (um z. B. Einstellungen und Signale zu speichern die Option **In Datei** im Menü auf dem seitlichen Rahmen), und drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um in der Struktur der externen Datei zu blättern.

- D: ist die CompactFlash-Karte.
- E: ist das USB-Flash-Laufwerk, das am USB-Anschluss auf dem Bedienfeld des Oszilloskops angeschlossen ist.
- F: und G: sind die USB-Flash-Laufwerke, die an den USB-Anschlüssen auf der Rückseite des Oszilloskops angeschlossen sind.

Verwenden Sie den Mehrzweckknopf **a**, um in der Liste der verfügbaren Dateien zu blättern. Zum Öffnen und Schließen von Ordnern drücken Sie die Taste **Wählen** auf dem Bedienfeld des Geräts.

Benennen der Datei. Das Oszilloskop weist allen von ihm erstellten Dateien einen Namen in folgendem Format zu:

- tekXXXXX.set für Einstellungsdateien, wobei XXXXX eine ganze Zahl von 00000 bis 99999 ist
- tekXXXXX.png, tekXXXXX.bmp oder tekXXXXX.tif für Bilddateien
- tekXXXXYYY.csv für Arbeitsblattdateien oder tekXXXXYYY.isf für Dateien im internen Format

Bei Signalen steht das XXXX für eine ganze Zahl von 0000 bis 9999. Das YYY bezeichnet den Kanal des Signals, und es kann einen der folgenden Werte annehmen:

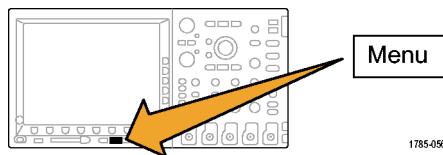
- CH1, CH2, CH3 oder CH4 für die analogen Kanäle.
- D00, D01, D02, D03 usw. bis D15 für die digitalen Kanäle
- MTH für ein Math-Signal
- RF1, RF2, RF3 oder RF4 für Referenzspeichersignale
- ALL für eine einzelne Arbeitsblattdatei mit den Daten mehrere Kanäle, die erstellt wird, wenn Sie „Save All Waveforms“ (Alle Signale speichern) wählen.

HINWEIS. In ISF-Dateien können nur die analogen Kanäle und Signale gespeichert werden, die aus analogen Kanälen (wie Math und Referenz) abgeleitet wurden. Wenn Sie alle Kanäle im ISF-Format speichern, wird eine Gruppe von Dateien gespeichert. Jede dieser Dateien erhält den gleichen Wert für XXXX, aber als YYY-Wert werden die verschiedenen Kanäle verwendet, die beim Ausführen von „Save All Waveforms“ (Alle Signale speichern) aktiviert waren.

Wenn Sie zum Beispiel zum ersten Mal eine Datei speichern, wird diese tek00000 benannt. Wenn Sie beim nächsten Mal den gleichen Dateityp speichern, erhält die Datei den Namen tek00001.

Ändern von Datei-, Verzeichnis-, Referenzsignal- oder Geräteeinstellungsnamen. Geben Sie Dateien aussagekräftige Namen, die Sie später wiedererkennen. So ändern Sie Datei- und Verzeichnisnamen sowie Bezeichnungen von Referenzsignalen und Geräteeinstellungen:

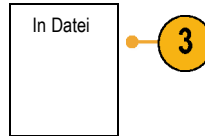
1. Drücken Sie **Save/Recall**.



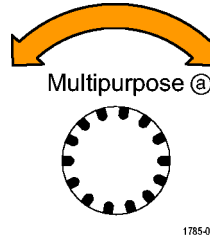
2. Drücken Sie **Bildschirm speichern**, **Signal speichern** oder **Setup speichern**.

Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Save zuweisen zu Setup	Dienst- progr. für Dateien
2	2	2				

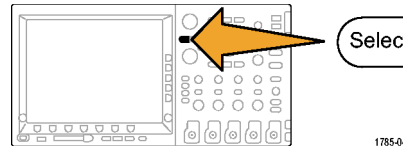
3. Bei Signal- oder Einstellungsdateien wechseln Sie zum Dateimanager, indem Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die Option **In Datei** drücken.



4. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um in der Dateistruktur zu blättern. (Siehe Seite 226, *Struktur der externen Datei*.)

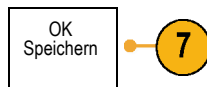
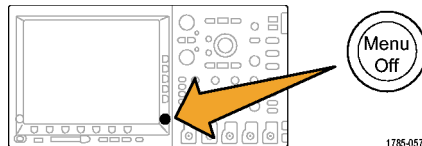


5. Drücken Sie **Wählen**, um Dateiordner zu öffnen oder zu schließen.



6. Drücken Sie **Dateiname bearbeiten**.
Bearbeiten Sie den Dateinamen auf die gleiche Weise wie Notizen für Kanäle. (Siehe Seite 83, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)

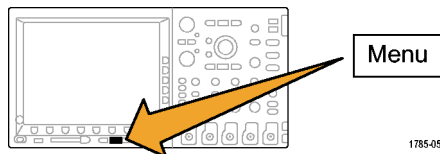
7. Drücken Sie **Menu Off**, um den Speichervorgang abzubrechen, oder drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **OK Save**, um den Vorgang abzuschließen.



Speichern einer Bildschirmdarstellung

Eine Bildschirmdarstellung ist eine grafische Darstellung des Oszilloskop-Bildschirms. Sie unterscheidet sich von Signaldaten, die aus numerischen Werten für jeden Punkt des Signals bestehen. So speichern Sie eine Bildschirmdarstellung

1. Drücken Sie **Save/Recall**.
Drücken Sie noch nicht die Taste **Save**.





2. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen die Option **Bildschirm speichern**.

Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Save zu Setup	Dienst- progr. für Dateien
-------------------------	---------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------------	------------------	----------------------------------



3. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen mehrmals **Dateiformat**, um zwischen den folgenden Formaten auszuwählen: .tif, .bmp und .png.

Bildschirm speichern
Dateiformat .png
Ausrichtung  
Ink Saver Ein Aus



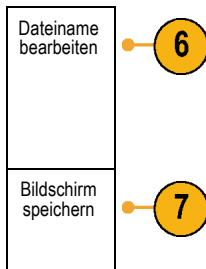
4. Drücken Sie **Ausrichtung**, um zu bestimmen, ob das Bild im Querformat oder im Hochformat gespeichert werden soll.



5. Drücken Sie **Ink Saver**, um den Modus **Ink Saver** ein- oder auszuschalten. Wenn der Modus eingeschaltet ist, wird ein weißer Hintergrund eingerichtet.



6. Drücken Sie **Dateiname bearbeiten**, um für die Bildschirmdatei einen benutzerdefinierten Namen zu erstellen. Wenn Sie einen Standardnamen verwenden möchten, überspringen Sie diesen Schritt.
7. Drücken Sie **Bildschirm speichern**, um das Bild auf das ausgewählte Medium zu schreiben.

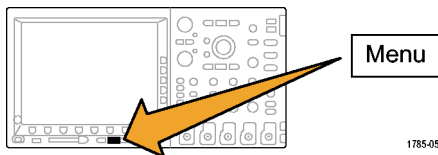


Informationen zum Drucken von Bildschirmdarstellungen mit Signalen finden Sie unter *Drucken einer Hardcopy*. (Siehe Seite 242, *Drucken*.)

Speichern und Abrufen von Signaldaten

Signaldaten bestehen aus den numerischen Werten jedes einzelnen Punkts des Signals. Daten werden, anders als bei einer grafischen Darstellung des Bildschirms, kopiert. So speichern Sie die aktuellen Signaldaten oder rufen zuvor gespeicherte Signaldaten auf:

1. Drücken Sie **Save/Recall**.



1785-056

2. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen **Signal speichern** oder **Signal abrufen**.

HINWEIS. Das Oszilloskop kann digitale Signale in CSV-Dateien, nicht aber in Referenzspeichern sichern. Das Oszilloskop kann digitale Signale nicht abrufen.

3. Sie können eines oder alle Signale auswählen.

Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Save zuweisen zu Signal	Dienst- progr. für Dateien
-------------------------	---------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------------

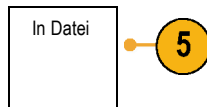


4. Wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen den Speicherort der Signaldaten aus.

Speichern Sie die Informationen extern in einer Datei auf einer CompactFlash-Karte oder einem USB-Flash-Laufwerk. Sie können die Informationen auch intern in einer der zwei Referenzspeicherdateien des Oszilloskops oder (bei Geräten mit 4 Kanälen) in einer der vier Referenzdateien speichern.

5. Drücken Sie **In Datei**, um die Daten auf einer CompactFlash-Karte oder einem USB-Flash-Laufwerk zu speichern.

Der Dateimanager wird aufgerufen. Darin können Sie einen benutzerdefinierten Dateinamen festlegen. Wenn Sie einen Standardnamen und einen Standardspeicherort verwenden möchten, überspringen Sie diesen Schritt.



Speichern eines Signals in einer Datei. Wenn Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **In Datei** drücken, ändert das Oszilloskop den Inhalt des Menüs auf dem seitlichen Rahmen. In der folgenden Tabelle sind die Menüoptionen auf dem seitlichen Rahmen beschrieben, mit denen Daten in Dateien auf Massenspeichergeräten gespeichert werden können.

Menütaste auf dem seitlichen Rahmen	Beschreibung
Internes Dateiformat (.ISF)	Stellt das Oszilloskop so ein, dass Signaldaten aus analogen Kanälen (sowie aus analogen Kanälen abgeleitete Math- und Referenzsignale) im internen Speicherformat für Signale (.isf) gespeichert werden. In keinem anderen Format lassen sich Daten schneller speichern. Dabei werden die kleinstmöglichen Dateien erstellt. Verwenden Sie dieses Format, wenn Sie ein Signal zum Anzeigen oder Messen in den Referenzspeicher abrufen möchten. Das Oszilloskop kann digitale Signale nicht im ISF-Dateiformat speichern.
Tabellenkalkulations-Dateiformat (.CSV)	Stellt das Oszilloskop so ein, dass Signaldaten in einer kommagetrennten Datendatei gespeichert werden, deren Format mit gebräuchlichen Tabellenkalkulationsprogrammen kompatibel ist. Diese Datei kann nicht in den Referenzspeicher aufgerufen werden.

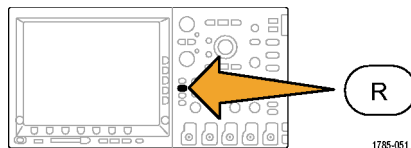
Speichern eines analogen Signals im Referenzspeicher. Wenn Sie ein analoges Signal im nicht flüchtigen internen Speicher des Oszilloskops speichern möchten, wählen Sie das Signal aus, das Sie speichern möchten, drücken Sie auf die Bildschirmstaste **Signal speichern**, und wählen Sie dann einen der Speicherorte für Referenzsignale. 4-Kanal-Modelle verfügen über vier Referenzspeicherorte. 2-Kanal-Modelle verfügen über zwei Referenzspeicherorte.

Gespeicherte Signale enthalten nur die aktuellste Erfassung. Eventuell vorhandene Graustufeninformationen werden nicht gespeichert.

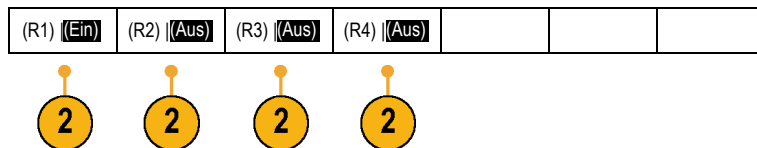
HINWEIS. 10 M-Referenzsignale sind flüchtig und werden beim Abschalten des Oszilloskops nicht gespeichert. Solche Signale können nur im externen Speicher behalten werden.

Speichern eines Referenzsignals. So zeigen Sie ein Signal aus dem flüchtigen Speicher an:

1. Drücken Sie **Ref R**.

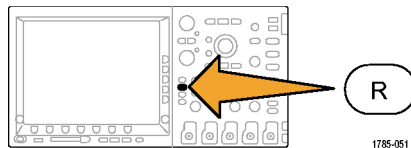


2. Drücken Sie **R1**, **R2**, **R3** oder **R4**.



Entfernen eines Referenzsignals aus der Anzeige. So entfernen Sie ein Referenzsignal aus der Anzeige:

1. Drücken Sie **Ref R**.



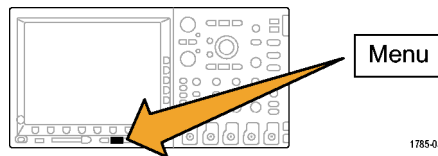
2. Drücken Sie auf dem unteren Rahmen die Taste **R1**, **R2**, **R3** oder **R4**, um das Referenzsignal aus der Anzeige zu entfernen. Das Referenzsignal befindet sich weiterhin im nicht-flüchtigen Speicher und kann erneut angezeigt werden.

(R1) [(Ein)]	(R2) [(Aus)]	(R3) [(Aus)]	(R4) [(Aus)]			
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	--	--	--

Speichern und Abrufen von Setups

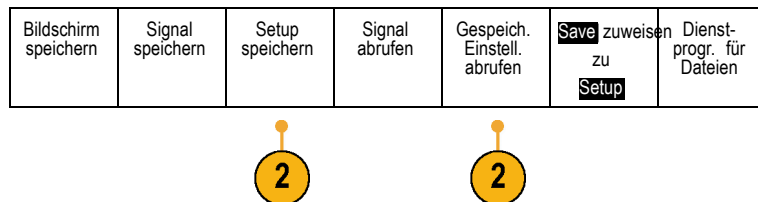
Die Setupinformationen enthalten Erfassungsinformationen, zum Beispiel Vertikal-, Horizontal-, Trigger-, Cursor- und Messinformationen. Kommunikationsinformationen wie GPIB-Adressen sind nicht enthalten. So speichern Sie die Setupinformationen:

1. Drücken Sie **Save/Recall**.



1785-056

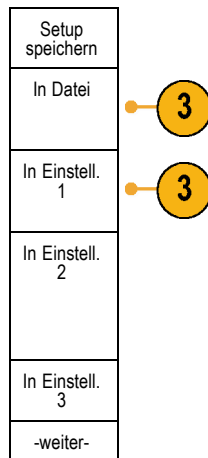
2. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen **Save** oder **Save zuweisen zu Setup**.



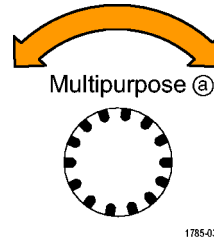
3. Wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen den Speicherort des Setups aus.

Um Setupinformationen in einem der zehn internen Setup-Speicherorte des Oszilloskops zu speichern, drücken Sie die entsprechende Taste auf dem seitlichen Rahmen.

