



PEWA
Messtechnik GmbH

Weidenweg 21
58239 Schwerte

Tel.: 02304-96109-0
Fax: 02304-96109-88
E-Mail: info@pewa.de
Homepage : www.pewa.de

Serie MDO4000 Mixed-Domain-Oszilloskope Benutzerhandbuch



071-2916-02

Tektronix

**Serie MDO4000
Mixed-Domain-Oszilloskope
Benutzerhandbuch**

Revision A

071-2916-02

Tektronix

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.

PictBridge ist eine eingetragene Marke der Standard of Camera & Imaging Products Association (CIPA DC-001-2003 Digital Photo Solutions for Imaging Devices).

Garantie

Tektronix leistet auf das Produkt Garantie gegen Mängel in Werkstoffen und Herstellung für eine Dauer von drei (3) Jahren ab Datum des tatsächlichen Kaufs von einem Tektronix-Vertragshändler. Wenn das Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, das fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz dafür zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

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

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

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER 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, FEHLERHAFTERE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

Garantie

Tektronix leistet auf das Produkt Garantie gegen Mängel in Werkstoffen und Herstellung für eine Dauer von einem (1) Jahr ab Datum des tatsächlichen Kaufs von einem Tektronix-Vertragshändler. Wenn das Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, das fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz dafür zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

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

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

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTHE 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
Informationen zur Konformität	vii
EMV-Konformität	vii
Konformität mit Sicherheitsbestimmungen	viii
Umweltschutzhinweise	ix
Vorwort	xi
Wichtige Leistungsmerkmale	xii
In diesem Handbuch verwendete Konventionen	xii
Installation	1
Vor der Installation	1
Betriebshinweise	6
Aufstellen des Oszilloskops	8
Anschließen der Tastköpfe	9
Sichern des Oszilloskops	10
Einschalten des Oszilloskops	11
Ausschalten des Oszilloskops	12
Funktionstest	12
Kompensieren eines passiven TPP0500- oder TPP1000-Spannungstastkopfs	13
Kompensieren eines anderen passiven Spannungstastkopfs TPP0500 oder TPP1000	15
Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul	16
Installieren eines Anwendungsmoduls	16
Ändern der Sprache der Benutzeroberfläche oder der Tastatur	17
Ändern von Datum und Uhrzeit	19
Signalpfadkompensation	20
Aktualisieren der Firmware	22
Anschließen des Oszilloskops an einen Computer	25
Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop	35
Kennenlernen des Gerätes	36
Menüs und Bedienelemente auf der Frontplatte	36
Frontplatten-Anschlüsse	52
Anschluss an der Seite	52
Anschlüsse an der Rückseite	53
Erfassen von Signalen	55
Einrichten analoger Kanäle	55
Verwenden von Default Setup	59
Verwenden von Auto-Setup	59
Erfassungskonzepte	61
So funktioniert der analoge Signalerfassungsmodus	63
Ändern von Erfassungsmodus, Aufzeichnungslänge und Verzögerungszeit	63
Verwenden des Rollmodus	65
Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses	66
Einrichten digitaler Kanäle	79

Gründe für die Verwendung von MagiVu	81
Verwendung von MagniVu	81
Einstellen des HF-Eingangs	82
Triggereinstellung	88
Triggerungskonzepte	88
Auswählen eines Triggertyps	91
Auswählen von Triggern	92
Triggern auf Busse	95
Überprüfen der Triggereinstellungen	100
Verwenden von A- (Haupt-) und B- (verzögerten) Sequenztriggern	100
Starten und Anhalten einer Erfassung	103
Triggerung auf den HF-Eingang	103
Anzeigen von Signal- oder Strahldaten	106
Hinzufügen und Entfernen eines Signals	106
Einstellen von Darstellart und Nachleuchten	106
Festlegen der Signalintensität	110
Skalierung und Positionierung von Signalen	111
Einstellen der Eingangsparameter	112
Positionieren und Beschriften von Bussignalen	117
Positionieren, Skalieren und Gruppieren von digitalen Kanälen	118
Anzeigen digitaler Kanäle	120
Hinzufügen von Bildschirm-Kommentaren	121
Anzeigen der Triggerfrequenz	122
Anzeigen des Frequenzbereichmenüs	123
Analyse von Signal- oder Strahldaten	131
Verwendung von Markierungen im Frequenzbereich	131
Automatische Messungen im Frequenzbereich	135
Automatische Messungen im Zeitbereich	136
Auswahl automatischer Messungen im Zeitbereich	137
Anpassen automatischer Messungen im Zeitbereich	141
Manuelle Messungen mit Cursors vornehmen	145
Einrichten eines Histogramms	149
Verwenden von mathematischen Signalen	152
Verwendung von FFT	153
Verwenden von Fortgeschrittene Math	156
Verwendung von Math.-Spektrum	157
Verwendung von Referenzsignalen und -strahlen	158
Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge	161
Automatische Vergrößerung	167
Zeitbezogene Mehrbereichsanzeige	168
Grenzwertprüfung und Maskentest	172
Leistungsanalyse	178
Informationen zum Speichern und Abrufen	179
Speichern einer Bildschirmdarstellung	181
Speichern und Abrufen von Signal- und Strahldaten	183

Speichern und Abrufen von Setups	185
Speichern mit einem einzigen Knopfdruck	187
Verwalten von Laufwerken, Verzeichnissen und Dateien	188
Einbinden eines Netzlaufwerks	189
Drucken	190
Löschen des Oszilloskop-Speichers	196
Verwenden von Anwendungsmodulen	198
Anhang A: MDO4000-Spezifikationen	200
Anhang B: TPP0500 und TPP1000 500 MHz und 1 GHz 10X Passive Tastköpfe Informationen	205
Hinweise zur Bedienung	205
Verbindung des Tastkopfs mit dem Oszilloskop	205
Kompensieren des Tastkopfs bei Oszilloskopen der Serie MDO4000	205
Standardzubehör	205
Optionales Zubehör	207
Austauschen der Tastkopfspitze	208
Spezifikationen	208
Leistungskurven	208
Sicherheitshinweise	210
Anhang C: P6616 logischer Mehrzwecktastkopf – Informationen	212
Produktbeschreibung	212
Verbindung des Tastkopfs mit dem Oszilloskop	212
Verbindung des Tastkopfs mit dem Schaltkreis	213
Funktionstest	213
Typische Anwendung	214
Zubehör	214
Spezifikationen	215
Sicherheitshinweise	216
Sicherheitshinweise und Symbole in diesem Handbuch	216
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 Kenndatenangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

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

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

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

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

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

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

Begriffe in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:



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



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

Symbole und Begriffe am Gerät

Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:

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

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



VORSICHT
Beachten Sie die
Hinweise im Handbuch



Schutzleiteranschluss
(Erde)



Gehäuseerdung



Standby

Informationen zur Konformität

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

EMV-Konformität

EG-Konformitätserklärung – EMV

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

EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006. EMV-Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte ^{1 2 3 4}

- CISPR 11:2003. Störstrahlung und Störspannung, Gruppe 1, Klasse A
- IEC 61000-4-2:2001. Störfestigkeit gegen Entladung statischer Elektrizität
- IEC 61000-4-3:2002. Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder ⁵
- IEC 61000-4-4:2004. Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst
- IEC 61000-4-5:2001. Störfestigkeit gegen Stoßspannungen/Surge
- IEC 61000-4-6:2003. Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität ⁶
- IEC 61000-4-11:2004. Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen ⁷

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

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

Kontaktadresse für Europa.

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

- ¹ Dieses Gerät ist nur für den Betrieb außerhalb von Wohnbereichen vorgesehen. Der Betrieb dieses Geräts in Wohnbereichen kann elektromagnetische Störungen verursachen.
- ² Diesen Standard überschreitende Emissionen sind möglich, wenn das Gerät an ein Prüfobjekt angeschlossen ist.
- ³ Um die Einhaltung der hier aufgeführten EMV-Normen zu gewährleisten, dürfen nur qualitativ hochwertige, abgeschirmte Kabel verwendet werden.
- ⁴ In Situationen, in denen der Prüfling nach einer Störfestigkeitsprüfung gegen transiente Störgrößen länger als 10 Sekunden zur Erholung benötigt, kann es zu einem Instrumentenneustart kommen.
- ⁵ Das Gerät weist eine Divisions-Signalverschiebung von $\leq 4,0$ und eine Divisions-Zunahme von $\leq 8,0$ beim Spitze-zu-Spitze-Rauschen auf, wenn es gemäß IEC 61000-4-3 einer Störstrahlung ausgesetzt wird.
- ⁶ Das Gerät weist eine Divisions-Signalverschiebung von $\leq 1,0$ und eine Divisions-Zunahme von $\leq 2,0$ beim Spitze-zu-Spitze-Rauschen auf, wenn es gemäß IEC 61000-4-6 einer Störspannung ausgesetzt wird.
- ⁷ Leistungskriterium C bei Spannungseinbruch von 70 %/25 Zyklen und Spannungsunterbrechung von 0 %/250 Zyklen (IEC 61000-4-11).

Konformitätserklärung für Australien/Neuseeland – EMV

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

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

Kontaktadresse für Australien/Neuseeland.

Baker & McKenzie
Level 27, AMP Centre
50 Bridge Street
Sydney NSW 2000, Australien

Konformität mit Sicherheitsbestimmungen

EG-Konformitätserklärung – Niederspannung

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

Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG.

- EN 61010-1: 2001. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte

Liste der in den USA landesweit anerkannten Prüflabore

- UL 61010-1:2004, 2. Edition. Norm für elektrische Mess- und Prüfgeräte.

Kanadische Zertifizierung

- CAN/CSA C22.2 No. 61010-1:2004. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. Teil 1.

Zusätzliche Konformitätserklärungen

- IEC 61010-1: 2001. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte

Gerätetyp

Prüf- und Messgerät.

Sicherheitsklasse

Klasse 1 – geerdetes Gerät.

Beschreibung des Belastungsgrads

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

- Belastungsgrad 1. Keine Verunreinigungen oder nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen. Geräte dieser Kategorie sind vollständig gekapselt, hermetisch abgeschlossen oder befinden sich in sterilen Räumen.
- Belastungsgrad 2. Normalerweise treten nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen auf. Gelegentlich muss mit zeitweiliger Leitfähigkeit durch Kondensation gerechnet werden. Dies ist die typische Büro- oder häusliche Umgebung. Zeitweilige Kondensation tritt nur auf, wenn das Gerät außer Betrieb ist.
- Belastungsgrad 3. Leitende Verunreinigungen oder trockene, nicht leitende Verunreinigungen, die durch Kondensation leitfähig werden. Dies sind überdachte Orte, an denen weder Temperatur noch Feuchtigkeit kontrolliert werden. Dieser Bereich ist vor direkter Sonneneinstrahlung, Regen und direktem Windeinfluss geschützt.
- Belastungsgrad 4. Verunreinigungen, die bleibende Leitfähigkeit durch Strom leitenden Staub, Regen oder Schnee verursachen. Typischerweise im Freien.

Belastungsgrad

Belastungsgrad 2 (gemäß Definition nach IEC 61010-1). Hinweis: Nur für Verwendung in Innenräumen.

Beschreibungen der Installationskategorie (Überspannung)

Die Anschlüsse an diesem Gerät weisen unter Umständen unterschiedliche Bezeichnungen für die Installationskategorie (Überspannung) auf. Die Installationskategorien sind:

- Messkategorie IV. Für Messungen an der Quelle einer Niederspannungsinstallation.
- Messkategorie III. Für Messungen in Gebäudeinstallationen.
- Messkategorie II. Für Messungen, die an Systemen durchgeführt werden, die direkt mit einer Niederspannungsanlage verbunden sind.
- Messkategorie I. Für Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Stromnetz verbunden sind.

Überspannungskategorie

Überspannungskategorie II (gemäß Definition nach IEC 61010-1)

Umweltschutzhinweise

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

Entsorgung von Altgeräten

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

Geräterecycling. Zur Herstellung dieses Geräts wurden natürliche Rohstoffe und Ressourcen verwendet. Das Gerät kann Substanzen enthalten, die bei unsachgemäßer Entsorgung nach Produktauslauf Umwelt- und Gesundheitsschäden hervorrufen

können. Um eine solche Umweltbelastung zu vermeiden und den Verbrauch natürlicher Rohstoffe und Ressourcen zu verringern, empfehlen wir Ihnen, dieses Produkt über ein geeignetes Recyclingsystem zu entsorgen und so die Wiederverwendung bzw. das sachgemäße Recycling eines Großteils des Materials zu gewährleisten.



Dieses Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß den Richtlinien 2002/96/EG und 2006/66/EG bezüglich Elektro- und Elektronik-Altgeräte und Batterien entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (

Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe

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

Vorwort

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

Modell	MDO4104-6	MDO4104-3	MDO4054-6	MDO4054-3	MDO4034-3	MDO4014-3
Bandbreite	1 GHz	1 GHz	500 MHz	500 MHz	350 MHz	100 MHz
Analoge Kanäle	4	4	4	4	4	4
Digitale Kanäle	16	16	16	16	16	16
HF-Kanäle	1	1	1	1	1	1
Abtastrate (1 Ch)	5 GS/s	5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s
Abtastrate (2 Ch)	5 GS/s	5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s
Abtastrate (4 Ch)	2,5 GS/s					
Aufzeich- nungslänge (1 Ch)	20 M					
Aufzeich- nungslänge (2 Ch)	20 M					
Aufzeich- nungslänge (4 Ch)	20 M					
HF-Frequenz	6 GHz	3 GHz	6 GHz	3 GHz	3 GHz	3 GHz

Wichtige Leistungsmerkmale

Mixed-Domain-Oszilloskope der Serie MDO4000 ermöglichen die zeitbezogene Erfassung von analogen, digitalen und HF-Signalen mit einem einzigen Gerät. Die Geräte können Ihnen dabei helfen, elektronische Schaltungen zu überprüfen, zu debuggen und zu charakterisieren, indem sie gleichzeitig Anzeigen und Messungen in den Zeit- und Frequenzbereichen liefern. Diese Geräte zeichnen sich durch die folgenden Leistungsmerkmale aus:

- Ein dedizierter HF-Eingangskanal für Frequenzbereichsmessungen
- 16 digitale Kanäle und vier analoge Kanäle für Zeitbereichsmessungen
- Zeitbezogene Erfassung von analogen, digitalen und HF-Signalen mit einem einzigen Gerät
- Möglichkeit zur unabhängigen Einstellung der Erfassungsparameter auf den Zeit- und Frequenzbereichskanälen
- Modelle sind mit Bandbreiten zwischen 100 MHz und 1 GHz verfügbar.
- Abtastraten von 2,5 oder 5 GS/s auf allen analogen Kanälen (je nach Modell)
- Aufzeichnungslänge von 20 M Punkten auf allen Kanälen
- Erfassungsrate von maximal 50.000 Signalen/Sekunde
- Erweitertes Triggern und Analysieren: I²C, SPI, USB 2.0, CAN, LIN, FlexRay, RS-232, RS-422, RS-485, UART, I²S, links angeordnet (LJ), rechts angeordnet (RJ), TDM, Ethernet, MIL-STD-1553 (mit dem entsprechenden Anwendungsmodul) und Parallel
- Anwendungsmodulare für Leistungsanalyse, Grenzwertprüfung und Maskentest (optional)

In diesem Handbuch verwendete Konventionen

Die folgenden Symbole werden in diesem Handbuch verwendet.

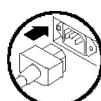
Verfahrensschritt



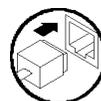
Netzschalter auf der Frontplatte



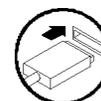
Netzanschluss



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 Tekt

Standardzubehör

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
<i>Oszilloskope der Serie MDO4000 – Benutzerhandbuch</i>	Englisch (Option L0)	071-2913-XX
	Französisch (Option L1)	071-2914-XX
	Italienisch (Option L2)	071-2915-XX
	Deutsch (Option L3)	071-2916-XX
	Spanisch (Option L4)	071-2917-XX
	Japanisch (Option L5)	071-2918-XX
	Portugiesisch (Option L6)	071-2919-XX
	Chinesisch (vereinfacht) (Option L7)	071-2920-XX
	Chinesisch (traditionell) (Option L8)	071-2921-XX
	Koreanisch (Option L9)	071-2922-XX
	Russisch (Option L10)	071-2923-XX
<i>Dokumentations-CD für Oszilloskope der Serie MDO4000</i>	Elektronische Versionen von Dokumenten zu MSO/DPO4000B, einschließlich der Programmieranleitung und des technischen Referenzhandbuchs.	063-4367-XX
<i>CD mit NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition und Tektronix 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.		—
Bedienfeld-Overlay	Französisch (Option L1)	335-2376-XX
	Italienisch (Option L2)	335-2377-XX
	Deutsch (Option L3)	335-2378-XX
	Spanisch (Option L4)	335-2379-XX
	Japanisch (Option L5)	335-2380-XX
	Portugiesisch (Option L6)	335-2381-XX
	Chinesisch (vereinfacht) (Option L7)	335-2382-XX
	Chinesisch (traditionell) (Option L8)	335-2383-XX
	Koreanisch (Option L9)	335-2384-XX
		Russisch (Option L10)

Standardzubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Tastköpfe	Für 100-, 350- und 500-MHz-Modelle, ein passiver Tastkopf (500 MHz, 10fach) pro Kanal	TPP0500
	Für 1-GHz-Modelle ein passiver Tastkopf (1 GHz, 10fach) pro Kanal	TPP1000
Adapter	N-Stecker zu BNC-Buchse	103-0045-00
Frontschutzdeckel	Hartplastikdeckel zum Schutz des Gerätes	200-5130-00
Netzkabel	Nordamerika (Option A0)	161-0348-00
	Europa universal (Option A1)	161-0343-00
	Großbritannien (Option A2)	161-0344-00
	Australien (Option A3)	161-0346-00
	Schweiz (Option A5)	161-0347-00
	Japan (Option A6)	161-0342-00
	China (Option A10)	161-0341-00
	Indien (Option A11)	161-0349-00
	Brasilien (Option A12)	161-0356-00
	Kein Netzkabel oder Netzteil (Option A99)	—
Logiktastkopf	Ein 16-Kanal-Logiktastkopf mit Zubehör	P6616
Tasche für Tastkopf und Zubehör	Tasche zur Aufbewahrung von Tastköpfen und Zubehör	016-2030-XX

Optionales Zubehör

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Seriellles Trigger- und Analyseanwendungsmodul für Luft- und Raumfahrt	Dieses Modul ermöglicht Triggern auf MIL-STD-1553 serielle Busse. Es bietet außerdem digitale Ansichten des Signals, Busansichten, Busdekodierung, Suchtools und Dekodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4AERO
Seriellles Trigger- und Analyseanwendungsmodul für Audio	Dieses Modul ermöglicht Triggern auf I ² S-, links angeordnete (LJ), rechts angeordnete (RJ) und TDM-Audiobusse. Es bietet außerdem digitale Ansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchtools und Paketdekodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4AUDIO

Optionales Zubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Seriellles Trigger- und Analyseanwendungsmodul für Fahrzeuge	Dieses Modul ermöglicht Triggern auf Paketebene bei seriellen CAN- und LIN-Bussen. Es bietet außerdem digitale Ansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchtools und Paketdekodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4AUTO
Seriellles Trigger- und Analyseanwendungsmodul FlexRay, CAN und LIN	Dieses Modul ermöglicht Triggern auf Paketebene bei FlexRay-, CAN- und LIN-Bussen. Es bietet außerdem digitale Ansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchtools, Paketdekodierungstabellen mit Zeitinformationen und Eye Diagram Analysis-Software.	DPO4AUTOMAX
Computertrigger- und Analyseanwendungsmodul	Dieses Modul ermöglicht Triggern auf serielle RS-232-, RS-422-, RS-485- und UART-Busse. Es bietet außerdem digitale Ansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchtools und Paketdekodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4COMP
Eingebettetes Trigger- und Analyseanwendungsmodul	Dieses Modul ermöglicht Triggern auf Paketebene bei I ² C und seriellen SPI-Bussen. Es bietet außerdem digitale Ansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchtools und Paketdekodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4EMBD
Seriellles Ethernet-Trigger- und Analyseanwendungsmodul für Fahrzeuge	Dieses Modul ermöglicht Triggern auf 10BASE-T- und 100BASE-TX-Busse. Es bietet außerdem Suchtools, Busansichten und Dekodierungstabellen mit Zeitinformationen. HINWEIS. Für 100BASE-TX werden Modelle mit ≥ 350 MHz Bandbreite empfohlen.	DPO4ENET
Anwendungsmodul für Grenzwertüberprüfungen und Maskentests	Dieses Modul unterstützt Grenzwertüberprüfungen und Testen von Telekom-Standardmasken oder benutzerdefinierten Masken. HINWEIS. Für Telekommunikationsstandards > 55 Mb/s werden Modelle mit ≥ 350 MHz Bandbreite empfohlen. Für Hochgeschwindigkeits-USB werden Modelle mit 1 GHz Bandbreite empfohlen.	DPO4LMT

Optionales Zubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Leistungsanalyse-Anwendungsmodul	Dieses Modul unterstützt Messungen im Bereich Netzqualität, Schaltverlust, Oberschwingungen, Ripple, Modulation, sicherer Betriebsbereich und Anstiegsrate (dV/dt und dI/dt).	DPO4PWR
Universelles serielles Bus-Trigger- und Analyseanwendungsmodul	Dieses Modul ermöglicht Triggern auf Paketebene bei seriellen USB 2.0-Bussen. Es bietet außerdem digitale Ansichten des Signals, Busansichten, Busdekodierung im Hexadezimal-, Binär- und ASCII-Format, Suchtools und Paketdekodierungstabellen mit Zeitinformationen. <i>HINWEIS. Für Hochgeschwindigkeits-USB sind Modelle mit 1 GHz Bandbreite erforderlich.</i>	DPO4USB
Anwendungsmodul "Erweitertes Video"	Dieses Modul ermöglicht Triggern auf eine Vielzahl von genormten HDTV-Signalen sowie auf benutzerdefinierte (nicht genormte) zwei- und dreistufige Videosignale mit 3 bis 4.000 Zeilen.	DPO4VID
Anwendungsmodul „Erweitertes HF-Triggern“	Dieses Modul ermöglicht Triggern mit HF-Leistung als Quelle für Pulsbreite-, Timeout-, Runt-, Logik- und Sequenz-Trigger.	MDO4TRIG
NEX-HD2HEADER	Adapter, der die Kanäle von einem Mictoranschluss mit 0,1 Zoll-Leistenanschlussstiften verbindet	NEX-HD2HEADER
TEK-USB-488-Adapter	GPIO-USB-Adapter	TEK-USB-488
19-Zoll-Adapter-Kit	Enthält 19-Zoll-Adapter-Klemmen.	RMD5000
Transporttasche	Tragetasche für das Gerät	ACD4000B
Hartschalenkoffer	Transportkoffer, Einsatz der Transporttasche (ACD4000B) erforderlich	HCTEK54
Programmierhandbuch für Oszilloskope der Serien MSO4000B, DPO4000B und MDO4000	Beschreibt Befehle für die Fernsteuerung des Oszilloskops. In elektronischer Form auf der Dokumentations-CD verfügbar oder zum Herunterladen von	077-0510-XX
Technisches Referenzhandbuch für Oszilloskope der Serie MDO4000	Enthält die technischen Daten des Oszilloskops und beschreibt das Verfahren zur Leistungsprüfung. In elektronischer Form auf der Dokumentations-CD verfügbar oder zum Herunterladen von	077-0583-XX
Wartungshandbuch für Oszilloskope der Serie MDO4000	Wartungsinformationen zu Oszilloskopen der Serie MDO4000	077-0585-XX

Optionales Zubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Installationsanleitung für Anwendungsmodulare der Serie MSO4000B, DPO4000B und MDO4000	Beschreibt die Installation von Anwendungsmodulen in Ihrem Oszilloskop	071-2136-XX
Benutzerhandbuch für Leistungsmessungsmodule DPO3PWR und DPO4PWR	Englisch (Option L0)	071-2631-XX
	Französisch (Option L1)	077-0235-XX
	Italienisch (Option L2)	077-0236-XX
	Deutsch (Option L3)	077-0237-XX
	Spanisch (Option L4)	077-0238-XX
	Japanisch (Option L5)	077-0239-XX
	Portugiesisch (Option L6)	077-0240-XX
	Chinesisch (vereinfacht) (Option L7)	077-0241-XX
	Chinesisch (traditionell) (Option L8)	077-0242-XX
	Koreanisch (Option L9)	077-0243-XX
Russisch (Option L10)	077-0244-XX	
Anweisungen zur Geheimhaltungsaufhebung und Sicherheit für Oszilloskope der Serie MDO4000	Beschreibt die Bereinigung oder Entfernung von Speichergeräten von Tektronix Oszilloskopen der Serie MD4000.	077-0584-00
TekVPI-Tastköpfe	Sehen Sie sich den Oszilloskop-Tastkopf- und Zubehör-Wählschalter auf der Tektronix <i>HINWEIS. Ein Teil der TekVPI-Tastköpfe kann auch an den HF-Eingang angeschlossen werden. Diese Tastköpfe erfordern die Verwendung des unten aufgeführten Adapters TPA-N-VPI.</i>	
TPA-N-VPI-Adapter	Adapter von N-Anschluss (HF-Eingang) zu TekVPI-Tastkopf.	TPA-N-VPI
TPA-BNC-Adapter	TekVPI-TekProbe-II-BNC-Adapter	TPA-BNC

Oszilloskope der Serie MDO4000 unterstützen mehrere optionale Tastköpfe. (Siehe Seite 9, *Anschließen der Tastköpfe*.) Aktuelle Informationen zum Oszilloskop-Tastkopf- und Zubehör-Wählschalter finden Sie auf der Tektronix Webseite

Betriebshinweise

Oszilloskope der Serie MDO4000

Netzfrequenz und Spannungsbereich beim Betrieb

Volt	Hz
100-240	50-60
115	400

Eingangsspannungsbereich im Stromnetz: 100 V - 240 V

Maximale Leistungsaufnahme: 225 W

Gewicht:

5,0 kg, unabhängiges Gerät, ohne Frontschutzdeckel

Höhe, Füße und Griff eingeklappt:
229 mm

Breite, von Griffnabe zu Griffnabe: 439 mm

Tiefe, von der Rückseite der Füße zur Vorderseite der Drehknöpfe: 147 mm

Tiefe, von der Rückseite der Füße zur Vorderseite des Frontschutzdeckels: 155 mm

Temperatur:

Betrieb: 0 °C bis +50 °C

Lagerung: -20 °C bis +60 °C

Luftfeuchtigkeit:

Betrieb: max. 40 °C bis 50 °C, 10 % bis 60 % relative Luftfeuchtigkeit

Betrieb: min. 0 °C bis +40 °C, 10 % bis 90 % relative Luftfeuchtigkeit

Lagerung: max. 40 °C bis 60 °C, 5 % bis 60 % relative Luftfeuchtigkeit

Lagerung: min. 0 °C bis +40 °C, 5 % bis 90 % relative Luftfeuchtigkeit

Höhe über NN:

Betrieb: 3.000 m

Lagerungshöhe: 12.000 m

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume

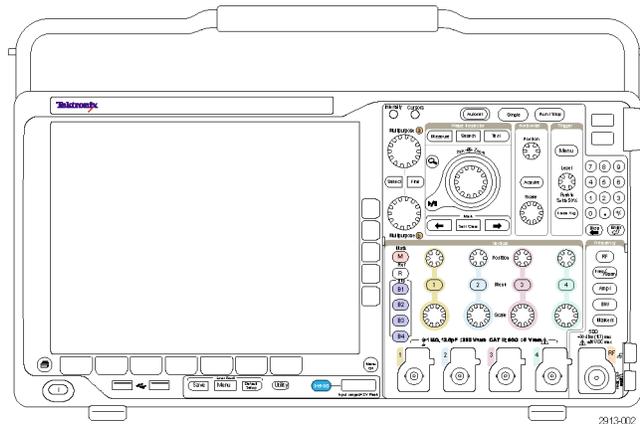
Erfassungssystem: 1 M Ω

Die maximale Eingangsspannung am BNC-Anschluss beträgt 300 V_{eff}. Installationskategorie II.

Leistungsminderung von 20 dB/Dekade zwischen 4,5 MHz und 45 MHz.

Leistungsminderung von 14 dB/Dekade zwischen 45 MHz und 450 MHz.

Über 450 MHz, 5 V_{eff}.



Serie MDO4000

2913-002

Erfassungssystem: 50 Ω

Maximale Eingangsspannung am BNC: 5 V_{eff}, mit Spitzen $\leq \pm 20$ V (DF $\leq 6,25$ %).

P6616: Digitale Tastkopf-Eingänge

Absolut maximale Eingangsspannung: ± 42 V_{Spitze}.

Dedizierter HF-Eingang:

Maximale Betriebsspannung: ± 40 V_{DC}.



VORSICHT. Halten Sie beide Seiten und die Rückseite des Geräts frei, um die erforderliche Kühlung zu gewährleisten. Der Lüftungsabstand sollte auf der linken Seite (von vorne gesehen) und auf der Rückseite mindestens 51 mm betragen.

Weitere Informationen zu den technischen Daten von Oszilloskopen der Serie MDO4000 finden Sie in Anhang A. (Siehe Seite 200, *Anhang A: MDO4000-Spezifikationen.*)

Informationen zu TPP0500/TPP1000-Tastköpfen finden Sie in Anhang B. (Siehe Seite 205, *Anhang B: TPP0500 und TPP1000 500 MHz und 1 GHz 10X Passive Tastköpfe Informationen.*)

Informationen zu P6616-Tastköpfen finden Sie in Anhang C. (Siehe Seite 212, *Anhang C: P6616 logischer Mehrzwecktastkopf – Informationen.*)

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 die Anzeige 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.



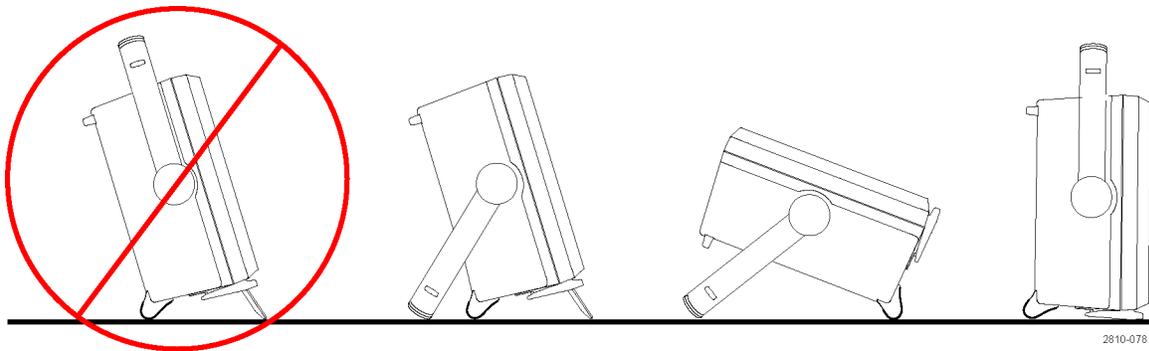
VORSICHT. Vermeiden Sie, dass beim Reinigen von außen Feuchtigkeit in das Innere der Einheit gelangt. Verwenden Sie nur so viel Reinigungslösung, um das Tuch anzufeuchten.



VORSICHT. Um Beschädigungen der Gerät- oder Tastkopfoberfläche zu vermeiden, verwenden Sie keine ätzenden oder chemischen Reinigungsmittel.

Aufstellen des Oszilloskops

Stellen Sie das Oszilloskop mithilfe des Griffes und der vorderen einklappbaren Füße so auf, dass es bequem bedient werden kann. Stellen Sie sicher, dass der Griff immer nach unten gerichtet ist, wenn die Füße ausgeklappt sind.



2810-078

Anschließen der Tastköpfe

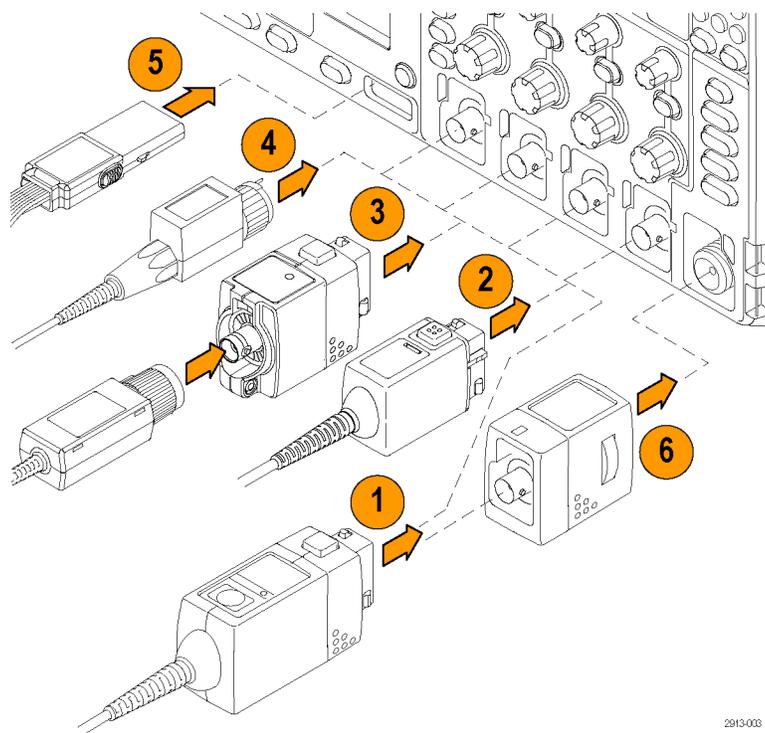
Das Oszilloskop unterstützt Tastköpfe mit folgenden Anschlussmöglichkeiten:

1. Tektronix Versatile Probe Interface (TekVPI)

Diese Tastköpfe unterstützen die bidirektionale Kommunikation mit dem Oszilloskop über Bildschirmmenüs sowie ferngesteuert über Programmierunterstützung. Die Fernsteuerung ist für Anwendungen wie ATE nützlich, bei denen Tastkopfparameter vom System voreingestellt werden sollen.
2. Tektronix Versatile Probe Interface (TekVPI) für passive Tastköpfe

Diese Tastköpfe bauen auf den Funktionen der TekVPI-Schnittstelle auf. Jeder Tastkopf wird auf den entsprechenden Oszilloskopkanal abgestimmt und ermöglicht es dem Oszilloskop so, den Signaleingangspfad zu optimieren. Dies bietet AC-Kompensation über das Frequenzband hinweg.
3. 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.



2913-003

4. 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.

5. Logikastkopfschnittstelle

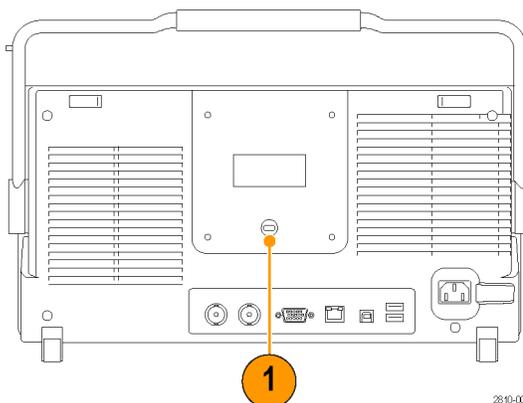
Der Tastkopf P6616 weist 16 Kanäle für digitale Informationen (Zustand „Ein- oder ausgeschaltet“) auf.

6. Mit dem TPA-N-VPI-Adapter können Sie TekVPI-Tastköpfe am HF-Eingang verwenden.

Weitere Informationen zu den zahlreichen, für Oszilloskope der Serie MDO4000 erhältlichen Tastköpfen finden Sie auf der Tektronix Webseite für Oszilloskop-Tastkopf- und Zubehör-Wählschalter unter

Sichern des Oszilloskops

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



2810-004

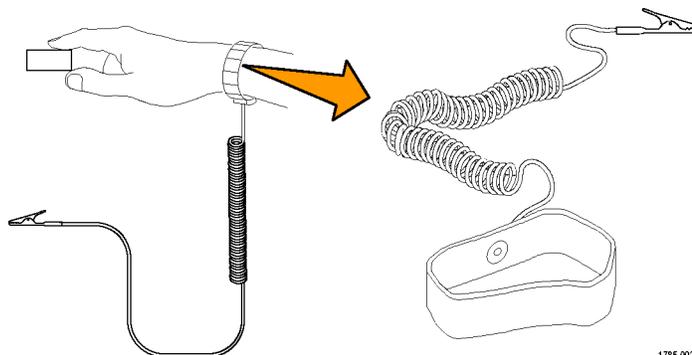
Einschalten des Oszilloskops

Erden des Oszilloskops und Erden des Benutzers

Um das Gerät einzuschalten, schließen Sie das mitgelieferte Netzkabel an den Netzanschluss an der Rückseite des Gerätes an. Schließen Sie das Netzkabel an eine ordnungsgemäß geerdete Steckdose an. Um das Gerät auszuschalten, ziehen Sie den Stecker des Netzkabels aus dem Netzanschluss des Gerätes.