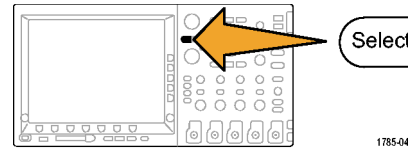
Um Setupinformationen in einer Datei auf einer CompactFlash-Karte oder einem USB-Speichergerät zu speichern, drücken Sie **In Datei**.



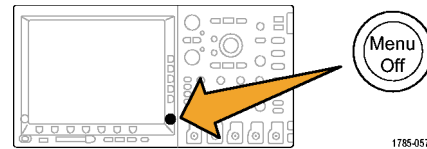
4. Wenn Sie Informationen auf einer CompactFlash-Karte oder einem USB-Flash-Laufwerk speichern, drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um in der Dateistruktur zu blättern. (Siehe Seite 226, *Struktur der externen Datei*.)



Drücken Sie **Wählen**, um Dateiordner zu öffnen oder zu schließen.



Drücken Sie **Menu Off**, um den Speichervorgang abzubrechen, oder drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **In gewählte Datei speichern**, um den Vorgang abzuschließen.



5. Speichern der Datei

In gewählte
Datei
speichern

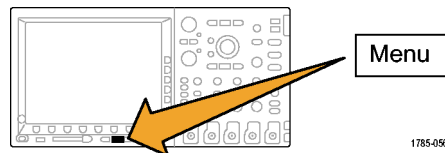
Schnelltipps

- **Abrufen der Grundeinstellung** Drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Default Setup**, um das Oszilloskop mit einem bekannten Setup zu initialisieren. (Siehe Seite 87, *Verwenden von Default Setup*.)

Speichern mit einem einzigen Knopfdruck

Wenn Sie die Speicher-/Abrufparameter über die Taste und das Menü zum Speichern und Abrufen (Save/Recall) definiert haben, können Sie Daten in Dateien speichern, indem Sie nur einmal **Save** drücken. Wenn Sie den Speichervorgang z. B. so definiert haben, dass Signaldaten auf einem USB-Laufwerk gespeichert werden, werden mit jedem Drücken der Taste **Save** die aktuellen Signaldaten auf dem angegebenen USB-Laufwerk gespeichert.

1. Um das Verhalten der Taste „Speichern“ festzulegen, drücken Sie das Menü **Save/Recall**.

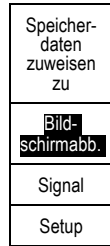


2. Drücken Sie die Taste **Save zuweisen zu Setup**.

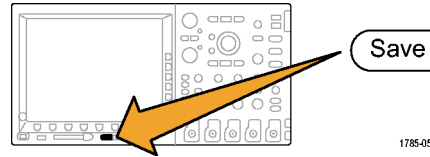
Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Save zuweisen zu Setup	Dienst- progr. für Dateien
-------------------------	---------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------------	------------------------------	----------------------------------



3. Drücken Sie das Element für die Aktion, die der Taste **Speichern** zugewiesen werden soll.



4. Wenn Sie ab jetzt **Save** drücken, wird die eben angegebene Aktion ausgeführt, ohne dass Sie jedesmal durch die Menüs navigieren müssen.



1785-058

Drucken

Um ein Abbild des Oszilloskop-Bildschirms zu drucken, gehen Sie wie folgt vor.

Anschließen eines Druckers an das Oszilloskop

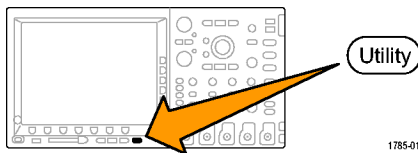
Schließen Sie den Drucker an einen USB-Anschluss an der Frontplatte oder Rückwand des Oszilloskops an.

Über den Ethernet-Anschluss können Sie auch auf einem Drucker im Netzwerk drucken.

Einrichten der Druckparameter

So richten Sie das Oszilloskop für den Druck ein:

1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere
Optionen



3. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **Druckeinstell.** aus.

Druckeinstell.

4. Drücken Sie **Drucker auswählen**, wenn Sie nicht den Standarddrucker verwenden.

Weitere Optionen Druckein- stell.	Drucker auswählen ???	Ausrich- tung Querformat	Ink Saver Ein			
--	-----------------------------	---------------------------------------	-------------------------	--	--	--

Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Liste der verfügbaren Drucker zu blättern.

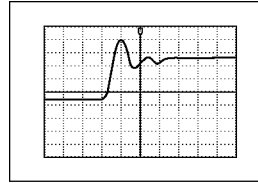
Drücken Sie **Wählen**, um den gewünschten Drucker auszuwählen.

Um der Liste einen USB-Drucker hinzuzufügen, schließen Sie den Drucker am USB-Anschluss an. Die meisten Drucker werden vom Oszilloskop automatisch erkannt.

Informationen zum Hinzufügen eines Netzwerkdruckers zu der Liste finden Sie im nächsten Thema. (Siehe Seite 246, *Drucken über Ethernet*.)

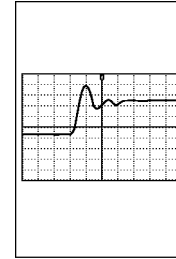


5. Wählen Sie eine Bildausrichtung (Hoch- oder Querformat).



2121-237

Querformat



1785-116b

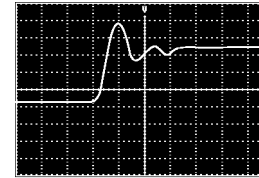
Hochformat

6. Wählen Sie **Ink Saver Ein** oder **Aus**.
Bei Auswahl von **Ein** wird die Kopie mit leerem (weißem) Hintergrund gedruckt.



1785-145a

Ink Saver Ein



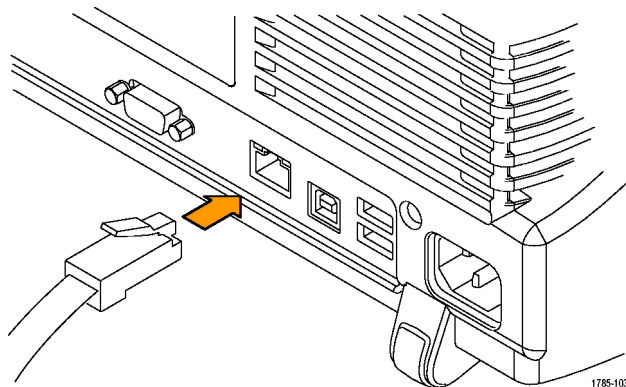
1785-145b

Ink Saver Aus

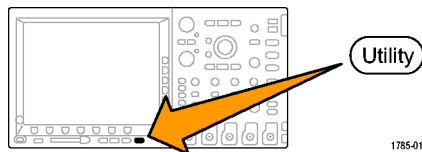
Drucken über Ethernet

So richten Sie das Oszilloskop für den Druck über Ethernet ein:

1. Schließen Sie ein Ethernet-Kabel an den Ethernet-Anschluss auf der Rückseite des Geräts an.



2. Drücken Sie **Utility**.



3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere
Optionen



4. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **Druckeinstell.** aus.

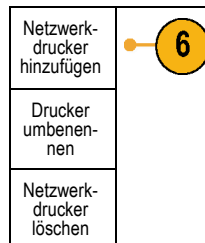
Druckeinstell.

5. Drücken Sie **Drucker auswählen**.

Weitere Optionen Druckeinstell.	Drucker auswählen ???	Ausrichtung Querformat	Ink Saver Aus			
---------------------------------------	-----------------------------	---------------------------	------------------	--	--	--

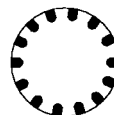


6. Drücken Sie **Netzwerkdrucker hinzufügen**.



7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Liste der Buchstaben, Ziffern und sonstigen Zeichen zu blättern, um das erste Zeichen des Druckernamens zu suchen, den Sie eingeben möchten.

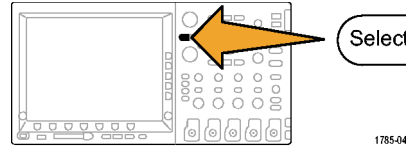
Wenn Sie eine USB-Tastatur verwenden, können Sie die Einfügemarke mit den Pfeiltasten positionieren und den Druckernamen eingeben. (Siehe Seite 49, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop*.)



1785-039

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
0123456789_+!@#\$%^&*(){}<>/~"'\|:;.,?

8. Drücken Sie **Wählen** oder **Zeichen eingeben**, um zu bestätigen, dass Sie das richtige Zeichen ausgewählt haben.



1785-049

Zum Ändern des Namens können Sie bei Bedarf die Tasten auf dem unteren Rahmen verwenden.

Zeichen eingeben		←	→	Rück- taste	Löschen	Entfernen
------------------	--	---	---	-------------	---------	-----------

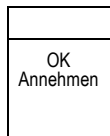
9. Blättern Sie weiter, und drücken Sie **Auswählen**, bis Sie alle gewünschten Zeichen eingegeben haben.

10. Drücken Sie die Taste mit dem Pfeil nach unten, um den Zeichencursor eine Zeile nach unten in das Feld **Servername** zu verschieben.

11. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und drücken Sie so oft wie erforderlich **Wählen** oder **Zeichen eingeben**, um den Namen einzugeben.

Drucker hinzufügen
↑
↓

12. Drücken Sie die Taste mit dem Pfeil nach unten, um den Zeichencursor eine Zeile nach unten in das Feld **Server-IP-Adresse** zu verschieben.



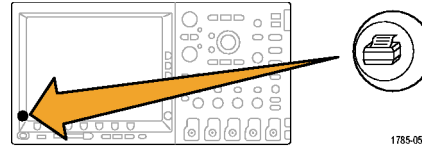
13. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und drücken Sie so oft wie erforderlich **Auswählen** oder **Zeichen eingeben**, um den Namen einzugeben.
14. Wenn Sie fertig sind, drücken Sie **OK** **Annehmen**.

***HINWEIS.** Wenn mit dem Oszilloskop mehrere Drucker gleichzeitig verbunden sind, wird auf dem Drucker gedruckt, der unter „Utility“ > „System“ > „Druckeinstell.“ > „Drucker auswählen“ aufgeführt ist.*

Drucken mit einem einzigen Knopfdruck

Wenn Sie an das Oszilloskop einen Drucker angeschlossen und Druckparameter eingestellt haben, können Sie die aktuellen Bildschirm Inhalte mit einem einzigen Knopfdruck drucken:

Drücken Sie in der linken unteren Ecke der Frontplatte die Taste mit dem Druckersymbol.



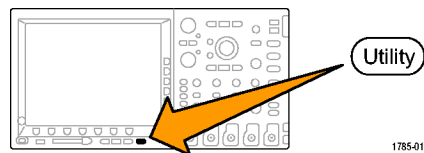
Löschen des Oszilloskop-Speichers

Mit der TekSecure-Funktion können Sie sämtliche Setup- und Signalinformationen im flüchtigen Speicher löschen. Wenn Sie mit Ihrem Oszilloskop vertrauliche Daten erfasst haben, sollten Sie die TekSecure-Funktion ausführen, bevor Sie das Oszilloskop wieder für allgemeine Zwecke verwenden. Die TekSecure-Funktion besitzt folgende Merkmale:

- Ersetzt alle Signale in allen Referenzspeichern durch Null-Werte
- Ersetzt das aktuelle Frontplatten-Setup sowie alle gespeicherten Setups durch das werkseitige Setup
- Zeigt je nach Erfolg der Überprüfung eine Bestätigung oder eine Warnung an.

So verwenden Sie TekSecure

1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere
Optionen



3. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.

Konfig

4. Drücken Sie **TekSecure Speicher löschen**.

Weitere Optionen Konfig	Sprache Deutsch	Datum & Uhrzeit einstellen	TekSecure Speicher löschen	Version		
--------------------------------------	---------------------------	----------------------------------	----------------------------------	---------	--	--

3

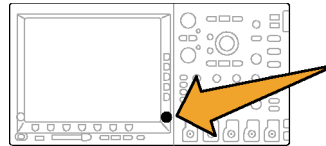
4

5. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen
Rahmen **OK Setup und Ref. Speicher löschen**.

OK
Setup
und Ref.-
speicher
löschen

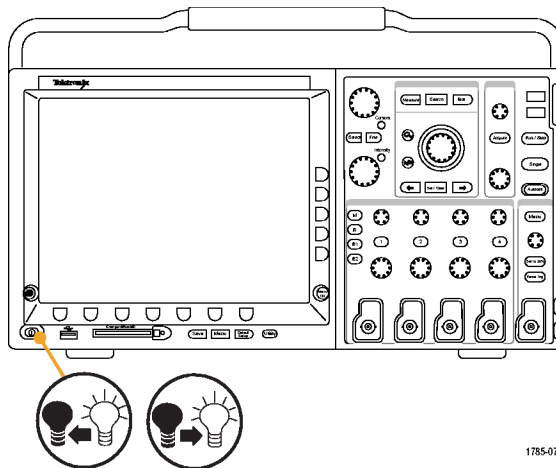
5

Um den Vorgang abzubrechen, drücken Sie
Menu Off.



1785-057

6. Schalten Sie das Oszilloskop aus, und schalten Sie es wieder ein, um den Vorgang abzuschließen.



1785-071

Verwenden von Anwendungsmodulen

Mit optionalen Anwendungsmodulpaketen können die Funktionen Ihres Oszilloskops erweitert werden. (Siehe Seite 24, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul*.) Sie können bis zu vier Anwendungsmodule gleichzeitig installieren. (Siehe Seite 24, *Installieren eines Anwendungsmoduls*.)

Anweisungen zum Installieren und Testen von Anwendungsmodulen entnehmen Sie den *Installationsanleitung zu den Anwendungsmodulen für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000*, die mit dem Anwendungsmodul geliefert wurden. Einige Module werden in der folgenden Liste beschrieben. Zusätzliche Module können verfügbar sein. Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrem Tektronix-Händler oder auf unserer Website unter www.tektronix.com. Lesen Sie auch den Abschnitt *Tektronix-Kontaktinformationen* am Anfang dieses Handbuchs.

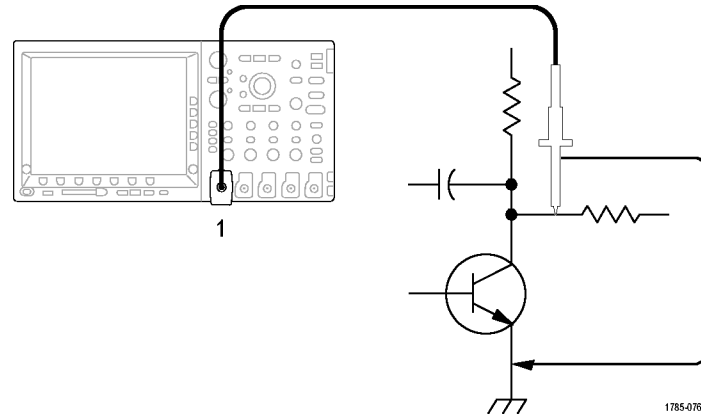
- Das **Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4EMBD** bietet die Triggerung von Informationen auf Paketebene auf in integrierten Konstruktionen (I²C und SPI) verwendeten seriellen Bussen sowie Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen digitale Signalansichten, Busansichten, Paketdecodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.
- Das **Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4AUTO** bietet die Triggerung von Informationen auf Paketebene auf in Automobilkonstruktionen (CAN) verwendeten seriellen Bussen sowie Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen digitale Signalansichten, Busansichten, Paketdecodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.
- Das **Computertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4COMP** bietet die Triggerung von Informationen auf Byte- oder Paketebene in RS-232-Bussen sowie Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen digitale Signalansichten, Busansichten, Paketdecodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.

Anwendungsbeispiele

Dieser Abschnitt enthält Verwendungsmöglichkeiten des Geräts bei allgemeinen und besonderen Fehlerbehebungsaufgaben.

Durchführen einfacher Messungen

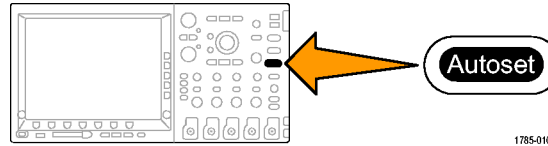
Wenn Sie ein Signal in einem Schaltkreis anzeigen müssen, jedoch nicht die Signalamplitude oder -frequenz kennen, verbinden Sie den Tastkopf von Kanal 1 des Oszilloskops mit dem Signal. Zeigen Sie das Signal dann an, und messen Sie seine Frequenz und Spitze-zu-Spitze-Amplitude.



Verwendung von Auto-Setup

So zeigen Sie schnell ein Signal an:

1. Drücken Sie **Auto-Setup**.



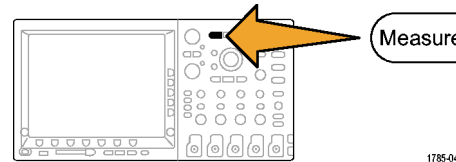
Das Oszilloskop setzt die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen automatisch. Sie können diese Optionen manuell einstellen, wenn Sie die Anzeige des Signals optimieren möchten.

Wenn Sie mehr als einen Kanal verwenden, werden mit der Funktion „Auto-Setup“ die vertikalen Optionen für jeden Kanal gesetzt und der aktive Kanal mit der niedrigsten Nummer wird zum Einstellen der horizontalen und Triggeroptionen verwendet.

Auswählen automatischer Messungen

Die meisten angezeigten Signale können mit dem Oszilloskop automatisch gemessen werden. So messen Sie die Signalfrequenz und die Spitze-zu-Spitze-Amplitude:

1. Drücken Sie **Messen**.



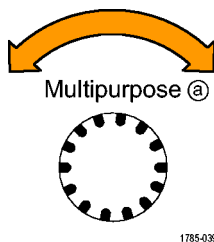
1785-047

2. Drücken Sie **Messung auswählen**.

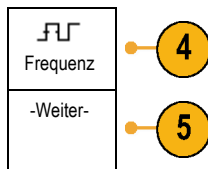
Messung auswählen a 1	Messung entfernen	Gating Bildschirm	Statistik Ein	Referenz- pegel	Indikatoren	Cursor kon- figurieren
--------------------------	-------------------	----------------------	------------------	--------------------	-------------	---------------------------



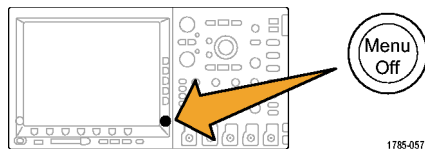
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den Kanal auszuwählen, von dem die Messung erfolgen soll. Wählen Sie z. B. Kanal 1. Dieser Schritt ist nur erforderlich, wenn Sie Daten auf mehr als einem Kanal erfassen.



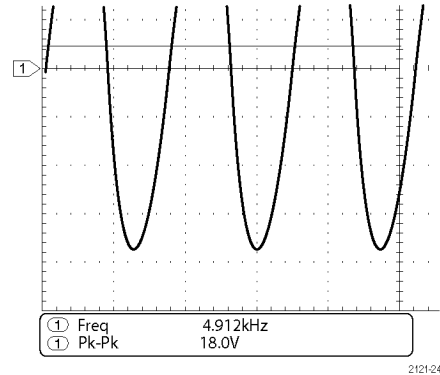
4. Wählen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die Messung **Frequenz** aus.
5. Drücken Sie **-Weiter-**, bis Sie die Messung **Sp-Sp** auswählen können.



6. Drücken Sie **Menu Off**.

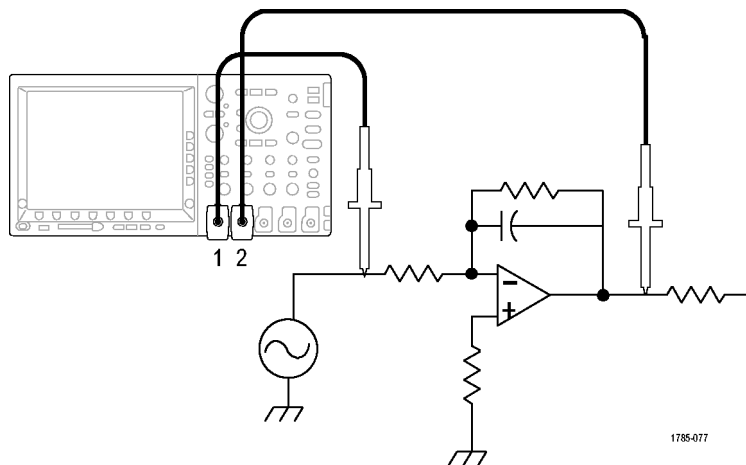


7. Beachten Sie, dass die Messungen auf dem Bildschirm angezeigt und bei Änderungen des Signals aktualisiert werden.



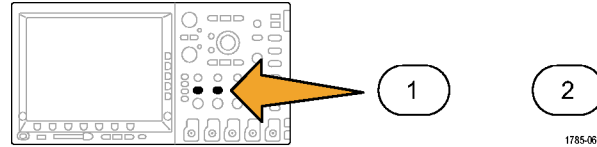
Messen zweier Signale

In diesem Beispiel testen Sie ein Gerät und müssen die Verstärkungsleistung des Audio-Verstärkers messen. Sie haben einen Audiosignalerzeuger, der am Verstärkereingang ein Signal eingeben kann. Schließen Sie wie abgebildet am Verstärkereingang und -ausgang zwei Oszilloskopkanäle an. Messen Sie beide Signalpegel, und verwenden Sie diese Messungen zum Berechnen der Verstärkungsleistung.

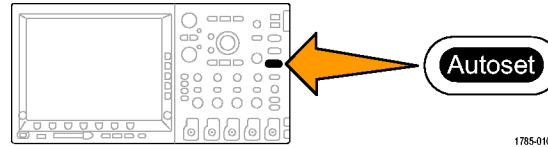


So zeigen Sie die an den Kanälen 1 und 2 angeschlossenen Signale an

1. Drücken Sie Kanal 1 und Kanal 2, um beide Kanäle zu aktivieren.

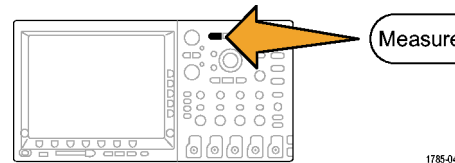


2. Drücken Sie **Auto-Setup**.



So wählen Sie Messungen für die beiden Kanäle:

1. Drücken Sie **Messen**, um das Menü „Messung“ anzuzeigen.



2. Drücken Sie **Messung auswählen**.

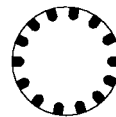
Messung auswählen (a) 1	Messung entfernen	Gating Bildschirm	Statistik Ein	Referenz- pegel	Indikatoren	Cursor kon- figurieren
----------------------------	-------------------	----------------------	------------------	--------------------	-------------	---------------------------

2

3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf a, um Kanal 1 auszuwählen.



Multipurpose @

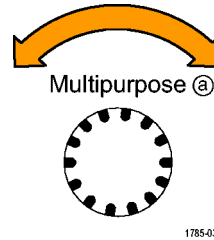


1785-039

4. Blättern Sie durch die Messungsmenüs, bis **Amplitude** angezeigt wird. Wählen Sie **Amplitude**.



5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf a, um Kanal 2 auszuwählen.



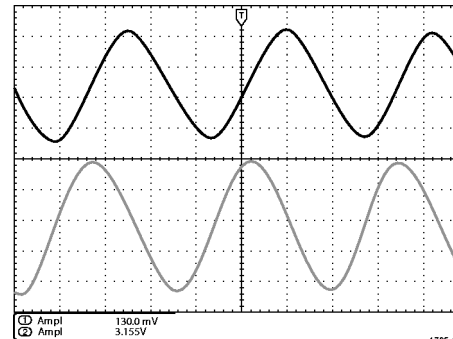
6. Wählen Sie **Amplitude**.



7. Berechnen Sie die Verstärkungsleistung mit den folgenden Gleichungen:

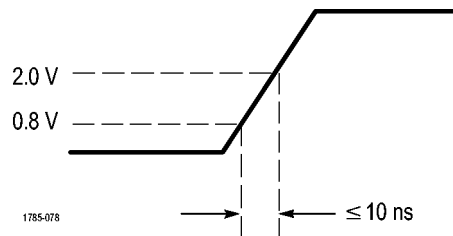
$$\text{Verstärkungsleistung} = (\text{Ausgangsamplitude} \div \text{Eingangsamplitude}) = (3,155 \text{ V} \div 130,0 \text{ mV}) = 24,27$$

$$\text{Verstärkungsleistung (dB)} = 20 \times \log(24,27) = 27,7 \text{ dB}$$



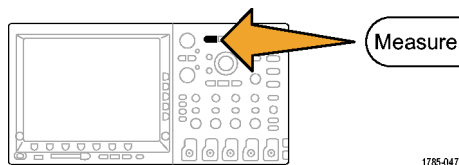
Anpassen der Messungen

In diesem Beispiel möchten Sie überprüfen, ob das Eingangssignal eines digitalen Geräts seinen Spezifikationen entspricht. Genauer gesagt muss die Übergangszeit von einem niedrigen logischen Pegel (0,8 V) zu einem hohen logischen Pegel (2,0 V) 10 ns oder weniger betragen.



So wählen Sie die Anstiegszeitmessung

1. Drücken Sie **Messen**.



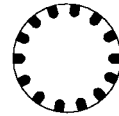
2. Drücken Sie **Messung auswählen**.

Messung auswählen a 1	Messung entfernen	Gating Bildschirm	Statistik Ein	Referenz- pegel	Indikatoren	Cursor kon- figurieren
--------------------------	-------------------	----------------------	------------------	--------------------	-------------	---------------------------

2

5

3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf a, um Kanal 1 auszuwählen. Dieser Schritt ist nur erforderlich, wenn Sie Daten nicht nur auf Kanal 1, sondern auf mehreren Kanälen erfassen.



1785-039

4. Wählen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die Messung **Anstiegszeit** aus.



5. Drücken Sie **Referenzpegel**.
6. Drücken Sie **Pegel setzen in**, um **Einheiten** auszuwählen.
7. Drücken Sie **Hohe Ref**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um 2,00 V einzugeben. Drücken Sie bei Bedarf **Fein**, um die Empfindlichkeit des Mehrfunktions-Drehknopfs zu ändern.
8. Drücken Sie **Low Ref**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um 800 mV einzugeben. Drücken Sie bei Bedarf **Fein**, um die Empfindlichkeit des Mehrfunktions-Drehknopfs zu ändern.

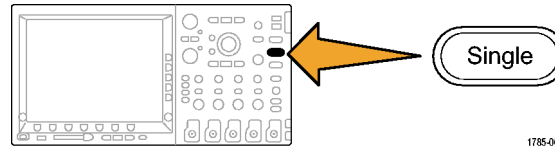
Referenz- pegel
Pegel setzen in % Einh.
Hohe Ref (a) 2,00 V
Mid Ref
Low Ref (a) 800 mV

Die Anstiegszeit wird üblicherweise zwischen 10 % und 90 % des Amplitudenpegels eines Signals gemessen. Dies sind die Standard-Referenzpegel, die das Oszilloskop für Anstiegszeitmessungen verwendet. In diesem Beispiel müssen Sie jedoch die Zeit messen, die das Signal zwischen den Pegeln 0,8 V und 2,0 V benötigt.

Sie können die Anstiegszeitmessung individuell ändern, um die Übergangszeit des Signals zwischen zwei beliebigen Bezugspegeln zu messen. Sie können diese Referenzpegel auf einen bestimmten Prozentsatz der Signalamplitude oder auf einen bestimmten Pegel in vertikalen Einheiten (z. B. Volt oder Ampere) setzen.

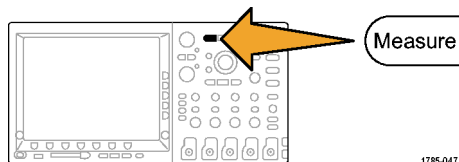
Messen spezieller Ereignisse. Als nächstes möchten Sie die Impulse des digitalen Eingangssignals anzeigen. Die Impulsbreiten variieren jedoch. Deshalb ist es schwierig, einen stabilen Trigger zu erstellen. Um einen Schnappschuß des digitalen Signals anzuzeigen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **Einzel**, um eine Einzelerfassung vorzunehmen. Hierbei wird vorausgesetzt, dass das Oszilloskop den Trigger mit den aktuellen Einstellungen auslöst.



Jetzt möchten Sie die Breite der einzelnen angezeigten Impulse messen. Zur Auswahl eines bestimmten Impulses, den Sie messen möchten, können Sie die Gating-Methode verwenden. So messen Sie den zweiten Impuls:

2. Drücken Sie **Messen**.

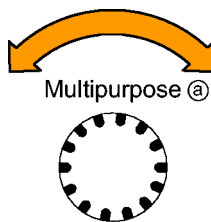


3. Drücken Sie **Messung auswählen**.

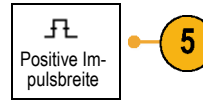
Messung auswählen (a) 1	Messung entfernen	Gating Bildschirm	Statistik Ein	Referenz- pegel	Indikatoren	Cursor kon- figurieren
----------------------------	-------------------	----------------------	------------------	--------------------	-------------	---------------------------

3

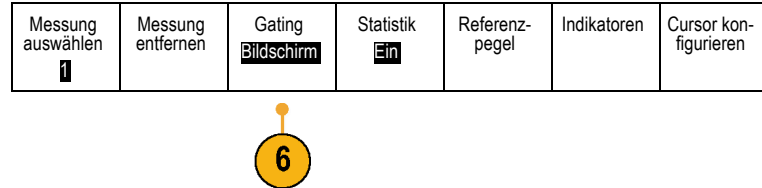
4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf a, um Kanal 1 auszuwählen.



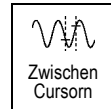
5. Wählen Sie die Messung **Positive Impulsbreite**.