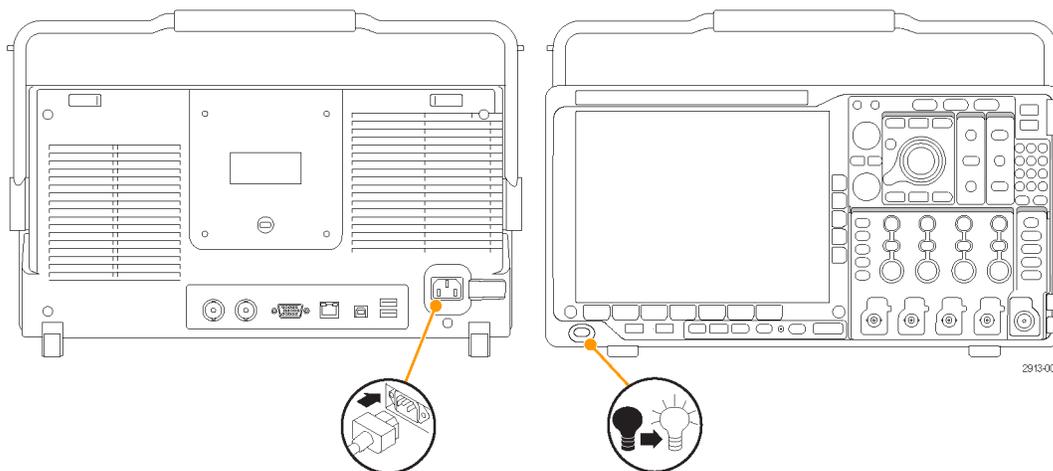
Die Erdung des Oszilloskops ist für die Sicherheit und die Genauigkeit der Messungen erforderlich. Das Oszilloskop muss an die gleiche Erdung angeschlossen sein wie sämtliche getesteten Schaltungen.

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

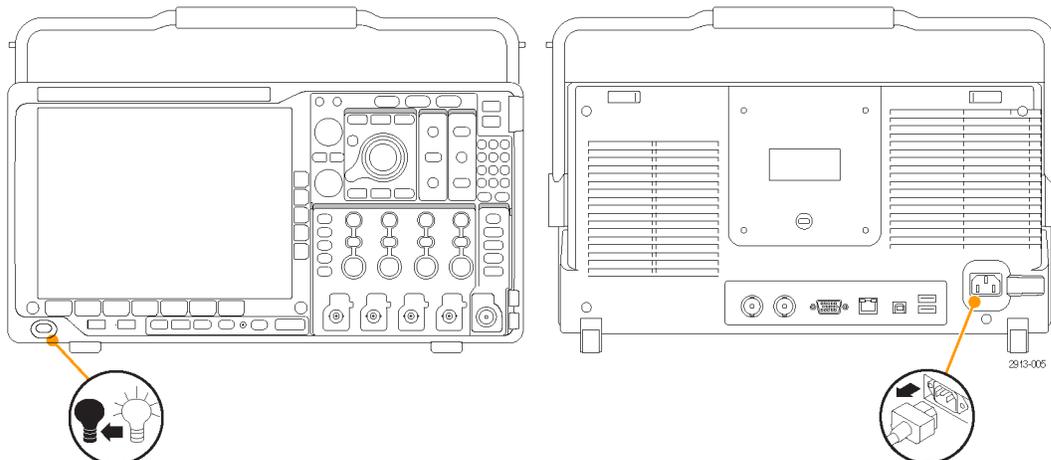
So schließen Sie das Netzkabel an und schalten das Oszilloskop ein:



2913-004

Ausschalten des Oszilloskops

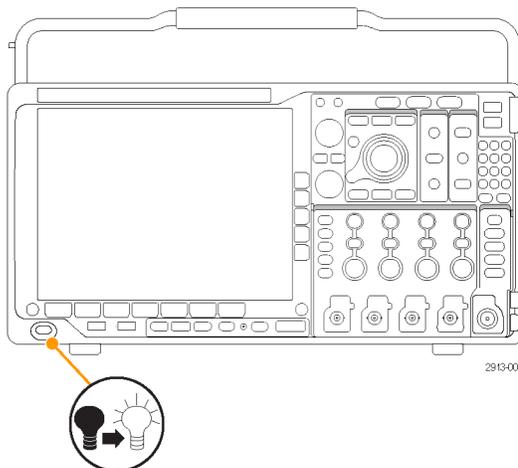
So schalten Sie das Oszilloskop aus und ziehen das Netzkabel ab:



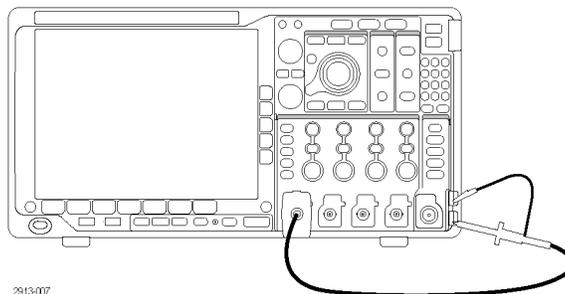
Funktionstest

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

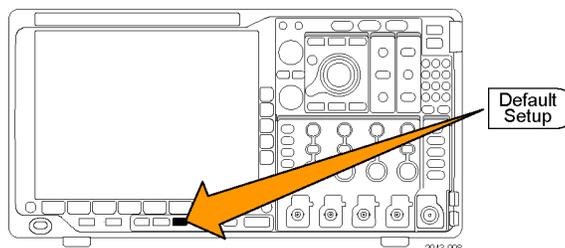
1. Schließen Sie das Netzkabel des Oszilloskops so an, wie in *Einschalten des Oszilloskops* beschrieben. (Siehe Seite 11.)
2. Schalten Sie das Oszilloskop ein.



- Schließen Sie den Tastkopfstecker an Oszilloskopkanal 1 und die Tastkopfspitze und den Referenzleiter an die **PROBE COMP**-Anschlüsse am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops an.



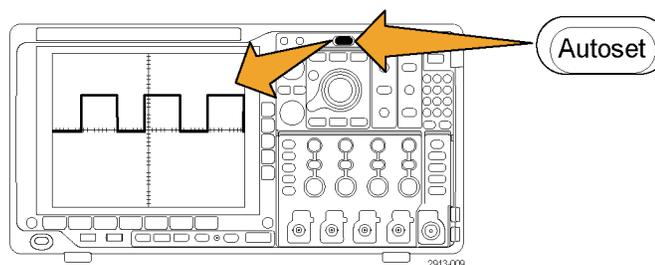
- Drücken Sie **Default Setup**.



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

Wenn das Signal angezeigt wird, aber nicht die richtige Form aufweist, führen Sie die Schritte zum Kompensieren des Tastkopfes durch. (Siehe Seite 15, *Kompensieren eines anderen passiven Spannungstastkopfs TPP0500 oder TPP1000*.)

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



Kompensieren eines passiven TPP0500- oder TPP1000-Spannungstastkopfs

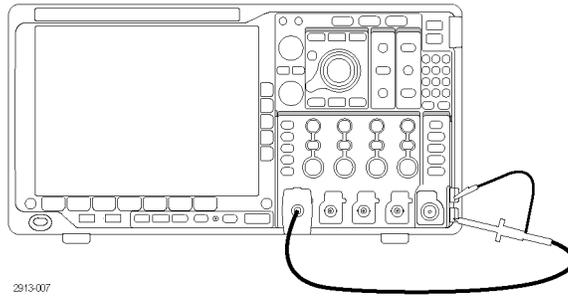
Oszilloskope der Serie MDO4000 können TPP0500- und TPP1000-Tastköpfe automatisch kompensieren. Dadurch ist eine manuelle Tastkopfkompensation, die bei anderen Tastköpfen in der Regel durchgeführt werden muss, nicht mehr erforderlich.

Jede Kompensation erstellt Werte für eine bestimmte Kombination aus Tastkopf und Kanal. Wenn Sie den Tastkopf auf einem anderen Kanal verwenden und daher diese neue Kombination kompensieren möchten, müssen Sie dafür neue Kompensationsschritte ausführen.

- Schließen Sie das Netzkabel des Oszilloskops an. (Siehe Seite 11, *Einschalten des Oszilloskops*.)

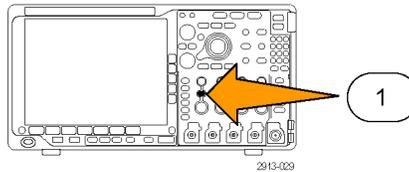
2. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
3. Schließen Sie den Tastkopfstecker an den Oszilloskopkanal und die Tastkopfspitze und den Referenzleiter an die **PROBE COMP**-Anschlüsse auf dem vorderen Bedienfeld des Oszilloskops an.

HINWEIS. Schließen Sie immer nur einen Tastkopf an die Tastkopfabgleich-Anschlüsse an.



2913-007

4. Drücken Sie eine Taste auf dem vorderen Bedienfeld für einen Eingangskanal, der mit dem Tastkopf verbunden ist, welchen Sie kompensieren möchten. (1, 2, 3 oder 4)



2913-029

5. Auf dem unteren Menü können Sie sehen, dass das Oszilloskop automatisch den Wert für den Tastkopfabschluss eingestellt hat

Coupling (Kopplung) Gleichspannung AC	Abschluss eingestellt von TPP1000	Invertier. Ein Aus	Bandbreite Voll	Bezeichnung	Weiter

5 6

6. Drücken Sie mehrmals auf **Weiter** und wählen Sie aus dem angezeigten Popup-Menü **Tastkopfeinst.** aus.

7. Der Kompensationsstatus startet als **Standard**.

8. Drücken Sie **Tastkopf kompensieren**, und folgen Sie den Anweisungen, die angezeigt werden.

TPP1000-Tastkopfeinstellung	
SN: 000001 Dämpf: 10X	
Kompensation Status Standard	7
Tastkopf kompens für 1	8
Strom messen Ja Nein	

Beim Kompensieren von TPP0500/TPP1000-Tastköpfen auf Oszilloskopen der Serie MDO4000:

- Jede Kompensation erstellt Werte für eine bestimmte Kombination aus Tastkopf und Kanal. Wenn Sie den Tastkopf auf einem anderen Kanal verwenden und daher diese neue Kombination kompensieren möchten, müssen Sie dafür neue Kompensationsschritte ausführen.
- Jeder Kanal kann Kompensationswerte für 10 individuelle Tastköpfe speichern. Wenn Sie einen 11. Tastkopf auf einem Kanal kompensieren möchten, löscht das Oszilloskop die Werte für den Tastkopf, dessen Nutzungsdatum am ältesten ist, und fügt Werte für den neuen Tastkopf hinzu.
- Das Oszilloskop weist einem TPP0500- und TPP1000-Tastkopf, der an den Kanal **Aux In** (Aux-Eingang) angeschlossen ist, Standardkompensationswerte zu.

HINWEIS. Bei der werkseitigen Kalibrierung werden alle gespeicherten Kompensationswerte gelöscht.

HINWEIS. Ein Fehler bei der Tastkopfkompensation kann aufgrund von Unterbrechungen bei der Verbindung der Tastkopfspitze oder der Erdung während der Tastkopfkompensation auftreten. Bei einem Fehler nutzt das Oszilloskop alte Tastkopfkompensationswerte, sofern diese vor der fehlgeschlagenen Tastkopfkompensation bereits vorhanden waren.

Kompensieren eines anderen passiven Spannungstastkopfs TPP0500 oder TPP1000

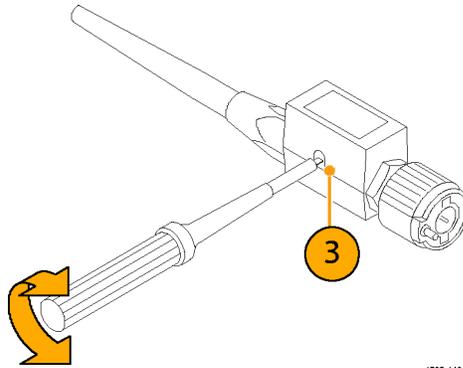
Wenn Sie einen passiven Spannungstastkopf zum ersten Mal an einen Eingangskanal anschließen, sollten Sie den Tastkopf kompensieren, um ihn mit dem betreffenden Eingangskanal des Oszilloskops abzugleichen.

Wenn Sie die automatische Tastkopfkompensation, die weiter oben für die TPP0500- und TPP1000-Tastköpfe (Siehe Seite 13, *Kompensieren eines passiven TPP0500- oder TPP1000-Spannungstastkopfs.*) beschrieben wird, für einen anderen passiven Tektronix Tastkopf als TPP0500/TPP1000 verwenden möchten, schlagen Sie im Bedienerhandbuch zu Ihrem Tastkopf nach, ob dieser dafür geeignet ist. Anderenfalls führen Sie folgende Schritte durch, um den passiven Tastkopf zu kompensieren:

1. Befolgen Sie die Schritte des Funktionstests. (Siehe Seite 12, *Funktionstest.*)
2. Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals, um zu bestimmen, ob der Tastkopf ordnungsgemäß kompensiert ist.



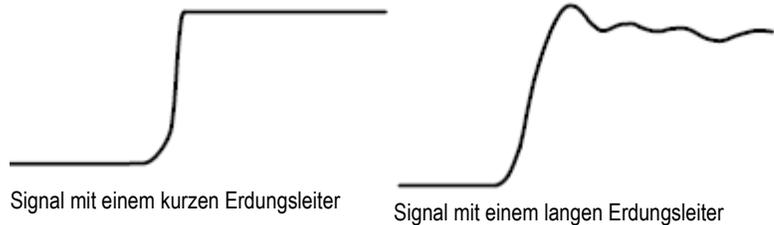
- Ändern Sie, falls erforderlich, die Tastkopfeinstellung. Wiederholen Sie diesen Vorgang so oft wie nötig.



1785-140

Schnelltipps

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



Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul

Für alle Anwendungsmodul-Lizenzen, 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 Mehrfunktions-Drehknopf **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 11, Einschalten des Oszilloskops.)

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

(Siehe Seite 12, Ausschalten des Oszilloskops.)

Mit optionalen Anwendungsmodulpaketen können die Funktionen Ihres Oszilloskops erweitert werden.

Die physische Installation von bis zu vier Anwendungsmodulen gleichzeitig ist möglich. 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.

Bei einigen Modulen können Sie die Lizenz zwischen Ihren Anwendungsmodulen und dem Oszilloskop übertragen. Sie können jede Lizenz im jeweiligen Modul belassen und das Modul dadurch an verschiedene Geräte anschließen. Oder Sie übertragen die Lizenz vom Modul auf das Oszilloskop. In diesem Fall können Sie das Modul sicher vom Oszilloskop getrennt aufbewahren. Dieser Ansatz ermöglicht es Ihnen, mehr als vier Anwendungen gleichzeitig auf dem Oszilloskop zu verwenden. So transferieren Sie eine Lizenz von einem Modul auf das Oszilloskop oder vom Oszilloskop auf ein Modul:

1. Schalten Sie das Oszilloskop aus. Fügen Sie die Anwendungsmodule in das Oszilloskop ein. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
2. Drücken Sie auf dem Bedienfeld die Taste **Utility**. Drücken Sie bei Bedarf im unteren Menü auf **Weitere Optionen**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf a, um **Konfig** auszuwählen. Drücken Sie im unteren Menü auf **Module und Optionen verwalten** und dann im seitlichen Menü auf **Lizenztyp**, bis „Module“ ausgewählt ist. Die im Oszilloskop enthaltenen Lizenzen werden im seitlichen Menü aufgelistet. Drücken Sie die Taste neben der entsprechenden Lizenz, um diese zu übertragen. Sie können bis zu vier Lizenzen gleichzeitig übertragen.
3. Nachdem Sie das Oszilloskop ausgeschaltet haben, können Sie das physische Anwendungsmodul aus dem Oszilloskop entfernen.

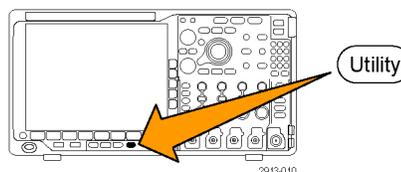
Anweisungen zur Installation und zum Testen von Anwendungsmodulen entnehmen Sie den *Installationsanleitungen für Anwendungsmodule der Serie MSO4000B, DPO4000B und MDO4000*, die mit dem Anwendungsmodul geliefert wurden.

HINWEIS. Wenn Sie eine Lizenz von einem Modul auf ein Oszilloskop transferieren, funktioniert das Modul auf einem anderen Oszilloskop erst, wenn Sie die Lizenz vom Oszilloskop zurück auf das Modul transferieren. Es empfiehlt sich, das physische Modul in einer Hülle oder einer anderen Verpackung aufzubewahren und darauf ein Etikett mit folgenden Informationen anzubringen: Datum, Modulname sowie Modell und Seriennummer des Oszilloskops, auf dem seine Lizenz gespeichert ist. Dadurch können Probleme vermieden werden, wenn jemand zu einem späteren Zeitpunkt das Modul sucht, es in einem anderen Oszilloskop installiert und sich fragt, warum es nicht funktioniert.

Ändern der Sprache der Benutzeroberfläche oder der Tastatur

Wenn Sie die Sprache der Benutzeroberfläche oder der Tastatur des Oszilloskops sowie die Beschriftungen der Bedienfeldtasten mit Hilfe eines Overlay ändern möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

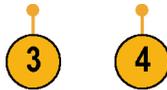


3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.



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

Weitere Optionen Konfig	Sprache	Datum & Uhrzeit einstellen	Tek Secure Speicher löschen Speicher löschen	Über	Module und Optionen verwalten	
-----------------------------------	---------	----------------------------	---	------	-------------------------------	--

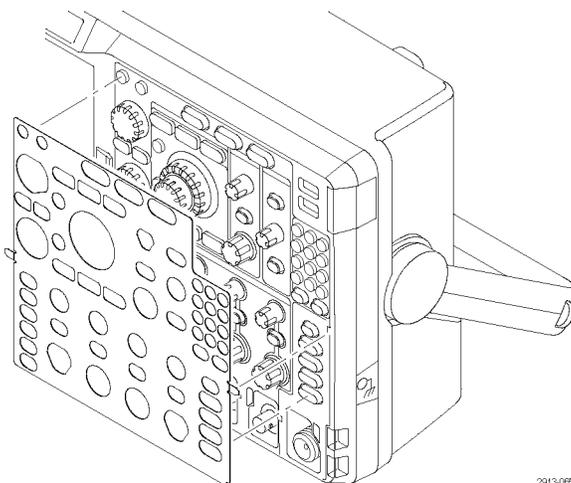


5. Drücken Sie auf **Menüs** im daraufhin angezeigten Seitenmenü und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die gewünschte Sprache für die Benutzeroberfläche auszuwählen.
6. Drücken Sie auf **USB-Tastatur** im daraufhin angezeigten Seitenmenü und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die gewünschte Sprache für die Tastatur auszuwählen.

Sprache	
Menüs (a) Englisch	5
USB-Tastatur Englisch	6

7. Wenn Sie die englische Benutzeroberfläche 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.

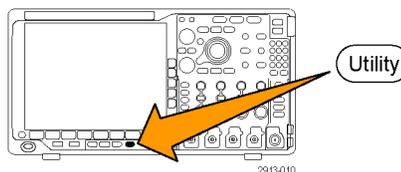


2913-005

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**.



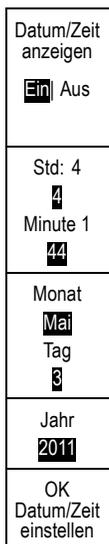
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.



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.



6. Drücken Sie **OK Datum/Zeit einstellen**.



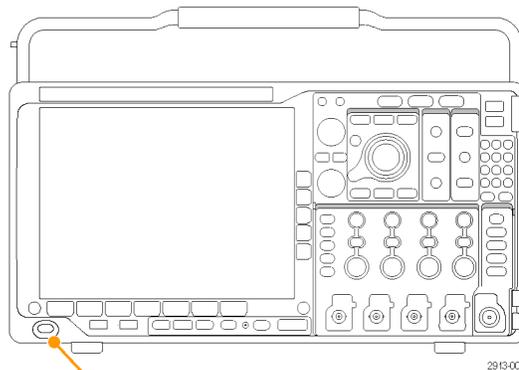
Signalpfadkompensation

Die Signalpfadkompensation (SPC) korrigiert Gleichstromschwankungen, die durch Temperaturabweichungen und/oder langfristige Drifts verursacht wurden. 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 Instrument bei diesen Einstellungen für Volt/Skalenteil möglicherweise nicht die garantierte Leistung erreichen.

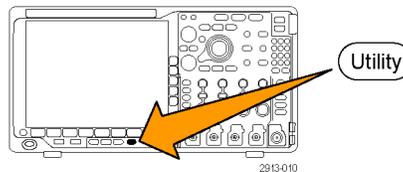
Signalpfadkompensation für Zeit- und Frequenzbereiche

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.



2. Drücken Sie **Utility**.



3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

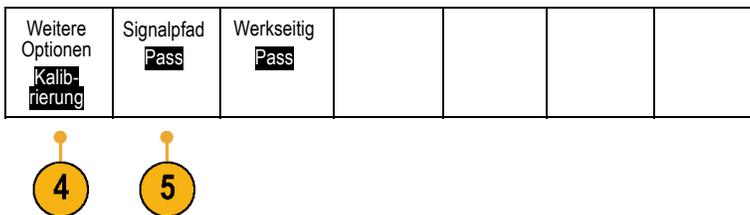
Weitere
Optionen

3

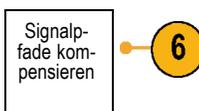
4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Kalibrierung** aus.

Kalib-
rierung

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



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.

Vom Kundendienstpersonal werden die werkseitigen Kalibrierungsfunktionen verwendet, um die internen Spannungsbezugspunkte des Oszilloskops unter Verwendung externer Quellen zu kalibrieren. Wenden Sie sich an die Tektronix-Niederlassung oder den Vertreter vor Ort, wenn Sie bei der werkseitigen Kalibrierung Unterstützung benötigen.

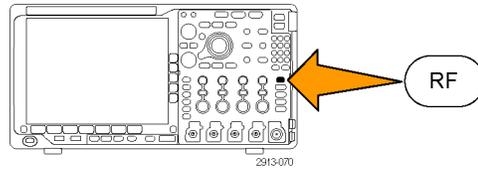
HINWEIS. Die Signalpfadkompensation beinhaltet keine Kalibrierung der Tastkopfspitze. (Siehe Seite 15, Kompensieren eines anderen passiven Spannungstastkopfs TPP0500 oder TPP1000.)

Signalpfadkompensation nur für den Frequenzbereich

Die oben beschriebene Signalpfadkompensation (SPC) läuft auf dem Zeit- und dem Frequenzbereicheingang. Wenn Sie nur den HF-Eingang kompensieren möchten, können Sie Zeit sparen, indem Sie SPC nur am HF-Eingang ausführen und den Zeitbereichteil überspringen. Gehen Sie hierzu folgendermaßen vor:

1. Warten Sie wie bei der Kalibrierung von Zeit und Frequenz mindestens 20 Minuten, bis das Oszilloskop seine Betriebstemperatur erreicht hat. Entfernen Sie sämtliche Eingangssignale (Tastköpfe und Kabel) aus den HF-Eingängen.

2. Drücken Sie **RF**, um das Frequenzbereichmenü aufzurufen.



3. Drücken Sie **Weiter**, um **Signalpfad kompensieren** auszuwählen.
4. Drücken Sie auf dem daraufhin angezeigten seitlichen Menü auf **OK. HF-Signalpfad kompensieren**.

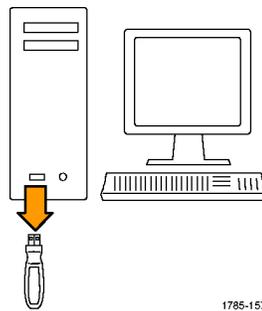


Aktualisieren der Firmware

So aktualisieren Sie die Firmware des Oszilloskops:

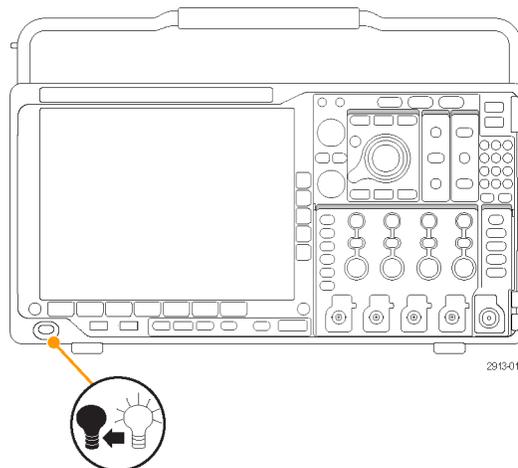
1. Öffnen Sie einen Webbrowser, und besuchen Sie die Website

zur Softwaresuche. Laden Sie die neueste Firmware für Ihr Oszilloskop auf Ihren PC herunter.

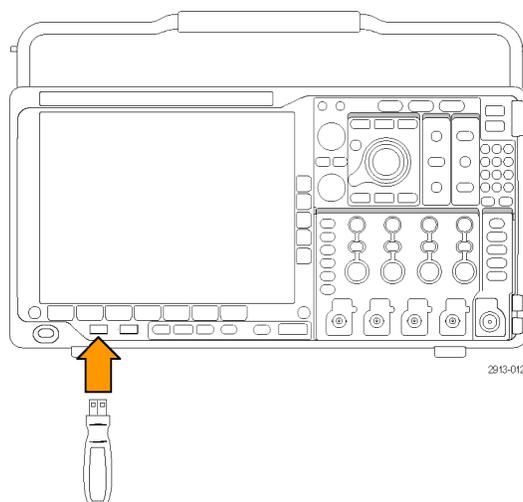


Entpacken Sie die Dateien, und kopieren Sie die Datei `firmware.img` in den Stammordner eines USB-Flash-Laufwerks oder der USB-Festplatte.

2. Schalten Sie das Oszilloskop aus.



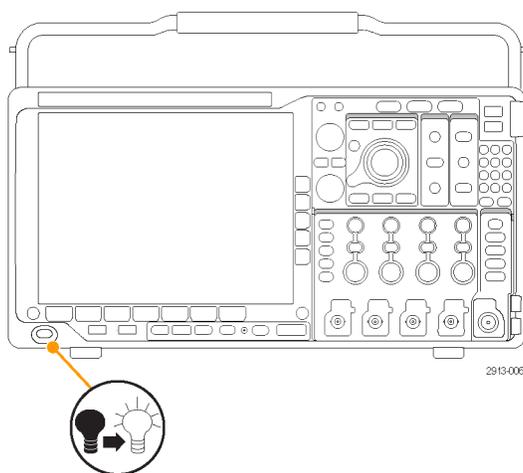
3. Setzen Sie das USB-Flash- oder Festplatten-Laufwerk in den USB-Anschluss auf der Vorderseite Ihres Oszilloskops ein.



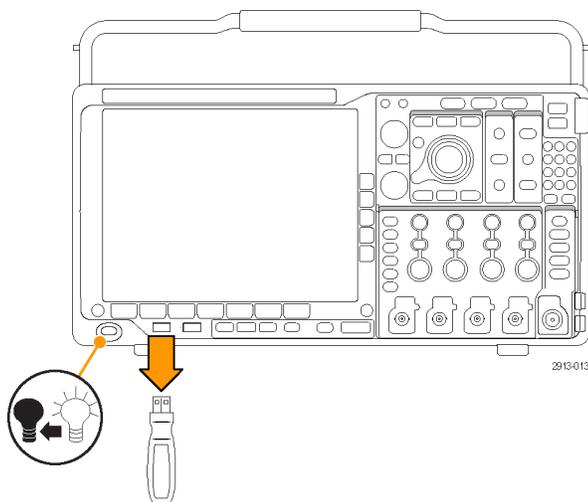
4. Schalten Sie das Oszilloskop ein. Das Gerät erkennt die neue Firmware automatisch und installiert sie.

Sollte das Gerät die Firmware nicht installieren, befolgen Sie das Verfahren erneut. Wenn das Problem weiterhin besteht, verwenden Sie ein anderes USB-Flash- oder Festplatten-Laufwerksmodell. Danach wenden Sie im Bedarfsfall an qualifiziertes Kundendienstpersonal.

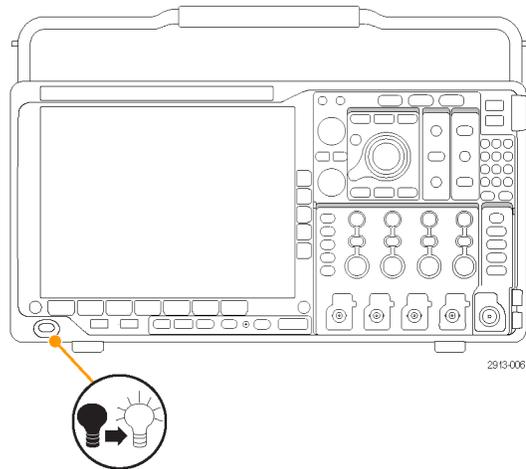
HINWEIS. Das Oszilloskop muss die Installation der Firmware beendet haben, bevor Sie das Oszilloskop ausschalten bzw. das USB-Laufwerk entnehmen.



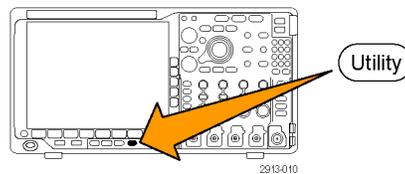
5. Schalten Sie das Oszilloskop aus, und entnehmen Sie das USB-Flash- oder Festplatten-Laufwerk.



6. Schalten Sie das Oszilloskop ein.



7. Drücken Sie **Utility**.



8. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



9. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.



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

Weitere Optionen Konfig	Sprache	Datum & Uhrzeit einstellen	Tek Secure Speicher löschen Speicher löschen	Über	Module und Optionen verwalten	
-----------------------------------	---------	----------------------------	---	------	-------------------------------	--

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



Anschließen des Oszilloskops an einen Computer

Schließen Sie Ihr Oszilloskop direkt an einen Computer an, damit der PC Ihre Daten analysieren, Bildschirmdarstellungen erfassen oder Ihr Oszilloskop steuern kann. (Siehe Seite 181, *Speichern einer Bildschirmdarstellung.*) (Siehe Seite 183, *Speichern und Abrufen von Signal- und Strahlendaten.*)

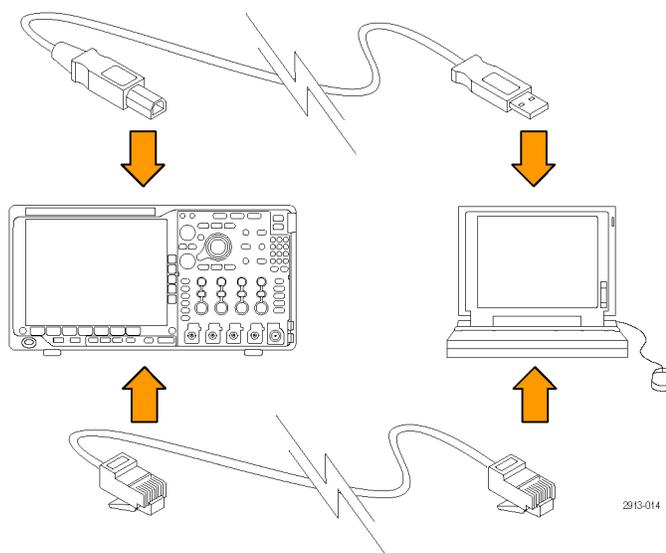
Es gibt drei Möglichkeiten, wie Sie Ihr Oszilloskop an einen Computer anschließen können: mit den VISA-Treibern, den e*Scope-Webtools und einem Socket-Server. Mit VISA können Sie von Ihrem Computer aus über eine Softwareanwendung, z. B. Tektronix OpenChoice Desktop®, mit dem Oszilloskop kommunizieren. Mit e*Scope können Sie über einen Webbrowser, z. B. Microsoft Internet Explorer, mit dem Oszilloskop kommunizieren.

Verwenden von VISA

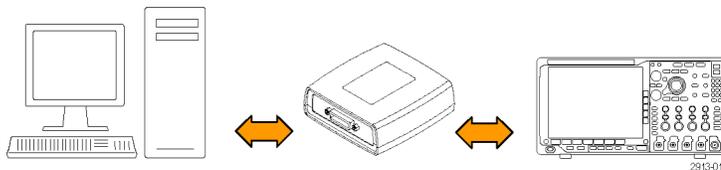
Mit VISA können Sie einen Windows-Computer verwenden, um Oszilloskop-Daten zur Verwendung in einem auf dem PC ausgeführten Analysepaket zu erfassen. Dabei kann es sich um Microsoft Excel, National Instruments LabVIEW, die Tektronix OpenChoice Desktop-Software oder ein selbst erstelltes Programm handeln. 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:

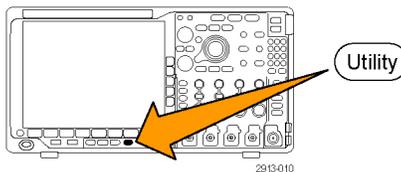
1. Laden Sie die VISA-Treiber auf den Computer. Laden Sie außerdem Ihre Anwendung, z. B. OpenChoice Desktop. Sie finden die Treiber und die OpenChoice Desktop-Software auf der zugehörigen CD, die mit dem Oszilloskop mitgeliefert wird, oder auf der Tektronix-Website für Software.
2. Schließen Sie das Oszilloskop mit einem geeigneten USB- oder Ethernet-Kabel an den Computer an.



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. Schalten Sie das Oszilloskop ein.



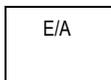
- 3. Drücken Sie **Utility**.



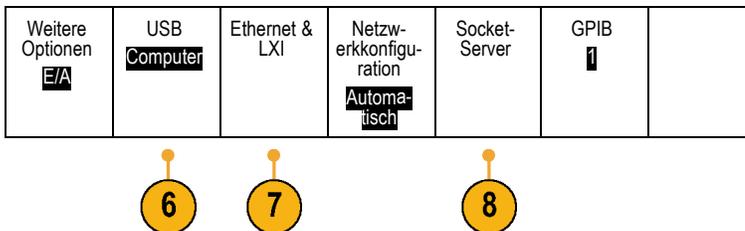
- 4. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



- 5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **E/A** aus.



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

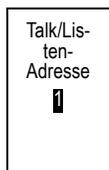


Stellen Sie sicher, dass im unteren Rahmenmenü die Option **USB** aktiviert ist. Drücken Sie andernfalls **USB**. Drücken Sie dann auf dem seitlichen Rahmenmenü auf **Mit Computer verbinden**.

- 7. Zur Verwendung von Ethernet drücken Sie am unteren Rahmen auf **Ethernet & LXI**. Passen Sie Ihre Netzwerkeinstellungen ggf. mithilfe der seitlichen Rahmentasten an. Weitere Informationen finden Sie weiter unten unter den e*Scope-Setupinformationen.

8. Wenn Sie die Parameter des Socket-Server ändern möchten, drücken Sie auf **Socket-Server** und geben Sie in dem daraufhin seitlichen Rahmenmenü neue Werte ein.

9. Wenn Sie GPIB verwenden, drücken Sie **GPIB**. Geben Sie mit Hilfe des Mehrfunktions-Drehknopfs **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.

- Führen Sie die Anwendungssoftware auf dem Computer aus.

Schnelltipps

- Mit dem Oszilloskop wird eine CD mitgeliefert, die eine Reihe Windows-basierter Softwaretools enthält, mit denen eine effiziente Schnittstelle zwischen dem Oszilloskop und Ihrem Computer hergestellt werden soll. Diese enthalten Symbolleisten, mit denen Microsoft Excel und Word schneller aufgerufen werden können. Zudem stehen zwei unabhängige Erfassungsprogramme – NI LabVIEW SignalExpress™, Tektronix Edition und Tektronix OpenChoice Desktop – zur Verfügung.
- Der USB 2.0-Geräteport an der Rückseite ist für USB-Verbindungen mit Computern vorgesehen. Die USB 2.0-Hostanschlüsse an der Vorder- und Rückseite dienen zum Anschließen von USB-Flash-Laufwerken und Druckern an das Oszilloskop. Verwenden Sie zum Anschließen des Oszilloskops an einen Computer oder einen PictBridge-Drucker den USB-Geräteport.

USB-Hostanschluss



USB-Geräteanschluss

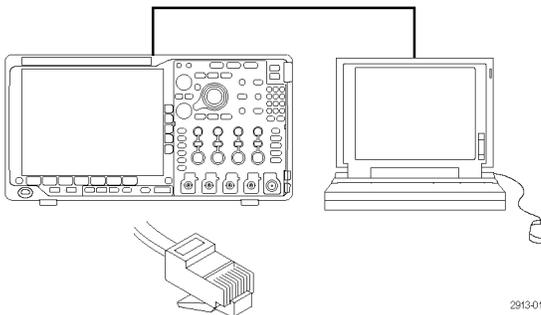


Nutzung von der LXI-Webseite und von e*Scope

Mit e*Scope können Sie über einen Webbrowser auf Ihrem Computer auf jedes an das Internet angeschlossene Oszilloskop der Serie MDO4000 zugreifen.