6. Drücken Sie **Gating**.

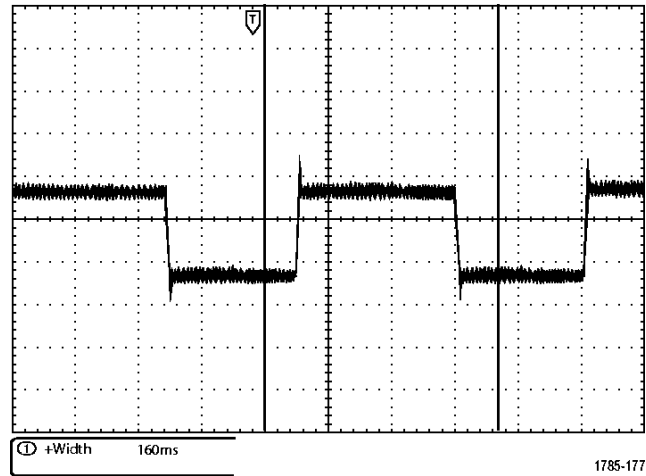


7. Wählen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **Zwischen Cursors** aus, um Mess-Gating mit Cursors zu wählen.



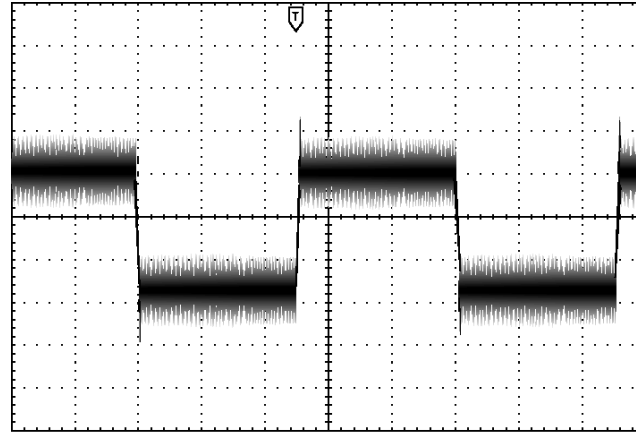
8. Setzen Sie einen Cursor links und einen rechts neben den zweiten Impuls.

9. Zeigen Sie die resultierende Breitenmessung (160 ms) für den zweiten Impuls an.



Analyse von Signaldetails

In diesem Beispiel wird auf Ihrem Oszilloskop 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.

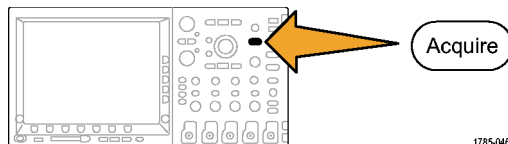


1785-175

Analyse von Störsignalen

Das Signal erscheint gestört. Sie vermuten, dass die Störungen Probleme im Schaltkreis verursachen. So analysieren Sie die Störung besser:

1. Drücken Sie **Erfassen**.



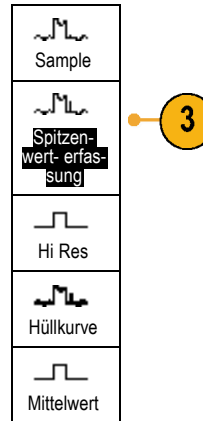
1785-046

2. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen **Modus**.

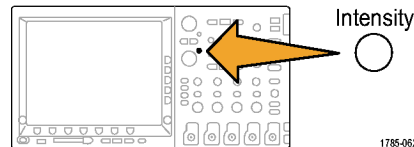
Modus Sample	Aufzeichn.- länge 10k	Horizon- tale Posi- tion zurück- setzen	Signal- anzeige			
-----------------	-----------------------------	--	--------------------	--	--	--



3. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **Spitzenwerterfassung**.

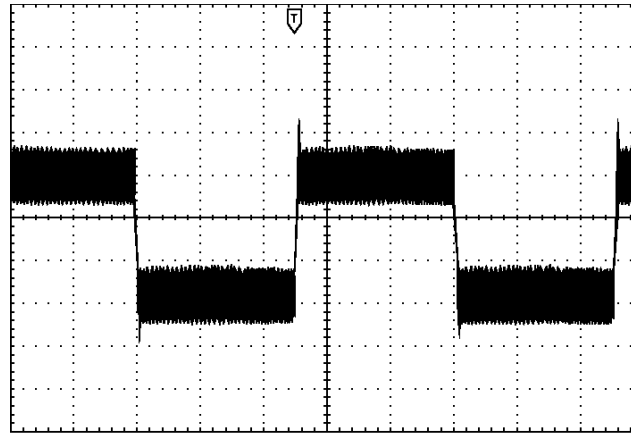


4. Drücken Sie **Intensität**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die Störung besser anzuzeigen.



1785-062

5. Zeigen Sie die Ergebnisse auf dem Bildschirm an. Die Spitzenwerterfassung entdeckt Störspitzen und Glitches in Ihrem Signal, die nur 1 ns betragen, selbst wenn die Zeitbasis auf eine niedrige Einstellung gesetzt ist.



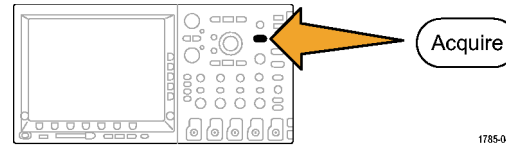
1785-174

Die Spitzenwerterfassung und die anderen Erfassungsmodi werden weiter oben in diesem Handbuch beschrieben. (Siehe Seite 90, *Erfassungskonzepte*.)

Trennung eines Signals vom Störrauschen

Jetzt möchten Sie die Signalform analysieren und das Rauschen ignorieren. So verringern Sie unkorreliertes Störrauschen auf dem Oszilloskop-Bildschirm:

1. Drücken Sie **Erfassen**.



2. Drücken Sie **Modus**.

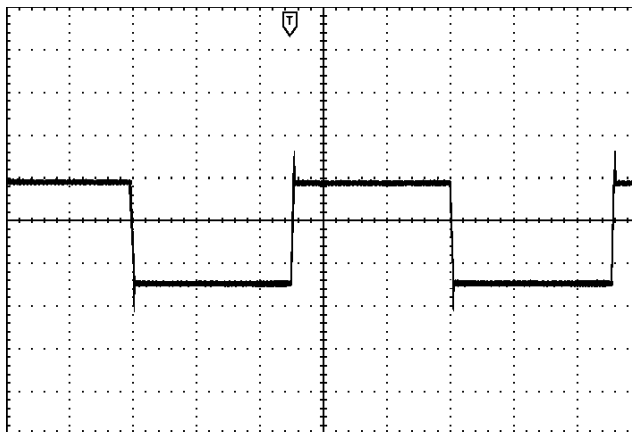
Modus Sample	Aufzeichn.- länge 10 K	Horizon- tale Posi- tion zurück- setzen	Signal- anzeige			
-----------------	------------------------------	--	--------------------	--	--	--



3. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **Mittelwert**.



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

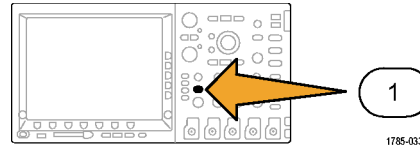


1785-176

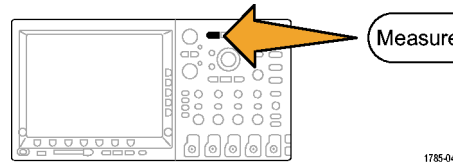
Durchführen von Cursor-Messungen

Sie können mit den Cursors schnelle Signalmessungen durchführen. So messen Sie die Schwingungsfrequenz an der ansteigenden Flanke des Signals:

1. Drücken Sie Kanal 1, um das Signal auf Kanal 1 zu wählen.



2. Drücken Sie **Messen**.



3. Drücken Sie **Cursor konfigurieren**.

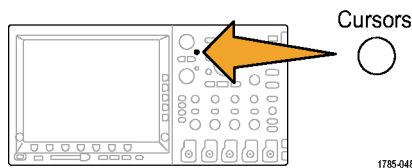
Messung auswählen 1	Messung entfernen	Gating Bildschirm	Statistik Ein	Referenz- pegel	Indikatoren	Cursor kon- figurieren
------------------------	-------------------	----------------------	------------------	--------------------	-------------	---------------------------

3

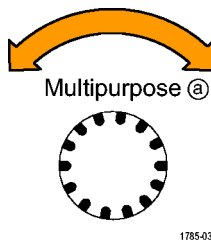
4. Drücken Sie mehrmals **Vertikale Balken-Einheiten**, um **Hz (1/s)** auszuwählen.



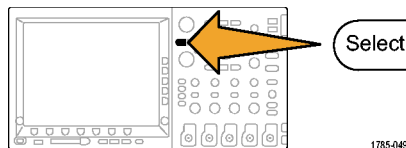
5. Drücken Sie mehrmals **Cursor**, bis auf dem ausgewählten Signal die beiden Vertikalbalkencursors angezeigt werden.



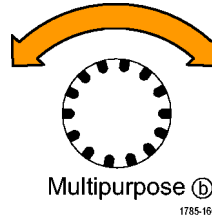
6. Setzen Sie einen Cursor mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **a** auf den ersten Spitzenwert der Schwingung.



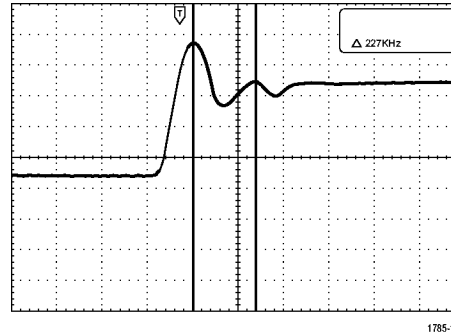
7. Wenn die Cursor-Anzeige angibt, dass die Cursors miteinander verknüpft sind, drücken Sie **Wählen**, um die Verknüpfung aufzuheben.



8. Setzen Sie den anderen Cursor mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **b** auf den nächsten Spitzenwert der Schwingung.



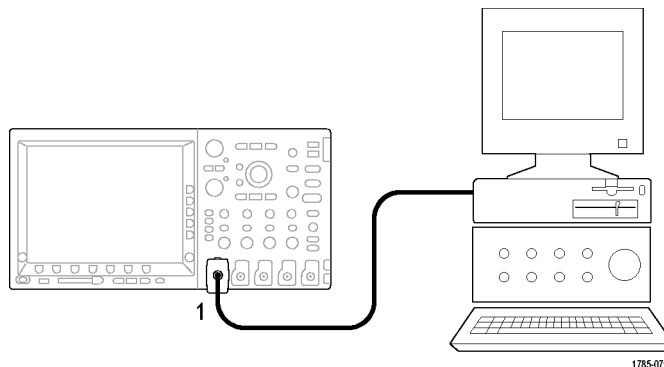
9. Die Cursor-Anzeige Δ zeigt eine gemessene Schwingungsfrequenz von 227 kHz an.



Triggern bei Video-Signalen

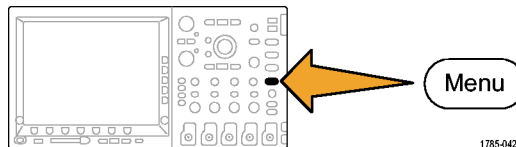
Das Oszilloskop unterstützt das Triggern bei NTSC-, SECAM- und PAL-Signalen.

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



So verwenden Sie die Videohalbbilder für die Triggerung:

1. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich.



2. Drücken Sie **Typ**.

Typ



3. Blättern Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfes **a** durch das seitliche Menü „Triggertyp“, und wählen Sie **Video** aus:

Video

4. Drücken Sie **Video Standard**, und blättern Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfes **a** solange durch die Standards, bis Sie **525/NTSC** auswählen.

Typ Video	Video Standard 525/NTSC	Quelle 1	Trigger An Alle Zeilen			Modus Auto & Holdoff
---------------------	--------------------------------------	--------------------	----------------------------------	--	--	-----------------------------------

5. Drücken Sie **Triggern** auf.

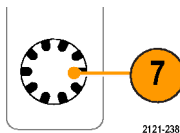


6. Wählen Sie **Ungerade Halbbilder**.

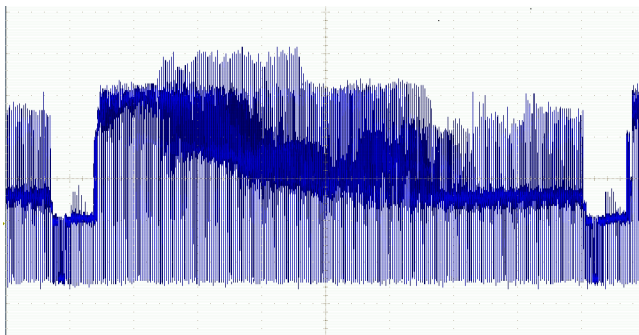


Wenn es sich um ein nichtverschachteltes Signal handelt, können Sie auch **Alle Halbbilder** zum Triggern verwenden.

7. Drehen Sie den Knopf **Horizontalskala**, um ein vollständiges Halbbild in der Anzeige zu sehen.



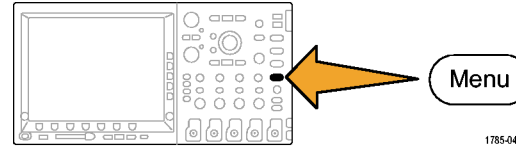
8. Zeigen Sie die Ergebnisse an.



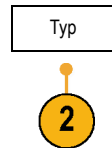
Triggerung auf Zeilen

Triggerung auf Zeilen. So überprüfen Sie die Videozeilen im Halbbild:

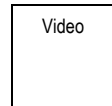
1. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich.



2. Drücken Sie **Typ**.



3. Blättern Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfes **a** durch das seitliche Menü „Triggertyp“, und wählen Sie **Video** aus:



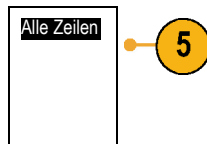
Typ Video	Video Standard 525/NTSC	Quelle 1	Triggern auf Alle Zeilen			Modus Auto & Holdoff
---------------------	--------------------------------------	--------------------	---------------------------------------	--	--	-----------------------------------

4. Drücken Sie **Triggern auf**.

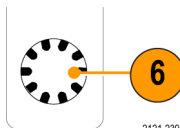


5. Wählen Sie **Alle Zeilen**.

Zum Triggern auf eine bestimmte Zeile wählen Sie **Zeilenzahl**, und wählen Sie durch Drehen von Mehrzweckknopf **a** die Zeilenzahl.

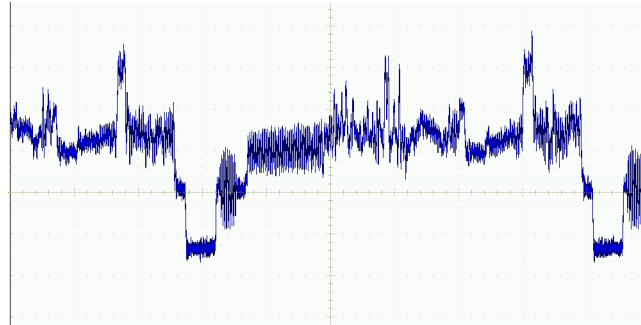


6. Stellen Sie **Horizontale Skala** so ein, dass Sie eine vollständige Videozeile in der Anzeige sehen.



2121-239

7. Beobachten Sie die Ergebnisse.



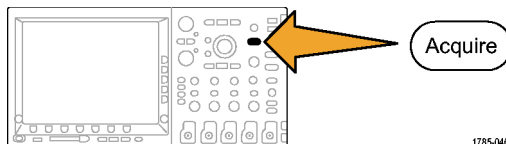
Aufnehmen eines Einzelschuss-Signals

In diesem Beispiel funktioniert ein Relais in einem Gerät unzuverlässig, und Sie müssen das Problem analysieren. Sie vermuten, dass das Problem beim Öffnen des Relais entsteht. Die 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.

So richten eine Einzelschusserfassung ein:

1. Stellen Sie **Vertikalskala** and **Horizontalskala** auf Bereiche ein, die für die Anzeige des Signals geeignet sind.

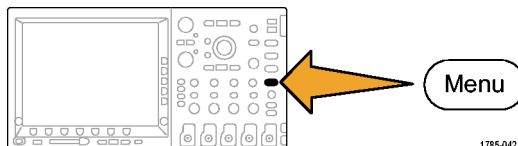
2. Drücken Sie **Erfassen**.



3. Drücken Sie **Modus**.

4. Wählen Sie **Sample**.

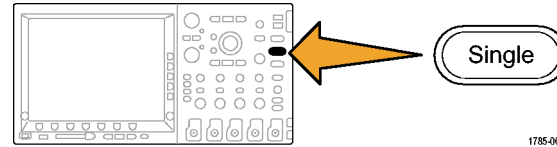
5. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich.



6. Drücken Sie **Flanke** und \swarrow .

7. Drehen Sie den Knopf **Triggerpegel**, um den Triggerpegel auf eine Spannung einzustellen, die in der Mitte zwischen Öffnungs- und Schließspannung des Relais liegt.

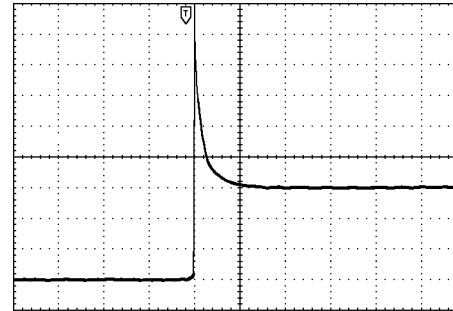
8. Drücken Sie **Einzel** (Einzelfolge).



1785-061

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

Mit der Sequenztaste **Einzel** wird die automatische Triggerung deaktiviert, so dass nur ein gültiges getriggertes Signal erfasst wird.



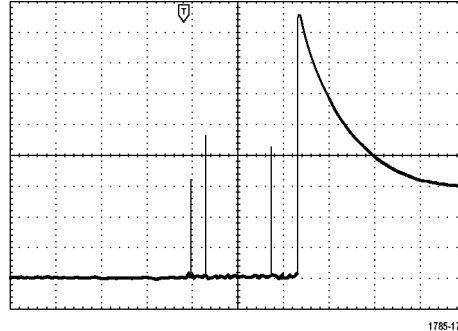
1785-171

Optimieren der Erfassung

In der ursprünglichen Erfassung wird abgebildet, wie sich der Relaiskontakt am Triggerpunkt öffnet. Danach folgen deutliche Spitzen, die das Kontaktprellen und die Induktion im Schaltkreis anzeigen. Die Induktion kann zu einem durchgeschlagenen Kontakt und einem vorzeitigen Relaisfehler führen.

Bevor Sie mit der nächsten Erfassung fortfahren, können Sie die vertikalen und horizontalen Optionen einstellen, um eine Voransicht der nächsten Erfassung zu erhalten. Wenn Sie diese Optionen einstellen, wird die aktuelle Erfassung neu positioniert, erweitert oder komprimiert. Diese Voransicht ist nützlich, wenn Sie die Einstellungen vor dem nächsten Einzelschussereignis optimieren möchten.

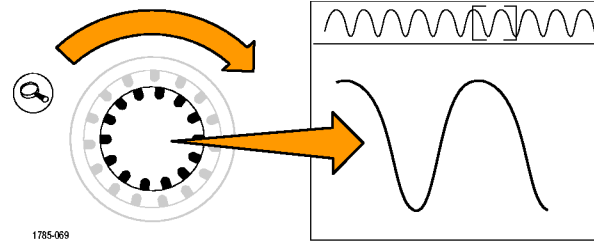
Bei der nächsten Erfassung mit den neuen vertikalen und horizontalen Einstellungen können Sie mehr Details zum Öffnen des Relaiskontaktes anzeigen. Sie können jetzt sehen, dass der Kontakt einige Male prellt, bevor er geöffnet wird.



Verwendung der horizontalen Zoom-Funktion

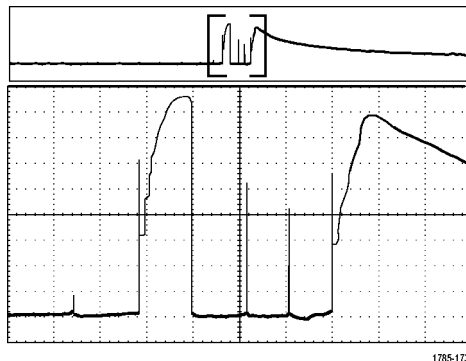
Wenn Sie eine bestimmte Stelle des erfassten Signals genauer unter die Lupe nehmen möchten, verwenden Sie die horizontale Zoom-Funktion. So überprüfen Sie die Stelle, an der sich der Relaiskontakt öffnet:

1. Drehen Sie den Knopf **Zoom**.



2. Drehen Sie den Knopf **Pan** solange, bis sich die Mitte des Zoomfensters nahe an der Stelle befindet, an der sich der Relaiskontakt öffnet.
3. Drehen Sie den Knopf **Zoom** so, dass das Signal im Zoomfenster vergrößert wird.

Das unruhige Signal und die Induktionslast in der Schaltung lassen vermuten, dass der Relaiskontakt beim Öffnen fehlschlägt.



Korrelieren von Daten mit dem Logikanalysator TLA5000

Wenn Sie für Designs mit stark ansteigenden Taktfanken und hohen Datenraten eine Fehlerbehebung durchführen möchten, ist es empfehlenswert, die analogen Eigenschaften digitaler Signale in Bezug auf komplexe digitale Ereignisse im Schaltkreis anzuzeigen. Dies ist in der iView möglich, in der Sie analoge Signale vom Oszilloskop auf die Anzeige des Logikanalysators übertragen können. Dann können Sie die zeitkorrelierten analogen und digitalen Signale nebeneinander anzeigen und auf diese Weise Quellen von Glitches und andere Probleme ermitteln.

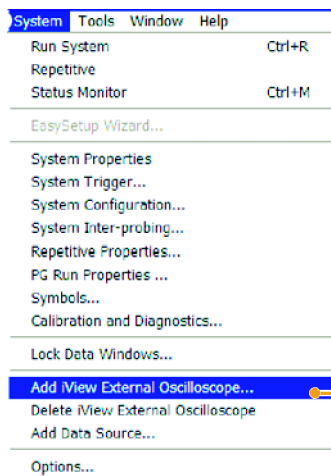
HINWEIS. Digitale Signale von Oszilloskopen der Serie 4000 können nicht zur Anzeige des Logikanalysators übertragen werden.

Mit dem externen iView-Oszilloskopkabel können Sie den Logikanalysator an ein Tektronix-Oszilloskop anschließen. Damit wird die Kommunikation zwischen den beiden Geräten hergestellt. Für Oszilloskope der Serie 4000 benötigen Sie außerdem einen Adapter TEK-USB-488. Der Assistent zum Hinzufügen von externen Oszilloskopen ist über das System-Menü der Anwendung TLA verfügbar und leitet Sie durch den Anschluss des iView-Kabels zwischen Logikanalysator und Oszilloskop.

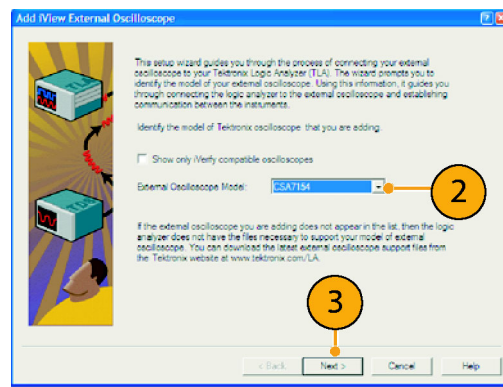
TLA bietet auch ein Setup-Fenster, in dem Sie die Oszilloskop-Einstellungen überprüfen, ändern und testen können. Vor dem Erfassen und Anzeigen eines Signals müssen Sie mit Hilfe des Assistenten zum Hinzufügen von externen Oszilloskopen zwischen dem Tektronix-Logikanalysator und dem Oszilloskop eine Verbindung herstellen.

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Wählen Sie im System-Menü des Logikanalysators **Add iView External Oscilloscope ...**



2. Wählen Sie Ihr Oszilloskop-Modell aus.
3. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm, und klicken Sie dann auf **Next**.
4. In der Dokumentation des Tektronix-Logikanalysators finden Sie weitere Informationen zur Korrelation von Daten zwischen einem Tektronix-Oszilloskop und einem Logikanalysator.



Aufspüren von Abweichungen bezüglich der Busse

In diesem Beispiel testen Sie einen neuen I²C-Schaltkreis. Offenbar ist ein Fehler aufgetreten. Sie weisen den Master-IC an, eine Nachricht an den Slave-IC zu senden. Sie erwarten, daraufhin die Daten zurückzuerhalten und eine LED leuchten zu sehen. Das Licht beginnt jedoch nicht zu leuchten. An welcher Stelle innerhalb der etwa zehn gesendeten Befehle ist das Problem verborgen? Wenn Sie die betreffende Stelle gefunden haben, wie bestimmen Sie den eigentlichen Fehler?

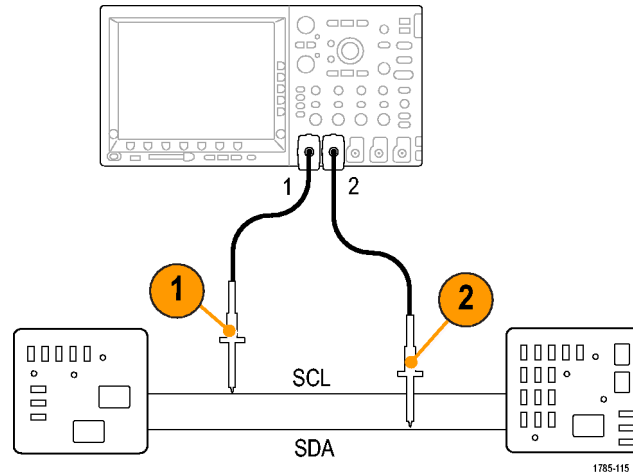
Mit dem Oszilloskop und seinen Bitmustertrigger-Funktionen und Verwaltungsfunktionen für große Aufzeichnungslängen können Sie das Problem sowohl in der physischen Schicht als auch in der Protokollschicht des Busses ermitteln.

Grundstrategie

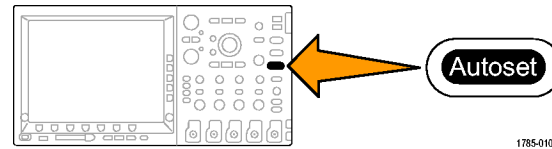
Zunächst müssen Sie das Bussignal erfassen und anzeigen, indem Sie Busparameter und Trigger einrichten. Dann durchsuchen Sie die einzelnen Pakete mit der Such-/Markierungsfunktion.

HINWEIS. Triggern auf I²C-, SPI-, CAN- und RS-232-Bussignale setzt Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodule DPO4EMBD, DPO4AUTO oder DPO4COMP voraus. Für das Triggern auf Signale des parallelen Busses ist die Verwendung von Geräten der Serie MSO4000 erforderlich.

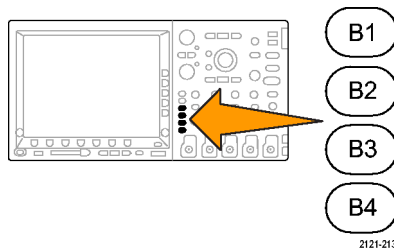
1. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 1 an die Taktleitung an.
2. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 2 an die Datenleitung an.



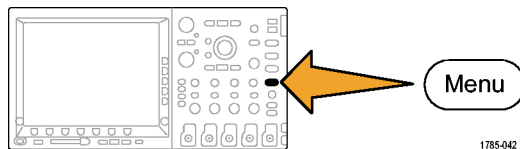
3. Drücken Sie **Auto-Setup**.



4. Drücken Sie die Taste **B1**, und geben Sie in den angezeigten Bildschirmmenüs die Parameter des I₂C-Busses ein.



5. Drücken Sie **Menü** im Trigger-Menübereich.

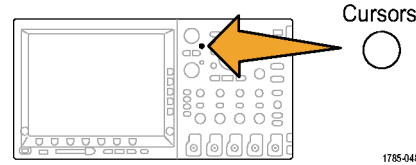


6. Drücken Sie **Typ**, um **Bus** auszuwählen. Geben Sie in den daraufhin angezeigten Bildschirmmenüs Triggerparameter ein.

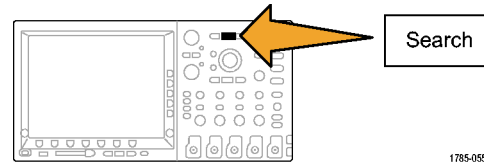
Typ	Trig- gerquelle	Triggern auf	Adresse		Anweisung	Modus
Bus	B1 (I2C)	Adresse	07F		Lesen	Auto & Holdoff



7. Analysieren Sie die physische Schicht. Für manuelle Messungen können Sie z. B. die Cursors verwenden. (Siehe Seite 193, *Manuelle Messungen mit Cursorn vornehmen*.) Sie können auch die automatisierten Messungen verwenden. (Siehe Seite 177, *Durchführen automatischer Messungen*.)