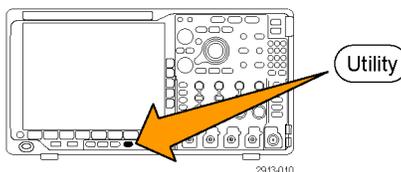
So richten Sie die e*Scope-Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem Webbrowser auf einem Remotecomputer ein:

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



2913-016

- Drücken Sie **Utility**.



2913-010

3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere
Optionen



4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **E/A** aus.

E/A

5. Drücken Sie **Ethernet & LXI**.

Weitere Optionen E/A	USB Computer	Ethernet & LXI	Netz- erkkonfigu- ration Automa- tisch	Socket- Server	GPIB 1	
----------------------------	-----------------	-------------------	--	-------------------	-----------	--



6. Über das obere Element im seitlichen Menü können Sie den Status des LAN bestimmen. Bei fehlerfreiem Status wird ein grüner Indikator angezeigt, bei einem Fehler ist der Indikator rot.

Ethernet &
LXI LAN
Status



7. Drücken Sie auf **LAN-Einst**, um die auf Ihrem Oszilloskop eingestellten Netzwerkparameter anzuzeigen

LAN-Einst



8. Drücken Sie auf **LAN zurücksetzen**, um die LAN-Grundeinstellungen auf Ihrem Oszilloskop wiederherzustellen.

LAN
zurückset-
zen



9. Drücken Sie auf **Verbindung testen**, um zu überprüfen, ob Ihr Oszilloskop ein angeschlossenes Netzwerk findet.

Verbind-
ung testen



10. Drücken Sie **Weiter**, um die nächste Seite von Elementen im Seitenmenü anzuzeigen.

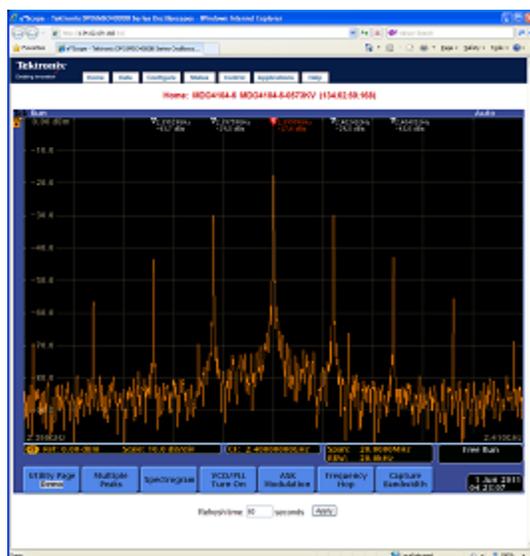
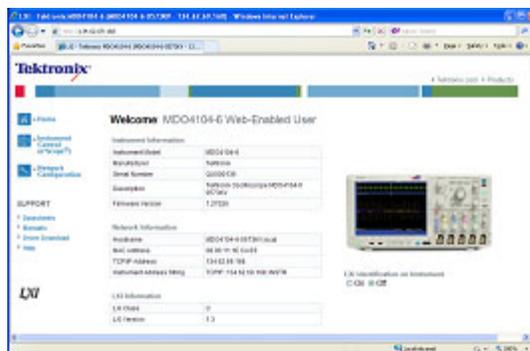
Weiter 1
von 2

- 11. Drücken Sie **Namen ändern**, um den Namen des Oszilloskops, die Netzwerkdomäne oder den Dienstnamen zu ändern.
- 12. Drücken Sie **Ethernet- & LXI-Passwort ändern**, um den Namen des Passworts zu ändern.
- 13. Drücken Sie **e*Scope-Passwort ändern**, um das LXI-Passwort auch zum Schutz Ihres Oszilloskops bei Änderungen an LAN-Einstellungen über einen Webbrowser zu verwenden.

Ethernet & LXI	
Namen ändern	
Ethernet & LXI Passwort ändern	
e*Scope-Passwort ändern Aktiviert	
Weiter 2 von 2	

- 14. Starten Sie den Browser auf dem Remotecomputer. Geben Sie in der Adresszeile des Browsers den Hostnamen, einen Punkt und dann direkt den Domännennamen ein. Alternativ dazu können Sie auch einfach die IP-Adresse des Geräts eingeben. Danach sollte Ihnen in Ihrem Webbrowser auf dem Bildschirm die LXI-Willkommenseite angezeigt werden.
- 15. Klicken Sie auf „Netzwerkkonfigur.“, um die Netzwerk-Konfigurationseinstellungen anzuzeigen und zu bearbeiten. Der Standardbenutzername ist „lxuser“. Diese Information benötigen Sie, wenn Sie ein Passwort verwenden und die Einstellungen ändern.

16. Für den Zugriff auf e*Scope klicken Sie auf den Link für die Gerätesteuerung (e*Scope) auf der linken Seite der LXI-Willkommenseite. Danach sollte eine neue Registerkarte (oder ein Fenster) in Ihrem Browser geöffnet und e*Scope ausgeführt werden.

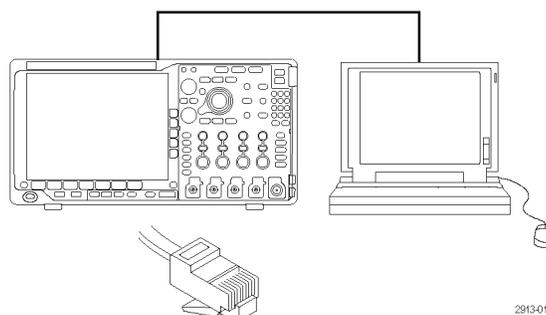


Verwendung eines Socket-Servers

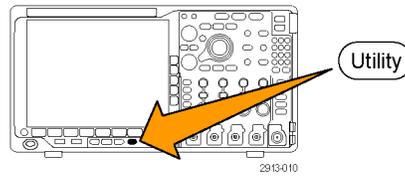
Ein Socket-Server bietet die bidirektionale Kommunikation über ein Computernetzwerk, das auf Internet Protocol basiert. Die Socket-Server-Funktion des Oszilloskops ermöglicht die Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem Remote-Terminal-Gerät oder einem Computer.

Gehen Sie folgendermaßen vor, um einen Socket-Server zwischen Ihrem Oszilloskop und einem Remote-Terminal oder Computer einzurichten und zu nutzen:

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



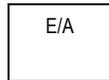
2. Drücken Sie **Utility**.



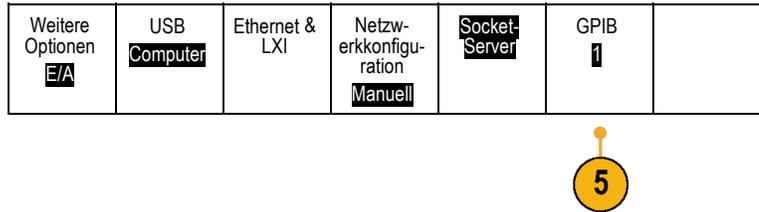
3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



4. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **E/A** aus.



5. Drücken Sie **Socket-Server**.



6. Drücken Sie im daraufhin angezeigten seitlichen Socket-Server-Menü auf den oberen Eintrag, um **Aktiviert** zu markieren.

Socket-Server
Aktiviert Deaktiviert

7. Wählen Sie, ob das Protokoll **Kein** oder **Terminal** sein soll.
Eine Kommunikationssitzung, die von einer Person an einer Tastatur ausgeführt wird, verwendet normalerweise ein Terminal-Protokoll. Eine automatisierte Sitzung kann ihre eigene Kommunikation ohne ein solches Protokoll vom Oszilloskop handhaben.

Protokoll
Keine Terminal

8. Ändern Sie bei Bedarf die Anschlussnummer durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfes **a**.

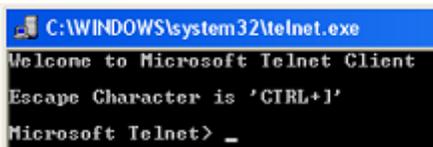
Aktueller Anschluss
4000

Anschluss auswählen
(a) 4000

9. Drücken Sie bei Bedarf **OK**, um die neue Anschlussnummer einzustellen.

OK
Anschluss einstellen

10. Nachdem Sie die Parameter des Socket-Servers eingestellt haben, ist der Computer bereit, mit dem Oszilloskop zu kommunizieren. Wenn Sie mit einem MS Windows-PC arbeiten, können Sie den Standard-Client Telnet ausführen, der über eine Befehlschnittstelle verfügt. Eine Möglichkeit ist, „Te1net“ in das Fenster „Ausführen“ einzugeben. Auf dem PC wird ein Telnet-Fenster geöffnet.



HINWEIS. Bei MS Windows 7 müssen Sie Telnet zunächst aktivieren, damit es funktioniert.

11. Starten Sie eine Terminalsitzung zwischen Ihrem Computer und Ihrem Oszilloskop, indem Sie den Befehl „Open“ mit der LAN-Adresse und der Anschlussnummer des Oszilloskops eingeben.

Die LAN-Adresse erhalten Sie, indem Sie das untere Menüelement **Ethernet & LXI** und das daraufhin seitlich angezeigte Menüelement **LAN-Einst** drücken, um den Bildschirm „Ethernet- und LXI-Einstellungen“ anzuzeigen. Sie erhalten die Anschlussnummer, indem Sie das untere Menüelement **Socket-Server** drücken und das seitliche Menüelement **Aktueller Anschluss** anzeigen.

Wenn die IP-Adresse des Oszilloskops beispielsweise 123 . 45 . 67 . 89 ist und die Anschlussnummer hat den Standardwert 4000, können Sie eine Sitzung öffnen, indem Sie im MS Windows Telnet-Bildschirm eingeben: o 123.45.67.89 4000.

Das Oszilloskop sendet einen Hilfe-Bildschirm an den Computer, wenn die Verbindung abgeschlossen ist.

12. Sie können jetzt eine Standardabfrage eingeben, z. B. *idn?.

Das Telnet-Sitzungsfenster reagiert durch Anzeige einer Zeichenfolge, die Ihr Gerät beschreibt.

Sie können über dieses Telnet-Sitzungsfenster weitere Abfragen eingeben und weitere Ergebnisse anzeigen. Die Syntax für relevante Befehle, Abfragen und dazugehörige Statuscodes finden Sie im Programmierhandbuch für die Serien MSO4000B, DPO4000B und MDO4000.

HINWEIS. Verwenden Sie nicht die Rücktaste des Computers während einer MS Windows Telnet-Sitzung mit dem Oszilloskop.

```
> *idn?
```

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.

Mit Hilfe der Tastatur können Sie schnell Namen vergeben oder Notizen erstellen. Die Taste **Bezeichnung** im unteren Menü rufen Sie auf, indem Sie die Taste „Kanal“ oder „Bus“ drücken. 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.

So können Sie die Tastaturbelegung auswählen.

1. Drücken Sie **Utility**.

2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere Optionen Konfig	Sprache	Datum & Uhrzeit einstellen	TekSecure Erase (Löschen) Speicher	About (Info)	Module und Optionen verwalten	
-----------------------------------	---------	----------------------------	------------------------------------	--------------	-------------------------------	--

3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie die Option **Konfig** aus.



4. Drücken Sie **Sprache** im unteren Rahmenmenü.

5. Drücken Sie im daraufhin angezeigten Seitenmenü auf **USB-Tastatur**.

6. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a** und wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü die gewünschte Tastaturbelegung aus.

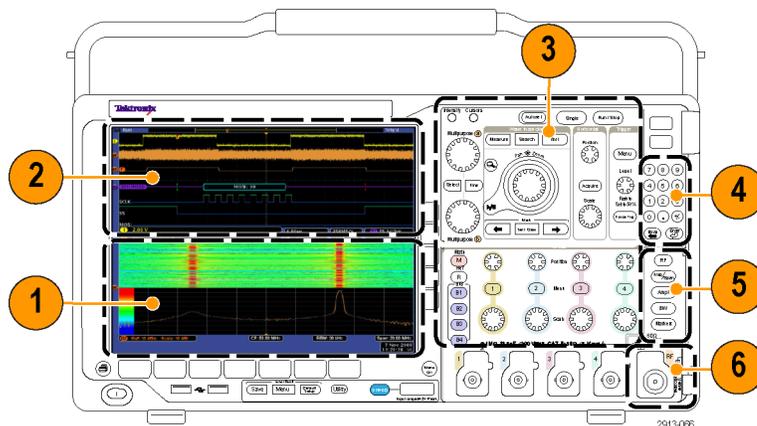
Kennenlernen des Gerätes

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.

Übersicht

1. Frequenzbereichsanzeige
2. Zeitbereichsanzeige
3. Traditionelle Oszilloskop-Steuerelemente auf dem vorderen Bedienfeld
4. 10-stelliges Tastenfeld
5. Dedizierte Steuerelemente für die Spektralanalyse
6. Dedizierter HF-Eingang mit N-Steckverbinder

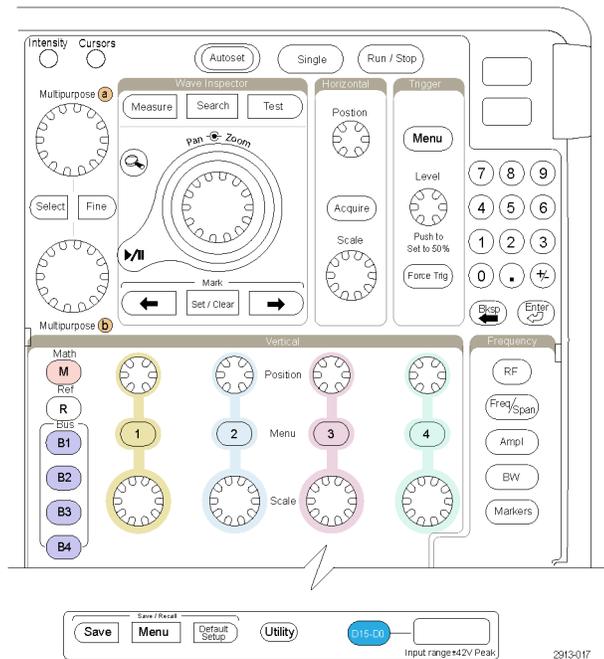


Verwenden des Menüsystems

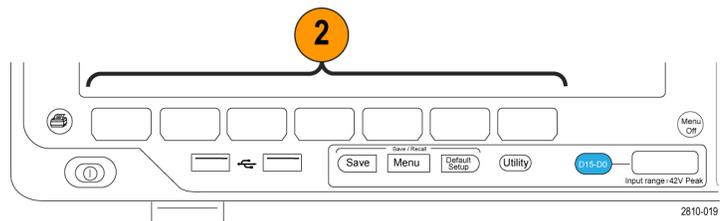
So verwenden Sie das Menüsystem:

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

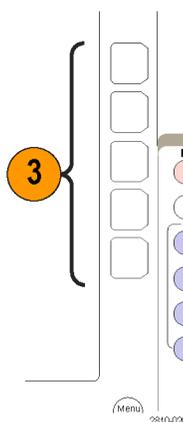
HINWEIS. Die Tasten **B1** bis **B4** unterstützen bis zu vier unterschiedliche serielle oder parallele Busse.



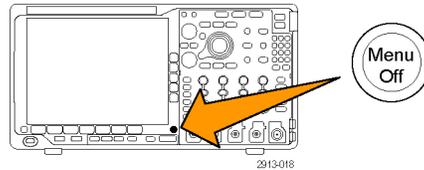
2. Drücken Sie eine der Tasten auf dem unteren Rahmen, um ein Menüelement auszuwählen. Wenn ein Popout-Menü angezeigt wird, wählen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** die gewünschte Option aus. Wenn ein Popup-Menü angezeigt wird, drücken Sie die Taste erneut, um die gewünschte Option auszuwählen.



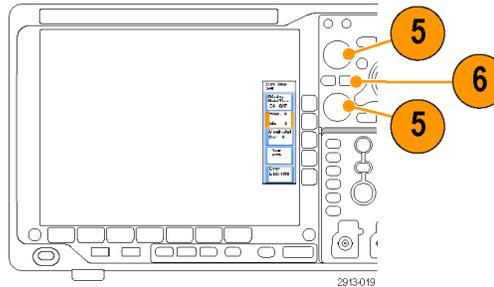
3. Drücken Sie eine Taste am seitlichen Rahmen, um ein entsprechendes Menüelement auszuwählen. Wenn es mehrere Auswahlmöglichkeiten gibt, drücken Sie die Taste am seitlichen Rahmen erneut, um durch die Optionen zu blättern. Wenn ein Popout-Menü angezeigt wird, wählen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf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



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



- Bei einigen Menüoptionen müssen Sie einen numerischen Wert eingeben, um das Einrichten abzuschließen. Mit dem oberen und dem unteren Mehrfunktions-Drehknopf (**a** bzw. **b**) stellen Sie die Werte ein.

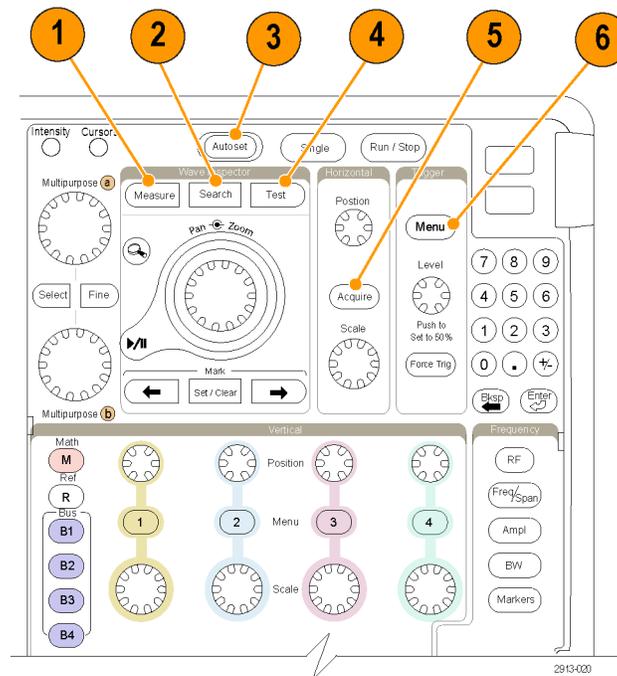


- Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen zu aktivieren oder zu deaktivieren.

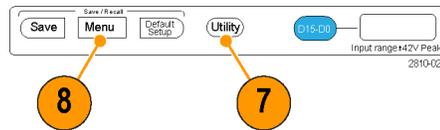
Verwenden der Menütasten

Mit den Menütasten können Sie viele Oszilloskopfunktionen ausführen.

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

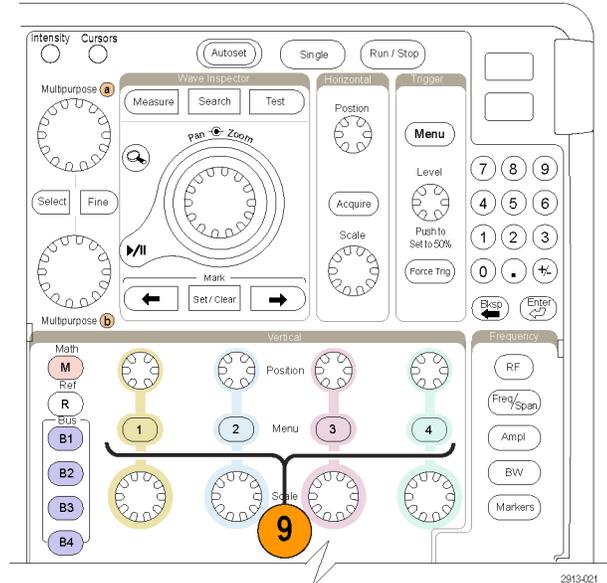


- Utility.** Drücken Sie diese Taste, um Utility-Funktionen des Systems zu aktivieren, z. B. die Sprachauswahl oder die Einstellungen für Datum und Uhrzeit.



- Save / Recall Menu.** Drücken Sie diese Taste, um Setups, Signale und Bildschirmabbildungen in einem internen Speicher, auf einem USB-Flash-Laufwerk oder auf einem eingebundenen Netzlaufwerk zu speichern bzw. von dort abzurufen.

- 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.



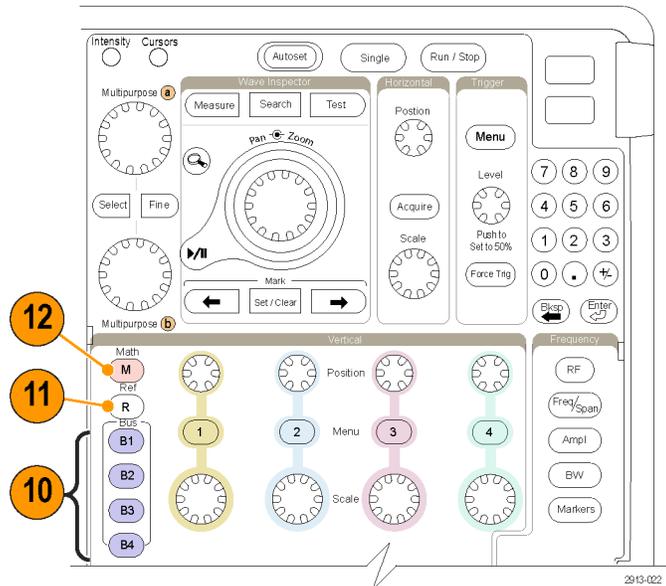
10. B1, B2, B3 oder B4. Drücken Sie eine Taste, um einen Bus zu definieren und anzuzeigen, wenn Sie über die entsprechenden Modulanwendungsschlüssel verfügen.

- DPO4AERO unterstützt MIL-STD-1553-Busse.
- DPO4AUTO unterstützt CAN- und LIN-Busse.
- DPO4AUTOMAX unterstützt CAN-, LIN- und FlexRay-Busse.
- DPO4EMBD unterstützt I²C- und SPI-Busse.
- DPO4ENET unterstützt Ethernet-Busse.
- DPO4USB unterstützt USB 2.0-Busse.
- DPO4COMP unterstützt RS-232, RS-422, RS-485 und UART-Busse.
- DPO4AUDIO unterstützt I²S-, links angeordnete (LJ), rechts angeordnete (RJ) und TDM-Busse.

Drücken Sie außerdem die Taste **B1, B2, B3** oder **B4**, um den entsprechenden Bus auf dem Display anzuzeigen oder von dort zu entfernen.

11. R. Drücken Sie die Taste, um Referenzsignale und -strahlen zu verwalten, einschließlich das Anzeigen oder Ausblenden einzelner Referenzsignale oder -strahlen.

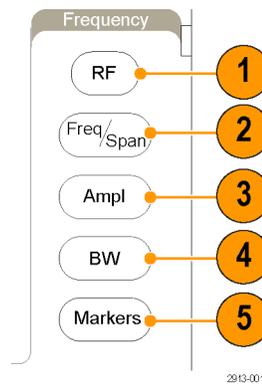
12. M. Drücken Sie die Taste, um Math-Signale oder -Strahlen zu verwalten, einschließlich das Anzeigen oder Ausblenden einzelner Math-Signale oder -Strahlen.



Verwenden von Steuerelementen der Spektralanalyse

Mit diesen Tasten wird die Erfassung und Anzeige des HF-Eingangs konfiguriert.

1. **RF.** Drücken Sie diese Taste, um die Anzeige und das Menü für den Frequenzbereich aufzurufen.
2. **Freq/Span.** Drücken Sie diese Taste, um den Teil des Spektrums anzugeben, der auf der Anzeige angezeigt werden soll. Legen Sie die Mittenfrequenz und die Spanne fest — oder legen Sie die Start- und die Stoppfrequenz fest.
3. **Ampl.** Drücken Sie diese Taste, um den Referenzpegel festzulegen.
4. **Bndb.** Drücken Sie diese Taste, um die Auflösungsbandbreite festzulegen.
5. **Markierungen.** Drücken Sie diese Taste, um automatische oder manuelle Markierungen festzulegen.



Verwendung weiterer Bedienelemente

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

1. Intensität des Signals.

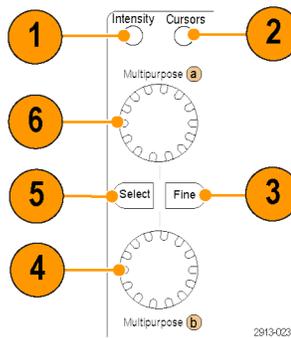
Drücken Sie die Taste, um den Mehrfunktions-Drehknopf **a** zum Steuern der Signalanzeige-Intensität und Drehknopf **b** zum Steuern der Rasterintensität zu aktivieren.

2. Cursor. Drücken Sie ein Mal, um die Cursor zu aktivieren. Wenn die Cursor aktiviert sind, können Sie ihre Position mit den Mehrfunktions-Drehknöpfen steuern. Drücken Sie erneut, um sie zu deaktivieren.

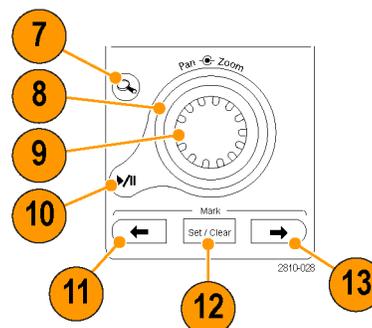
Halten sie die Taste gedrückt, um das Cursormenü anzuzeigen und die Cursor zu konfigurieren. Drücken Sie **Menu Off**, wenn Sie fertig sind, damit die Steuerung der Cursor wieder über die Mehrfunktions-Drehknöpfe erfolgt.

3. 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.

4. 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.

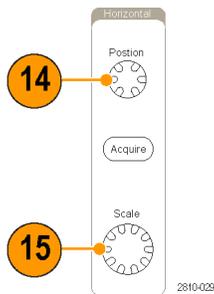


5. **Wählen.** Drücken Sie die Taste, um spezielle Funktionen zu aktivieren.
Bei Verwendung der beiden vertikalen Cursor (und ohne sichtbare horizontale Cursor) können Sie diese Taste drücken, um die Cursor zu koppeln oder zu entkoppeln. Wenn sowohl die beiden vertikalen als auch die beiden horizontalen Cursor sichtbar sind, können Sie diese Taste drücken, um entweder die vertikalen oder die horizontalen Cursor zu aktivieren.
Sie können auch die Taste **Wählen** für die Dateisystemoperationen verwenden.
6. Drehen Sie den oberen Mehrfunktions-Drehknopf **a**, wenn dieser aktiviert ist, um einen Cursor zu verschieben, einen numerischen Parameterwert für ein Menüelement festzulegen oder um aus einer Popup-Liste von Optionen eine Auswahl zu treffen. Drücken Sie die Taste **Fein**, um zwischen gröberen und feineren Anpassungen umzuschalten.
Über Bildschirmsymbole werden Sie informiert, ob **a** oder **b** aktiv ist.
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.

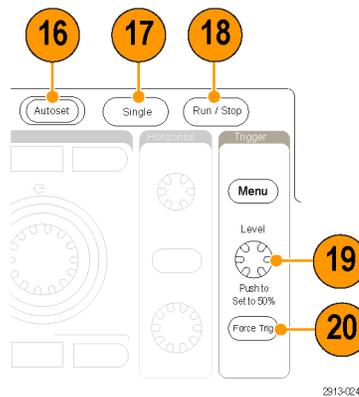


- 11. ← **Rückwärts**. Drücken Sie die Taste, um zur vorherigen Signalmarkierung zu springen.
- 12. **Markierung setzen/löschen**. Drücken Sie die Taste, um eine Signalmarkierung festzulegen oder zu löschen.
- 13. → **Vorwärts**. Drücken Sie die Taste, um zur nächsten Signalmarkierung zu springen.

- 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.

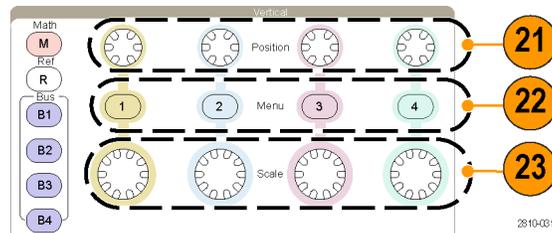


- 16. **Start/Stop**. Drücken Sie die Taste, um Erfassungsvorgänge zu starten oder zu stoppen.
- 17. **Einzel**. Drücken Sie die Taste, um eine Einzelerfassung vorzunehmen.
- 18. **Auto-Setup**. Drücken Sie die Taste, um die Bedienelemente für die Vertikale, die Horizontale und für Trigger automatisch für eine benutzerfreundliche, stabile Anzeige einzurichten.

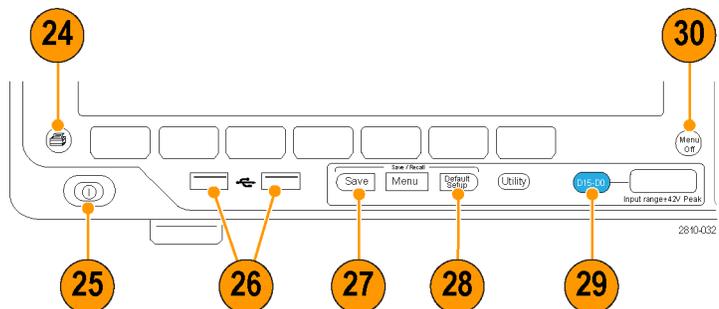


- 19. **Trigger Pegel**. Drehen Sie den Knopf, um den Triggerpegel einzustellen. Drücken Sie die Taste, um den Triggerpegel auf den Mittelpunkt des Signals einzustellen.
- 20. **Trigger erzwingen**. Drücken Sie die Taste, um ein unmittelbares Triggerereignis zu erzwingen.

- 21. Vertikale Position.** Drehen Sie den Knopf, um die vertikale Position des betreffenden Signals anzupassen. Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen vorzunehmen.
- 22. 1, 2, 3, 4.** Drücken Sie die Tasten, um das betreffende Signal anzuzeigen bzw. auszublenden und auf das vertikale Menü zuzugreifen.
- 23. Vertikalskala.** Drehen Sie den Knopf, um den Faktor der vertikalen Skalierung (Volt/Skalenteil) des betreffenden Signals anzupassen.
- 24. Drucken.** Drücken Sie die Taste, um die Bildschirmdarstellung mithilfe des im Menü „Utility“ ausgewählten Druckers zu drucken.
- 25. Hauptschalter.** Drücken Sie den Schalter, um das Gerät ein- oder auszuschalten.



- 26. USB 2.0-Hostanschlüsse.** 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.
- 27. Save.** Drücken Sie die Taste, um sofort einen Speichervorgang auszulösen. Für den Speichervorgang werden die aktuellen, im Menü „Save/Recall“ eingestellten Speicherparameter verwendet.
- 28. Default Setup.** Drücken Sie die Taste, um die Grundeinstellungen des Oszilloskops sofort wiederherzustellen.
- 29. 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.



30. **Menu Off.** Drücken sie die Taste, um ein auf dem Bildschirm angezeigtes Menü auszublenden.

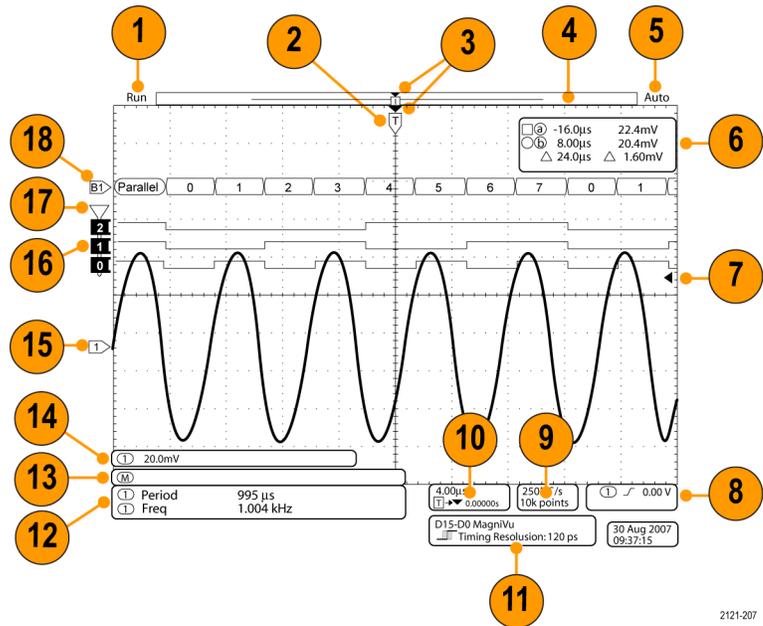
Symbole und andere Elemente der Zeitbereichsanzeige

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.

1. Die Erfassungs-Messwertanzeige wird eingeblendet, wenn eine Erfassung ausgeführt oder angehalten wird, oder wenn eine Erfassungs-Voransicht angezeigt wird. Die Symbole bedeuten Folgendes:

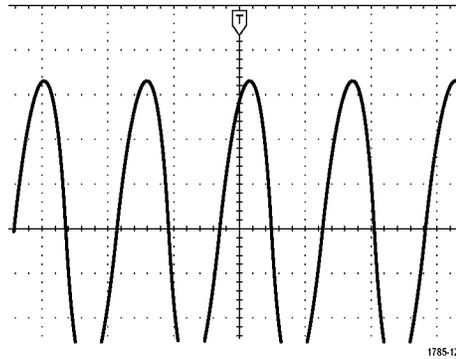
Es wird Folgendes angezeigt:

- 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.
- A/B: Im Mittelwerterfassungsmodus zeigt B die Gesamtzahl der zur Mittelwertbildung verwendeten Erfassungen (wird im seitlichen Menü des Erfassungsmodus festgelegt). A zeigt den aktuellen Fortschritt hinsichtlich der Erreichung dieser Gesamtzahl.



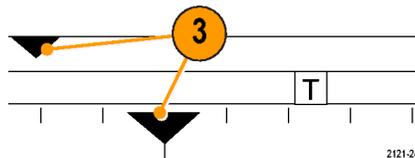
2121-207

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.

Um den Dehnungspunkt mit dem Triggerpunkt gleichzusetzen, drücken Sie **Erfassen**, und stellen Sie für die Option **Verzögerung** im unteren Rahmenmenü **Aus** ein.



4. Die Signaldatensatzanzeige zeigt die Triggerstelle im Verhältnis zum Signaldatensatz an. Die Linienfarbe entspricht der ausgewählten Signalfarbe. Die Klammern geben den Teil der Aufzeichnung an, der derzeit auf dem Bildschirm angezeigt wird.



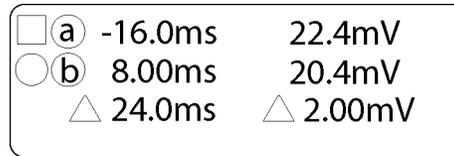
5. Die Triggerstatusanzeige gibt den Triggerstatus an. Folgende Status sind möglich:
- Votrig: Vortriggerdaten werden erfasst
 - Trig?: Wartet auf Trigger
 - Getrig: Getriggert
 - Auto: Ungetriggerte Daten werden erfasst

6. Die Cursor-Anzeige gibt die Zeit-, Amplituden- und Delta-Werte (Δ) jedes Cursors an.

Bei FFT-Messungen werden Frequenz und Betrag angegeben.

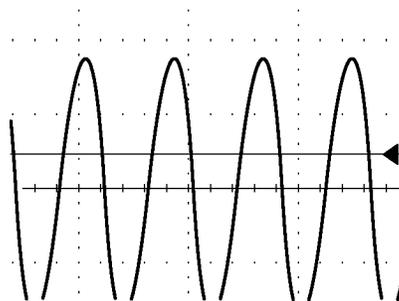
Die Anzeige zeigt für serielle Busse die decodierten Werte an.

(Siehe Seite 145, *Manuelle Messungen mit Cursors vornehmen.*)



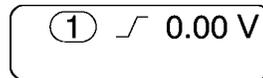
1785-134

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



1785-143

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



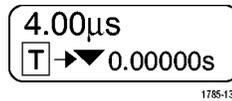
1785-135

9. Die obere Zeile der Anzeige für Aufzeichnungslänge/Abtastrate gibt die Abtastrate an. Sie können sie mit dem Drehknopf **Horizontalskala** einstellen. Die untere Zeile gibt die Aufzeichnungsdauer an. Sie kann eingestellt werden, indem **Erfassung** und im daraufhin angezeigten unteren Rahmenmenü **Aufzeichn.-länge** gedrückt wird.



1785-137

10. Die Anzeige für die horizontale Position/Skala gibt auf der oberen Zeile die Horizontalskala (einstellbar mit dem Drehknopf **Horizontalskala**) an.

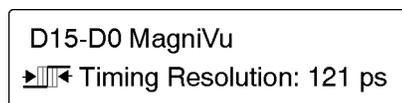


Bei aktiviertem **Delay-Modus** zeigt die untere Zeile die Zeit vom T-Symbol bis zum Dehnungspunktsymbol (einstellbar mit dem Drehknopf **Horizontale Position**) an.

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.

Bei deaktiviertem **Delay-Modus** zeigt die untere Zeile die Zeitposition des Triggers innerhalb der Erfassung als Prozentwert an.

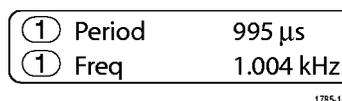
11. Die Anzeige für die Timingauflösung zeigt die Timingauflösung der digitalen Kanäle an.



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 Messungen an. Es können bis zu acht Messungen 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.