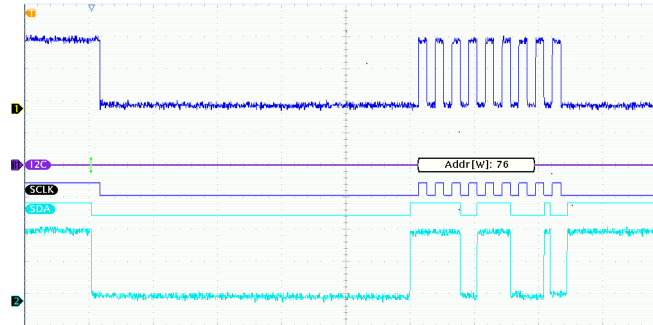
8. Drücken Sie **Suchen**. Setzen Sie **Suchmarkierungen** auf **Ein**. Geben Sie im Menü auf dem unteren Rahmen und in den zugehörigen Menüs auf dem seitlichen Rahmen einen Suchtyp, eine Quelle und weitere relevante Parameter ein. (Siehe Seite 214, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge*.)



9. Springen Sie zum nächsten Suchpunkt, indem Sie die Pfeiltaste nach rechts drücken. Drücken Sie diese mehrmals, bis Sie alle Ereignisse eingesehen haben. Springen Sie mit der Pfeiltaste nach links zurück. Sind alle erwarteten Pakete vorhanden? Andernfalls haben Sie zumindest die Suche auf das zuletzt gesendete Paket eingeengt.



10. Analysieren Sie die decodierten Pakete in der Protokollschicht. Haben Sie die Datenbytes in der richtigen Reihenfolge gesendet? Haben Sie die richtige Adresse verwendet?



Fehlersuche in Schaltungen mit parallelen Bussen

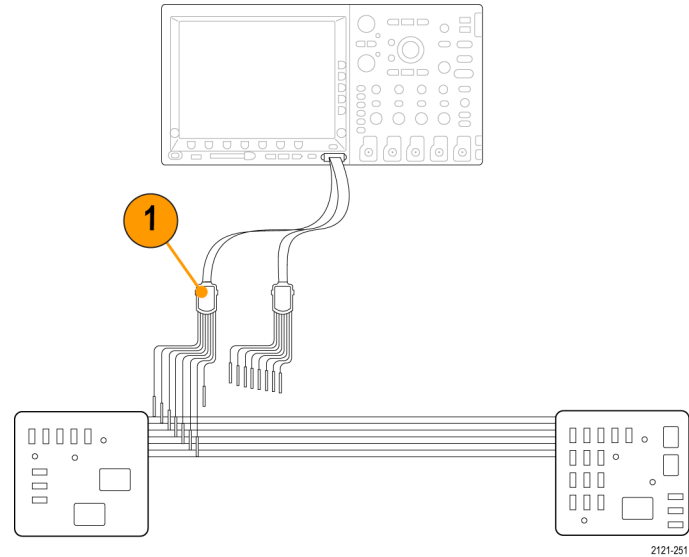
In diesem Beispiel überwachen Sie mit Ihrem Oszilloskop einen parallelen Bus. Sie können Ihr Oszilloskop der Serie MSO4000 mit seinen 16 digitalen Kanälen für die Analyse des Busses verwenden. Das Oszilloskop der Serie MSO4000 zeigt Ihnen nicht nur den Aktivierungsstatus an, sondern decodiert die Signale auf dem parallelen Bus auch für Sie.

Grundstrategie

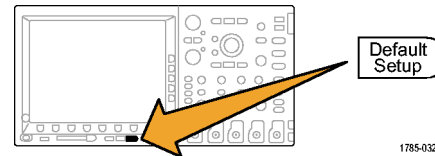
Zuerst erfassen Sie die digitalen Signale und zeigen sie an. Dann durchsuchen Sie die Daten mithilfe der Such-/Markierfunktion.

HINWEIS. Die Oszilloskope der Serie MSO4000 unterstützen das Triggern und Decodieren von Signalen auf dem parallelen Bus.

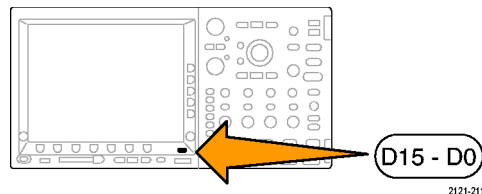
1. Schließen Sie die gewünschte Logik-Tastkopfspitze an die gewünschten Prüfpunkte an. Zur Vereinfachung wird in diesem Beispiel der Anschluss zu einem 7-Bit-Zähler hergestellt.



2. Drücken Sie **Default Setup**. Drücken Sie dann die Taste für Kanal 1, um das Signal aus der Anzeige zu entfernen.

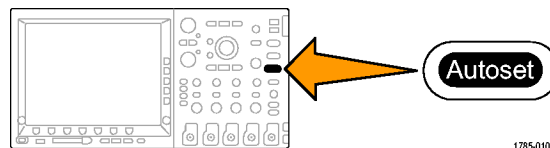


3. Drücken Sie die Taste **D15–D0**.

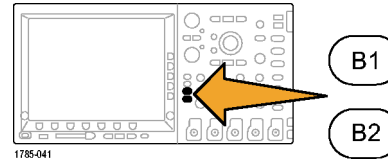


4. Drücken Sie die Taste **D15-D0 Ein/Aus** am unteren Rahmen, und drücken Sie dann auf **D7-D0 Einschalten** auf dem seitlichen Rahmen, um die digitalen Signale anzuzeigen. Zum Ausschalten eines Kanals wählen Sie den Kanal mit dem Mehrzweckknopf **a**, und drücken Sie dann auf dem seitlichen Rahmen auf **Anzeige**, um diese zu deaktivieren.

5. Drücken Sie **Autoset**.



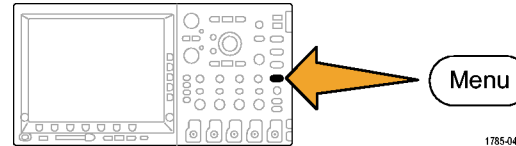
6. Drücken Sie die Taste **B1**, um als Bustyp „Parallel“ zu wählen. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Eingänge definieren**, und geben Sie für den Bus die Parameter „Getaktet“, „Taktflanke“ und „Bits definieren“ sowie die Bitanzahl ein.



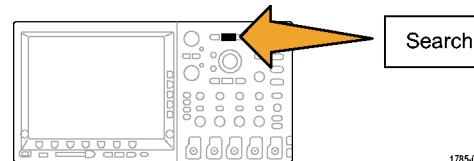
7. Drehen Sie den Knopf „Horizontalskala“, um die Zeitbasis einzustellen.

Je mehr Zeit pro Skalenteil Sie einstellen, desto mehr Daten werden in der Busanzeige dargestellt.

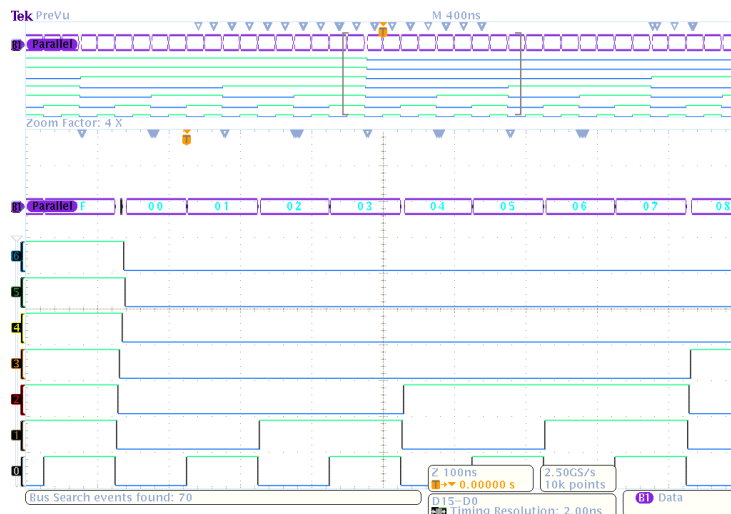
8. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich. Drücken Sie **Typ**, und wählen Sie **Bus**. Geben Sie dann die Triggerparameter wie Triggerquelle und Daten ein. Legen Sie Modus und Holdoff nach Bedarf fest.



9. Drücken Sie zuerst auf **Suchen**, dann auf die untere Rahmentaste **Suchen**, und wählen Sie schließlich im seitlichen Rahmenmenü **An**.



10. Drücken Sie **Suchtyp**. Verwenden Sie den Mehrzweckknopf **a**, um **Bus** auszuwählen, und drücken Sie dann auf **Daten**. Legen Sie den Datenwert mit den Mehrzweckknöpfe **n** **a** und **b** fest.
11. Mit den Tasten „Zurück“ und „Weiter“ können Sie innerhalb des Datensatzes navigieren
12. Drücken Sie Zoom, und Verschieben Sie für die Analyse der Ergebnisse zu den interessanten Bereichen.



Fehlersuche auf einem RS-232-Bus

In diesem Beispiel untersuchen Sie die analogen Charakteristika eines digitalen Signals in einer digitalen Schaltung. Hiermit wollen Sie die Signalintegrität eines Signals analysieren. Sie könnten beispielsweise Signale auf einem RS-232-Bus prüfen.

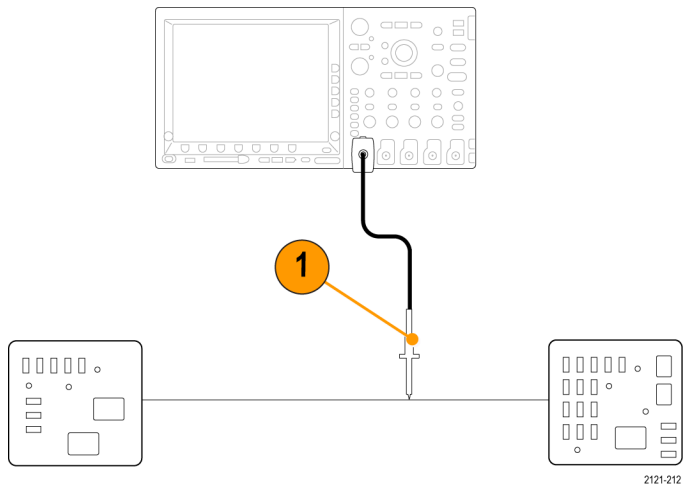
Sie können Ihr Oszilloskop der Serie MSO4000 mit seinen 2 oder 4 analogen und seinen 16 digitalen Kanälen für die Problemanalyse verwenden. Das Gerät wird dabei sogar das RS-232-Signal decodieren und die ASCII-Zeichen anzeigen.

Grundstrategie

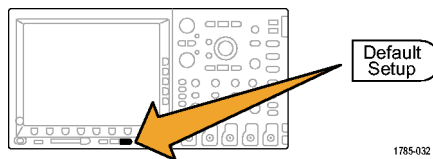
Zuerst erfassen Sie das digitale Signal und zeigen es an. Dann betrachten Sie sowohl die analoge als auch die digitale Darstellung des Signals. Schließlich durchsuchen Sie mit der Such-/Markierfunktion die einzelnen RS-232-Bytes.

HINWEIS. Für das Triggern bei Bussignalen muss das Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4COMP verwendet werden. (Siehe Seite 24, Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul.)

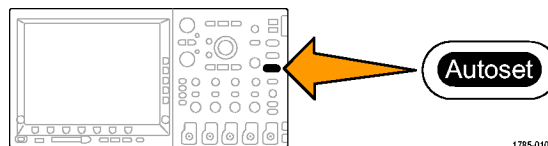
1. Schließen Sie die gewünschte analoge Tastkopfspitze an den gewünschten Prüfpunkt an.



2. Drücken Sie **Default Setup**.



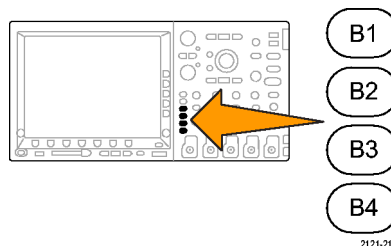
3. Drücken Sie **Autoset**.



1785-010

4. Drücken Sie **B1**.

5. Drücken Sie die Taste **Bus B1** im unteren Rahmenmenü, wählen Sie mit dem Mehrzweckknopf **a** die Option **RS-232**, und geben Sie in den angezeigten Bildschirmmenüs die Parameter des Busses ein.

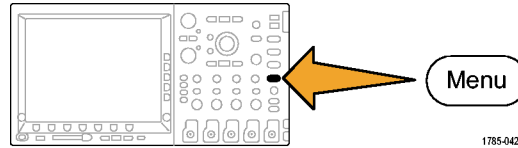


2121-213

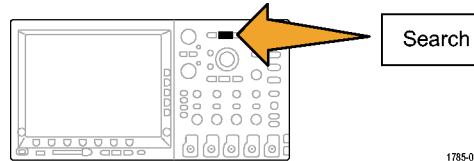
6. Drücken Sie die Taste **Busanzeige** im unteren Rahmenmenü, drücken Sie die Taste **Bus und Signale** im seitlichen Rahmenmenü, und drücken Sie dann im seitliche Rahmenmenü auf **ASCII**.
7. Drehen Sie den Knopf „Horizontalskala“, um die Zeitbasis einzustellen.

Je mehr Zeit pro Skalenteil Sie einstellen, desto mehr Daten werden in der Busanzeige dargestellt.

8. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich. Wählen Sie den Triggertyp **Bus**. Legen Sie fest, auf welche Art von Bedingung der Trigger auslösen soll; z. B. Gesendetes Startbit.

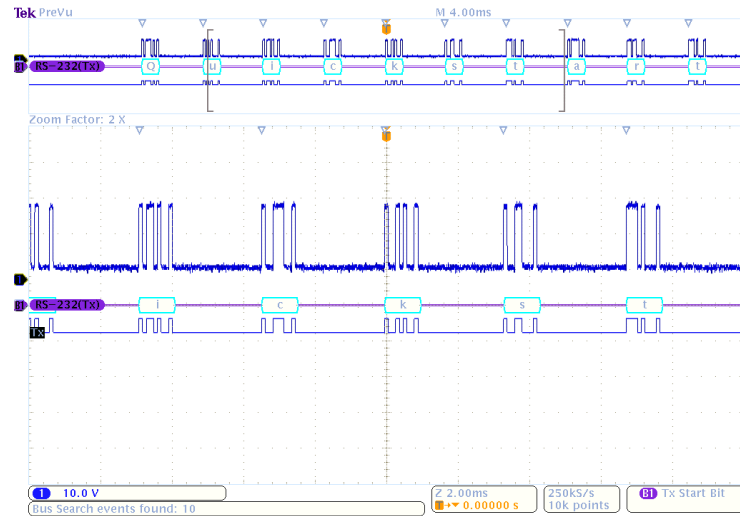


9. Drücken Sie zuerst auf **Suchen**, dann auf die untere Rahmentaste **Suchen**, und wählen Sie schließlich im seitlichen Rahmenmenü **An**.



10. Drücken Sie **Suchtyp**. Drehen Sie den Mehrzweckknopf **a**, um **Bus** auszuwählen. Drücken Sie **Suchen nach**, und wählen Sie die gewünschte Suche, wie z. B. Gesendetes Startbit.

11. Mit den Tasten „Zurück“ und „Weiter“ können Sie innerhalb des Datensatzes navigieren
12. Drücken Sie Zoom und Verschieben, um die interessanten Bereiche anzuzeigen und die Ergebnisse zu analysieren.