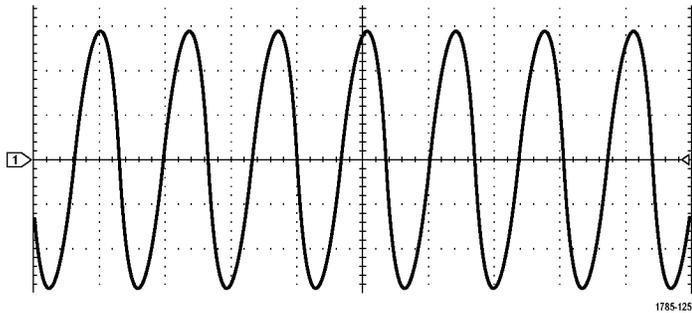
13. Die zusätzlichen Signal-Messwertanzeigen geben die vertikalen und horizontalen Skalenfaktoren der mathematischen Signale bzw. der Referenzsignale an.



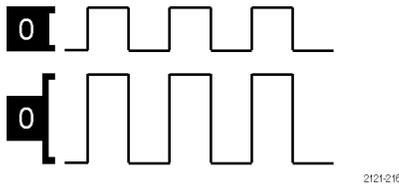
14. Die Kanalanzeige gibt den Skalenfaktor (pro Skalenteil), die Kopplung, den Invertierungs- und den Bandbreitenstatus des Kanals an. Sie kann mit dem Drehknopf **Vertikale Skala** und in den Kanalmenüs **1, 2, 3** oder **4** eingestellt werden.



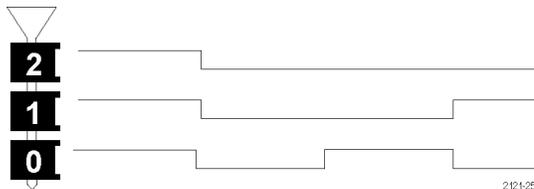
15. Bei analogen Kanälen zeigt die Markierung für die Grundlinie des Signals den Null-Volt-Pegel von Signalen an, vorausgesetzt, dass Sie keinen Offset verwendet haben. Die Farben des Symbols entsprechen den Farben des Signals.



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



17. Das Gruppensymbol gibt an, wann digitale Kanäle in Gruppen zusammengefasst sind.

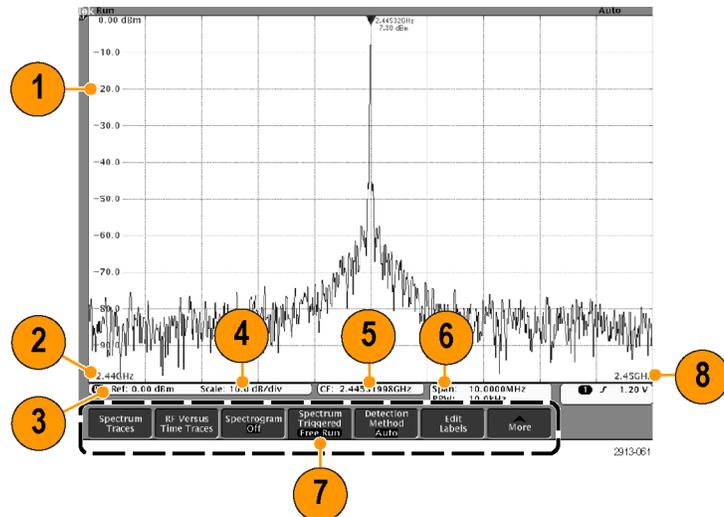


18. Die Busanzeige zeigt dekodierte Informationen auf Paketebene für serielle Busse oder für parallele Busse an. Die Busanzeige zeigt auch die Busnummer und den Bustyp an.

Symbole und andere Elemente der Frequenzbereichsanzeige

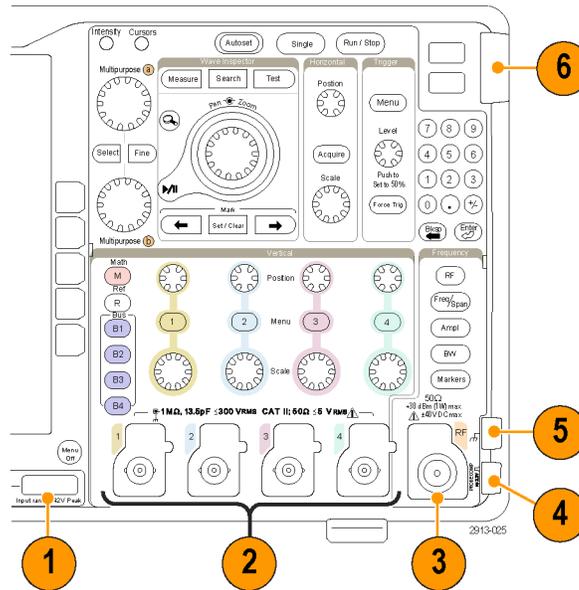
Zum Aktivieren der Frequenzbereichsanzeige drücken Sie auf dem vorderen Bedienfeld auf die HF-Taste.

1. Bezeichnungen des vertikalen Rasters
2. Startfrequenz
3. Referenzpegel
4. Vertikale Skala
5. Mittenfrequenz
6. Spanne und Auflösung
7. HF-Menü
8. Stoppfrequenz



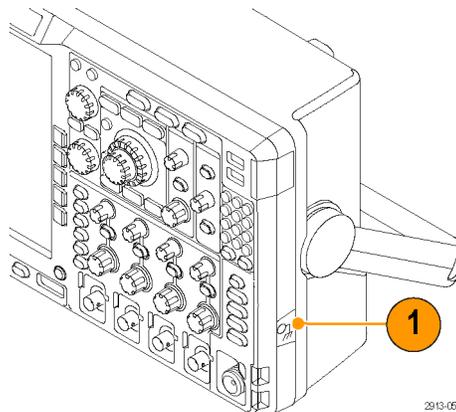
Frontplatten-Anschlüsse

1. Logikastkopf-Stecker
2. Kanal 1, 2, 3, 4. Kanäleingänge mit TekVPI Versatile Probe Interface
3. HF-Eingangssteckverbinder.
4. **PROBE COMP** (TASTKOPFABGLEICH). Rechtecksignalquelle zur Tastkopfkompensation oder -kalibrierung. 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.



Anschluss an der Seite

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



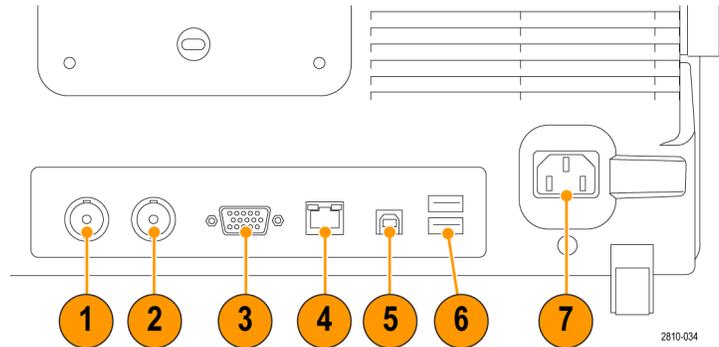
Anschlüsse an der Rückseite

1. **Zusätzlicher Ausgang.** Verwenden Sie diesen Ausgang zum Erzeugen eines Signals auf einem Haupt-Trigger-Impuls, als 10 MHz-Referenzsignal, oder zum Ausgeben eines Signals, wenn andere Ereignisse wie z. B. Maskentests oder Grenzwertprüfungen auftreten.

Um dafür andere Testausrüstung mit Ihrem Oszilloskop zu synchronisieren, drücken Sie auf die Taste **Utility**, dann auf die Taste **Weitere Optionen** auf dem unteren Rahmen und wählen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** **External Signals** (Externe Signale). Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **AUX OUT** (AUX-AUSGANG) und im daraufhin angezeigten Seitenmenü auf **Haupttrigger**.

Ein Übergang von NIEDRIG zu HOCH zeigt an, dass der Trigger aufgetreten ist. Der Logikpegel für V aus (HI) beträgt $\geq 2,5$ V bei offenem Schaltkreis; $\geq 1,0$ V bei einer Last von 50Ω zur Erdung. Der Logikpegel für V aus (LO) beträgt $\leq 0,7$ V bei einer Last von ≤ 4 mA; $\leq 0,25$ V bei einer Last von 50Ω zur Erdung.

2. **EXT REF IN.** Sie können einen externen Takt mit diesem Anschluss verbinden. Um diesen Anschluss zu aktivieren, drücken Sie auf dem vorderen Bedienfeld die Taste **Utility**, dann die Taste **Weitere Optionen** auf dem unteren Rahmen und wählen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** **External Signals** (Externe Signale) aus. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Referenzquelle** und im daraufhin angezeigten Seitenmenü auf **EXT REF IN**.
3. **XGA-Ausgang.** Verwenden Sie den XGA-Video-Anschluss (DB-15-Steckbuchse) für die Übertragung der Bilddaten des Oszilloskopdisplays an einen externen Monitor oder Projektor.



4. **LAN.** Schließen Sie das Oszilloskop über den LAN Ethernet-Anschluss (RJ-45-Buchse) an ein 10/100 Base-T LAN (Local Area Network) an.
Modelle der Serie MDO4000 sind mit LXI Klasse C Version 1.3 kompatibel.
5. **Geräteport.** Verwenden Sie den USB 2.0-Hochgeschwindigkeits-Geräteport zur Steuerung des Oszilloskops über USBTMC oder GPIB mit einem TEK-USB-488-Adapter. Das USBTMC-Protokoll ermöglicht USB-Geräten die Kommunikation mithilfe von IEEE488-Nachrichten. Dadurch können Sie die GPIB-Programme auf USB-Hardware ausführen. Sie können den USB-Port auch zum Anschluss eines PictBridge-kompatiblen Druckers an das Oszilloskop verwenden.

HINWEIS. Für den Hochgeschwindigkeitsbetrieb muss das Kabel, das die USB 2.0-Geräteschnittstelle und den Host-Computer verbindet, den USB 2.0-Spezifikationen für Hochgeschwindigkeitsbetrieb entsprechen, wenn es an einen Hochgeschwindigkeits-Host-Controller angeschlossen wird.

6. **Host.** Schließen Sie USB-Flash-Laufwerke und Drucker über die USB-2.0-Hochgeschwindigkeits-Hostanschlüsse an (zwei Anschlüsse auf der Rückseite und zwei Anschlüsse auf dem Bedienfeld).
7. **Netzeingang.** Schließen Sie hier ein Netzkabel mit integrierter Sicherheitserdung an. (Siehe Seite 6, *Betriebshinweise*.)

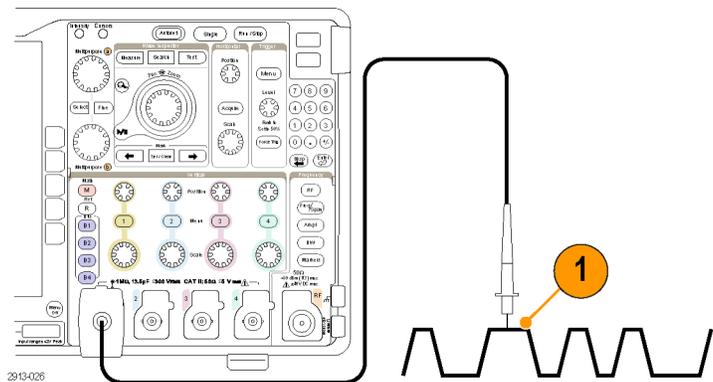
Erfassen von Signalen

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

Einrichten analoger Kanäle

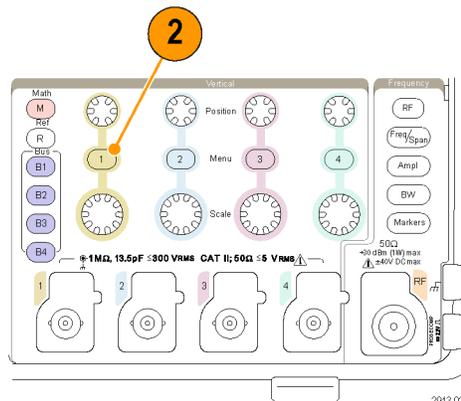
Richten Sie mithilfe der Tasten und Drehknöpfe auf dem Bedienfeld Ihr Gerät so ein, dass die Signale mit analogen Kanälen erfasst werden.

1. Verbinden Sie den TPP0500-/TPP1000- bzw. VPI-Tastkopf mit der Eingangssignalquelle.

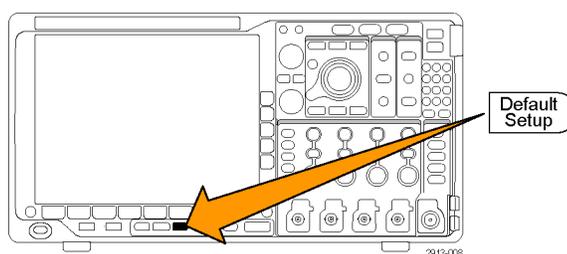


2. Wählen Sie mit Hilfe der Tasten auf der Frontplatte den Eingangskanal aus.

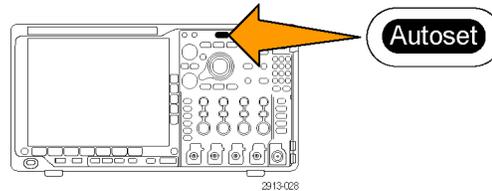
HINWEIS. Wenn Sie einen Tastkopf verwenden, der keine Tastkopfkodierung bereitstellt, stellen Sie den Tastkopf-Dämpfungsfaktor im Menü „Vertikal“ des Oszilloskops ein, damit der Kanal den Tastkopfanforderungen entspricht.



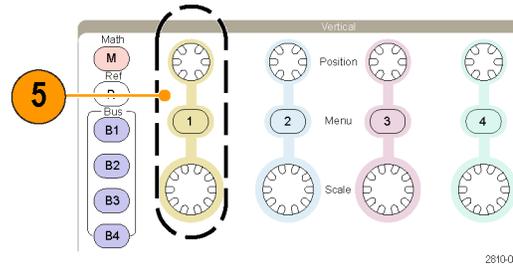
3. Drücken Sie **Default Setup**.



4. Drücken Sie **Auto-Setup**.



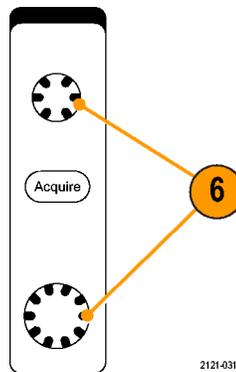
5. Drücken Sie die Taste für den gewünschten Kanal. Passen Sie dann die vertikale Position und Skalierung an.



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.



Schnelltip

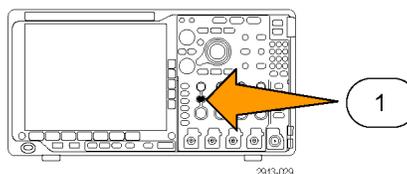
- Mit der Zoom-Funktion können Sie im oberen Teil des Bildschirms mehrere Erfassungszyklen eines Signals und im unteren Teil des Bildschirms einen einzelnen Zyklus anzeigen. (Siehe Seite 161, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge.*)

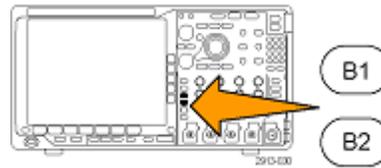
Beschriften von Kanälen und Bussen

Sie können den in der Anzeige dargestellten Kanälen und Bussen eine Beschriftung oder Bezeichnung hinzufügen, damit Sie diese leicht unterscheiden können. Die Bezeichnung wird in der Anzeige für die Signalgrundlinie auf der linken Seite des Bildschirms platziert. Die Bezeichnung 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.





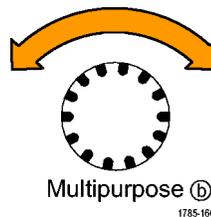
2. Drücken Sie eine Taste auf dem unteren Rahmen, um eine Bezeichnung zu erstellen, z. B. für Kanal 1 oder B1.



3. Drücken Sie zum Anzeigen einer Liste von Bezeichnungen **Bezeichner f. Voreinstell. auswählen.**



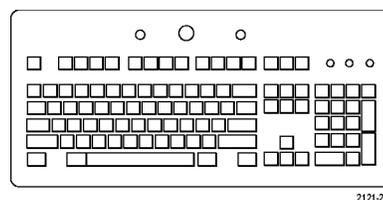
4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um durch die Liste zu blättern und eine geeignete Bezeichnung zu finden. Bei Bedarf können Sie die Bezeichnung nach dem Einfügen bearbeiten.



5. Drücken Sie zum Hinzufügen der Bezeichnung auf **Bezeichng. für Voreinstell. einfügen.**

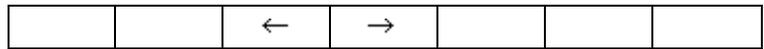


Wenn Sie eine USB-Tastatur verwenden, können Sie mit den Pfeiltasten die Einfügemarke positionieren und die eingefügte Bezeichnung bearbeiten oder eine neue Bezeichnung eingeben. (Siehe Seite 35, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop.*)

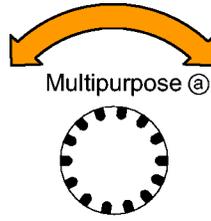


6. Wenn bei Ihnen keine USB-Tastatur angeschlossen ist, drücken Sie die Pfeiltasten auf dem seitlichen oder unteren Rahmen, um die Einfügemarke zu positionieren.





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



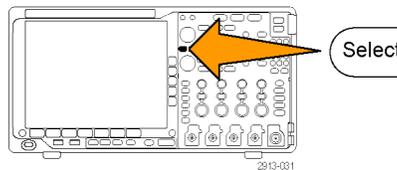
1785-039

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

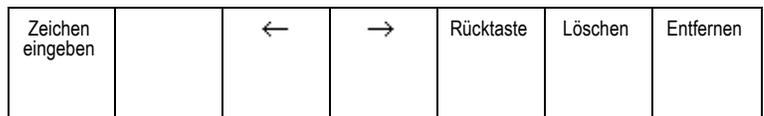
0123456789_+~!@#\$%^&*(){}<>/~"|\:;.,?

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



2913-031

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



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

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

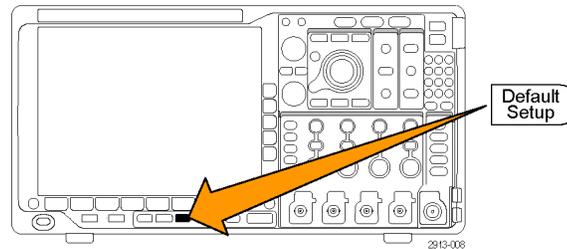
10. Drücken Sie **Notizen anzeigen**, und wählen Sie zum Anzeigen der Bezeichnung **Ein** aus.



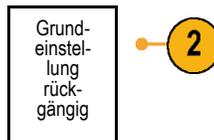
Verwenden von Default Setup

So setzen Sie das Oszilloskop auf die Grundeinstellung zurück:

1. Drücken Sie **Default Setup**.



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

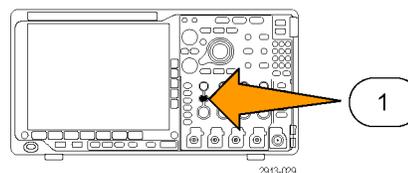


Verwenden von Auto-Setup

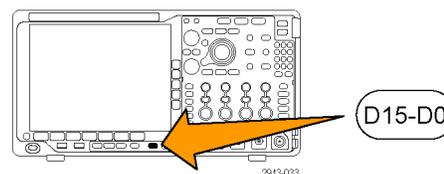
Die Funktion „Autoset“ passt das Gerät (Bedienelemente für Dämpfung und Trigger, vertikale und horizontale Bedienelemente) so an, dass vier oder fünf Signalzyklen für analoge Kanäle mit dem Trigger in der Mitte und zehn Zyklen für digitale Kanäle angezeigt werden.

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

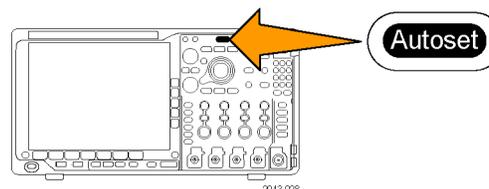
1. Zur automatischen Einstellung eines analogen Kanals schließen Sie den analogen Tastkopf an und wählen Sie anschließend den Eingangskanal aus. (Siehe Seite 55, *Einrichten analoger Kanäle*.)



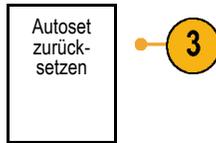
Zur automatischen Einstellung eines digitalen Kanals schließen Sie den Logiktastkopf an und wählen Sie den Eingangskanal aus. (Siehe Seite 79, *Einrichten digitaler Kanäle*.)



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

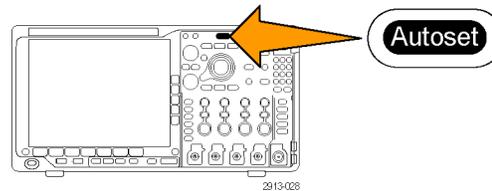


3. Falls dies erforderlich ist, drücken Sie **Autoset zurücksetzen**, um das zuletzt vorgenommene Autoset rückgängig zu machen.

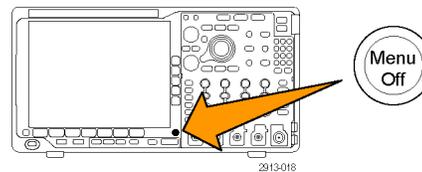


Sie können die Funktion „Auto-Setup“ auch deaktivieren. So deaktivieren bzw. aktivieren Sie die Funktion „Auto-Setup“:

1. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**, und halten Sie sie gedrückt.



2. Drücken Sie die Taste **Menu Off**, und halten Sie sie gedrückt.



3. Lassen Sie die Taste **Menu Off** los, und lassen Sie anschließend die Taste **Auto-Setup** los.

4. Wählen Sie auf dem seitlichen Rahmen die gewünschte Einstellung aus.



Schnelltipps

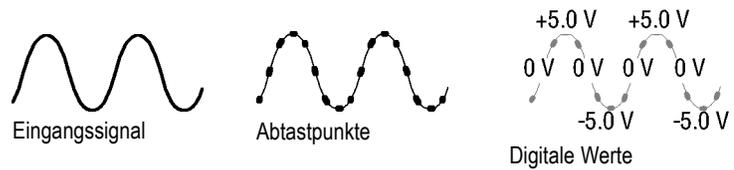
- Auto-Setup verändert gegebenenfalls die vertikale Position, um das Signal richtig zu positionieren. Auto-Setup setzt den vertikalen Offset immer auf 0 V.
- Wenn Sie Auto-Setup verwenden, ohne dass ein Kanal angezeigt wird, schaltet das Gerät auf Kanal eins (1) und skaliert diesen.
- Wenn das Oszilloskop bei Verwendung von Auto-Setup ein Videosignal erkennt, wechselt es automatisch zum Triggertyp „Video“ und nimmt weitere Einstellungen vor, damit ein stabiles Videosignal angezeigt werden kann.

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.

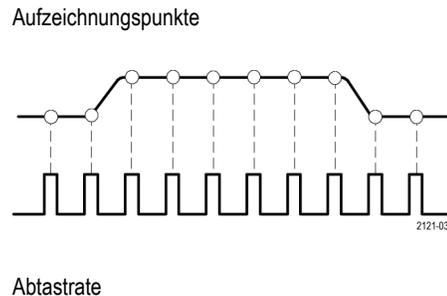
Abtastverfahren

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

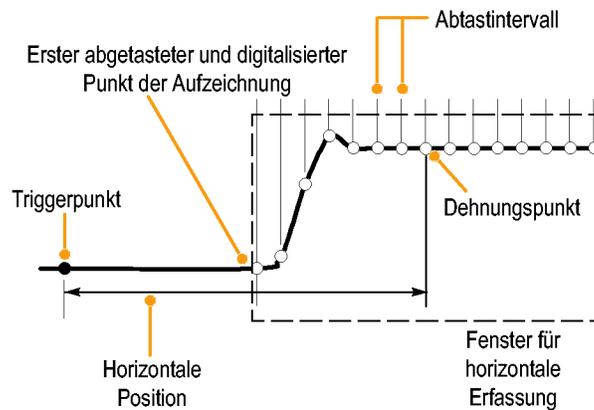
Oszilloskope der Serie MDO4000 verwenden die Abtastung in Echtzeit. Bei der Abtastung in Echtzeit digitalisiert das Gerät alle erfassten Punkte mit Hilfe eines einzelnen Triggerereignisses.



Signalaufzeichnung

Das Gerät erstellt die Signalaufzeichnung mit Hilfe der folgenden Parameter:

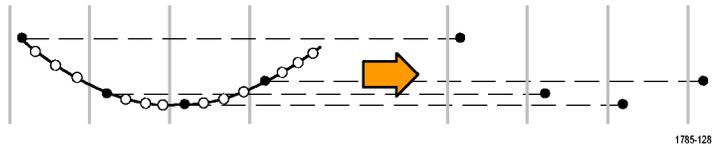
- **Abtastintervall:** Die Zeit zwischen aufgezeichneten Abtastpunkten. Dies kann eingestellt werden, indem der Drehknopf **Horizontalskala** betätigt oder **Erfassung** gedrückt und die Aufzeichnungslänge im Menü **Erfassung** geändert wird.
- **Aufzeichnungslänge:** Die erforderliche Anzahl von Abtastpunkten 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.
- **Horizontale Position:** Bei aktiviertem **Delay-Modus** 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.



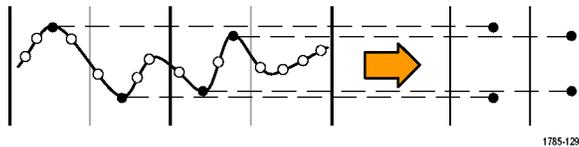
1785-109

So funktioniert der analoge Signalerfassungsmodus

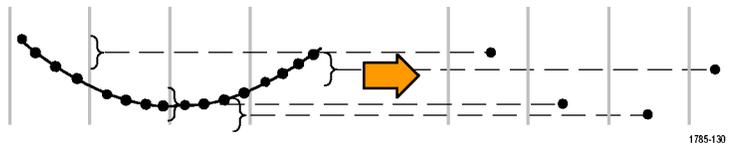
Im Modus **Sample** (Abtastung) wird der erste Abtastpunkt aus jedem Erfassungsintervall zurückbehalten. Dieser Modus ist der Standardmodus.



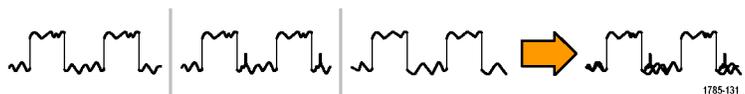
Bei **Spitzenwerterfassung** wird jeweils der höchste und niedrigste Abtastwert aus zwei aufeinanderfolgenden Erfassungsintervallen verwendet. Dieser Modus funktioniert nur bei der nicht interpolierten Abtastung in Echtzeit und ist für das Erfassen von Hochfrequenz-Glitches geeignet.



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.



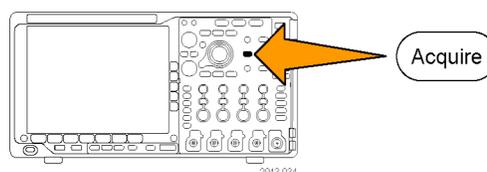
Im Modus **Mittelwert** wird der Mittelwert für jeden Aufzeichnungspunkt über eine benutzerdefinierte Anzahl von Erfassungen berechnet. Die Mittelwertbildung verwendet den Abtastmodus für alle Einzelerfassungen. Verwenden Sie den Mittelwertmodus, um unkorreliertes Rauschen zu verringern.



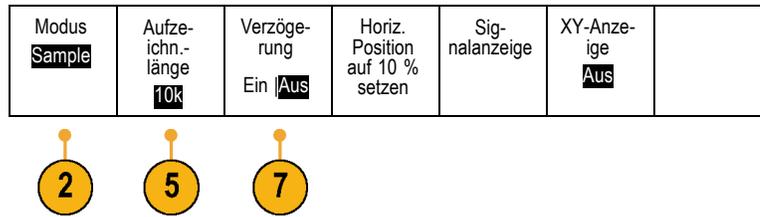
Ändern von Erfassungsmodus, Aufzeichnungslänge und Verzögerungszeit

So ändern Sie den Erfassungsmodus:

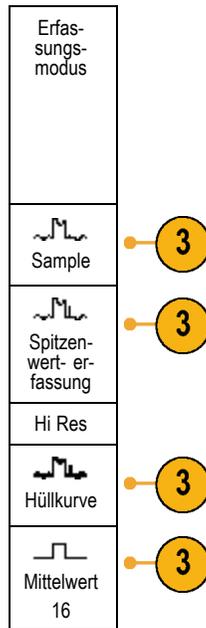
1. Drücken Sie **Erfassen**.



2. Drücken Sie **Modus**.

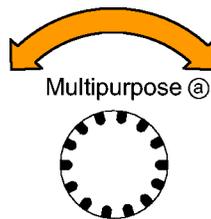


3. Wählen Sie dann aus dem Menü auf dem seitlichen Rahmen den Erfassungsmodus aus. Sie haben folgende Auswahl: Sample (Abtastmodus), Spitzenwerterfassung, Hi Res (hohe Auflösung), Hüllkurve und Mittelwert.



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 Multifunktions-Drehknopfs **a** die Anzahl der Signale fest, über die der Mittelwert gebildet wird.

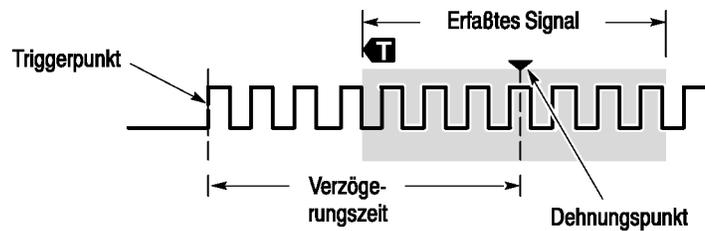


1785-039

5. Drücken Sie **Aufzeichnungslänge**.

6. Blättern Sie durch die verfügbaren Auswahlmöglichkeiten. Wählen Sie zwischen 1000, 10 k, 100 k, 1 M, 10 M und 20 M Punkten.

7. Drücken Sie die Taste **Verzögerung** auf dem unteren Rahmen, um **Ein** auszuwählen, wenn die Erfassung relativ zum Triggerereignis verzögert werden soll.



Wenn **Verzögerung** auf **Ein** gesetzt ist, drehen Sie den Drehknopf **Horizontale Position** in Gegenuhrzeigerrichtung, um die Verzögerung zu erhöhen. Der Triggerpunkt wird nach links und schließlich über das erfasste Signal hinaus bewegt. Anschließend kann der Drehknopf **Horizontalskala** auf eine detailliertere Erfassung um den betreffenden Bereich in der Bildschirmmitte eingestellt werden.

Wenn diese Verzögerung aktiviert ist, trennt sich der Triggerpunkt vom horizontalen Dehnungspunkt. Der horizontale Dehnungspunkt bleibt in der Bildschirmmitte. Der Triggerpunkt kann sich über den Bildschirm hinaus bewegen. Ist dies der Fall, zeigt die Triggermarkierung in die Richtung des Triggerpunkts.

Verwenden Sie die Verzögerungsfunktion, um Signaldetails zu erfassen, die durch ein signifikantes Zeitintervall vom Triggerereignis getrennt sind. Sie können beispielsweise auf einen Sync-Impuls triggern, der alle 10 ms auftritt, und dann die Eigenschaften der Hochgeschwindigkeitssignale betrachten, die 6 ms nach dem Sync-Impuls auftreten.

Wenn die Verzögerungsfunktion auf **Aus** gesetzt ist, ist der Dehnungspunkt mit dem Triggerpunkt verknüpft, sodass Skalierungsänderungen um den Triggerpunkt gruppiert werden.

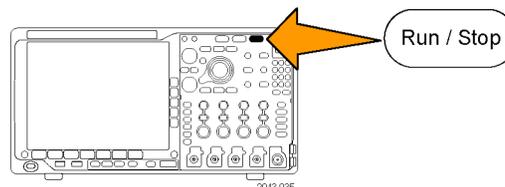
Verwenden des Rollmodus

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.



Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses

Das Oszilloskop kann Signalereignisse oder Bedingungen dekodieren und darauf triggern, die bei folgenden Bussen auftreten:

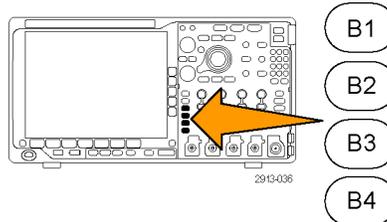
Bustyp	Mit dieser Hardware
Audio (I ² S, links angeordnet (LJ), rechts angeordnet (RJ) und TDM)	DPO4AUDIO-Anwendungsmodul
CAN und LIN	DPO4AUTO oder DPO4AUTOMAX-Anwendungsmodul
Ethernet	DPO4ENET-Anwendungsmodul <i>HINWEIS. Für 100BASE-TX werden Modelle mit ≥ 350 MHz Bandbreite empfohlen.</i>
FlexRay	DPO4AUTOMAX-Anwendungsmodul
I ² C und SPI	DPO4EMBD-Anwendungsmodul
MIL-STD-1553	DPO4AERO-Anwendungsmodul
Parallel	Oszilloskop der Serie MDO4000
RS-232, RS-422, RS-485 und UART	DPO4COMP-Anwendungsmodul
USB 2.0	DPO4USB-Anwendungsmodul <i>HINWEIS. Für Hochgeschwindigkeits-USB sind Modelle mit 1 GHz Bandbreite erforderlich.</i>

(Siehe Seite 16, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul.*)

Verwenden von Bussen in zwei Schritten

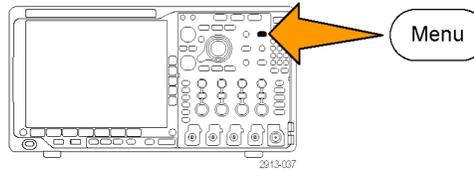
So können Sie die Triggerrung von seriellen Bussen schnell verwenden:

- Drücken Sie **B1**, **B2**, **B3** oder **B4** und geben Sie die Parameter des Busses ein, auf dem getriggert werden soll.
Sie können jeder der Tasten **B1**, **B2**, **B3** und **B4** einen anderen Bus zuweisen.



- Drücken Sie im Trigger-Bereich die Taste **Menu**, und geben Sie die Triggerparameter ein. (Siehe Seite 91, *Auswählen eines Triggertyps*.)

Sie können Businformationen anzeigen, ohne das Bussignal zu triggern.



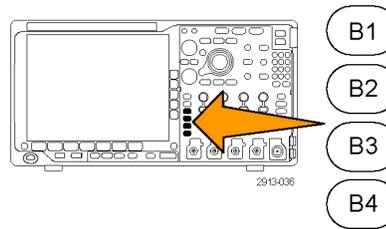
Einrichten der Busparameter

HINWEIS. Für die meisten Busquellen können Sie eine beliebige Kombination der Kanäle 1 bis 4 und D15 bis D0 verwenden. Für einige Busse können Sie auch Ref 1 bis 4 sowie Math als Quellen für die Protokolldekodierung verwenden.

Informationen zu den Bedingungen von seriellen oder parallelen Bussen finden Sie unter „Triggern auf Busse“. (Siehe Seite 95, *Triggern auf Busse*.)

So richten Sie Busparameter ein:

- Drücken Sie **B1**, **B2**, **B3** oder **B4**, um das Busmenü auf dem unteren Rahmen aufzurufen.



- Drücken Sie **Bus**. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um durch die Liste der Bustypen zu blättern und den gewünschten Bus auszuwählen: Parallel, I²C, SPI, RS-232, CAN, LIN, FlexRay, Audio, USB, Ethernet oder MIL-STD-1553.

Welche Menüelemente angezeigt werden, hängt vom Oszilloskopmodell und den installierten Anwendungsmodulen ab.

Bus B1	Eingänge definieren	Schwelle-nw.		B1 Beze-ichng. Parallel	Bu-sanzeige	Ereignista-belle
Parallel						



- Drücken Sie **Eingänge definieren**. Die Optionen hängen vom ausgewählten Bus ab.

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

Wenn Sie **Parallel** auswählen, drücken Sie die seitliche Rahmentaste, um **Getaktet** zu aktivieren bzw. zu deaktivieren.

Drücken Sie die seitliche Rahmentaste, um die **Taktflanke** zum Takten der Daten auszuwählen: ansteigende Flanke, abfallende Flanke oder beide Flanken.

Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die **Anzahl der Datenbits** im parallelen Bus auszuwählen.

Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um das gewünschte, zu definierende Bit auszuwählen.

Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um den gewünschten analogen oder digitalen Kanal als Quelle für das Bit auszuwählen.

Eingänge definieren
Getaktet Ja Nein
Taktflanke / \ / \
Anzahl der Datenbits (a) 16
Bits definieren (a) Bit 15 (b) D15

4. Drücken Sie **Schwellenw.**

Bus B1 Parallel	Eingänge definieren	Schwelle-nw.		B1 Bezeichnung, Parallel	Bu-sanzeige	Ereignista-belle
--------------------	---------------------	--------------	--	--------------------------	-------------	------------------

Sie können den Schwellenwert für alle Kanäle im parallelen oder seriellen Bus anhand einer Liste voreingestellter Werte festlegen. Die voreingestellten Werte variieren je nach Bustyp.



Sie können auch den Schwellenwert für die Signale des parallelen oder seriellen Busses auf einen bestimmten Wert festlegen. Drücken Sie dazu die Taste **Wählen** auf dem seitlichen Rahmen, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um ein Bit oder eine Kanalnummer (Signalname) auszuwählen.



Drehen Sie dann den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um den Spannungspegel zu definieren, der vom Oszilloskop als Grenzwert verwendet wird, oberhalb dessen das Oszilloskop ein Signal als logisch hoch und unterhalb dessen es ein Signal als logisch niedrig behandelt.



HINWEIS. Einige Busse verwenden zwei Schwellenwerte pro Kanal.

5. Optional können sie auch **B1 Bezeichnung** drücken, um die Bezeichnung für den Bus zu bearbeiten. (Siehe Seite 56, *Beschriften von Kanälen und Bussen.*)

Bus B1 Parallel	Eingänge definieren	Schwelle- nw.		B1 Beze- ichng. Parallel	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
--------------------	------------------------	------------------	--	--------------------------------	-----------------	----------------------

5

6

7

6. Drücken Sie **Busanzeige**, und definieren Sie mithilfe des seitlichen Rahmenmenüs, wie der parallele oder serielle Bus angezeigt werden soll.

Verwenden Sie je nach Bus das Menü auf dem seitlichen Rahmen oder die Drehknöpfe, um das Nummernformat einzustellen.

Bus
Bus und Signale
Hex.
Binär
ASCII

7. Drücken Sie **Ereignistabelle**, und wählen Sie **Ein** aus, um eine Liste von Buspaketen mit Zeitinformationen anzuzeigen.

Ereignistabelle

Ein | Aus

Ereignistabelle speichern



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.

In der Ereignistabelle sind je nach Bustyp Bytes, Wörter oder Pakete aufgeführt.

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

Dies ist das Beispiel einer Ereignistabelle von einem RS-232-Bus.

RS-232-Ereignistabellen zeigen eine Zeile für jedes aus 7 oder 8 Bits 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.

Andere Busse zeigen einen Begriff, Rahmen oder ein Paket pro Zeile an, je nach Bustyp.

Tektronix		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		

9. Drücken Sie **B1**, **B2**, **B3** oder **B4** und betätigen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um das Busdisplay auf dem Bildschirm nach oben oder unten zu bewegen.

I²C-Bus

Um Daten von einem I²C-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Wenn Sie **I²C** auswählen, drücken Sie **Eingänge definieren** sowie die entsprechenden Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü.

Sie können den vordefinierten **SCLK-Eingang** oder **SDA-Eingang** dem Kanal zuweisen, an dem das Signal angeschlossen ist.

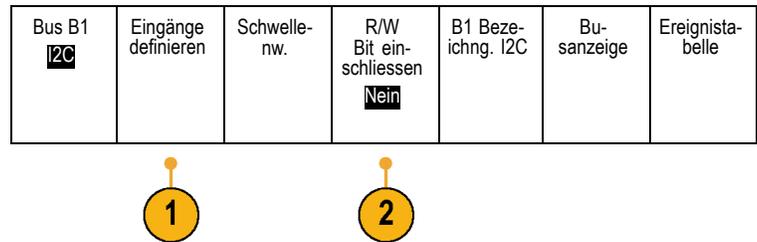
2. Drücken Sie **R/W Bit einschliessen** und dann die gewünschte Taste auf dem seitlichen Rahmen.

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

Wenn Sie **Ja** auswählen, zeigt das Oszilloskop 7-Bit-Adressen als acht Bits an, wobei es sich bei dem achten Bit (LSB = Niedrigstwertiges Bit) um das R/W Bit handelt. Es zeigt 10-Bit-Adressen als elf Bits an, wobei es sich bei dem dritten Bit um das R/W Bit handelt.

Wenn Sie **Nein** auswählen, zeigt das Oszilloskop die 7-Bit-Adressen als sieben Bits und die 10-Bit-Adressen als zehn Bits an.

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.



SPI-Bus

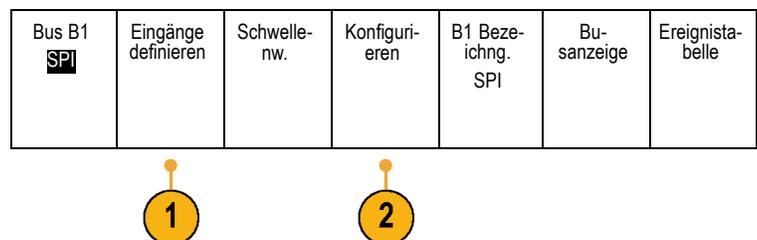
Um Daten von einem SPI-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Nachdem Sie **SPI** ausgewählt haben, drücken Sie **Eingänge definieren** sowie die entsprechenden Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü.

Sie können **Framing** auf SS (Slave Select) oder Leerlaufzeit einstellen.

Sie können die vordefinierten Signale **SCLK**, **SS**, **MOSI** oder **MISO** jedem Kanal zuweisen.

2. Drücken Sie **Konfigurieren** sowie die gewünschten Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü.



- Drücken Sie **SCLK**, um die Signalflanke so einzustellen, dass sie dem zu erfassenden SPI-Bus entspricht.
- Stellen Sie den Pegel der SS-, MOSI- und MISO-Signale so ein, dass sie dem SPI-Bus entsprechen.

„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.

SCLK 	3
SS positiv Logik negativ Logik	4
MOSI positiv Logik negativ Logik	
MISO positiv Logik negativ Logik	
-Weiter- 1 von 2	

- Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die Bitanzahl der SPI-Wortlänge einzustellen.
- Drücken Sie eine der beiden Tasten auf dem seitlichen Rahmen, um die Bitreihenfolge des SPI-Busses einzustellen.

Wortlänge (a) 8 Bits	5
Bitreihenfolge MS zuerst	6
Bitreihenfolge LS zuerst	

RS-232-Bus

Um Daten von einem RS-232-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

- Nachdem Sie **RS-232** ausgewählt haben, drücken Sie **Konfigurieren** sowie die gewünschten Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü.

Konfigurieren Sie den Bus mithilfe des seitlichen Rahmenmenüs. Verwenden Sie die Polarität „Normal“ für RS-232-Signale und „Invertiert“ für RS-422-, RS-485- und UART-Busse.

Bus B1 RS-232	Eingänge definieren	Schwelle- nw.	Konfigurieren 9600-8-N	B1 Bezeichnung, RS-232	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
------------------	---------------------	------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------	----------------------

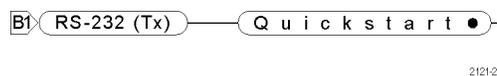
1

2. Drücken Sie **Bit-Rate**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die geeignete Bit-Rate auszuwählen.
3. Drücken Sie **Datenbits**, und wählen Sie die geeignete Bitanzahl für den Bus aus.
4. Drücken Sie **Parität**, und stellen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** für die vom Bus verwendete Polarität „Kein“, „Ungerade“ oder „Gerade“ ein.
5. Drücken Sie **Pakete**, und wählen Sie Ein oder Aus.
6. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um ein Paketendezeichen auszuwählen.

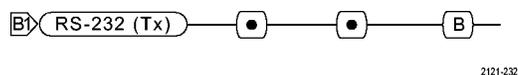
Bit-Rate 9600 Bit/s	2
Datenbits 7 8	3
Parität (a) Kein	4
Pakete Ein Aus	5
Paketende 0A (Zeilen- vorschub)	6

Die RS-232-Dekodierung zeigt einen Bytedatenstrom an. Sie können den Datenstrom mit einem Paketendezeichen in Paketen strukturieren.

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



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



CAN-Bus

Um Daten von einem CAN-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Nachdem Sie **CAN** ausgewählt haben, drücken Sie **Eingänge definieren** sowie die entsprechenden Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü.

Bus B1 CAN	Eingänge definieren	Schwelle- nw.	Bit-Rate 500 KB/S- lek	B1 Beze- ichng. CAN	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
---------------	------------------------	------------------	------------------------------	---------------------------	-----------------	----------------------

1

2. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den an die CAN-Busquelle angeschlossenen Kanal auszuwählen.
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den Typ des CAN-Signals auszuwählen: CAN_H, CAN_L, Rx, Tx oder Differenziell.
4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um für den **Abtastpunkt** 5 bis 95 % der Position innerhalb der Bit-Periode oder des Einheitenintervalls einzustellen.

CAN-Eingang (a) 1	2
Signaltyp CAN_H	3
Abtastpunkt 50%	4

5. Drücken Sie **Bit-Rate**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Liste der vordefinierten Bit-Raten eine geeignete Auswahl zu treffen.

Sie können für die Bit-Rate auch einen bestimmten Wert festlegen. Wählen Sie dazu **Benutzerdef.** aus, und stellen Sie dann mit dem Mehrzweck-Drehknopf **b** eine Bit-Rate zwischen 10.000 und 1.000.000 ein.

Bus B1 CAN	Eingänge definieren	Schwelle-nw.	Bit-Rate 500 KB/S-ek.	B1 Beze-ichng. CAN	Bu-sanzeige	Ereignista-belle
----------------------	---------------------	--------------	---------------------------------	--------------------	-------------	------------------

5

LIN-Bus

Um Daten von einem LIN-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Nachdem Sie **LIN** ausgewählt haben, drücken Sie **Eingänge definieren** sowie die entsprechenden Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü.

Bus B1 LIN	Eingänge definieren	Schwelle-nw.	Konfiguri-eren	B1 Beze-ichng. LIN	Bu-sanzeige	Ereignista-belle
----------------------	---------------------	--------------	----------------	--------------------	-------------	------------------

1

2. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den an die LIN-Busquelle angeschlossenen Kanal auszuwählen.
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um für den **Abtastpunkt** 5 bis 95 % der Position innerhalb der Bit-Periode oder des Einheitenintervalls einzustellen.
4. Wählen Sie die **Polarität** so aus, dass sie dem zu erfassenden LIN-Bus entspricht.

LIN-Eingabe (a) 1	2
Abtastpunkt 50%	3
Polarität Normal (Hoch=1)	4
Polarität invertiert (Hoch=0)	

5. Drücken Sie **Konfigurieren** sowie die entsprechende Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü.

Bus B1 LIN	Eingänge definieren	Schwelle- nw.	Konfiguri- eren	B1 Beze- ichng. LIN	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
----------------------	------------------------	------------------	--------------------	------------------------	-----------------	----------------------

5

6. Drücken Sie **Bit-Rate**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Liste der vordefinierten Bit-Raten eine geeignete Auswahl zu treffen.
 Sie können für die Bit-Rate auch einen bestimmten Wert festlegen. Wählen Sie dazu **Benutzerdef.** aus, und stellen Sie dann mit dem Mehrzweck-Drehknopf **b** eine Bit-Rate zwischen 800 Bit/s und 100.000 Bit/s ein.
7. Drücken Sie **LIN-Standard**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den geeigneten Standard auszuwählen.
8. Drücken Sie **Paritätsbits zu ID zufüg.**, um anzugeben, ob Paritätsbits hinzugefügt werden sollen oder nicht.

Bit-Rate (a) 19,2 k Bit/s	6
LIN-Standard LIN	7
Paritätsbits zu ID zufüg. Ein Aus	8

Audio-Bus

Um Daten von einem Audio-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Nachdem Sie **Audio** ausgewählt haben, drücken Sie **Eingänge definieren** sowie die gewünschten Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü.

Bus B1 Audio	Eingänge definieren	Schwelle- nw.	Konfiguri- eren	B1 Beze- ichng. RS-232	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
-----------------	---------------------	------------------	--------------------	------------------------------	-----------------	----------------------

1

2. Drücken Sie **Typ**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den Typ der Audio-Busdatenkonfiguration, auf die getriggert werden soll, auszuwählen.
 3. Wählen Sie **I2S**, um auf das Standard-Inter-IC-Sound (Integrated Interchip Sound), elektrische serielle Busschnittstellen-Standard-Stereoformat zu triggern.
 4. Wählen Sie **Links angeordnet**, um auf einen I2S-Datenstrom zu triggern, bei dem keine Bit-Taktverzögerung vorliegt und bei dem die Daten direkt an der Flanke des Wortauswahltakts starten.
 5. Wählen Sie **Rechts angeordnet**, um auf einen I2S-Datenstrom zu triggern, bei dem sich die Daten nach der rechten Flanke des Wortauswahltakts ausrichten.
 6. Wählen Sie **TDM**, um auf das Zeitmultiplexen zu triggern.
7. Drücken Sie **Konfigurieren** und die entsprechenden seitlichen Rahmenmenütasten, um mit den Einstellungen für die I2S-Triggerung fortzufahren.

Audio-Bus
I2S
Links angeordnet (LJ)
Rechts angeordnet (RJ)
TDM

USB-Bus

Um Daten von einem USB-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Wenn Sie **USB** ausgewählt haben, drücken Sie **Eingänge definieren**, um die USB-Bus-Geschwindigkeit und den Tastkopftyp einzustellen.

Bus B1 USB	Eingänge definieren Hochgeschwindigkeit	Schwelle- nw.		B1 Bezeichnung. USB	Bu- sanzeige	Ereignistabelle
----------------------	--	------------------	--	-------------------------------	-----------------	-----------------



2. Die Menüs für Schwellenwerte, Bezeichnung, Busanzeige und Ereignistabelle funktionieren ähnlich wie bei den anderen seriellen Bussen.

Ethernet

Um Daten von einem Ethernet-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Nachdem Sie **Ethernet** ausgewählt haben, drücken Sie **Eingänge definieren** sowie die gewünschten Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü

Bus (B1) Ethernet	Eingänge definieren 100B-ASE-TX	Schwellenw. 	IPv4 Ja Nein	(B1) Bezeichng. Ethernet	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
	1		3			

2. Die Menüs für Schwellenwerte, Busanzeige und Ereignistabelle funktionieren ähnlich wie bei den anderen seriellen Bussen.
3. Drücken Sie **IPv4**, um die Dekodierung und Triggerung auf Internetprotokoll Version 4-Signale auszuwählen.

MIL-STD-1553

Um Daten von einem MIL-STD-1553-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

Bus B1 MIL-1553	Eingänge definieren	Schwellenw. 800 mV 0,00 V	RT 12,0 μ s 4,00 μ s	B1 Bezeichng. 1553	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
	1	2	3	2	2	2

1. Drücken Sie **Eingänge definieren**, und verwenden Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die gewünschten Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü auszuwählen. Wählen Sie die Polarität entsprechend dem zu erfassenden MIL-STD-1553-Bus aus.
2. Die Menüoptionen **Schwellenwerte**, **Bezeichng.**, **Busanzeige** und **Ereignistabelle** funktionieren ähnlich wie bei anderen seriellen Bussen.
3. Drücken Sie **RT**, wenn Sie den maximalen und minimalen Standardwert für die Ansprechzeit (RT) ändern möchten.

Busaktivität in der physikalischen Schicht

Die Oszilloskopsignalspuren der analogen Kanäle 1 bis 4, der digitalen Kanäle D15 bis D0 und der mathematischen Signale sowie die Spuren, die beim Anzeigen eines Busses zu sehen sind, zeigen immer die Busaktivität der physikalischen Schicht. In der Anzeige der physikalischen Schicht werden früher übertragene Bits auf der linken Seite dargestellt, später übertragene Bits werden auf der rechten Seite dargestellt.

- I2C- und CAN-Busse übertragen das MSB (das höchstwertige Bit) zuerst.
- SPI-Busse geben keine Bitreihenfolge an.
- RS-232- und LIN-Busse übertragen das LSB (niedrigstwertige Bit) zuerst.

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

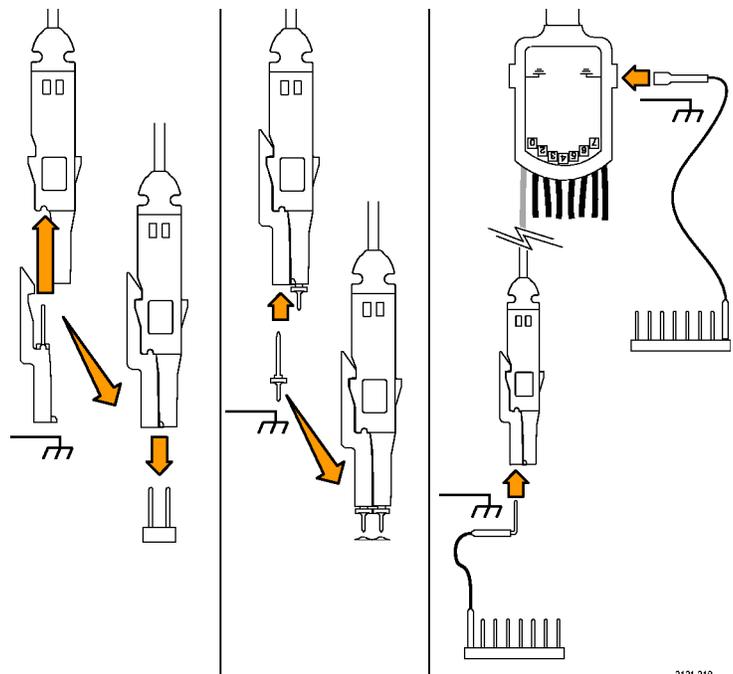
Ein RS-232-Signal könnte z. B. (nach dem Startbit) hoch, hoch, hoch, niedrig, hoch, niedrig, niedrig und hoch sein. Da das RS-232-Protokoll hoch als 0 und niedrig als 1 darstellt, würde der Wert 0001 0110 resultieren.

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.

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.

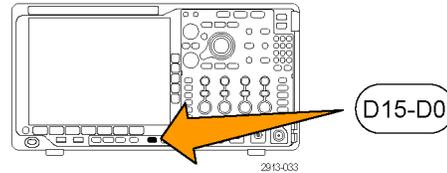
1. Verbinden Sie den 16-Kanal-Logiktastkopf P6616 mit der Eingangssignalquelle.



2121-210

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.

- Drücken Sie zum Anzeigen des Menüs die Bedientast **D15 - D0**.



- 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

- Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Liste der digitalen Kanäle zu blättern. Positionieren Sie den ausgewählten Kanal mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **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.
- Drücken Sie die untere Rahmentaste **Schwellenwerte**. Sie können jedem Kanal einen anderen Schwellenwert zuweisen.
- Drücken Sie die untere Rahmentaste **Notizen bearb.**, und erstellen Sie die Bezeichnung. Sie können Notizen über das Bedienfeld oder über eine optionale USB-Tastatur erstellen. (Siehe Seite 56, *Beschriften von Kanälen und Bussen.*)
- Drücken Sie die untere Rahmentaste **MagniVu**, um die Timingauflösung zu erhöhen. (Siehe Seite 81, *Gründe für die Verwendung von MagiVu.*)

- Drücken Sie die untere Rahmentaste **Höhe**, um wiederholt die Signalhöhe 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 161, *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 MagiVu

Die Erfassungstechnologie Tektronix MagniVu ermöglicht eine höhere Auflösung, um die Flankenplatzierung genau zu bestimmen und genaue Zeitmessungen auf digitalen Flanken vorzunehmen. Mit MagniVu können Sie eine bis zu 32-fach höhere Genauigkeit als bei der normalen digitalen Kanalabtastung erreichen.

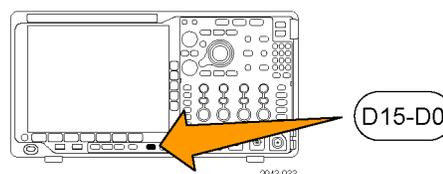
Die MagniVu-Aufzeichnung wird parallel zur digitalen Haupterfassung vorgenommen und ist jederzeit unabhängig davon verfügbar, ob die Erfassung gerade läuft oder angehalten ist. MagniVu bietet eine ultrahohe Auflösung für die Anzeige Ihrer Daten, die bei einer maximalen Auflösung von 60,6 ps bei 10.000 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 120, Anzeigen digitaler Kanäle.)*

Verwendung von MagniVu

- Drücken Sie **D15 - D0**.



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

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

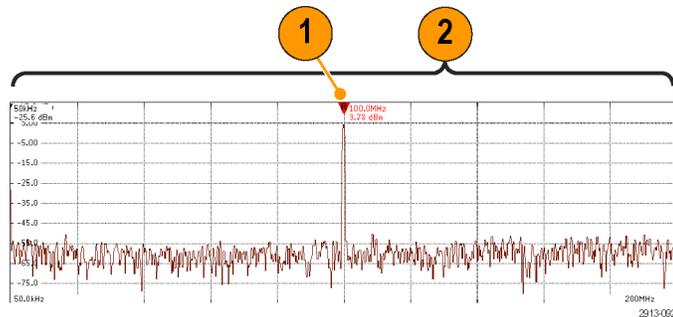
Schnelltipps

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

Einstellen des HF-Eingangs

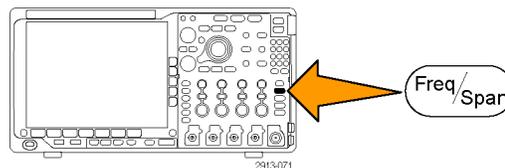
Frequenz- und Spannenparameter

1. Die Mittenfrequenz ist eine genaue Frequenz in der Mitte der Anzeige. In vielen Anwendungen ist sie eine Trägerfrequenz.
2. Die Spanne ist der Bereich der Frequenzen, den Sie um die Mittenfrequenz herum sehen können.



So werden die Mittenfrequenz und die Spanne festgelegt:

1. Drücken Sie auf dem vorderen Bedienfeld die Taste **Freq/Span**.

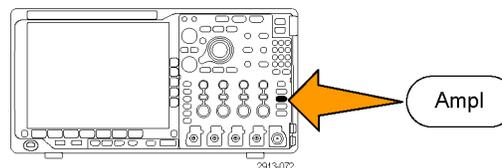


2. Drücken Sie **Mittenfrequenz** im Seitenmenü und verwenden Sie entweder den Mehrzweck-Drehknopf **a** oder die Tastatur des Oszilloskops, um die gewünschte Mittenfrequenz einzugeben. Wenn Sie die Tastatur verwenden, können Sie auch die Wahlmöglichkeiten im seitlichen Menü verwenden, um Einheiten einzugeben.
3. Drücken Sie **Spanne** und verwenden Sie entweder den Mehrzweck-Drehknopf **b** oder die Tastatur, um die gewünschte Spanne einzugeben. Wenn Sie die Tastatur verwenden, können Sie auch die Wahlmöglichkeiten im seitlichen Menü verwenden, um Einheiten einzugeben.
4. Drücken Sie **Start**, um die niedrigste zu erfassende Frequenz einzustellen.
5. Drücken Sie **Stop**, um die höchste zu erfassende Frequenz einzustellen.
6. Drücken Sie  **Zentrieren**, um die von der Referenzmarkierung identifizierte Frequenz auf die Mittenfrequenz zu verschieben.

Frequenz & Spanne
Mittenfrequenz (a) 2,24 GHz
Spanne (a) 3,00 GHz
Start 7,36 MHz
Stop 3,74 GHz
 Zentrieren

Referenzpegel

1. Drücken Sie **Ampl**, um das Seitenmenü zur Anpassung der HF-Amplitudeneinstellungen aufzurufen.

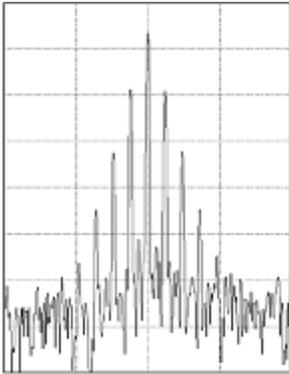


<p>2. Drücken Sie Ref.pegel und drehen Sie die Mehrzweck-Drehknopf a, um den ungefähren maximalen Leistungspegel, der in der Grundlinienmarkierung am oberen Rand des Frequenzrasters angezeigt wird, festzulegen.</p>	<p>Amplitude</p> <p>Ref.pegel (a) -25,0 dBm</p>
<p>3. Drücken Sie Vertikal und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf a, um die Abstimmung der vertikalen Position vorzunehmen. Sie verschieben die Grundlinienmarkierung nach oben oder nach unten. Dies ist hilfreich, wenn Sie Signale in den sichtbaren Bereich der Anzeige verschieben möchten.</p> <p>Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf b, um die vertikale Skala anzupassen.</p>	<p>Vertikal 420 mdiv 20,0 dB/div</p>
<p>4. Drücken Sie Vertikale Einheiten und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf a, um die vertikalen Maßeinheiten für den Frequenzbereich festzulegen. Sie haben folgende Auswahlmöglichkeiten: dBm, dBμW, dBmV, dBμV, dBmA und dBμA. Dies ist hilfreich, wenn für Ihre Anwendung eine andere Maßeinheit erforderlich ist als aktuell angezeigt wird.</p>	<p>Vertikale Einheiten dBm</p>
<p>5. Drücken Sie Autopegel, um das Oszilloskop anzuweisen, den Referenzpegel automatisch zu berechnen und einzustellen.</p>	<p>Autopegel</p>

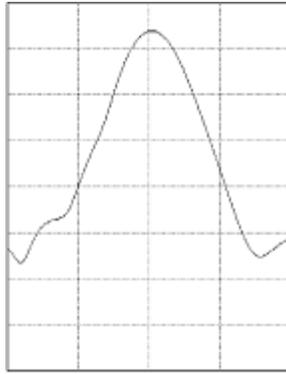
Auflösungsbandbreite

Die Auflösungsbandbreite (RBW) legt fest, wie stark das Oszilloskop die einzelnen Frequenzen in dem Frequenzbereich auflösen kann. Wenn das Testsignal z. B. zwei Träger enthält, die um 1 kHz voneinander getrennt sind, dann können Sie diese nicht unterscheiden, wenn RBW nicht unter 1 kHz beträgt.

Die unten dargestellten Ansichten zeigen beide das gleiche Signal. Der Unterschied zwischen den beiden ist ihre RBW.

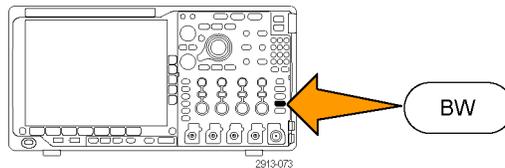


Niedrigere (engere) RBWs benötigen eine längere Bearbeitungszeit, haben jedoch eine feinere Frequenzauflösung und einen niedrigeren Rauschuntergrund.



Höhere (breitere) RBWs benötigen eine kürzere Bearbeitungszeit, haben jedoch eine geringere Frequenzauflösung und einen höheren Rauschuntergrund.

1. Drücken Sie **Bndb**, um das Seitenmenü für Auflösungsbandbreite aufzurufen. Dadurch können Sie die kleinste Frequenzdifferenz, die das Gerät feststellen kann, auf der Frequenzachse einstellen.



2. Drücken Sie **RBW-Modus**, um entweder **Auto** oder **Manuell** einzustellen.
Auto legt die Auflösungsbandbreite automatisch fest, wenn Sie die Spanne ändern. Das Standardverhalten ist $RBW = \text{Spanne}/1000$.
 Mit **Manuell** können Sie Ihre eigene Auflösungsbandbreite einstellen.
3. Um die RBW manuell anzupassen, drücken Sie **RBW** und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**.
4. Drücken Sie **Spanne : RBW** und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um das Verhältnis Spanne/RBW einzustellen.
 Dieses Verhältnis wird verwendet, wenn der **RBW-Modus** auf **Auto** festgelegt wird. Der Standardwert ist 1000:1, Sie können aber auch andere Werte in einer Sequenz 1-2-5 (z. B. 1000, 20000, 50000) einstellen.
5. Drücken Sie **Fenster** und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um auszuwählen, welcher FFT-Fenstertyp verwendet werden soll.
 Die folgenden Funktionen sind verfügbar: Kaiser, Rectangular, Hamming, Hanning, Blackman-Harris oder Flat-Top.

Bandbreite
RBW-Modus Auto Manuell
RBW a 600 kHz (Auto)
Spanne : RBW 1000 : 1
Fenster Kaiser

Die FFT-Funktion für HF-Bandbreite weist sechs Fenster auf. Jedes bietet einen Kompromiss zwischen Frequenzauflösung und Größengenauigkeit. Welches Fenster Sie verwenden, hängt davon ab, was Sie messen möchten und welche Eigenschaften das Quellsignal hat. Wählen Sie das passende Fenster anhand der folgenden Kriterien aus:

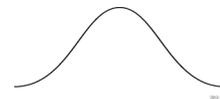
Beschreibung

Kaiser

Die Frequenzauflösung bei Verwendung des Kaiser-Fensters ist relativ gut und die Spektralverluste sowie die Amplitudengenauigkeit sind gut.

Das Kaiser-Fenster eignet sich optimal, wenn die Frequenzen sehr nahe am selben Wert liegen, aber stark unterschiedliche Amplituden haben (Nebenkeulenebene und Formfaktor sind der Gaußschen RBW am nächsten). Dieses Fenster eignet sich auch gut für Zufallssignale.

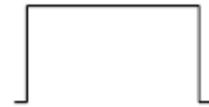
Fenster



Beschreibung**Fenster****Rectangular**

Die Frequenzauflösung bei Verwendung des Rectangular-Fensters (auch „Boxcar-Fenster“ genannt) ist sehr gut, die Spektralverluste sind hoch und die Amplitudengenauigkeit ist gering.

Verwenden Sie das Rectangular-Fenster, 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. Dieses Fenster eignet sich am besten zum Messen des Frequenzspektrums von sich nicht wiederholenden Signalen sowie zum Messen der Frequenzanteile nahe DC.

**Hamming**

Die Frequenzauflösung bei Verwendung des Hamming-Fensters ist gut (etwas besser als Hanning), die Spektralverluste sind moderat und die Amplitudengenauigkeit ist relativ gut.

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

**Hanning**

Die Frequenzauflösung bei Verwendung des Hanning-Fensters (auch „Hann“ genannt) ist gut, die Spektralverluste sind gering und die Amplitudengenauigkeit ist relativ gut.

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

**Blackman-Harris**

Die Frequenzauflösung bei Verwendung des Blackman-Harris-Fensters ist niedrig, die Spektralverluste sind sehr gering und die Amplitudengenauigkeit ist gut.

Verwenden Sie das Blackman-Harris-Fenster vorrangig zum Messen von Einzelfrequenzsignalen, um nach Oberwellen höheren Grads oder mehreren Sinussignalen mit moderaten oder weiten Abständen zu suchen.

**Flat-Top**

Die Frequenzauflösung bei Verwendung eines Flat-Top-Fensters ist schlecht, die Spektralverluste sind gering und die Amplitudengenauigkeit ist sehr gut.

Mit dem Flat-Top-Fenster können Sie genaue Amplitudenmessungen von Sinussignalen mit moderaten oder weiten Abständen durchführen.



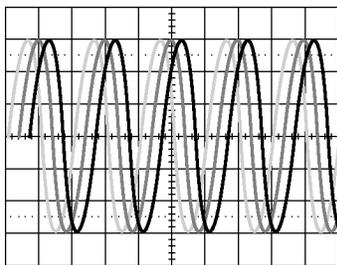
Triggereinstellung

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

Triggerungskonzepte

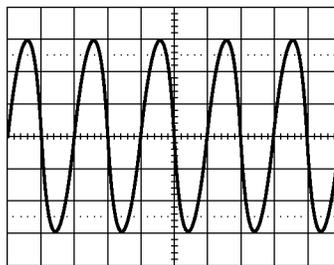
Triggerereignis

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 Vortriggerbereich der Signalaufzeichnung zu füllen. Das ist der Bereich des Signals, der vor bzw. links vom Triggerereignis auf dem Bildschirm angezeigt wird. Bei Auftreten eines Triggerereignisses beginnt das Gerät mit der Erfassung der Abtastpunkte, um den Nachtriggerbereich der Signalaufzeichnung zu erstellen, d. h. den Teil nach bzw. rechts vom Triggerereignis. Nachdem ein Trigger festgestellt wird, nimmt das Gerät keine weiteren Trigger an, bevor die Erfassung abgeschlossen wurde und die Holdoff-Zeit abgelaufen ist.



1785-087a

Ungetriggertes Signal



1785-087b

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.

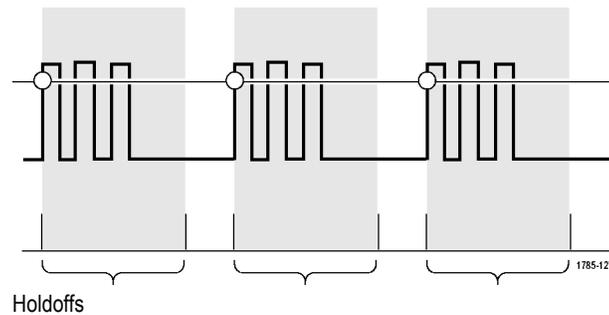
Im Modus „Auto“ wird das Signal in der Anzeige nicht synchronisiert, wenn Trigger aufgrund von fehlenden gültigen Triggerereignissen erzwungen werden. Dies führt dazu, dass das Signal über die Anzeige zu rollen scheint. Wenn ein gültiger Trigger auftritt, wird die Anzeige stabil.

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.

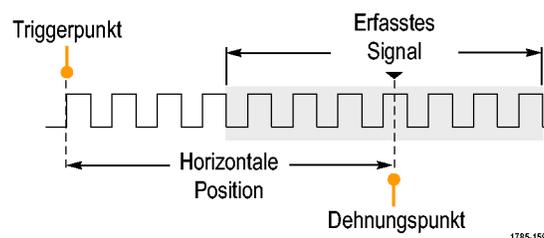


Trigger-Kopplung

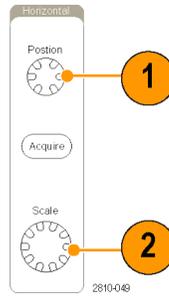
Durch die Triggerkopplung wird bestimmt, welcher Teil des Signals an die Triggerschaltung übergeben wird. Bei der Flanken- und Sequenztriggerung können alle verfügbaren Kopplungsarten verwendet werden: Gleichstrom, Wechselstrom, Niederfrequenzunterdrückung, Hochfrequenzunterdrückung und Rauschunterdrückung.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

Horizontale Position

Verwenden Sie bei aktiviertem **Delay-Modus** den Knopf für die horizontale Position, um ein Signaldetail in einem Bereich zu erfassen, der von der Triggerposition durch ein signifikantes Zeitintervall getrennt ist.



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.

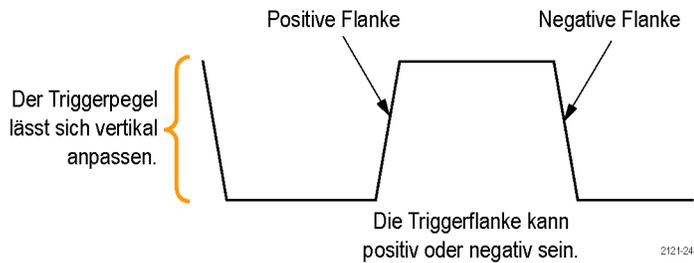


Der Teil der Aufzeichnung vor dem Trigger ist der Vortriggerbereich. Der Teil nach dem Trigger ist der Nachtriggerbereich. Die Vortriggerdaten können bei der Fehlerbehebung hilfreich sein. Beispiel: Sie wollen die Ursache für einen unerwünschten Glitch in Ihrem Prüfaufbau ermitteln. Hierzu können Sie 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.

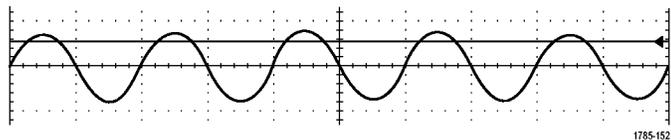
Flanke und Pegel

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

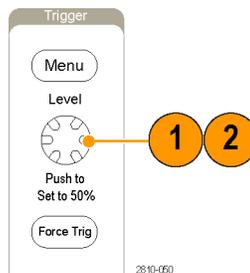
Die Pegelsteuerung bestimmt, an welcher Stelle dieser Flanke der Triggerpunkt auftritt.



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



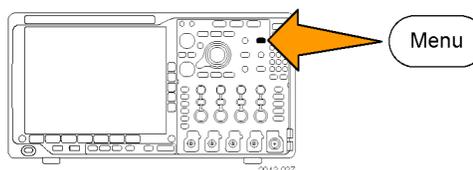
1. Mit Hilfe des Drehknopfs **Trigger-Pegel** können Sie den Triggerpegel einstellen, ohne dazu ein Menü aufrufen zu müssen.
2. Mithilfe des Drehknopfs **Trigger Pegel** können Sie den Triggerpegel schnell auf den Mittelpunkt des Signals einstellen.



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 der MDO4000-Serie funktioniert bei parallelen Bussen sogar ohne Anwendungsmodul. Zur Verwendung des Bustriggers bei anderen Bussen ist das Anwendungsmodul DPO4AERO, DPO4AUDIO, DPO4AUTO, DPO4AUTOMAX, DPO4COMP, DPO4EMBD, DPO4ENET oder DPO4USB erforderlich.