Anhang: Garantierte Spezifikationen, Sicherheitszertifizierungen und elektromagnetische Verträglichkeit

Analoge Bandbreite
50 Ω

Die nachfolgend aufgeführten Grenzen gelten für eine Umgebungstemperatur von $\leq 30^\circ \text{C}$ und einer auf „Voll“ eingestellten Bandbreite. Reduzieren Sie die obere Bandbreitenfrequenz um 1 % für jedes $^\circ\text{C}$ über 25°C .

Instrument	5 mV/div bis 1 V/div	2 mV/div bis 4,98 mV/div	1 mV/div bis 1,99 mV/div
DPO/MSO4104	DC bis 1 GHz	DC bis 350 MHz	DC bis 200 MHz
DPO/MSO4054	DC bis 500 MHz	DC bis 350 MHz	DC bis 200 MHz

Instrument	2 mV/div bis 1 V/div	1 mV/div bis 1,99 V/div
DPO/MSO4034	DC bis 350 MHz	DC bis 200 MHz
DPO/MSO4032	DC bis 350 MHz	DC bis 200 MHz

Eingangsimpedanz,
DC-gekoppelt

1 M Ω $\pm 1\%$ parallel zu 13 pF ± 2 pF
50 Ω $\pm 1\%$

DPO4101: VSWR $\leq 1,5:1$ von DC bis 1 MHz, typisch

DPO4054: VSWR $\leq 1,5:1$ von DC bis 500 MHz, typisch

DPO4034, DPO4032: VSWR $\leq 1,5:1$ von DC bis 350 MHz, typisch

DC-Balance	0,2 Skalenteile mit Eingangsgleichspannung mit 50 Ω gekoppelt und 50 Ω -Abschlusswiderstand 0,25 Skalenteile bei 2 mV/div mit Eingangsgleichspannung mit 50 Ω gekoppelt und 50 Ω -Abschlusswiderstand 0,5 Skalenteile bei 1 mV/div mit Eingangsgleichspannung mit 50 Ω gekoppelt und 50 Ω -Abschlusswiderstand 0,2 Skalenteile mit Eingangsgleichspannung mit 50 Ω gekoppelt und 50 Ω -Abschlusswiderstand 0,3 Skalenteile bei 1 mV/div mit Eingangsgleichspannung mit 1 M Ω gekoppelt und 50 Ω -Abschlusswiderstand	
DC-Verstärkungsge- nauigkeit	Für 1 M Ω -Pfad: $\pm 1,5 \%$, Leistungsminderung bis zu 0,100 %/°C ab 30 °C $\pm 3,0 \%$ variable Verstärkung, Leistungsminderung bis zu 0,100 %/°C ab 30 °C	Für 50 Ω -Pfad: $\pm 1,5 \%$, Leistungsminderung bis zu 0,050 %/°C ab 30 °C $\pm 3,0 \%$ variable Verstärkung, Leistungsminderung bis zu 0,050 %/°C ab 30 °C
Offset-Genauigkeit	$\pm (0,005 \times \text{Offset} - \text{Position} + \text{DC-Balance})$ HINWEIS. Sowohl die Position als auch der Wert des konstanten Offset muss durch Multiplikation mit dem entsprechenden V/div-Wert in Volt umgerechnet werden.	
Langfristige Abtaste und Genauigkeit der Verzögerungszeit	± 5 ppm über jedem beliebigen Zeitintervall ≥ 1 ms.	
Zusätzlicher Ausgang (AUX OUT)	NIEDRIG WAHR; Ein Übergang von NIEDRIG zu HOCH zeigt an, dass der Trigger aufgetreten ist. Die logischen Pegel werden in der folgenden Tabelle gezeigt:	

	Eigenschaft	Grenzen
	Vout (HI)	≥ 2,5 V Leerlauf; ≥ 1,0 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung
	Vout (HI)	≤ 0,7 V bei einer Last von ≤ 4 mA; ≤ 0,25 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung.
Schwellenwertge- nauigkeit für den digitalen Kanal, Serie MSO4000	± [100 mV + 3 % des eingestellten Schwellenwerts nach der Kalibrierung]	
Sicherheitszerti- fizierung	Gemäß UL61010–1: 2004, CAN/CSA 22.22 No. 61010.1: 2004; Konform zu EN61010–1: 2001, Konform zur Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG für Produktsicherheit	
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)		

Europäische Union	EMV-Richtlinie 89/336/EWG des Rates der EU in der Fassung 93/68/EWG: Nachgewiesen mit: EN 61326/A2 Elektrische Mess-, Regel- und Laborgeräte. Anhang D ^{1, 2} Emissionen: EN 61326, Klasse A Immunität IEC 61000-4-2 IEC 61000-4-3 ³ IEC 61000-4-4 IEC 61000-4-5 IEC 61000-4-6 ⁴ IEC 61000-4-11 EN 61000-3-2 EN 61000-3-2
Australien	EMV-Rahmenwerk, nachgewiesen mit Emissionsstandard AS/NZS 2064 (Geräte für Industrie, Wissenschaft und Medizin)

¹ Emissionen oberhalb dieses Standards sind möglich, wenn das Gerät an ein Testobjekt angeschlossen ist.

² Verwenden Sie abgeschirmte Kabel für geringe EMI-Abstrahlung.

³ Die Zunahme des Strahlrauschens beim Einsatz mit einem Testfeld (3 V/m über den Frequenzbereich von 80 MHz bis 1 GHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) darf 2 Einheiten Spitze-Spitze nicht überschreiten. Umgebende Felder können Triggerung induzieren, wenn der Trigger-Schwellwert-Offset auf weniger als 4 Untereinheiten von der erdbezogenen Messung gesetzt ist.

⁴ Die Zunahme des Strahlrauschens beim Einsatz mit einem eingespeisten 3 V-Testsignal darf 2 Einheiten Spitze-Spitze nicht überschreiten. Umgebende Felder können zum Triggern führen, wenn der Trigger-Schwellwert-Offset auf weniger als 1 Einheit von der erdbezogenen Messung gesetzt ist.

Index

Symbole und Zahlen

19-Zoll-Adapter, 5
50 Ω Schutz, 169

A

Abfallzeitmessung, 180
Abrufen

Setups, 237
Signale, 230

Abschluss, 164
Abstand, DPO4000 und MSO4000, 7
Abtastintervall, 92
Abtastmodus, 93
Abtastraten, x
Abtastung in Echtzeit, 91
Abtastung, in Echtzeit, 91
Abtastverfahren, definiert, 90
Adapter
TEK-USB-488, 5
TPA-BNC, 5, 13
Aktualisieren der Firmware, 33
Amplitudenmessung, 183

Analyse und Anschlussmöglichkeiten, xii
Anhalten einer Erfassung, 151
Anomalien auf dem parallelen Bus, 300
Anschließen einer USB-Tastatur, 49
Anschluss an der Seite, 77
Anschlüsse
Frontplatte, 76
Rückplatte, 78
Anschlüsse an der Rückseite, 78
Anschlussmöglichkeiten, 2, 40, 46
Anstiegs-/Abfall-Trigger, definiert, 135
Anstiegszeitmessung, 180
Anwendungsmodul, xiii, 24
DPO4AUTO, 100
DPO4EMBD, 100
Anwendungsmodule, 255
DPO4AUTO, 4
DPO4COMP, 4, 100
DPO4EMBD, 4
Kostenlose 30-Tage-Testversion, 24

Anzeige
art, 153
Aufzeichnungslänge/Abtastrate, 71
Busanzeige, 109
Cursor, 70, 199
Digitale Kanäle, 175
Erfassung, 68
Horizontale Position/Skala, 72
Informationen, 67
Kanal, 74
MagniVu, 72
Nachleuchten, 153
Signaldatensatz, 69
Timingauflösung, 72
Trigger, 71, 146
Triggerstatus, 70
Zusätzliche, 73
Anzeige für Aufzeichnungslänge/Abtastrate, 71
Anzeigen, Referenzsignale, 236
Auf 50 % setzen (Taste), 64, 127
Aufzeichnungslänge, x, 92
Äußerer Drehknopf, 61

Ausrichtung des Bildes, 231, 245
 Austauschbares Frontplattenover-
 lay, 27
 Auto (Triggermodus), 122
 Auto-Setup, 88, 258
 Auto-Setup (Taste), 20, 55, 63, 81,
 88, 258
 Autoset zurücksetzen, 89
 Aux-Eingangsstecker, 76

B

B-Trigger, 150
 B1/B2 (Taste), 137
 Bandbreite, x, 165
 Bedienelemente, 51
 Belastungsgrad
 DPO4000 und MSO4000, 8
 P6139A, 10
 P6516, 11
 Benutzerdefinierte Markierungen, 220
 Betriebsspezifikationen, 7
 Bildausrichtung, 231, 245
 Blackman-Harris (FFT-Fenster), 208
 Blaue Zeilen, 175
 BNC-Schnittstelle, 13

Breite
 DPO4000 und MSO4000, 7
 Burstbreitenmessung, 181
 Bus
 Anzeige, 75, 109, 110
 einrichten, 101
 Menü, 57, 102
 Positionieren und
 Beschriften, 169
 Taste, 100, 101, 137
 Bus beschriften, 169
 Bus- und Signalanzeige, 109
 Busaktivität in der physikalischen
 Schicht anzeigen, 112
 Busaktivität in der physikalischen
 Schicht, 112
 Busse, 100, 137
 Cursor-Anzeige, 199
 Bustrigger, definiert, 136
 Byteüberprüfung, 145

C

CAN, 57, 100, 137
 CAN-Trigger, 143
 CompactFlash, xi, 2, 56, 65, 226
 CSV-Format, 235

Cursor
 Menü, 194
 Messungen, 193
 Taste, 59, 194, 280
 Cursor-Anzeige, 70, 199
 Cursors, 193
 verknüpfen, 196

D

Dämpfung, 167
 Dateiformat, 231
 Internes Dateiformat (.ISF), 235
 Tabellenkalkulations-Dateiformat
 (.CSV), 235
 Dateinamen, 226
 Dateisystem, 226, 235
 Datenabgleich im Rollfenster, 145
 Datum und Uhrzeit, ändern, 28
 Deckel, Frontschutz, 2
 Default Setup, 87
 Menü, 66
 Rückgängig, 88
 Taste, 66, 81, 87
 Dehnungspunkt, 93
 Dehnungspunktsymbol, 69
 Deskew, 168

Digitale Kanäle, 175
 einrichten, 114
 Grundlinienmarkierungen, 75
 Gruppensymbol, 75
 Skalieren, Positionieren,
 Gruppieren und
 Beschriften, 171
 Digitale Tastkopfschnittstelle, 14
 Dokumentation, xii
 Doppel-Signal-Math., 202
 DPO4AUTO, 4, 100
 DPO4COMP, 4, 100
 DPO4EMBD, 4, 100
 Drehknopf
 äußerer, 61
 innerer, 61, 203
 Mehrfunktions-, 29, 54, 60, 61,
 96, 235, 280, 281
 Menü Vertikal, 64
 Pan, 61, 217, 221
 Triggerpegel, 127
 Vertical Position, 64
 Vertikale Position, 82
 Vertikalskala, 64, 82
 Zoom, 61, 203, 215

Drucken, 65, 244
 Ethernet, 246
 Hardcopy, 242

E

e*Scope, 46
 Effektivwertmessung, 184
 Eingangskapazität, P6516, 11
 Eingangswiderstand, P6516, 11
 Einzel (Taste), 63, 151, 269, 289
 Einzelfolge, 99, 151
 Energieverbrauch, DPO4000 und
 MSO4000, 7
 Entfernen eines Signals, 152
 Entfernen von Referenzsignalen, 212,
 236
 Erden, 15
 Erden Sie sich, um statische
 Aufladungen abzuleiten., 15
 Erdungsarmband, 15
 Erdungsarmband-Anschluss, 77
 Erdungsleiter, 23
 Erdungsleiter für Tastkopf P6516, 115
 Ereignistabelle, 110, 111
 Erfassen (Taste), 55, 95, 153, 274,
 277

Erfassung
 Abtastung, 90
 Anzeige, 68
 definierte Modi, 93
 Eingangskanäle und
 Digitalisierer, 90
 Erkennung mehrerer Übergänge, 176
 Erschütterungen, DPO4000 und
 MSO4000, 8
 Ethernet, xi, 43, 46, 47
 Anschluss, 78
 drucken, 246
 Excel, 40

F

Fein, 60
 Fein (Taste), 54, 59, 61, 63, 64
 FFT
 Bedienelemente, 204
 Blackman-Harris, 208
 Hamming, 208
 Hanning, 208
 Rectangular, 207
 Firmware-Aktualisierung, 33
 firmware.img (Datei), 33
 Flächenmessung, 185

Flanke, Trigger, 126
Flanken
 Unscharf, 176
 Weiß, 176
Flankentrigger, definiert, 131
Folge (B-Trigger), Definition, 131
Fortgeschrittene Math, 209
Frequenz, Eingangsstrom
 DPO4000 und MSO4000, 7
Frequenzmessung, 180
Frontplatte, 51
Frontplatten-Anschlüsse, 76
Frontschutzdeckel, 2
Funktionstest, 18

G

Gating, 186
Gewicht
 DPO4000 und MSO4000, 7
GPIO, 41, 79
GPIO-Adresse, 44
Große Aufzeichnungslänge, 296
Größere Aufzeichnungslänge,
 Verwaltung
 Verwaltung, 214
Grundlinienmarkierungen, 75

Grüne Zeilen, 175
Gruppensymbol, 75
Gruppieren von Kanälen, 117
 digital, 171

H

Hamming (FFT-Fenster), 208
Hanning (FFT-Fenster), 208
Hardcopy, 65, 242
Haupttrigger, 147
Hi Res-Erfassungsmodus, 94
High-Low-Indikatoren, 75
Hinzufügen eines Signals, 152
Hoch-Messung, 183
Hochformat, 231, 245
Höhe über NN
 DPO4000 und MSO4000, 8
 P6139A, 10
 P6516, 11
Höhe, DPO4000 und MSO4000, 7
Holdoff, Trigger, 123
Horizontale Position, 63, 93, 124, 125,
 161, 207, 291
 Anzeige, 72
 definiert, 82
 und mathematische Signale, 203

Horizontale Verzögerung, 124
Horizontale Zeilen
 Grün und blau, 175
Horizontalskala, 63, 161, 207, 284,
 286, 287, 291
 Anzeige, 72
 definiert, 82
 und mathematische Signale, 203
Hüllkurvenerefassungsmodus, 94

I

I2C, 57, 100, 137
I2C-Trigger, 140
Impedanz, 164
Impulsbreitentrigger, Definition, 132
Ink Saver, 231, 245
Innerer Drehknopf, 61, 203
Installieren, Anwendungsmodule, xiii
Intensität, 159
Intensität (Taste), 159
Internes Dateiformat (.ISF), 235
Invertierung, 165
ISF-Format, 235