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

3. Wählen Sie durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **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
----------------------	--------------------	-----------------------	------------	------------------------	--	-----------------------------------

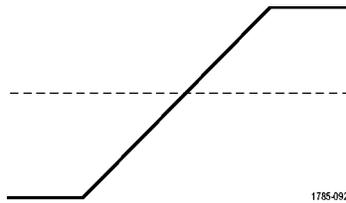


Auswählen von Triggern

Trigger-Art

Trigger-Bedingungen

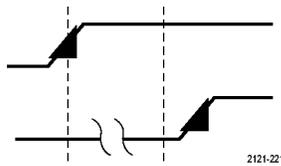
Flanke



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

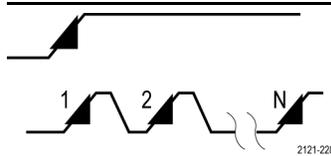
Flankentrigger sind die einfachsten und am häufigsten verwendeten Triggertypen, sowohl für analoge als auch digitale Signale. Ein Flankentriggereignis tritt auf, wenn die Triggerquelle einen angegebenen Spannungspegel in der angegebenen Richtung durchläuft.

Folge (B-Trigger)



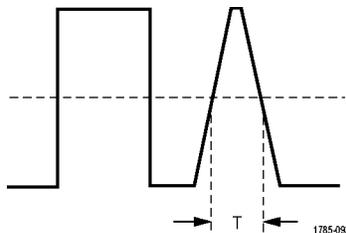
Kombinieren Sie einen A-Ereignis-(Haupt-)Flankentrigger mit dem B-Ereignis-Trigger (verzögert), um komplexere Signale zu erfassen. (Siehe Seite 100, *Verwenden von A- (Haupt-) und B- (verzögerten) Sequenztriggern.*)

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.



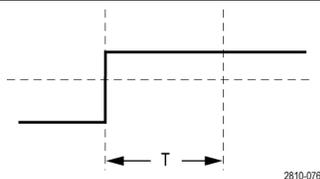
Ereignisse. Nachdem Ereignis A aufgetreten ist, sucht das Triggersystem nach Ereignis B, bevor das Signal getriggert und angezeigt wird.

Impulsbreite



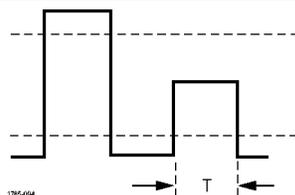
Trigger auf Impulse, die kürzer als, länger als, gleich oder ungleich einer angegebenen Zeit sind. Sie können außerdem triggern, wenn sich eine Impulsbreite innerhalb oder außerhalb eines Bereichs von zwei unterschiedlichen festgelegten Zeiten befindet. Es kann auf positive oder negative Impulse getriggert werden. Impulsbreitentrigger werden primär für digitale Signale verwendet.

Timeout



Triggern, wenn innerhalb einer angegebenen Zeit kein Impuls festgestellt wird. Das Signal bleibt für eine festgelegte Zeit über oder unter (oder entweder über oder unter) einem festgelegten Wert.

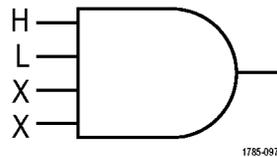
Runt



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 alle Kanäle in den angegebenen Status übergehen. Wählen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **a** einen Kanal aus. Drücken Sie die entsprechende Taste auf dem seitlichen Rahmen, um den Status des Kanals auf **Hoch**, **Niedrig** oder **Beliebig (X)** zu setzen.

Wählen Sie mithilfe der Taste **Takt** auf dem seitlichen Rahmen die getaktete Triggerung (Zustandstriggerung) aus. Maximal kann ein Taktkanal ausgewählt werden. Drücken Sie die Taste **Taktflanke** auf dem unteren Rahmen, um die Polarität der Taktflanke zu ändern. Deaktivieren Sie die getaktete Triggerung und kehren Sie zur nichtgetakteten Triggerung (Mustertriggerung) zurück, indem Sie den Taktkanal auswählen und ihn auf Hoch, Niedrig oder Beliebig setzen.

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.

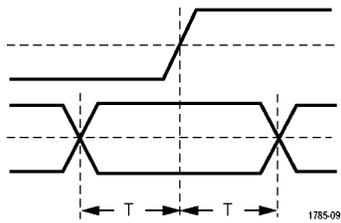
Sie können bis zu 21 Kanäle (4 analoge, 16 digitale und 1 HF-Kanal) für einen Logik-Trigger nutzen.

HINWEIS. Um den HF-Eingang in einem Logik-Trigger zu nutzen, müssen Sie zuerst das Anwendungsmodul MDO4TRIG installieren.

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



Trigger-Bedingungen

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

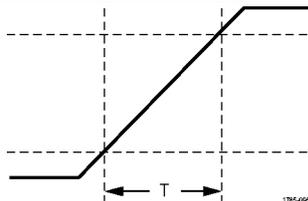
Setup ist der Zeitraum, über den Daten vor einer Taktflanke stabil sein sollten und sich nicht ändern. Hold ist der Zeitraum, über den Daten nach einer Taktflanke stabil sein sollten und sich nicht ändern.

Oszilloskope der Serie MDO4000 bieten Setup- und Hold-Triggereinstellung für mehrere Kanäle und können den Status eines ganzen Busses im Hinblick auf Setup- und Hold-Verletzungen überwachen. Sie können bis zu 20 Kanäle (4 analoge und 16 digitale Kanäle) für einen Setup- und Hold-Trigger nutzen.

Wählen Sie mit der Taste **Takt** auf dem seitlichen Rahmen den Taktkanal aus. Wählen Sie mit dem Steuerelement **Wählen** sowie den Tasten **Daten** und **Ungenutzt** einen oder mehrere Kanäle aus, die im Hinblick auf Setup- und 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.

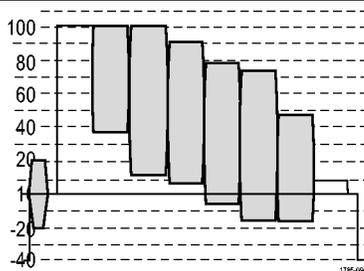
Anstiegszeit/Abfallzeit



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



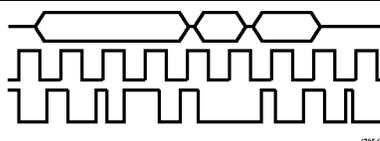
Trigger-Bedingungen

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

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

Mit dem DPO4VID-Modul triggern Sie auf eine Vielzahl von genormten HDTV-Signalen sowie auf benutzerdefinierte (nicht genormte) zwei- und dreistufige Videosignale mit 3 bis 4.000 Zeilen.

Bus



Triggern auf verschiedene Busbedingungen.

I²C erfordert ein Modul DPO4EMBD.

SPI erfordert ein DPO4EMBD-Modul.

CAN erfordert ein Modul DPO4AUTO oder DPO4AUTOMAX.

RS-232, RS-422, RS-485 und UART erfordern ein Modul DPO4COMP.

LIN erfordert entweder ein Modul DPO4AUTO oder ein Modul DPO4AUTOMAX.

FlexRay erfordert ein Modul DPO4AUTOMAX.

Audio erfordert ein DPO4AUDIO-Modul.

USB erfordert ein SPO4USB-Modul.

Ethernet erfordert ein DPO4ENET-Modul.

MIL-STD-1553 erfordert ein DPO4AERO-Modul.

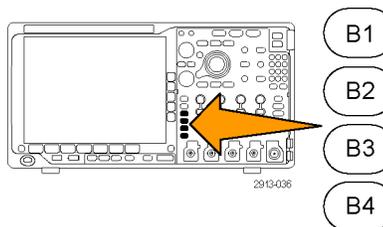
(Siehe Seite 16, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul.*)

Triggern auf Busse

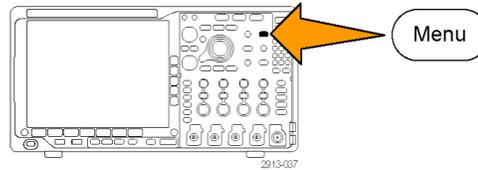
Sie können Ihr Oszilloskop zum Triggern auf mehreren Datenbussen verwenden, wenn das entsprechende Anwendungsmodul installiert ist. Die Serie MDO4000 kann ohne ein Anwendungsmodul auf parallele Busse triggern. Das Oszilloskop kann sowohl Informationen der physikalischen Schicht (als analoge Signale) als auch Informationen auf Protokollebene (als digitale und symbolische Signale) anzeigen.

So stellen Sie den Bustrigger ein:

1. Wenn Sie noch keinen Bus mit den Tasten **B1**, **B2**, **B3** oder **B4** auf dem Bedienfeld des Oszilloskops angegeben haben, führen Sie diesen Schritt jetzt durch. (Siehe Seite 66, *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 Mehrfunktions-Drehknopfs **a** durch das seitliche Menü „Triggertyp“, und wählen Sie **Bus** aus.
5. Drücken Sie **Triggerquelle** und wählen Sie über das Seitenmenü Triggerquelle den Bus aus, auf den sie triggern möchten.
6. Drücken Sie **Triggern auf**, und wählen Sie die gewünschte Option für „Triggern auf“ auf dem seitlichen Rahmenmenü.



Parallelbustrigger

Sie können auf einem Binär- oder Hexadezimalwert triggern. Drücken Sie die Taste **Daten** auf dem unteren Rahmen, und geben Sie die entsprechenden Parameter mit den Mehrzweck-Drehknöpfen **a** und **b** ein.

I²C-Bus-Trigger

Sie können auf **Start, Wiederh. Start, Stop, Fehl. Bestät., Adresse, Daten** oder **Adr./Daten** triggern.

Wenn Sie einen I²C-Trigger einstellen und für **Triggern auf** die Auswahl **Adresse** oder **Adr./Daten** getroffen haben, drücken Sie die Taste **Adresse** im unteren Rahmenmenü, 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 mit Hilfe der Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b** die relevanten Adressparameter ein.

Drücken Sie anschließend im unteren Rahmenmenü die Taste **Anweisung**, um die gewünschte Anweisung auszuwählen: **Lesen, Schreiben** oder **Lesen oder Schreiben**.

Wenn Sie unter **Triggern auf** die Option **Daten** oder **Adr./Daten** ausgewählt haben, drücken Sie 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 Mehrzweck-Drehknopf **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 Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b** die relevanten Datenparameter ein.

Weitere Informationen zu den I²C-Adressformaten finden Sie unter Punkt 2 im Abschnitt *Einrichten der Busparameter*.

SPI-Bustrigger

Sie können auf **SS aktiv**, **MOSI**, **MISO** oder **MOSI & MISO** triggern.

Wenn Sie einen SPI-Trigger eingerichtet haben und unter **Triggern auf** die Option **MOSI** oder **MISO** ausgewählt haben, drücken Sie auf dem unteren Rahmen auf die Taste **Daten**, dann auf dem seitlichen Rahmen auf **MOSI** oder **MISO** geben Sie mithilfe der Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b** die entsprechenden Parameter ein.

Drücken Sie anschließend die Taste **Byte-Anzahl**, und geben Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **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 seitlichen Rahmenmenüs ein.

RS-232-Bustrigger

Sie können auf **Tx Startbit**, **Rx Startbit**, **Tx Paketende**, **Rx Paketende**, **Tx Daten** oder **Rx Daten** triggern.

Wenn Sie einen RS-232-Trigger einrichten und unter **Triggern auf** die Option **Tx Daten** oder **Rx 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 Mehrzweck-Drehknopf **a** ein.

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

CAN-Bustrigger

Sie können auf **Framebeginn** triggern. **Frame- typ**, **Kennung**, **Daten**, **Id & Daten**, **Frame-Ende** und **Fehl. Bestät..**

Wenn Sie einen CAN-Trigger einrichten und unter **Triggern auf Type of Frame** ausgewählt haben, drücken Sie auf dem unteren Rahmen auf die Taste **Frame-Typ** und wählen Sie **Daten-Frame**, **Remote-Frame**, **Fehler-Frame** oder **Überlast.-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 Mehrzweck-Drehknöpfen **a** und **b** einen Binär- oder Hexadezimalwert ein.

Drücken Sie im unteren Rahmenmenü 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 ein.

LIN-Bustrigger

Sie können auf **Synchronis.**, **Kennung**, **Daten**, **Id & Daten**, **Wakeup-Frame**, **Sleep-Frame** oder **Fehler** triggern.

Wenn Sie einen LIN-Trigger einstellen und für **Triggern auf** die Auswahl **Kennung**, **Daten** oder **ID & Daten** getroffen haben, drücken Sie die Taste **Kennung** oder **Daten** auf dem unteren Rahmen und geben über das angezeigte seitliche Rahmenmenü die gewünschten Parameter ein.

Wenn Sie für **Triggern auf** die Auswahl **Fehler** getroffen haben, drücken Sie die Taste **Fehlertyp** und geben die gewünschten Parameter über das angezeigte seitliche Rahmenmenü ein.

FlexRay-Bustrigger

Sie können auf **Framebeginn**, **Frame- typ**, **Kennung**, **Zykluszähler**, **Header Fields**, **Daten**, **Id & Daten**, **Frame-Ende** oder **Fehler** triggern.

Audio-Bustrigger

Wenn Sie einen **I2C**-, links angeordneten (**LJ**) oder rechts angeordneten (**RJ**) Audio-Bus verwenden, können Sie auf **Wortauswahl** oder **Daten** triggern.

Wenn Sie einen **TDM**-Audio-Bus verwenden, können Sie auf **Frame-Sync.** oder **Daten** triggern.

USB-Bustrigger

Sie können auf **Synchronis.**, **Zurücksetzen**, **Suspend** (Standby), **Resume** (Wiederaufnahme), **Paketende**, **Token (Address) Packet** (Token (Adress)-Paket), **Data Packet** (Datenpaket), **Handshake Packet** (Handshake-Paket), **Special Packet** (Spezialpaket) oder **Fehler** triggern.

HINWEIS. Verwenden Sie für das Triggern auf einem Hochgeschwindigkeits-USB-Bus (480 MB/s) ein Oszilloskop mit 350 MHz Bandbreite oder höher.

Ethernet-Bustrigger

Sie können auf **Start Frame Delimiter** (Frame-Begrenzer starten), **MAC-Adressen**, **MAC Länge/Typ**, **TCP/IPv4 Client-Daten**, **Paketende**, **Leerlauf** oder einen **FCS (CRC)-Fehler** triggern. Wenn Sie **Q-(VLAN) Tagging** aktivieren, können Sie auch auf **MAC Q-Tag Control Information** (Informationen zur Q-Tag-Steuerung) triggern.

MIL-STD-1553-Bustrigger

Sie können auf **Synchronis.**, **Befehl**, **Status**, **Daten**, **Zeit (RT/IMG)** oder **Fehler** triggern.

Wenn Sie einen MIL-STD-1553-Trigger einstellen und **Triggern auf** für **Befehl** ausgewählt haben, drücken Sie auf dem unteren Rahmen die Taste **RT-Adresse**, um spezifische Werte für die **RT-Adresse** einzugeben, auf die getriggert werden soll. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Command Word Details** (Befehlswort – Details), um den Wert für **T/R Bit**, **Subadresse/Modus**, **Wortzahl/Modus-Code** und **Parität** einzugeben.

Wenn Sie einen MIL-STD-1553-Trigger einstellen und **Triggern auf** für **Status** ausgewählt haben, drücken Sie die untere Rahmentaste **RT-Adresse**, um spezifische Werte für die **RT-Adresse** einzugeben, auf die getriggert werden soll. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Status Word Bits** (Statuswort – Bits), um Werte für **Message Error (Bit 9)** (Fehlermeldung (Bit 9)), **Instr. (Anweis.) (Bit 10)**, **Service Req. (Serviceanf.) (Bit 11)**, **BCR (Bit 15)**, **Busy (Bit 16)** (Beschäftigt (Bit 16)), **Subsystem Flag (Bit 17)**, **DBCA (Bit 18)**, **Terminal Flag (Bit 19)** und **Parität** einzugeben.

Wenn Sie einen MIL-STD-1553-Trigger einstellen und **Triggern auf** für **Daten** ausgewählt haben, drücken Sie die untere Rahmentaste **Daten**, um spezifische Werte für **Daten** und den Wert für **Parität** einzugeben.

Wenn Sie einen MIL-STD-1553-Trigger einstellen und **Triggern auf** für **Zeit (RT/IMG)** ausgewählt haben, drücken Sie die untere Rahmentaste **Trigger wenn**, um die gewünschte Triggerung einzustellen. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Zeiten**, um die **Maximum** und **Minimum**-Werte für die Zeit einzustellen.

Wenn Sie einen MIL-STD-1553-Trigger einstellen und **Triggern auf** für **Fehler** ausgewählt haben, drücken Sie die untere Rahmentaste **Fehlertyp**, um den Fehlertyp auszuwählen, auf den getriggert werden soll.

Datenabgleich für I²C-, SPI-, USB-, Ethernet-, CAN-, LIN- und FlexRay-Bustrigger

Byteanpassung im Rollfenster für I²C, SPI, USB und FlexRay. 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.

Bei FlexRay, USB oder Ethernet erhalten Sie eine Anpassung im Rollfenster, indem Sie **Byte-Offset** im Datenmenü auf **Beliebig** setzen.

Spezifische Byteüberprüfung (Überprüfung auf Übereinstimmung auf einer bestimmten Position im Paket im nicht rollenden Fenster) für I²C, SPI, USB, CAN und FlexRay.

Es gibt mehrere Möglichkeiten für das Triggern auf einem bestimmten Byte bei I²C, SPI, CAN und FlexRay:

- 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 USB erfolgt die Triggerung, wenn die Daten des vom Benutzer ausgewählte Eingangs mit den Daten und der Kennung des Signals, das am Byte-Offset beginnt, übereinstimmen. Legen Sie die Anzahl der Bytes fest, die mit der Anzahl der relevanten Bytes übereinstimmen soll. Führen Sie die folgenden Operationen mithilfe des Datenqualifikators durch: =, !=, <, >, >= und <=
- 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.
- Für FlexRay und Ethernet erfolgt die Triggerung, wenn die Daten des vom Benutzer ausgewählte Eingangs mit den Daten und der Kennung des Signals, das am Byte-Offset beginnt, übereinstimmen. Legen Sie die Anzahl der Bytes fest, die mit der Anzahl der relevanten Bytes übereinstimmen soll. Führen Sie die folgenden Operationen mithilfe 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.

Abgleich von Datenwerten

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.

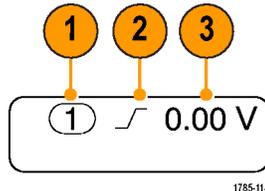
Sie können auch auf einen bestimmten Datenwert für andere Busse triggern.

Abgleich von Parallelbus-Triggerdaten

Die optimale Leistung des Parallelbus-Triggers wird erzielt, wenn jeweils entweder nur analoge oder nur digitale Kanäle 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.



Anzeige für Flankentrigger

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

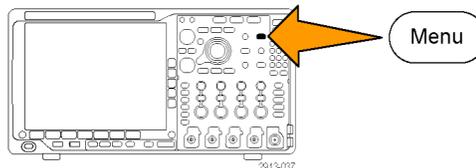
Verwenden von A- (Haupt-) und B- (verzögerten) Sequenztriggern

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.



2. Drücken Sie **Typ**.
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **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
-----------------------------	-------------	----------------	--------	-----------------	-----------------------------	----------------------------



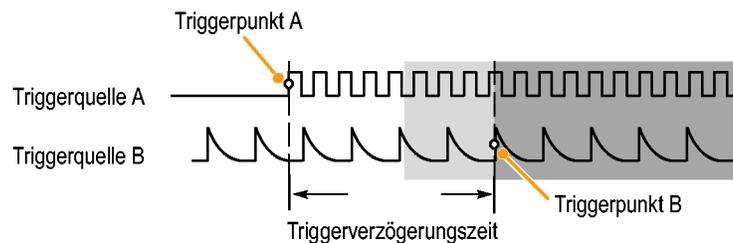
Dass Trigger B nach Trigger A verwendet wird, legen Sie durch Drücken der seitlichen Menüasten fest.

Uhrzeit (a) 8 ns
B Ereignisse 1
Auf Mindestwert setzen

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

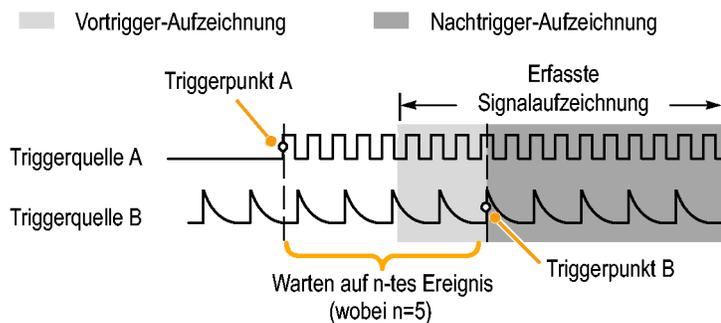
B-Trigger nach Verzögerungszeit

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.
- Wenn eine HF-Spur oder ein anderes analoges oder digitales Signal aktiv ist und Sie auf **Start/Stop** drücken, um Erfassungen anzuhalten, wartet das Oszilloskop auf ein weiteres Trigger-Ereignis, bevor es anhält. Während das Oszilloskop auf das Trigger-Ereignis wartet, leuchtet die Taste **Start/Stop** gelb und die Taste „Einzel“ grün. Nach erfolgter Erfassung leuchtet die Taste **Start/Stop** rot und die Taste **Einzel** leuchtet nicht mehr.
 Wenn der Triggermodus auf „Auto“ eingestellt ist und innerhalb der angegebenen Timeout-Zeit des Auto-Triggers kein Trigger-Ereignis eintritt, wird eine Erfassung durchgeführt und das Gerät wird angehalten.
 Wenn der Triggermodus auf „Normal“ eingestellt ist, wartet das Oszilloskop so lange wie nötig auf ein Trigger-Ereignis.

Triggerung auf den HF-Eingang

Übersicht

Beim MDO4000 triggert ein einziges Ereignis alle analogen, digitalen und HF-Erfassungen, unabhängig davon, ob das Ereignis von einem analogen, digitalen oder HF-Eingang stammt.

Mit dem MDO4000 können Sie zu genau dem Zeitpunkt triggern, zu dem ein Frequenzbereichereignis von Interesse auftritt. Dies liegt daran, dass das getriggerte Erfassungssystem vollständig in die HF- und Zeitbereichkanäle integriert ist. Ein einziges Trigger-Ereignis koordiniert die Erfassungen aus den Zeit- und Frequenzbereichen.

Das MDO4000 ermöglicht außerdem das Triggern auf Änderung in der Leistungshüllkurve des HF-Eingangs. Die HF-Leistung, auf die getriggert wird, ist die Gesamtleistung, die innerhalb des Bandes erfasst wird, nicht nur die aktuelle Spanne.

HINWEIS. Das Erfassungssystem der Serie MDO4000 verwendet eins von drei Frequenzbändern zur Erfassung von HF-Daten, je nachdem wo Sie die Mittenfrequenz und die Spanne festlegen. Die Bänder sind: 50 kHz bis 3,75 GHz, 2,75 GHz bis 4,5 GHz und 3,5 GHz bis 6,0 GHz.

Die Serie MDO4000 liefert HF-Leistung als eine Quelle für Flankentriggerung. Dadurch kann Ihr Oszilloskop triggern, wenn die HF-Leistungshüllkurve einen spezifischen Leistungspegel durchläuft. Stellen Sie hierfür Ihr Oszilloskop so ein, dass es bei einer ansteigenden Flanke triggert, damit es bei Ereignissen triggert, wenn HF einschaltet. Stellen Sie Ihr Oszilloskop umgekehrt so ein, dass es bei einer abfallenden Flanke triggert, damit es bei Ereignissen triggert, wenn HF ausschaltet.

Wenn das Anwendungsmodul MDO4TRIG installiert ist, liefert das MD4000 auch HF-Leistung als Quelle für Pulsbreite-, Timeout-, Runt-, Logik- und Sequenz-Trigger.

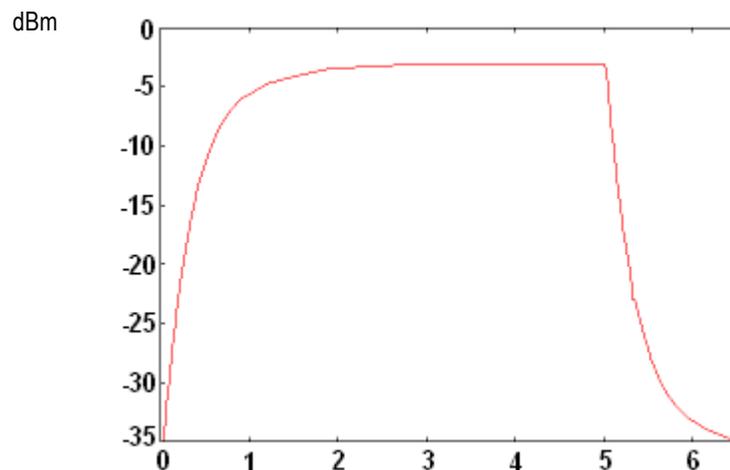
Beschränkungen

Wenn Sie verstehen, wie der HF-Leistungstrigger funktioniert und wo seine Beschränkungen liegen, können Sie ihn richtig anwenden.

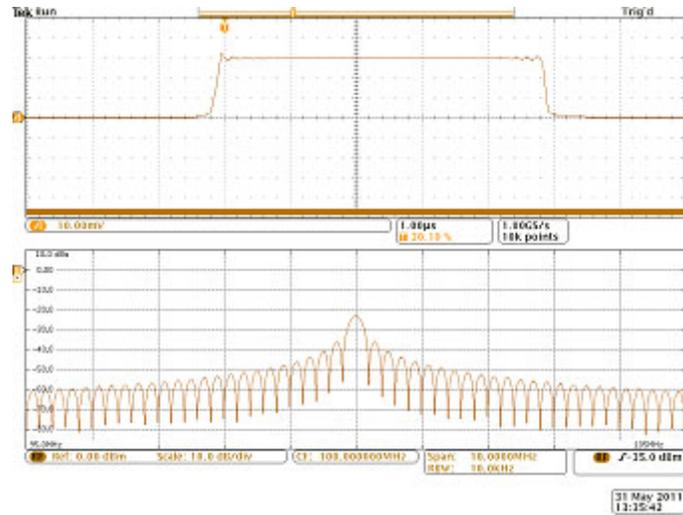
Der HF-Leistungstrigger steuert einen Eingang eines Komparators mit einem logarithmischen HF-Leistungsdetektor. Der Triggerpegel liefert die Referenz zum anderen Komparatoreingang in dBm. Da weder die Ausgabe des Leistungsdetektors noch des Komparators direkt beobachtet werden kann, ist es wichtig zu erkennen, wie dieser Trigger funktioniert. Ein kontinuierliches oder gewobbeltes Sinussignal führt dazu, dass der Leistungsdetektor eine Gleichspannung ausgibt, die proportional zur Leistung des Sinussignals ist. Da keine Änderung des Leistungspegels vorliegt, liefert der HF-Leistungstrigger keinen Trigger. Um einen Trigger zu erhalten, muss eine Änderung des erfassten Leistungspegels vorliegen. Ein Signal, wie z. B. ein Burst- oder Amplituden-modifiziertes Sinussignal, führt dazu, dass der Leistungsdetektor eine schwankende Ausgabe erzeugt, die einen Flanken-Trigger verursachen kann.

Der HF-Leistungsdetektor ist relativ langsam im Vergleich zu einem analogen Kanal-Trigger. Der Leistungsdetektor kann bis zu 2 μ s benötigen, um auf Änderungen des HF-Leistungspegels zu reagieren. Im Diagramm auf der rechten Seite wird der HF-Kanal mit einem Sinussignal mit 100 MHz mit einem 500 Zyklus-Burst und einer Burstdauer von 5 μ s gesteuert. Dadurch hat die HF-Leistungsschwelle eine Auswirkung auf die Trigger-Verzögerung und die scheinbare Breite des Impulses. Wenn der Triggerpegel z. B. bei -10 dBm liegt, wird die Verzögerung etwa 500 ns betragen. Die Impulsbreite wird ebenfalls scheinbar nur 4,5 μ s betragen, obwohl die Länge des Eingangs-Bursts 5 μ s ist.

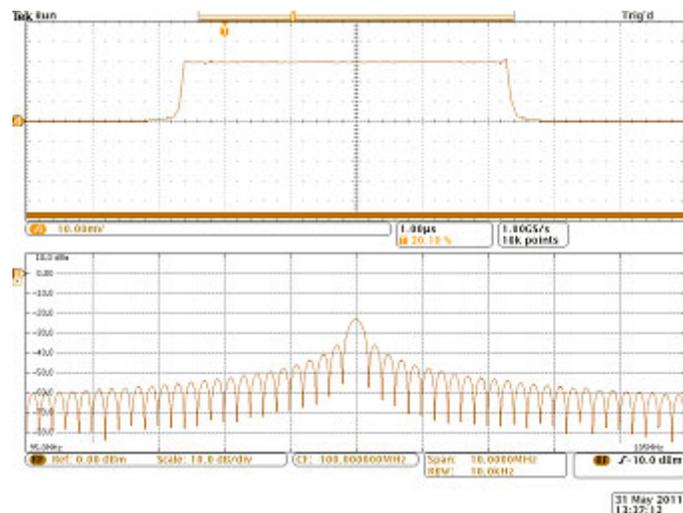
Reaktion des HF-Leistungsdetektors auf Sinussignal-Burst mit 100 MHz und 500 Zyklen



In der rechten Abbildung, gibt es bei einem Triggerpegel von -35 dBm eine minimale Verzögerung zwischen Beginn des Bursts und dem Trigger. Die HF-Amplitude in Abhängigkeit des Zeitstrahls, im Zeitbereichsraster dargestellt, illustriert das Profil dieses HF-Bursts.



In der rechten Abbildung ist der Leistungspegel des Flankentriggers jetzt auf -10 dBm angehoben. Die Triggeranzeige ist jetzt etwa um 500 ns ab Beginn des Bursts verzögert. Dies liegt an dem bereits erwähnten Ansprechverhalten des Leistungsdetektors.

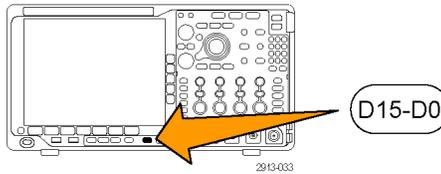
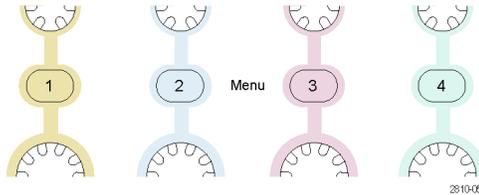


Anzeigen von Signal- oder Strahldaten

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

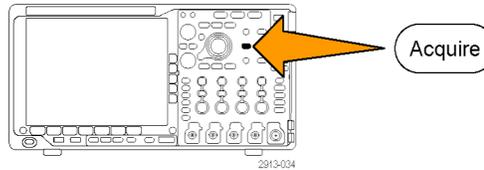
Hinzufügen und Entfernen eines Signals

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

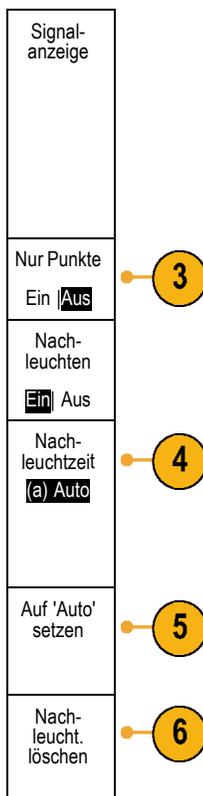
1. Drücken Sie **Erfassen**, um die Darstellart einzustellen.



2. Drücken Sie **Signalanzeige**.

Modus Sample	Aufzeichn.-länge 10k	Verzögerung Ein Aus	Horiz. Position auf 10 % setzen	Sig-nalanzeige	XY-Anze-ige Ein	
				2	7	

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 **Nachleuchten auf Aus**, um das Nachleuchten der Anzeige anzuzeigen.
5. 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.
6. Drücken Sie **Auf 'Auto' setzen**, wenn das Oszilloskop automatisch eine Nachleuchtzeit bestimmen soll.
7. Drücken Sie **Nachleucht. löschen**, um die Informationen für das Nachleuchten zurückzusetzen.



8. Zur Darstellung der Amplitude eines Signals im Vergleich zur Amplitude eines anderen drücken Sie auf **XY-Anzeige**. Drücken Sie dann im seitlichen Rahmenmenü auf **Getriggert XY**.

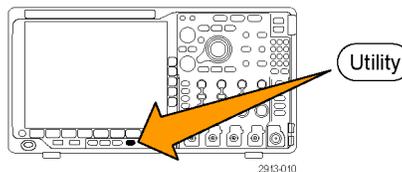
Ein Datenpunkt des ersten Signals bestimmt die horizontale Position, während ein Datenpunkt des zweiten Signals die vertikale Position jedes angezeigten Punktes bestimmt.

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.
- Bei XY-Anzeige werden die Daten als feste Signalpaare grafisch einander gegenübergestellt.
- Bei aktivierter XY-Anzeige wird im oberen Bereich ein Fenster angezeigt, in dem die Daten im zeitlichen Verlauf dargestellt werden.

Einstellen der Rasterform

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



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.



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

Weitere Optionen Anzeige	Intensität High	Raster Voll	Bildschirm-Kommentar	Trigger-freq auslesen		
------------------------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------	-----------------------	--	--

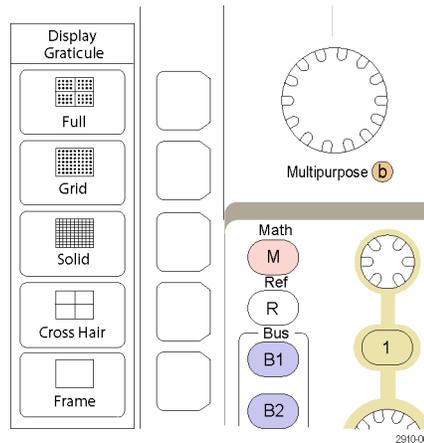


5. Wählen Sie aus dem daraufhin auf dem seitlichen Rahmen angezeigten Menü die gewünschte Form aus.

Das Raster **Rahmen** bietet einen freien Bildschirm, auf dem Sie automatische Messergebnisse oder anderen Text einfach lesen können.

Das Raster **Voll** hilft Ihnen dabei, Cursor-Messungen auf Hardcopies durchzuführen.

Die Raster **Gitter**, **Durchgängig** und **Fadenkreuz** bieten eine Mischung aus **Rahmen** und **Voll**.

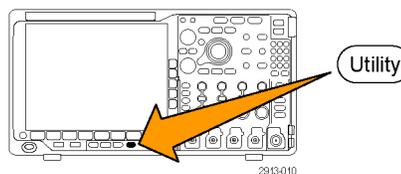


Schnelltipps

- Sie können IRE- und mV-Raster anzeigen. Wechseln Sie dazu zum Triggertyp „Video“, und stellen Sie eine Vertikalskala von 114 mV/div ein. (Die Einstellung 114 mV/div finden Sie bei den Feineinstellungen der Vertikalskala für den Kanal, wenn Sie den Triggertyp auf Video einstellen.) Das Oszilloskop zeigt für NTSC-Signale automatisch das IRE-Raster und für andere Videosignale (PAL, SECAM, HDTV und benutzerdefiniert) das mV-Raster an.

Einstellen der Hintergrundbeleuchtung des Bildschirms

1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



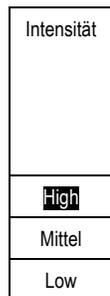
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.



4. Drücken Sie **Intensität**.

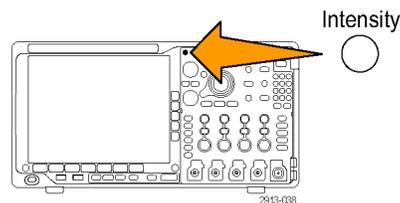


5. Wählen Sie aus dem daraufhin auf dem seitlichen Rahmen angezeigten Menü die gewünschte Intensität aus. Sie haben folgende Auswahlmöglichkeiten: **High**, **Mittel** und **Low**.



Festlegen der Signalintensität

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

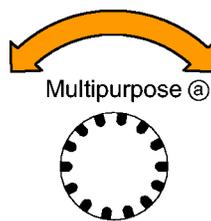


Dadurch wird die Anzeige für die Intensität auf dem Bildschirm angezeigt.

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

2121-245

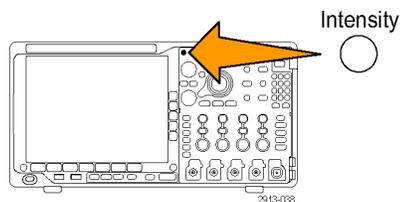
2. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die gewünschte Signalintensität auszuwählen.



1785-038

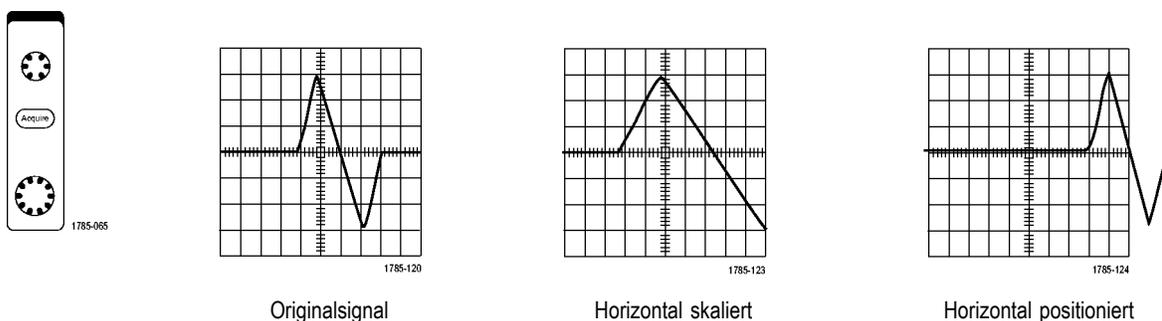
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um die gewünschte Intensität für das Raster auszuwählen.

4. Drücken Sie erneut **Intensität**, um die Anzeige für die Intensität auszublenden.

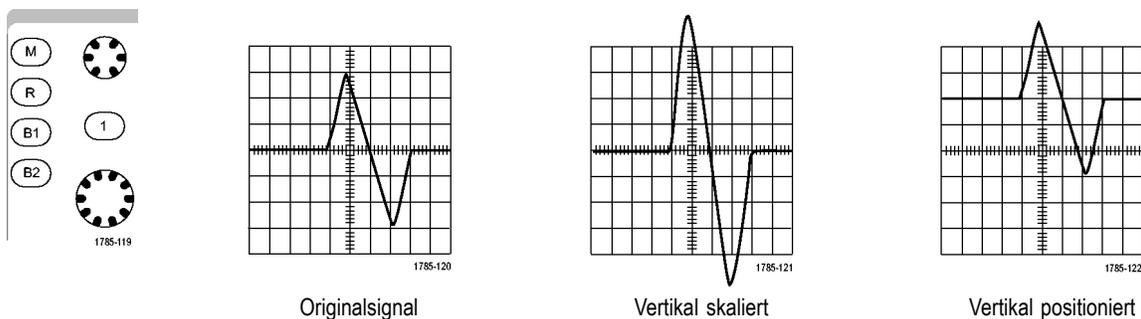


Skalierung und Positionierung von Signalen

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 161, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge.*)



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.



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.

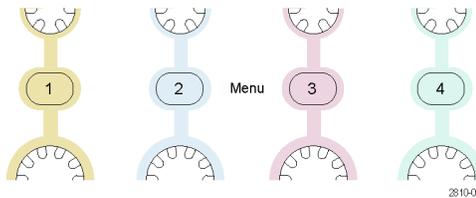
Unter Umständen ist das Signal abgeschnitten, wenn das ursprüngliche Signal den Bildschirm verlassen hat.

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.

Kopplung DC AC	Abschluss 1 MΩ 50 Ω	In- vertierung Ein Aus	Bandbreite Voll	(1) Beze- ichnung		Weiter
-------------------	------------------------	------------------------------	--------------------	----------------------	--	--------



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

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

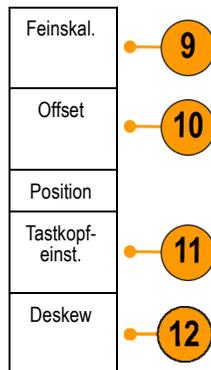
Weitere Informationen zur Eingangsimpedanz finden Sie in den **Schnelltipps**. (Siehe Seite 117, *Schnelltipps*.)

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.

HINWEIS. 100-MHz-Oszilloskope beinhalten im Menü keine 250-MHz-Option.

6. Drücken Sie zum Erstellen einer Bezeichnung für den Kanal auf **Bezeichnung**. (Siehe Seite 56, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)
7. Bei manchen Tastkopftypen können Sie diese Taste drücken, damit das Oszilloskop eine AC-Kalibrierung für den gesamten Signalpfad vom Tastkopf zum spezifischen Oszilloskopkanal durchführt. Dadurch kann der Frequenzgang für den gesamten Frequenzbereich flacher werden.
8. Drücken Sie auf **Weiter**, um auf zusätzliche Menüs auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.

9. Wählen Sie **Feinskal.**, um mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **a** die Feinabstimmung der vertikalen Skalierung vornehmen zu können.



10. Wählen Sie **Offset**, um mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **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 117, *Schnelltipps*.)

11. 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 **Spannung** oder **Strom**, um den Tastkopftyp für Tastköpfe auszuwählen, die nicht mit einer TekProbe Level 1-, TekProbe II- (TPA-BNC-Adapter erforderlich) oder TekVPI-Schnittstelle ausgestattet sind.
- Bei Tastköpfen, die nicht mit einer Tek-Schnittstelle ausgestattet sind, verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die **Dämpfung** so einzustellen, dass sie der Dämpfung des Tastkopfs entspricht, wenn der **Tastkopftyp** auf **Spannung** eingestellt ist.
- Bei Tastköpfen, die nicht mit einer Tek-Schnittstelle ausgestattet sind, verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um das Ampere/Volt-Verhältnis (Dämpfung) so einzustellen, dass es der des Tastkopfs entspricht, wenn der **Tastkopftyp** auf **Strom** eingestellt ist.
- Wenn Sie den Strom messen, indem Sie den Spannungsabfall an einem Widerstand mit dem Tastkopf messen, stellen Sie **Strom messen** auf **Ja** ein. Drücken Sie die seitliche Rahmentaste **A/V**-Verhältnis, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um das Ampere/Volt- oder Volt/Ampere-Verhältnis in der Einstellung festzulegen. Wenn Sie beispielsweise den Spannungsabfall an einem 2-Ω-Widerstand messen, stellen Sie das V/A-Verhältnis auf 2 ein.

12. Wählen Sie **Deskew** aus, um Anzeige- und Messeinstellungen für Tastköpfe durchzuführen, die unterschiedliche Ausbreitungsverzögerungen haben. Dies ist vor allem dann wichtig, wenn ein Stromtastkopf in Verbindung mit einem Spannungstastkopf verwendet wird.

Optimale Ergebnisse erzielen Sie durch die Verwendung einer Deskew-Überprüfung, z. B. Tektronix 067-1686-xx.

Wenn Sie über keine Deskew-Überprüfung verfügen, können Sie über die Bedienelemente im Deskew-Menü die Deskew-Parameter des Oszilloskops auf die empfohlenen Werte einstellen, basierend auf der nominalen Ausbreitungsverzögerung jedes Tastkopfs. Das Oszilloskop lädt automatisch die Nennwerte der Ausbreitungsverzögerung von TekVPI- und TekProbe II-Tastköpfen (erfordert die Verwendung eines TPA-BNC-Adapters). Bei anderen herkömmlichen Tastköpfen müssen Sie zuerst die Taste **Wählen** auf dem seitlichen Rahmen drücken und dann den Kanal auswählen, an dem der Tastkopf angeschlossen ist. Drücken Sie dann die Taste **Tastkopfmodell** auf dem seitlichen Rahmen, und wählen Sie ein Tastkopfmodell aus. Wenn der Tastkopf nicht in der Liste aufgeführt ist, stellen Sie das Tastkopfmodell auf **Sonstige** ein, drücken Sie die Taste **Ausbreit.-verzögerung** auf dem seitlichen Rahmen und wählen Sie die Ausbreitungsverzögerung mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **a** aus.

Um die vom Oszilloskop berechneten empfohlenen Deskew-Werte anzuzeigen, stellen Sie **Empf. Desk. anzeigen** auf dem seitlichen Rahmen auf **Ja** ein.

Um die Deskew-Werte jedes Kanals auf die empfohlenen Werte einzustellen, drücken Sie die Taste **Alle Regler auf empf. Einstellung** auf dem seitlichen Rahmen.

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.** Stellen Sie die vertikale Position so ein, dass die Signale dort angezeigt werden, wo Sie sie positionieren. Die Markierungen für die Signalgrundlinie geben den Nullspannungspegel (bzw. Nullstrompegel) für jedes Signal an. Wenn Sie die vertikale Skala des Kanals anpassen, wird das Signal um die Markierung der Signalgrundlinie herum vergrößert oder verkleinert.

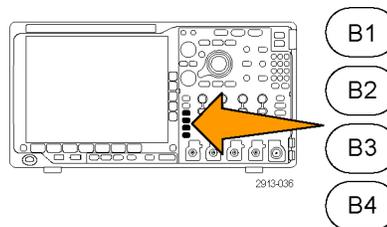
Wenn Sie das Bedienelement Kanal <x> > **Weiter** > **Offset** > **Vertikaler Offset** verwenden, um ein Signal zu verschieben, entspricht die Grundlinienmarkierung nicht mehr Null. Sie zeigt stattdessen den Offset-Pegel an. Wenn Sie die vertikale Skala des Kanals anpassen, wird das Signal um die Markierung der Signalgrundlinie herum vergrößert oder verkleinert.

- **50- Ω -Schutz.** Wenn Sie den 50- Ω -Abschluss auswählen, ist der maximale vertikale Skalierungsfaktor auf 1 V/div beschränkt, nur bei einem 10fach-Tastkopf beträgt der Skalierungsfaktor 10 V. 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 MDO4000*.

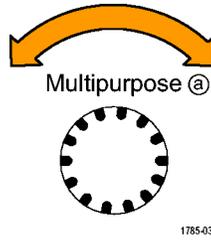
Positionieren und Beschriften von Bussignalen

Positionieren von Bussignalen. Drücken Sie die entsprechende Bustaste auf dem Bedienfeld, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die vertikale Position des gewählten Busses einzustellen. (Siehe Seite 66, *Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses*.)

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

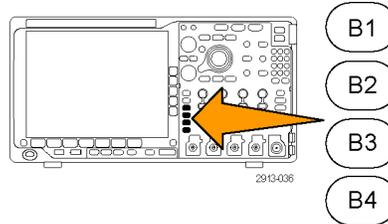


2. Drehen Sie den Multifunktions-Drehknopf **a**, um die vertikale Position des gewählten Busses einzustellen.



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

1. Drücken Sie auf dem Bedienfeld die entsprechende Bustaste.



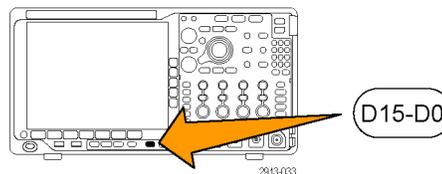
2. Drücken Sie **Bezeichnung**.
(Siehe Seite 56, *Beschriften von Kanälen und Bussen.*)

Bus (B1) Parallel	Eingänge definieren	Schwellen- werte		(B1) Beze- ichnung Parallel	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
----------------------	------------------------	---------------------	--	-----------------------------------	-----------------	----------------------

2

Positionieren, Skalieren und Gruppieren von digitalen Kanälen

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



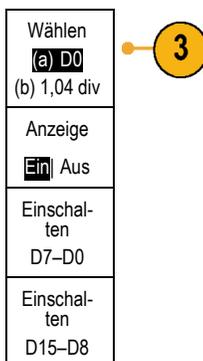
2. Drücken Sie die Option **D15-D0** in dem Menü auf dem unteren Rahmen.

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

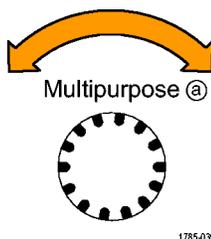
2

6

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

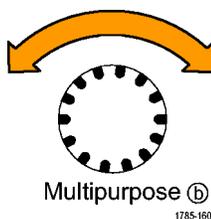


4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den Kanal auszuwählen, der verschoben werden soll.



5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **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.

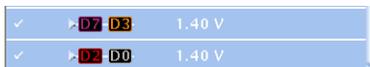


6. Um die Skalierung (Höhe) der digitalen Kanäle zu ändern, drücken Sie die Taste **Höhe** im Menü auf dem unteren Rahmen.

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 56, *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 auf dem seitlichen Rahmenmenü die Option **Wählen** auswählen und dann den Mehrzweck-Drehknopf **a** drehen.

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

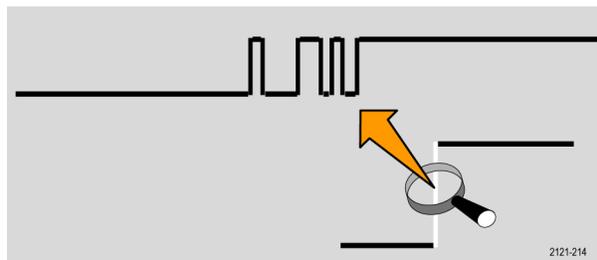
Anzeigen digitaler Kanäle

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.

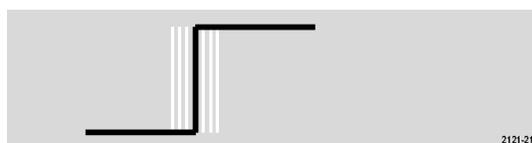
Der logische Pegel "hoch" wird grün angezeigt. Der logische Pegel "Niedrig" wird blau angezeigt. Wenn ein einzelner Übergang während der Zeit stattfindet, die durch eine Säule von einem Pixel Breite dargestellt wird, wird dieser Übergang (die Flanke) in grauer Farbe angezeigt.

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.

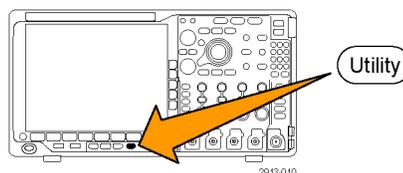


HINWEIS. Wenn die hellgraue Schattierung angezeigt wird, verwenden Sie MagniVu.

Hinzufügen von Bildschirm-Kommentaren

Mit den folgenden Schritten können Sie eigenen Text auf dem Bildschirm hinzufügen:

1. Drücken Sie **Utility**.



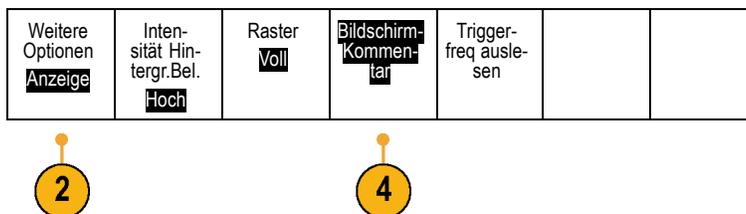
2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.



4. Drücken Sie **Bildschirm-Kommentar** in dem Menü auf dem unteren Rahmen.



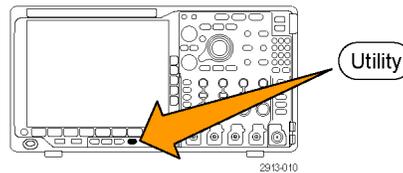
5. Drücken Sie **Kommentar anzeigen**, um in dem Menü auf dem seitlichen Rahmen **Ein** auszuwählen.
Das Kommentarfenster wird angezeigt. Positionieren Sie das Fenster durch Drehen der Mehrzweckknöpfe **a** und **b**.
6. Drücken Sie **Kommentar bearbeiten** in dem Menü auf dem seitlichen Rahmen.
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um durch die Liste der Buchstaben, Zahlen und anderen Zeichen zu blättern und den jeweils gewünschten Buchstaben auszuwählen.
Sie können auch über eine USB-Tastatur Zeichen eingeben. (Siehe Seite 35, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop.*)

Um den kommentierten Text neu zu positionieren, drücken Sie auf dem seitlichen Rahmen die Taste **Position**, und drehen Sie nach Bedarf die Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b**.

Anzeigen der Triggerfrequenz

Sie können das Auslesen einer Triggerfrequenz anzeigen. Hierbei werden alle triggerbaren Ereignisse gezählt, ganz gleich, ob das Oszilloskop auf sie getriggert hat oder nicht, und wie oft diese Ereignisse pro Sekunde auftreten. Gehen Sie folgendermaßen vor, um dieses Auslesen anzuzeigen:

1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.

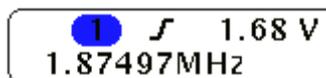


4. Drücken Sie **Triggerfreq auslesen** auf dem sich ergebenden unteren Rahmenmenü.



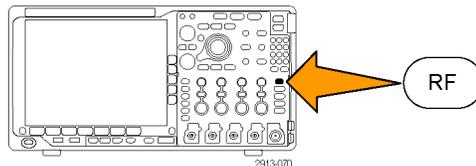
5. Drücken Sie die Option **Ein** auf dem seitlichen Rahmenmenü.

Die Triggerfrequenz wird nun in der Triggeranzeige unten rechts im Bildschirm angezeigt.

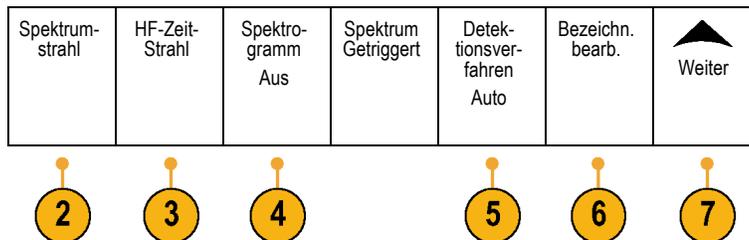


Anzeigen des Frequenzbereichmenüs

1. Drücken Sie **RF**, um das Frequenzbereichmenü im unteren Rahmen aufzurufen.



2. Drücken Sie **Spektrumstrahl**, um das Seitenmenü der vier verschiedenen Spektrumstrahltypen aufzurufen, die das MDO4000 anzeigen kann.



3. Drücken Sie **HF-Zeit-Strahl**, um das Seitenmenü der drei verschiedenen HF-Zeit-Strahlen aufzurufen, die das MDO4000 anzeigen kann.
4. Drücken Sie **Spektrogramm**, um ein Seitenmenü aufzurufen, über das die Spektrogrammanzeige aktiviert und konfiguriert werden kann.
5. Drücken Sie **Detektionsverfahren**, um ein Seitenmenü mit Methoden zur Reduzierung der FFT-Ausgabe auf eine Anzeige mit 1000 Pixel Breite aufzurufen.
6. Drücken Sie **Bezeichn. bearb.**, um RF und die HF-Zeit-Strahlen zu bezeichnen.
7. Drücken Sie **Weiter**, um aus Seitenmenüs zur Signalpfadkompensation oder zur Konfiguration des HF-Eingang-Tastkopfs auszuwählen.

Strahltypen

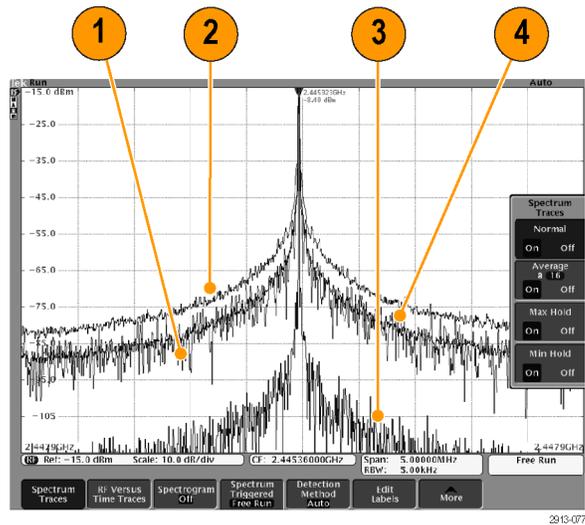
Das Frequenzbereichfenster unterstützt vier Spektrumstrahlen. Sie können diese Strahlen unabhängig voneinander ein- und ausschalten. Sie können alle oder einige von ihnen gleichzeitig anzeigen.

1. Drücken Sie **Spektrumstrahl** im HF-Menü, um das entsprechende Seitenmenü aufzurufen.
2. Stellen Sie **Normal** auf **Ein**, um den Normalstrahl anzuzeigen.
3. Stellen Sie **Mittelwert** auf **Ein**, um den Mittelwertstrahl anzuzeigen. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die Anzahl der Signale einzustellen, aus denen der Mittelwert gebildet werden soll.
4. Stellen Sie **Max-Hold** auf **Ein**, um den Max-Hold-Strahl anzuzeigen.
5. Stellen Sie **Min-Hold** auf **Ein**, um den Min-Hold-Strahl anzuzeigen.

Spektrumstrahl	Ein/Aus
Normal	<input checked="" type="checkbox"/> Ein / <input type="checkbox"/> Aus
Mittelwert 16	<input checked="" type="checkbox"/> Ein / <input type="checkbox"/> Aus
Max-Hold	<input checked="" type="checkbox"/> Ein / <input type="checkbox"/> Aus
Min-Hold	<input checked="" type="checkbox"/> Ein / <input type="checkbox"/> Aus

In der rechten Abbildung sind die verschiedenen Strahltypen dargestellt.

1. Normalstrahl: Jede Erfassung wird verworfen, wenn neue Daten erfasst werden.
2. Max-Hold-Strahl: Die Maximaldatenwerte werden über mehrere Erfassungen des Normalstrahls gesammelt.
3. Min-Hold-Strahl: Die Minimaldatenwerte werden über mehrere Erfassungen des Normalstrahls gesammelt.
4. Mittelwertstrahl: Aus Daten des Normalstrahls wird über mehrere Erfassungen der Mittelwert gebildet. Hierbei handelt es sich um die Bildung des Mittelwerts der Wirkleistung, die vor der Log-Konvertierung stattfindet. Jede Bildung des quadratischen Mittelwertes reduziert das angezeigte Rauschen um 3 dB.

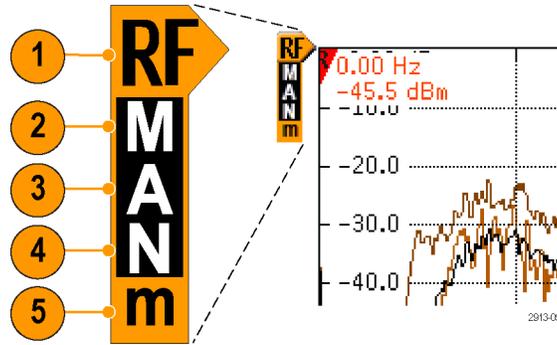


2919-077

Die rechte Abbildung zeigt die Strahlmarkierung des Frequenzbereichfensters.

1. Eine RF-Strahlmarkierung wird an den Referenzpegel gesetzt.
2. Ein großes M wird angezeigt, wenn der Maximumstrahl eingeschaltet ist.
3. Ein großes A wird angezeigt, wenn der Mittelwertstrahl eingeschaltet ist.
4. Ein großes N wird angezeigt, wenn der Normalstrahl eingeschaltet ist.
5. Ein kleines m wird angezeigt, wenn der Minimumstrahl eingeschaltet ist.

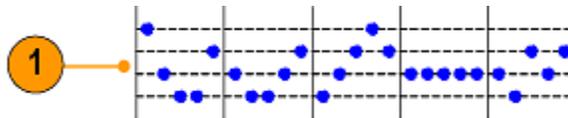
Die orange Markierung deutet auf den aktuell ausgewählten Strahl hin. In der rechten Abbildung ist das kleine m markiert, das für Minimumstrahl steht. Dies weist darauf hin, dass aktuell der Minimumstrahl ausgewählt ist.



Detektionstypen

Das MDO4000 berechnet FFTs mit einer Ausgabe von 1.000 bis ~2.000.000 Punkten, je nach Einstellung für die Erfassung. Diese FFT-Ausgabe wird anschließend auf eine Anzeige mit 1.000 Pixel Breite reduziert. Dies bedeutet, dass etwa 1 bis 2.000 FFT-Punkte in jeder Pixelsäule komprimiert werden. Das MDO4000 bietet mehrere Auswahlmöglichkeiten für die Methode der Komprimierung. Die folgenden Auswahlmöglichkeiten sind verfügbar: Maximum, Abtastung, Mittelwert und Minimum. Die untere Abbildung veranschaulicht, wie diese Detektionsmethoden bei einer 5:1-Komprimierung funktionieren, wenn fünf Punkte auf eine Pixelsäule reduziert werden.

1. FFT-Punkte



2. Dezimierung



3. Maximum: Verwendet den höchsten Amplitudenpunkt in jedem Intervall.



4. Abtastung: Verwendet den ersten Punkt in jedem Intervall.



5. Mittelwert: Verwendet alle Punkte in jedem Intervall.



6. Minimum: Verwendet den niedrigsten Amplitudenpunkt in jedem Intervall.



2819-078

HF-Zeitbereichstrahlen

Im Zeitbereichsfenster können zusätzlich zu den üblichen analogen und digitalen Signalen auch drei HF-Zeitbereichsstrahlen angezeigt werden. Sie können diese Strahlen unabhängig voneinander ein- oder ausschalten und alle oder einige von ihnen gleichzeitig anzeigen. Um diese Strahlen zu verwenden, führen Sie folgende Schritte aus:

1. Drücken Sie **HF-Zeit-Strahl** im HF-Menü, um das entsprechende Seitenmenü aufzurufen.

2. Stellen Sie **Amplitude** auf **Ein**, um den Amplitude-Zeit-Strahl anzuzeigen.
3. Stellen Sie **Frequenz** auf **Ein**, um den Frequenz-Zeit-Strahl anzuzeigen.
4. Stellen Sie **Phase** auf **Ein**, um den Phase-Zeit-Strahl anzuzeigen.
5. Stellen Sie **Freq./Phase-Rauschsperr** auf **Ein**, um die Rauschsperrfunktion zu verwenden.
6. Drücken Sie **Rauschsperr Schwellenw.** und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den Schwellenwert für die Rauschsperrfunktion festzulegen.

HF-Zeit-Strahl	
Amplitude Ein Aus	2
Frequenz Ein Aus	3
Phase Ein Aus	4
Freq./Phase-Rauschsperr Ein Aus	5
Rauschsperr Schwellenw. (a)22,3 μ V	6

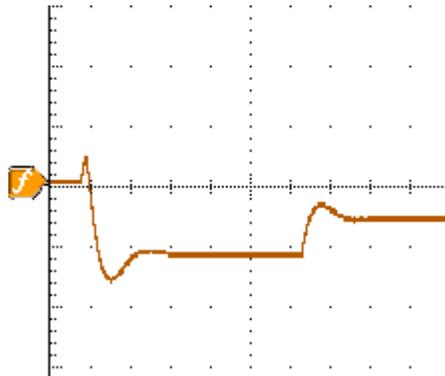
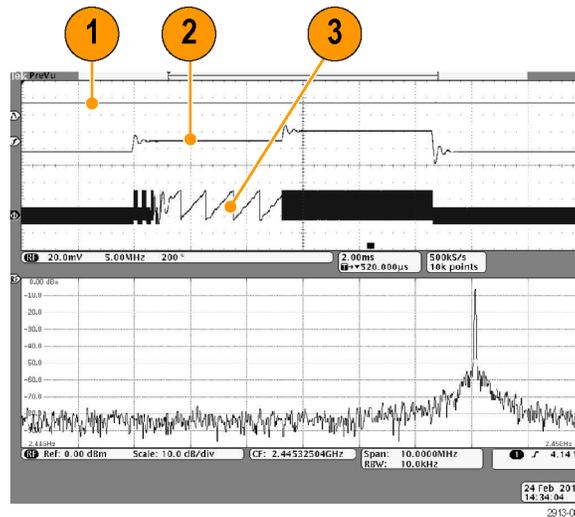
Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

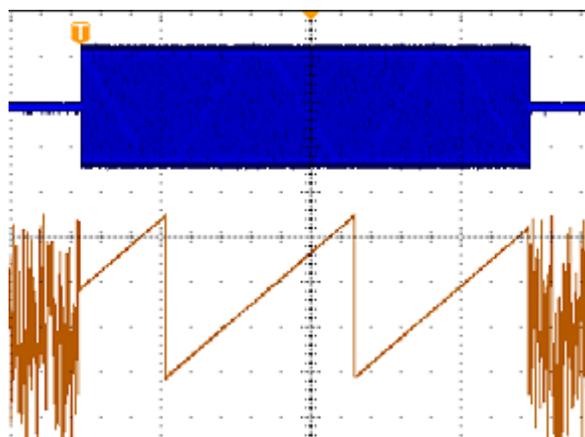
1. Amplitude-Zeit-Strahl: Die momentane Amplitude des Eingangs, nach Bandpassfilterung, zum aktuellen Frequenzbereich, wie von den Einstellungen für Mittenfrequenz und Spanne definiert.
2. Frequenz-Zeit-Strahl: Die momentane Frequenz des Eingangs in Relation zur Mittenfrequenz. Die vertikale Achse zeigt die Frequenz in Relation zur Mittenfrequenz an.
3. Phase-Zeit-Strahl: Die momentane Phase des Eingangs in Relation zur Mittenfrequenz. Die vertikale Achse ist die Phase, mit Wrapping bei ca. $\pm 180^\circ$.

Alle diese Strahlen werden aus den Zeitbereich-IQ-Daten abgeleitet, die für den HF-Kanal erfasst werden. Sie korrelieren zeitlich mit anderen analogen und digitalen Kanälen und stellen einen kontinuierlichen Zeitbereichdatenstrom dar.

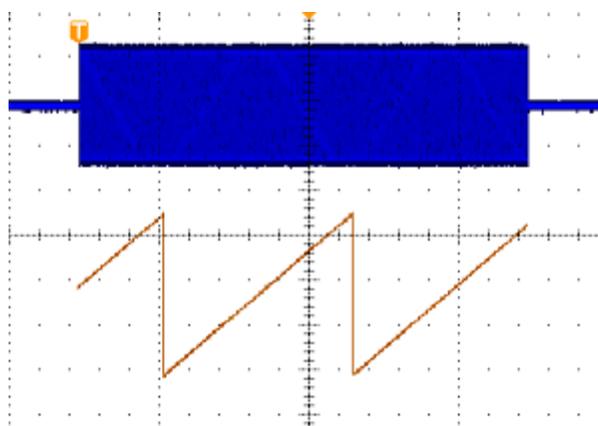
Der Frequenz-Zeit-Signal-Zeiger (Grundlinienmarkierung) zeigt die Mittenfrequenz an. Wenn sich der Strahl über dem Signalzeiger befindet, liegt er über der Mittenfrequenz. Wenn sich der Strahl unter dem Signalzeiger befindet, liegt er unter der Mittenfrequenz.



Verwenden Sie die Rauschsperre zur Unterdrückung (Nicht-Anzeige) der Informationen zu Phase und Frequenz, wenn die Amplitude des HF-Eingangs unter einem benutzerdefinierten Wert liegt. Dadurch wird vermieden, dass im Frequenz-Zeit-Strahl und im Phase-Zeit-Strahl Breitbandrauschen angezeigt wird, wenn am HF-Eingang kein Signal vorliegt.



Rauschsperre aus



Rauschsperre ein

Spektrogrammanzeige

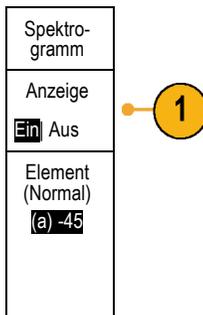
Die Spektrogrammanzeige ist besonders zur Überwachung sich langsam ändernder HF-Phänomene geeignet. Die x-Achse stellt die Frequenz dar, genau wie bei der typischen Spektrumanzeige. Die y-Achse stellt die Zeit dar. Farbe zeigt die Amplitude an.

Spektrogrammelemente werden erzeugt, indem jedes Spektrum umgekippt wird, so dass es eine Pixel-Reihe hoch ist. Anschließend werden jedem Pixel auf Grundlage der Amplitude bei dieser Frequenz Farben zugewiesen, wobei die kalten Farben Blau und Grün niedrige Amplituden und die wärmeren Farben Gelb und Rot höhere Amplituden darstellen. Bei jeder neuen Erfassung wird am unteren Ende des Spektrogramms ein weiteres Element hinzugefügt und der Verlauf verschiebt sich um eine Reihe nach oben.

Wenn die Erfassungen angehalten werden, können Sie durch den Verlauf der Spektrogramme navigieren, indem Sie auf das Seitenmenü zur Steuerung der Elemente drücken und den Mehrzweck-Drehknopf **a** drehen. Wenn die Erfassungen angehalten werden und das Spektrogramm angezeigt wird, wird der Spektrogrammelementstrahl als Normalspektrumstrahl angezeigt.

Drücken Sie zur Verwendung der Spektrogrammfunktion **Spektrogramm** im HF-Menü, um das entsprechende Seitenmenü aufzurufen.

1. Drücken Sie **Anzeige** auf **Ein**, um das Spektrogramm zu starten.
2. Um jedes Spektrum anzusehen, dass im Spektrogramm erfasst wurde, drücken Sie die Taste **Start / Stop**, um die HF-Erfassungen anzuhalten. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**.

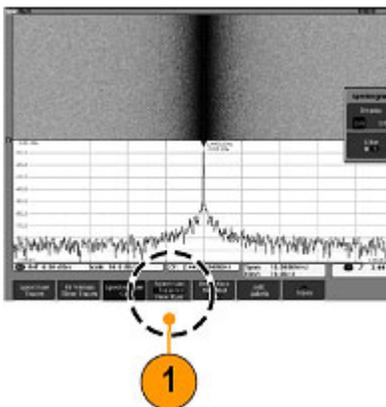


Getriggertes und Freilaufendes Spektrogramm

Wenn das MDO4000 nur den Frequenzbereich anzeigt (und nicht den Zeitbereich), können Sie wählen, ob das Spektrum über den im Triggermenü definierten Trigger getriggert werden soll oder ob es sich im freilaufenden Modus befinden soll. Wenn Sie den freilaufenden Modus wählen, erfasst das MDO4000 Spektren so schnell wie möglich.

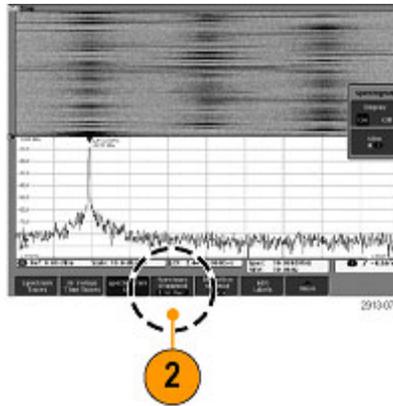
Drücken Sie zur Verwendung der getriggerten und freilaufenden Spektrogrammfunktion **Spektrum** im HF-Menü, um zwischen **Getriggert** und **Freilaufend** zu wechseln. Beachten Sie, dass diese Funktion nur zur Verfügung steht, wenn das MDO4000 nur den Frequenzbereich (und nicht den Zeitbereich) anzeigt.

1. Wenn das Oszilloskop den Zeitbereich und den Frequenzbereich anzeigt, ist das angezeigte Spektrum immer getriggert.



2. Wenn nur der Frequenzbereich angezeigt wird, können Sie zwischen dem getriggerten und dem freilaufenden Modus wählen. Im freilaufenden Modus erfasst das Oszilloskop Spektren so schnell wie möglich.

Um nur den Frequenzbereich anzuzeigen, schalten Sie alle Zeitbereichssignale aus, einschließlich der Kanäle 2-4, der digitalen Kanäle 0-15, der Busse, der mathematischen Zeitbereichssignale, der Zeitbereichreferenzsignale und sämtlicher HF-Zeit-Strahlen.

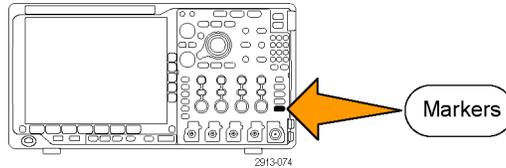


Analyse von Signal- oder Strahldaten

Nachdem Erfassung, Triggerung und Anzeige des gewünschten Signals oder Strahls korrekt eingerichtet wurden, können Sie die Ergebnisse analysieren. Wählen Sie aus den Funktionen Cursor, automatische Messungen, Statistik, Histogramme, Math und FFT aus.

Verwendung von Markierungen im Frequenzbereich

1. Drücken Sie **Markers**. Dadurch wird das Seitenmenü **Markierungen** angezeigt.



- Drücken Sie **SpitzenMark.** und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um auszuwählen, wie viele Spitzen auf der Anzeige bezeichnet werden sollen.

HINWEIS. Dies ist die maximale Anzahl an Spitzen, die markiert werden. Wenn es mehr Spitzen gibt, die den Schwellenwert und die Abweichungskriterien erreichen, als die in diesem Bedienelemente angegebene Anzahl an Spitzenmarkierungen, dann wird nur die angegebene Anzahl der höchsten Amplitudenspitzen markiert.

- Drücken Sie  Zum Zentrieren, um die Mittenfrequenz auf die Frequenz einzustellen, die von der Referenzmarkierung angegeben wird. Die Referenzmarkierung wird automatisch an die höchste Amplitudenspitze gesetzt.

- Drücken Sie **Schwellenw.** und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den Schwellenwert der Spitzenmarkierungen festzulegen. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **b**, um deren Abweichungswert festzulegen.

- Drücken Sie **Manuelle Markierungen**, um manuelle Markierungen zu aktivieren. Verwenden Sie manuelle Markierungen zur Messung von Nicht-Spitzenbereichen von Interesse innerhalb des Spektrums.