K

Kalibrierung, 30, 32

Kalibrierungszertifikat, 2
Kanalanzeige, 74
Kanaltaste, 56
Kommunikation, 40, 46
Kompensieren des Signalpfads, 30
Kompensieren von Tastköpfen, 21
Kopplung, 164
Kopplung, Trigger, 124

L

LabView, 40
LAN-Anschluss, 78
Leistungsprüfung, xii
Logik-Trigger, definiert, 133
Löschen von Setup- und
Referenzspeicher, 251
Luftfeuchtigkeit
DPO4000 und MSO4000, 8
P6139A, 10
P6516, 11

M

M (Taste), 57, 202, 204
MagniVu, xi, 119, 120
MagniVu (Anzeige), 72

Markieren, 220
Markierung der Grundlinie des
Signals, 74
Markierung setzen/löschen
(Taste), 62, 221
Markierung, Grundlinie des
Signals, 74
Math
Doppel-Signal, 202
FFT, 204
Fortgeschritten, 209
Menü, 57
Taste, 57, 202, 204
Mathematische
Signale, 201
Max-Messung, 183
Maximale Signalschwankung,
P6516, 11
Mehrfunktions-Drehknopf, 54, 60, 61,
96, 235, 280, 281

Menü

Bus, 57, 102
Cursor, 194
Default Setup, 66
Math, 57
Messung, 55
Referenz, 57, 211, 212
Save/Recall, 56, 66, 230
Trigger, 55, 128, 147, 282
Utility, 26, 28, 56, 65, 155, 244
Vertical, 56
Vertikal, 163
Menu Off (Taste), 66, 260
Menüs, 51
Menütasten
Schaltflächen, 54
Messen (Taste), 55, 177, 188, 189,
259, 263, 266, 270
Messung (Menü), 55
Messung bei negativem
Tastverhältnis, 181
Messung bei negativem
Überschwingen, 182
Messung bei negativer
Impulsbreite, 181
Messung bei positivem
Tastverhältnis, 180

Messung bei positivem
Überschwingen, 182
Messung bei positiver
Impulsbreite, 181
Messung des Zyklus-
Effektivwerts, 184
Messungen
automatisch, 177
Cursor, 193
definiert, 180
Referenzpegel, 192
Schnappschuss, 189
Statistik, 188
Min-Messung, 184
Mittelwerterfassungsmodus, 95
Mittelwertmessung, 184
Modus, Rollmodus, 99

N

Nachleuchten
Anzeige, 153
Unendlich, 155
variabel, 155
Nachtrigger, 121, 126
Netzwerkdruck, 246
Niedrig-Messung, 183

Normal (Triggermodus), 122

O

Offset und Position, 168
Offset vertikal, 167
OpenChoice, xi, 2
Overlay, 27

P

Pan, 215, 217
Drehknopf, 61, 217, 221
Parallelbustrigger, 137, 139
Paralleler Bus, xi, 100, 137
Pause, 217
Pegel, Trigger, 126
Periodenmessung, 180
Phasenmessung, 181
Position
Bus, 169
Digitale Kanäle, 171
Horizontal, 124, 125, 161, 207,
291
Vertikal, 162
Position und Offset, 168
Programmierbefehle, xii

Q

Querformat, 231, 245

R

Raster
Fadenkreuz, 157
Formen, 155
Gitter, 157
Intensität, 159
Rahmen, 157
Voll, 157
Rasterform „Fadenkreuz“, 157
Rasterform „Gitter“, 157
Rasterform „Rahmen“, 157
Rasterform „Voll“, 157
Rectangular (FFT-Fenster), 207
Ref (Taste), 57, 211, 236
Ref R, 236
Referenz (Menü), 57, 211, 212
Referenzpegel, 192
Referenzsignale, 211
anzeigen, 236
entfernen, 212, 236
speichern, 235
Speichern von 10 M-Sig-
nalen, 213

Reinigung, 12
 Rollmodus, 99
 RS-232, 100
 Beispiel mit Bus, 305
 Byteüberprüfung, 146
 Cursor-Anzeige, 199
 Dekodierung, 114
 Trigger, 144
 Rückgängig
 Grundeinstellung, 88
 Rückwärtstaste, 62
 Runt-Trigger, definiert, 132

S

Save/Recall (Menü), 56, 66, 230
 Save/Recall (Menütaste), 56
 Save/Recall (Speichertaste), 230
 Save/Recall(Speichertaste), 66
 Schalter, Stromversorgung, 65
 Schnappschuss, 189
 Schwellenwertgenauigkeit, P6516, 11
 Sequentielle Triggerung, 147
 serieller Bus, 100, 296
 Serieller Bus, 137
 Serviceinformationen, xiii

Setup
 default, 66
 Standard, 81, 87, 240
 Setup-and-Hold-Trigger, definiert, 134
 Sicherheitshinweise, v
 Sicherheitsschloss, Standardlap-
 top, 14
 Sicherheitssperre, 14
 Sichern des Speichers, 251
 Signal
 Aufzeichnung definiert, 92
 benutzerdefinierte Markierun-
 gen, 220
 Darstellart, 153
 entfernen, 152
 hinzufügen, 152
 Intensität, 159
 Pan, 215, 217
 Pause, 217
 Suchen und Markieren, 220
 Wiedergabe, 217
 Wiedergabe/Pause, 218
 Zoom, 215
 Signalaufzeichnung, 92
 Signaldatensatzanzeige, 69
 Signalpfadkompensation, 30

Skala
 Digitale Kanäle, 171
 Horizontal, 63, 161, 207, 284,
 286, 287, 291
 Vertikal, 162, 287
 Software "NI SignalExpress Tektronix
 Edition", xi
 Software, optional, 255
 Softwaredreiber, 40, 44
 Sp-Sp-Messung, 183
 Spannung, Ausgang, P6139A, 10
 Spannung, Eingang
 DPO4000 und MSO4000, 7
 P6139A, 10
 SPC, 30
 Speicher, löschen, 251
 Speichern
 Bildschirmdarstellungen, 230
 Referenzsignale, 235
 Setups, 237
 Signale, 230
 Speichern und Abrufen,
 Informationen, 226
 Spezifikationen, xii
 Betrieb, 7
 Stromversorgung, 15
 SPI, 57, 100, 137

- SPI-Trigger, 142
- Spitzenwerterfassungsmodus, 94
- Sprache
 - ändern, 25
 - Overlay, 27
- Standardeinstellung, 240
- Start/Stop (Taste), 63, 99, 151
- Starten einer Erfassung, 151
- Statistik, 188
- Steckverbinder
 - Seitenwand, 77
- Strom
 - Stromversorgung, 15
- Stromversorgung
 - aus, 17
 - Eingang, 79
 - Kabel, 3
 - Schalter, 65
 - trennen, 17
- Suchen, 220
- Suchen (Taste), 55, 222
- Suchen/Markieren, 296
- Symbol
 - Dehnungspunkt, 69
 - Triggerpegel, 71
 - Triggerposition, 69

T

- Tabelle, Ereignistabelle, 110, 111
- Tabellenkalkulations-Dateiformat (.CSV), 235
- Taste
 - Auf 50 % setzen, 64, 127
 - Auto-Setup, 20, 55, 63, 81, 88, 258
 - B1 / B2 / B3 / B4, 100, 101
 - B1/B2, 57, 137
 - Bus, 100, 101, 137
 - Cursor, 59, 194, 280
 - D15 - D0, 66, 120
 - Default Setup, 66, 81, 87
 - Drucker, 251
 - Druckersymbol, 65
 - Einzel, 63, 151, 269, 289
 - Erfassen, 55, 95, 153, 274, 277
 - Fein, 54, 59, 60, 61, 63, 64
 - Hardcopy, 65, 251
 - Intensität, 159
 - Kanal, 56
 - M, 57, 202, 204
 - Markierung setzen/löschen, 62, 221
 - Math, 57, 202, 204
 - Menu Off, 66, 260

- Messen, 55, 177, 188, 189, 259, 263, 266, 270
- Ref, 57, 211, 236
- Rückwärts, 62
- Save/Recall, 56, 66, 230
- Start/Stop, 63, 99, 151
- Suchen, 55, 222
- Test, 55
- Trigger, 55
- Trigger erzwingen, 64, 123
- Trigger-Menü, 128, 282
- Triggerpegel, 63
- Utility, 25, 28, 31, 56, 155, 158, 242
- Vertical, 56
- Vorwärts, 62
- Wählen, 60, 280
- Wiedergabe/Pause, 62, 218
- Zoom, 61
- Taste B1 / B2 / B3 / B4, 57, 100, 101
- Taste D15 - D0, 66, 120
- Taste im Trigger-Menü
 - Taste, 282
- Tastkopf P6139A, 2
- Tastkopf P6516, 3, 118
- TAstkopf-ABGL.-Anschluss, 76

- Tastköpfe
 - anschließen, 12
 - BNC, 13
 - digital, 14
 - Erdungsleiter, 23
 - P6139A, 2
 - P6516, 3
 - TEK-USB-488-Adapter, 5
 - TekVPI, 13
 - TPA-BNC-Adapter, 5, 13
- Tastkopfkomp., 19
- Tastkopfkomensation, 21
- Tastkopfstecker
 - analog, 76
 - digital, 76
- TEK-USB-488-Adapter, 5, 41, 44, 79
- TekSecure, 251
- TekVPI, 13
- Temperatur
 - DPO4000 und MSO4000, 8
 - P6139A, 10
 - P6516, 11
- Test (Test), 55
- Tiefe, DPO4000 und MSO4000, 7
- Timingauflösung (Anzeige), 72
- TPA-BNC-Adapter, 5, 13
- Transition-Trigger, definiert, 135
- Transportkoffer, 5
- Treiber, 40, 44
- Trigger
 - Anstieg/Abfall, Definition, 135
 - Anzeige, 71, 146
 - B-Trigger nach
 - Verzögerungszeit, 149
 - Bus, Definition, 136
 - Busse, 137
 - Byteüberprüfung, 145
 - Byteüberprüfung bei
 - RS-232, 146
 - CAN-Bus, 143
 - Datenabgleich im Rollfenster, 145
 - Ereignis, definiert, 121
 - erzwingen, 122
 - Flanke, 126
 - Flanke, Definition, 131
 - Folge (B-Trigger), Definition, 131
 - Holdoff, 123
 - I2C-Bus, 140
 - Impulsbreite, Definition, 132
 - Konzepte, 121
 - Kopplung, 124
 - Logik, Definition, 133
 - Modi, 122, 129
 - Nachtrigger, 121, 126
 - Parallelbus-Datenabgleich, 146
 - parallele Busse, 100, 139
 - Pegel, 126
 - Positionssymbol, 69
 - Punkt, 92
 - RS-232-Bus, 144
 - Runt, Definition, 132
 - sequentiell, 147
 - serielle Busse, 100, 139, 296
 - Setup-and-Hold, Definition, 134
 - SPI-Bus, 142
 - Statusanzeige, 70
 - Triggern auf B-Ereignisse, 150
 - verzögerte, 147
 - Video, Definition, 136
 - Videozeilen, 285
 - Vortrigger, 121, 126
- Trigger erzwingen (Taste), 64, 123
- Trigger-Ausgangsanschluss, 78
- Trigger-Menü, 55, 128, 147, 282
- Trigger-Menü (Taste)
 - Taste, 128
- Triggermodi
 - Auto, 122
 - Normal, 122

Triggerpegel
 Drehknopf, 127
 Pegel-Taste, 63
 Symbol, 71
Triggertypen, definiert, 131

U

Unendliche Nachleuchtdauer, 155
Unscharfe Flanken, 176
USB, xi, 5, 41, 43, 44, 56, 65, 226, 242
USB-Geräteanschluss, 79
USB-Hostanschlüsse, 79
USB-Tastatur, 49
USBTMC, 79
Utility (Menü), 26, 28, 56, 65, 155
Utility (Taste), 25, 28, 31, 56, 155, 158, 242

V

Variable Nachleuchtzeit, 155
Verbindung zu einem PC
 herstellen, 40
Verfahren
 analoge Kanäle einrichten, 80

Anschließen an einen
 Computer, 40
auf Bussen triggern, 137
automatische Messungen
 auswählen, 180
automatische Messungen
 durchführen, 177
Bildschirmdarstellungen
 speichern, 230
Busparameter einrichten, 101
digitale Kanäle einrichten, 114
drucken, 242
e*Scope verwenden, 46
Eingangsparameter
 festlegen, 163
Firmware aktualisieren, 33
Funktionsprüfung durch-
 führen, 18
Kanäle und Busse
 beschriften, 83
MagniVu verwenden, 120
manuelle Messungen mit Cursors
 vornehmen, 193
Oszilloskop ausschalten, 17
Oszilloskop einschalten, 15
Sequenztrigger verwenden, 147
Setups abrufen, 237

Setups speichern, 237
Signale abrufen, 230
Signale speichern, 230
Signalpfad kompensieren, 30
Spannungstastkopf
 kompensieren, 21
Speicher löschen, 251
Suchen in und Hinzufügen von
 Marken zu Signalen, 220
Tastköpfe und Adapter
 verbinden, 12
Trigger auswählen, 131
Verwalten von Signalen
 mit größerer Aufzeich-
 nungslänge, 214
Verwenden von Wave Inspec-
 tor, 214
VISA-Kommunikation
 einrichten, 40
Versatile Probe Interface, 13
Vertical
 Menü, 56
 Position (Drehknopf), 64
 Skala (Drehknopf), 64
 Taste, 56

Vertikal

- Menü, 163
- Menükнопf, 64
- Offset, 167, 168
- Position, 162
- Position (Drehknopf), 82
- Position und Auto-Setup, 90
- Position und Offset, 168
- Skala, 162, 287

Vertikale

- Skala (Drehknopf), 82

Vertikales Kanalmenü, 163

Vertrauliche Daten, 251

Verzögerter Trigger, 147

Verzögerungsmessung, 180

Video

- Anschluss, 78
- Halbbilder, 282
- Trigger, 282
- Zeilen, 285

Videotrigger, definiert, 136

VISA, 40

Vor der Installation, 1

Vordefinierte Math-Ausdrücke, 202

Vortrigger, 121, 126

Vorwärtstaste, 62

W

Wählen (Taste), 60, 280

Wave Inspector, x, 214

Weiße Flanken, 176

Weiterführende Dokumente, xii

Werkseitige Kalibrierung, 32

Wiedergabe, 217

Wiedergabe-/Pause-Taste, 218

Wiedergabe-/Pausen-Modus, 218

Wiedergabe/Pause-Taste, 62

Z

Zoom, 215

Drehknopf, 61, 215

Horizontal, 291

Rastergröße, 217

Taste, 61

Zubehör, 1

zurücksetzen

Autoset, 89

Zusatzanzeige, 73

Zyklus-Mittelwertmessung, 184

Zyklusflächenmessung, 185