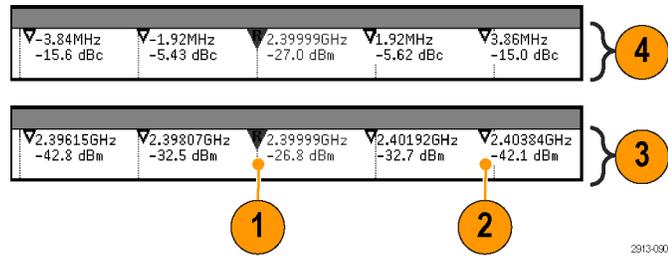
- Drücken Sie **Auslesen**, um zwischen Absolut- und Delta-Anzeigen zu wählen. Delta-Anzeigen sind relativ zur Referenzmarkierung.

Markierungen
Spitzen-Mark. (a) 5 Ein Aus
 Zentrieren
Schwelle-nw. -50,0 dBm Abwe-ichung 30,0 dB
Manuelle Markierungen Ein Aus
Auslesen Absolut Delta

Automatische Spitzenmarkierungen

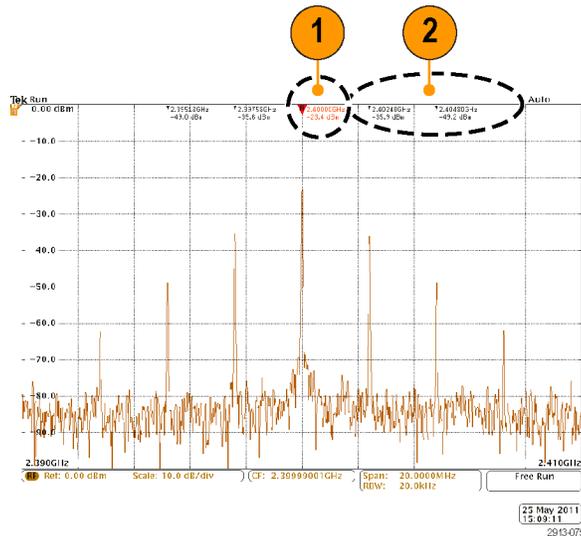
Automatische Spitzenmarkierungen sind standardmäßig eingeschaltet und helfen beim schnellen Erkennen der Frequenz und Amplitude von Spitzen im Spektrum.

1. Die Referenzmarkierung wird an die höchste Amplitudenspitze gesetzt. Sie ist mit einem roten R in einem Dreieck gekennzeichnet.
2. Die automatischen Markierungen zeigen die Frequenz und Amplitude an.
3. Absolut-Anzeigen zeigen die tatsächliche Frequenz und Amplitude der automatischen Markierungen an.
4. Delta-Anzeigen zeigen die Frequenz und Amplitude der automatischen Markierungen im Verhältnis zur Referenzmarkierung an.



Im unten abgebildeten Screenshot wurde eine Markierung an jede eindeutige Spitze in der Anzeige gesetzt. Die Referenzmarkierung ist die höchste Spitze. Sie ist mit dem roten R in einem Dreieck gekennzeichnet und der Auslesewert wird in rotem Text angezeigt.

1. Referenzmarkierung
2. Automatische Markierungen



Verwenden Sie **Schwellenw.** und **Abweichung**, um festzulegen, welche Spitzen markiert werden.

Der Schwellenwert ist eine minimale Amplitude, die ein Signal überschreiten muss, damit es eine gültige Spitze ist. Wenn der Schwellenwert niedriger ist, ist es wahrscheinlicher, dass mehr Spitzen Markierungen haben. Wenn der Schwellenwert höher ist, ist es wahrscheinlicher, dass weniger Spitzen Markierungen haben.

Die Abweichung gibt an, wie weit die Amplitude eines Signals zwischen markierten Spitzen abfallen muss, damit das Signal zu einer weiteren gültigen Spitze wird. Wenn die Abweichung niedrig ist, ist es wahrscheinlicher, dass mehr Spitzen entsprechende Markierungen haben. Wenn die Abweichung hoch ist, ist es wahrscheinlicher, dass weniger Spitzen entsprechende Markierungen haben.

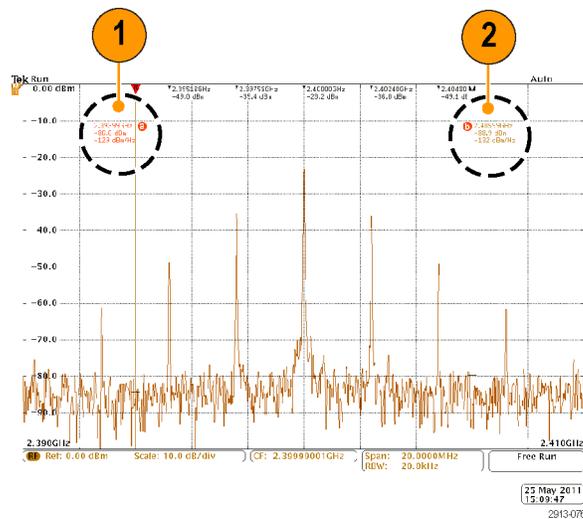
Für jede automatische Markierung gibt es eine dazugehörige Anzeige. Dabei kann es sich um Absolut- oder Delta-Anzeigen handeln. Eine Absolut-Anzeige einer Markierung zeigt die tatsächliche Frequenz und Amplitude der entsprechenden Markierung an. Eine Delta-Anzeige einer Markierung zeigt die Frequenz- und Amplitudendifferenz zur Referenzmarkierung an. Die Anzeige der Referenzmarkierung zeigt die absolute Frequenz und Amplitude an, unabhängig vom Anzeige-Typ.

Manuelle Markierungen

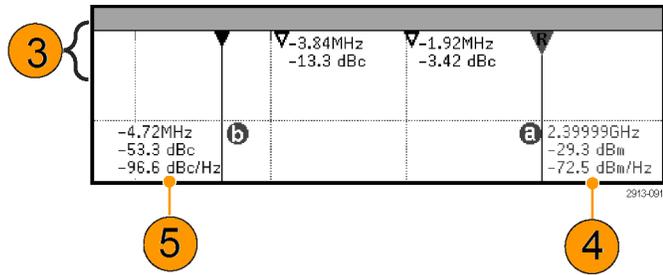
Es stehen zwei manuelle Markierungen zur Verfügung, um die Nicht-Spitzenbereiche des Spektrums sowie die Rauschdichte und das Phasenrauschen zu messen. Wenn die manuellen Markierungen eingeschaltet sind, ist die Referenzmarkierung nicht mehr automatisch mit der höchsten Amplitudenspitze verbunden. Sie ist jetzt dem Mehrzweck-Drehknopf **a** zugewiesen und kann an jede von Ihnen gewünschte Stelle verschoben werden. Dadurch können auf einfache Weise Messungen im gesamten Spektrum sowie Differenzmessungen zum gesamten Spektrum durchgeführt werden. Sie können auch Nicht-Spitzenbereich von Interesse im Spektrum messen. Die Anzeigen für manuelle Markierungen zeigen die Frequenz und Amplitude an, genau wie die Anzeigen für automatische Markierungen.

Ebenso wie die Anzeigen für automatische Spitzenmarkierungen, können auch die Anzeigen der manuellen Markierungen entweder Absolut- oder Deltawerte anzeigen.

1. Eine manuelle Markierung wird durch den Mehrzweck-Drehknopf **a** gesteuert.
2. Die andere manuelle Markierung wird durch den Mehrzweck-Drehknopf **b** gesteuert.



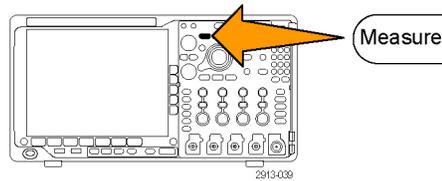
3. Die Delta-Anzeigen für Frequenz und Amplitude werden oben in der Anzeige dargestellt.
4. Die dritte Zeile der manuellen Markierung **a** zeigt immer die Rauschdichte (dBm/Hz).
5. Die dritte Zeile der manuellen Markierung **b** zeigt immer die Rauschdichte, wenn Sie absolute Markierungen wählen. Sie zeigt das Phasenrauschen, wenn Sie Delta-Markierungen wählen (dBc/Hz).



Automatische Messungen im Frequenzbereich

So nehmen Sie automatische Messungen im Frequenzbereich vor:

1. Drücken Sie **Messen**.



2. Drücken Sie **Domäne**, um **Frequenz** auszuwählen.
3. Drücken Sie **Messung wählen**.

Domäne Zeit	Messung wählen Keine					
Frequenz						



- Wählen Sie aus dem Seitenmenü die gewünschte Messung aus.

Messung wählen
Keine
Kanalleistung
Nachbarkanalleistung
Belegte Bandbreite

Kanalleistung: Die Gesamtleistung innerhalb der Bandbreite, festgelegt durch die Kanalbreite.

Nachbarkanalleistung: Die Leistung im Hauptkanal und das Verhältnis der Kanalleistung zur Hauptleistung der unteren und oberen Hälfte jedes Nachbarkanals.

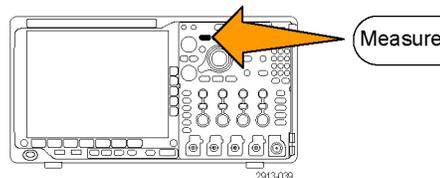
Belegte Bandbreite: Die Bandbreite, die die angegebenen % der Leistung innerhalb der Analysebandbreite enthält.

Während Sie die einzelnen Frequenzmessungen auswählen, wird eine Bildschirmhilfe angezeigt, die den Zweck der Messung erklärt. Im unteren Menü wird das Element **Konfigurieren** angezeigt. Nachdem Sie auf **Konfigurieren** gedrückt und die Messparameter im daraufhin seitlich angezeigten Menü festgelegt haben, legt das Oszilloskop automatisch die Spanne fest. Wenn die HF-Messungen aktiviert sind, werden mit der automatischen Erkennungsmethode alle Frequenzbereichsspuren auf die Erkennungsmethode **Mittelwert** gesetzt. Sie erhalten auf diese Weise eine optimale Messgenauigkeit.

Automatische Messungen im Zeitbereich

So nehmen Sie automatische Messungen im Zeitbereich vor:

- Drücken Sie **Messen**.

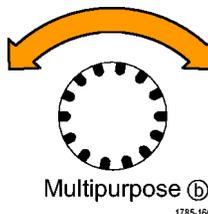


- Drücken Sie **Domäne**, um **Zeit**-Bereichsmessungen auszuwählen.

Domäne Zeit Frequenz	Messung hinzufügen	Messung entfernen	Indikatoren	Histogramm	Weiter	Cursor auf Bildschirm anzeigen
-----------------------------------	--------------------	-------------------	-------------	------------	--------	--------------------------------



- Drücken Sie **Messung hinzufügen**.
- Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **b**, um die betreffende Messung auszuwählen. Drehen Sie dann bei Bedarf Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den Kanal für die Messung auszuwählen.



5. Um eine Messung zu entfernen, drücken Sie **Messung entfernen**, drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die betreffende Messung auszuwählen, und drücken Sie in dem Menü auf dem seitlichen Rahmen **OK Messung entfernen**.

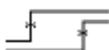
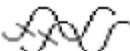
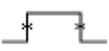
Schnelltipps

- 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.
- Wenn das Oszilloskop die Meldung **Niedrige Auflösung** anzeigt, erhöhen Sie die Datensatzlänge der Erfassung, sodass das Oszilloskop mehr Punkte zum Berechnen der Messung erhält.

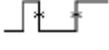
Auswahl automatischer Messungen im Zeitbereich

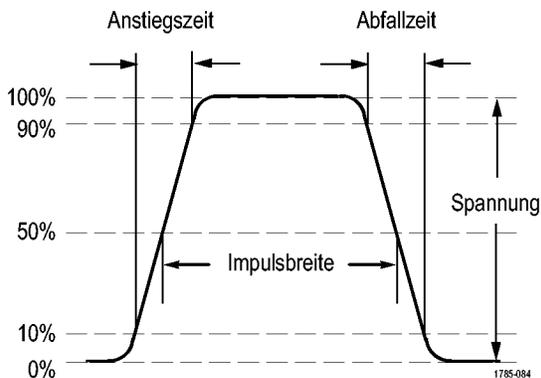
In der folgenden Tabelle werden die automatischen Messungen nach Kategorie aufgelistet: Zeit oder Amplitude. (Siehe Seite 136, *Automatische Messungen im Zeitbereich*.)

Zeitmessungen

Messung		Beschreibung
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.
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.
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.
Verzögerung		Die Zeit zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) von zwei verschiedenen Signalen. Informationen hierzu finden Sie auch unter <i>Phase</i> .
Phase		Der Zeitraum in Winkelgrad, den ein Signal einem anderen Signal voraus- oder nachholt. 360° bilden einen vollen Signalzyklus. Informationen hierzu finden Sie auch unter <i>Verzögerung</i> .
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.

Zeitmessungen (Fortsetzung)

Messung		Beschreibung
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.
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.
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.
Burstbreite		Die Dauer eines Bursts (eine Reihe von einmaligen Ereignissen). Sie wird über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gemessen.

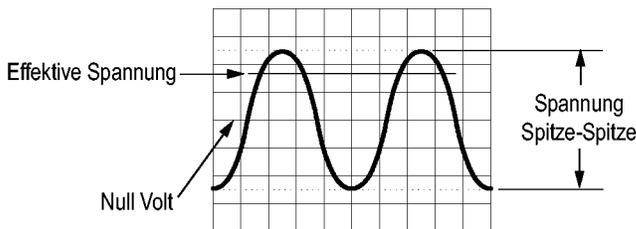


Amplitudenmessungen

Messung		Beschreibung
Spitze-zu-Spitze		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.
Max		Der größte positive Spitzenspannungswert. Max wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
Min		Der größte negative Spitzenspannungswert. Min wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.

Amplitudenmessungen (Fortsetzung)

Messung	Beschreibung
High	 <p>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.</p>
Low	 <p>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.</p>
Positives Überschwingen	 <p>Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als: Positives Überschwingen = $(\text{Maximum} - \text{Hoch}) / \text{Amplitude} \times 100 \%$.</p>
Negatives Überschwingen	 <p>Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als: Negatives Überschwingen = $(\text{Niedrig} - \text{Minimum}) / \text{Amplitude} \times 100 \%$.</p>
Mittelwert	 <p>Der über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gebildete arithmetische Mittelwert.</p>
Zyklusmittelwert	 <p>Der über den ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gebildete arithmetische Mittelwert.</p>
Eff	 <p>Die über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gemessene echte Effektivwertspannung.</p>
Zyklus-Effektivwert	 <p>Die über den ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gemessene echte Effektivwertspannung.</p>



1785-083

Verschiedene Messungen

Messung		Beschreibung
Positive Impulszählung		Die Anzahl der positiven Impulse, die über den mittleren Referenzübergang im Signal oder getorten Bereich hinausgeht.
Negative Impulszählung		Die Anzahl der negativen Impulse, die unter dem mittleren Referenzübergang im Signal oder getorten Bereich liegen.
Steigende Flanken-zählung		Die Anzahl der positiven Übergänge von einem niedrigen Referenzwert zu einem hohen Referenzwert im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich.
Fallende Flanken-zählung		Die Anzahl der negativen Übergänge von einem hohen Referenzwert zu einem niedrigen Referenzwert im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich.
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.

Histogramm-Messungen

Messung	Beschreibung
Signalzählung	Zeigt die Anzahl der Signale an, die zu dem Histogramm beigetragen haben.
Hits in Box	Zeigt die Anzahl der Abtastwerte in der Histogrammbox oder an ihren Grenzwerten an.
Peak Hits	Zeigt die Anzahl an Abtastwerten in dem Bereich an, der die meisten Treffer enthält.
Median	Zeigt die durchschnittlichen Histogrammdatenwerte an, wobei die Hälfte aller Histogrammdatenpunkte unter und die andere Hälfte über diesem Wert liegt.
Spitze-zu-Spitze	Zeigt den Spitze-zu-Spitze-Wert des Histogramms an. Vertikale Histogramme zeigen die Spannung des höchsten Intervallbereichs ungleich Null minus die Spannung des niedrigsten Intervallbereichs ungleich Null an. Horizontale Histogramme zeigen die Zeit des am weitesten rechts befindlichen Intervallbereichs ungleich Null minus die Zeit des am weitesten links befindlichen Intervallbereichs ungleich Null an.
Histogramm Max	Zeigt die Spannung des höchsten Intervallbereichs ungleich Null in vertikalen Histogrammen oder die Zeit des am weitesten rechts befindlichen Intervallbereichs ungleich Null in horizontalen Histogrammen an.
Histogramm Min	Zeigt die Spannung des niedrigsten Intervallbereichs ungleich Null in vertikalen Histogrammen oder die Zeit des am weitesten links befindlichen Intervallbereichs ungleich Null in horizontalen Histogrammen an.
Histogramm-Mittelwert	Misst den Mittelwert aller Histogrammdatenpunkte innerhalb oder auf dem Histogrammfeld.
Standardabweichung	Misst die Standardabweichung (Effektivabweichung (RMS)) aller Histogrammdatenpunkte in oder auf dem Histogrammfeld.
Sigma1	Misst den Prozentsatz der Treffer im Histogramm, die sich in einer Standardabweichung des Histogramm-Mittelwerts befinden.

Histogramm-Messungen (Fortsetzung)

Messung	Beschreibung
Sigma2	Misst den Prozentsatz der Treffer im Histogramm, die sich in zwei Standardabweichungen des Histogramm-Mittelwerts befinden.
Sigma3	Misst den Prozentsatz der Treffer im Histogramm, die sich in drei Standardabweichungen des Histogramm-Mittelwerts befinden.

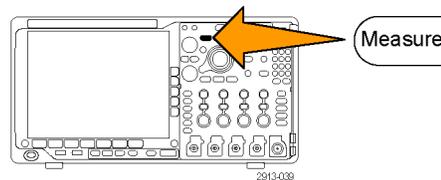
Anpassen automatischer Messungen im Zeitbereich

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**.



2. Drücken Sie so oft wie nötig **Weiter**, um in dem angezeigten Popup-Menü **Gating** auszuwählen.

Messung hinzufügen	Messung entfernen	Indikatoren	Histogramm	Weiter		Cursor auf Bildschirm anzeigen
--------------------	-------------------	-------------	------------	--------	--	--------------------------------



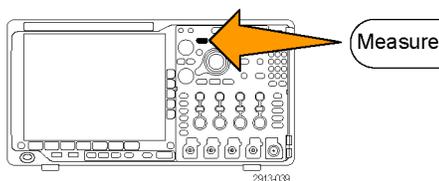
- Positionieren Sie die Gates der Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

Messungs-Gating
 Aus (Gesamt)
 Bildschirm
 Zwischen den Cursorn

Statistik

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

- Drücken Sie **Messen**.

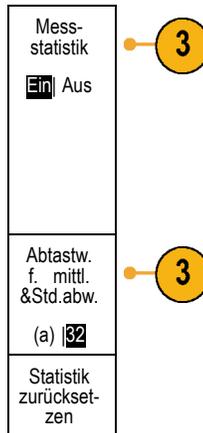


- Drücken Sie so oft wie nötig **Weiter**, um in dem angezeigten Popup-Menü **Statistik** auszuwählen.

Messung hinzufügen	Messung entfernen	Indikatoren	His-togramm	 Weiter		Cursor auf Bildschirm anzeigen
--------------------	-------------------	-------------	-------------	---	--	--------------------------------



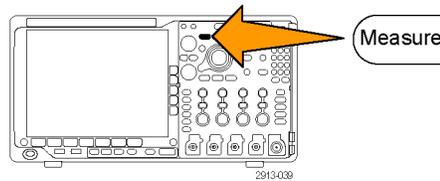
- Drücken Sie die Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen. Diese bestehen aus den Optionen zum Ein- oder Ausschalten der Statistik und zum Einstellen, wie viele Abtastpunkte für die Berechnung der mittleren und der Standardabweichung verwendet werden.



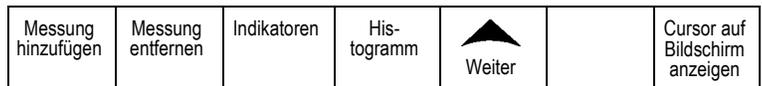
Schnappschuss

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

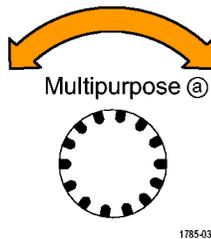
- Drücken Sie **Messen**.



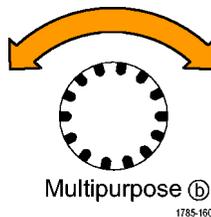
- Drücken Sie **Messung hinzufügen**.



- Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den gewünschten **Quell** kanal auszuwählen.



- Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um den **Messtyp** von **Schnappschuss** auszuwählen.



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



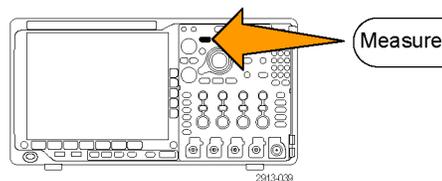
- Zeigen Sie die Ergebnisse an.

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	ZykFI	: -654,6 μ Vs
+Flanke	: 1	-Flanke	: 0
+Impuls	: 2	-Impuls	: 2

Referenzpegel

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



- Drücken Sie **Messen**.

- Drücken Sie so oft wie nötig **Weiter**, um in dem angezeigten Popup-Menü **Referenzpegel** auszuwählen.

Messung hinzufügen	Messung entfernen	Indikatoren	Histogramm	 Weiter		Cursor auf Bildschirm anzeigen
--------------------	-------------------	-------------	------------	---	--	--------------------------------



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

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

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

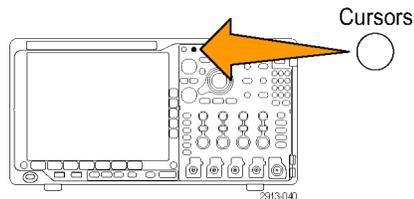
Verwenden Sie die mittlere Referenz primär für Messungen zwischen Flanken, z. B. Impulsbreiten.

Manuelle Messungen mit Cursors vornehmen

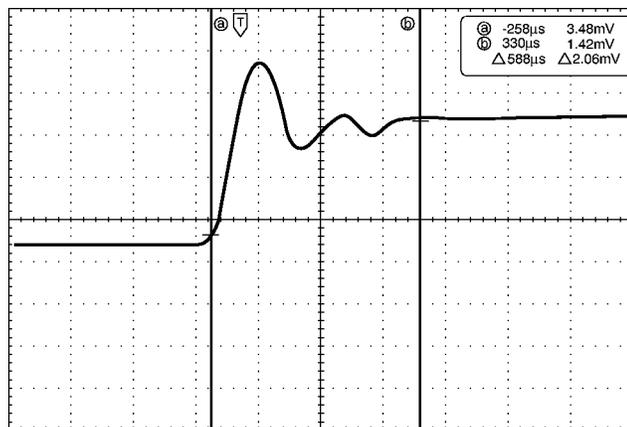
Cursors sind Markierungen auf dem Bildschirm, die Sie in der Signalanzeige positionieren, um manuelle Messungen an erfassten Daten vorzunehmen. Sie werden als horizontale und/oder vertikale Linien angezeigt. So verwenden Sie Cursors auf analogen oder digitalen Kanälen:

1. Drücken Sie **Cursor**, um die Cursor zu aktivieren.

HINWEIS. Wenn Sie ein zweites Mal drücken, werden die Cursor deaktiviert. Sie können **Cursor** auch gedrückt halten, um das Cursormenü anzuzeigen.



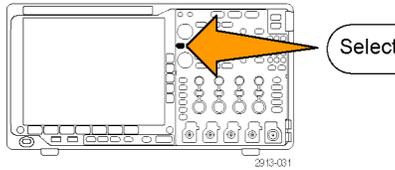
Im Beispiel werden zwei vertikale Cursor auf dem ausgewählten Signal angezeigt. Durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **a** verschieben Sie einen Cursor nach rechts bzw. nach links. Durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **b** verschieben Sie den anderen Cursor.



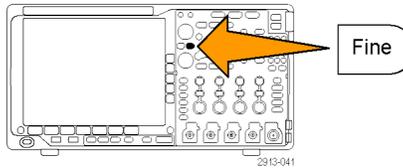
1785-146

2. Wenn die Cursor aktiviert sind, 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.



3. Drücken Sie **Fein**, um zwischen einer Grob- und einer Feinabstimmung der Mehrzweckknöpfe **a** und **b** zu wechseln. Durch Drücken von **Fein** wird auch die Empfindlichkeit anderer Drehknöpfe verändert.



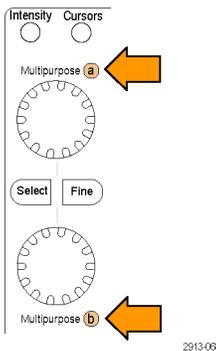
4. Halten Sie **Cursor** gedrückt, um das Cursormenü anzuzeigen.
5. Drücken Sie den Taste **Cursor** auf dem unteren Rahmen, um die Cursor auf **Bildschirm** einzustellen.

Im Bildschirmmodus verlaufen zwei horizontale und zwei vertikale Leisten über das Raster.

Cursor Signal- Bildschirm	Quelle Aus- gewähltes Signal	Leisten Horizontal Vertikal	Gekoppelt Ein Aus	Cursor auf Bildschirm anzeigen	Einheiten	
---------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------	-----------	--



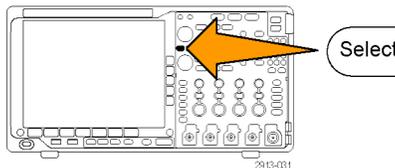
6. Drehen Sie die Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b**, um die beiden horizontalen Cursors zu verschieben.



7. Drücken Sie **Wählen**.

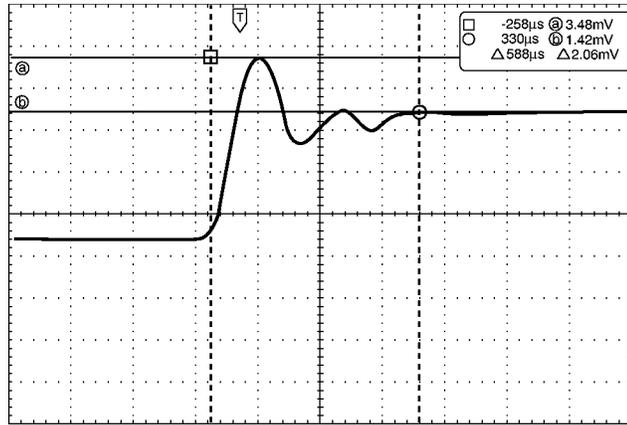
Dadurch werden die vertikalen Cursor aktiv und die horizontalen Cursor inaktiv. Wenn Sie nun die Mehrfunktions-Drehknöpfe drehen, werden die vertikalen Cursor verschoben.

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



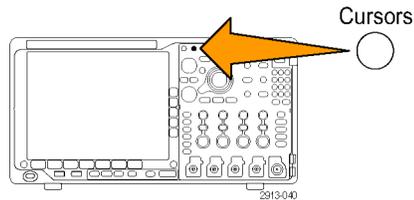
8. Zeigen Sie die Cursors und die Cursor-Messwertanzeige an.

HINWEIS. Auf digitalen Kanälen können Sie Zeitmessungen mit Cursors vornehmen, aber keine Amplitudenmessungen.



1785-147

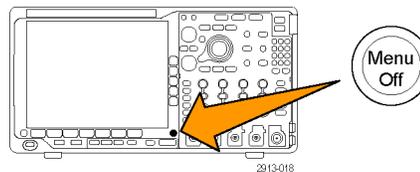
9. Sie können mehrere Signale auf dem Bildschirm anzeigen, indem Sie eine oder mehrere der Kanaltasten 1 bis 4 betätigen oder indem Sie die Taste **D15 – D0** drücken.
10. Halten Sie **Cursor** gedrückt, um das Cursormenü erneut anzuzeigen.



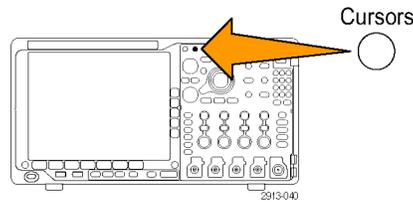
11. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Quelle**.

Ein Popup-Menü wird angezeigt. Die Standardmenüauswahl von **Ausgewähltes Signal** bedingt es, dass die Cursor an den ausgewählten (zuletzt verwendeten) Signalen Messungen vornehmen.

12. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um einen Kanal auszuwählen, der gemessen werden soll und der nicht dem Kanal entspricht, der von **Ausgewähltes Signal** angezeigt wurde.
13. Drücken Sie **Menu Off**, um das seitliche Popup-Menü zu schließen.
14. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und führen Sie an dem anderen Signal Cursor-Messungen durch.



15. Drücken Sie erneut **Cursor**. Dadurch werden die Cursor deaktiviert. Die Cursor 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 dekodierten Busdaten, die Sie im Busmenü ausgewählt haben, dargestellt. Wenn ein digitaler Kanal ausgewählt wurde, enthalten die Cursor die Werte aller angezeigten digitalen Kanäle.

HINWEIS. Wenn serielle oder parallele Busse gewählt wurden, wird in der Cursoranzeige der Datenwert an diesem Punkt dargestellt.

Δ -Anzeige:

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

<input type="checkbox"/> a	-16.0 μ s	22.4mV
<input type="radio"/> b	8.00 μ s	20.4mV
<input type="checkbox"/> Δ	24.0 μ s	Δ 1.60mV

1785-134

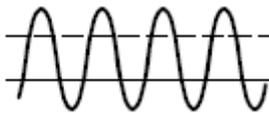
a-Anzeige:

Durch diese Anzeige wird dargestellt, dass der Wert durch den Mehrfunktions-Drehknopf **a** gesteuert wird.

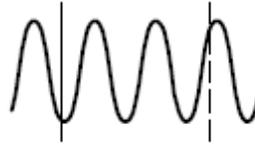
b-Anzeige:

Durch diese Anzeige wird dargestellt, dass der Wert durch den Mehrfunktions-Drehknopf **b** gesteuert wird.

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



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 XY-Cursorn

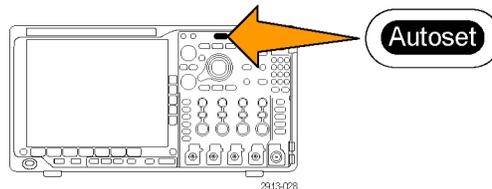
Bei aktivierter XY-Anzeige erscheinen die Cursoranzeigen rechts neben dem unteren Raster (XY). Sie erscheinen als Rechteck-, Polar-, Produkt- oder Verhältnisanzeige. Das Oszilloskop zeigt Signale im oberen Raster (YT) als Vertikalbalkencursor an.

Einrichten eines Histogramms

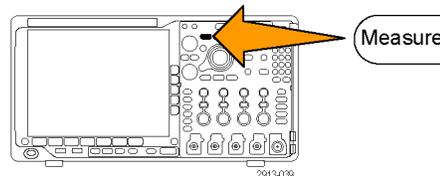
Sie können entweder ein vertikales (Spannungs-) oder ein horizontales (Zeit-)Histogramm anzeigen. Verwenden Sie Histogrammmessungen, um statistische Messdaten für einen Signalabschnitt entlang einer Achse zu gewinnen. Die Quelle für ein Histogramm kann einer der vier analogen Kanäle, ein mathematisches Signal oder eines der vier Referenzsignale sein.

Anzeigen eines Histogramms

1. Richten Sie das Oszilloskop ein, um das Signal anzuzeigen, über das das Histogramm gemessen werden soll. Nutzen Sie **Auto-Setup**, wenn zutreffend.



2. Drücken Sie **Messen**.



3. Drücken sie die Taste **Histogramm** auf dem unteren Rahmen.

Messung hinzufügen	Messung entfernen	Indikatoren	Histogramm	Weiter	Cursor auf Bildschirm anzeigen
--------------------	-------------------	-------------	------------	--------	--------------------------------



4. Drücken Sie die Taste am oberen Rahmen, um die Signalachse auszuwählen, für die sie die Histogrammwerte anzeigen möchten: **Vertikal** oder **Horizontal**.
5. Drücken Sie die Taste **Quelle** auf dem seitlichen Rahmen und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den Kanal auszuwählen, für den Sie die Histogramm-Messungen anzeigen möchten.
6. Drücken Sie die Taste **Horiz. Begrenzungen** auf dem seitlichen Rahmen und stellen Sie mithilfe der Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b** die Begrenzungen **L** (links) und **R** (rechts) des Histogrammfeldes ein.
7. Drücken Sie die Taste **Vert. Begrenzungen** auf dem seitlichen Rahmen und stellen Sie mithilfe der Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b** die Begrenzungen **O** (oben) und **U** (unten) des Histogrammfeldes ein.
8. Drücken Sie **-Weiter- 1 von 2**

Aus Vertikal Horizontal
Quelle (a) 1
Horiz. Begrenzungen L (a) 584ns R (b) 760ns
Vert. Begrenzungen T (a) 584ns B (b) 760ns
-Weiter- 1 von 2

9. Drücken Sie die Taste **Anzeige** auf dem seitlichen Rahmen und wählen Sie **Linear** oder **Logarithm.** aus.

Display Linear Logarithm.
--

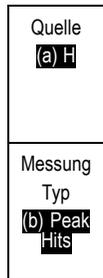
Hinzufügen von Messungen zu Histogrammdaten

1. Drücken Sie die Taste **Messung hinzufügen** auf dem unteren Rahmen, um Messungen zu den Histogrammdaten hinzuzufügen.

Messung hinzufügen	Messung entfernen	Indikatoren	Histogramm	 Weiter	Cursor auf Bildschirm anzeigen
--------------------	-------------------	-------------	------------	---	--------------------------------



2. Drücken Sie die Taste **Quelle** auf dem seitlichen Rahmen und wählen Sie mithilfe des Mehrfunktions-Drehknopfs **a** für Histogramm-Messungen **H** aus.
3. Drücken Sie die Taste **Messtyp** auf dem seitlichen Rahmen und wählen Sie mithilfe des Mehrfunktions-Drehknopfes **b** eine Histogramm-Messung aus.



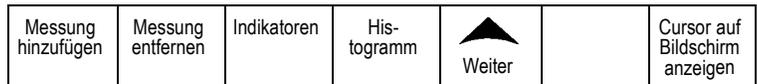
4. Drücken Sie die Taste **OK Messung hinzufügen** auf dem seitlichen Rahmen, um die Messung zu der Messwertanzeigenliste hinzuzufügen.



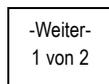
Zurücksetzen der Histogramm-Messungen und Statistiken

Befolgen Sie zum Zurücksetzen der Histogramm-Messungen und Statistiken die folgenden Schritte:

1. Drücken sie die Taste **Histogramm** auf dem unteren Rahmen.



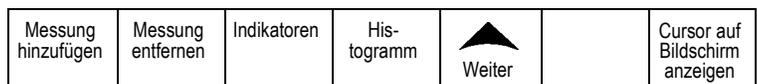
2. Drücken Sie **-Weiter- 1 von 2** Taste auf dem seitlichen Rahmen.



3. Drücken Sie die Taste **Histogrammzähler zurücksetzen** auf den seitlichen Rahmen.



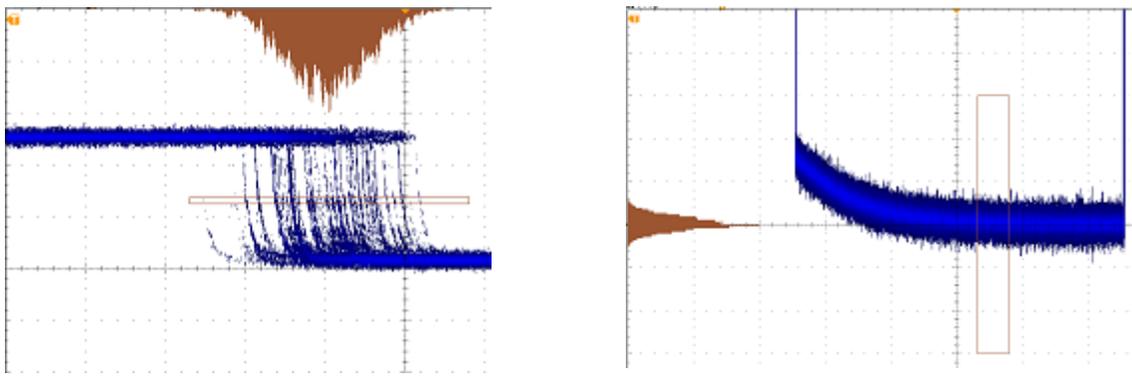
4. Drücken Sie die Taste **Weiter** auf dem unteren Rahmen.



- Drücken Sie die Taste **Statistik zurücksetzen** auf dem seitlichen Rahmen.



Sie können das Histogramm oben (bei horizontalen Histogrammen) oder am linken Rand (bei vertikalen Histogrammen) des Rasters anzeigen.



Schnelltipps

- Verwenden Sie horizontale Histogramme zur Messung von Signaljitter.
- Nutzen Sie vertikale Histogramme zur Messung von Signalrauschen.

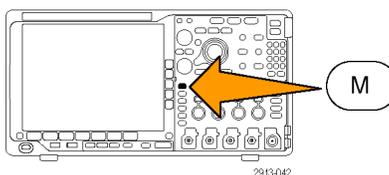
Verwenden von mathematischen Signalen

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:

- Drücken Sie **Math**.



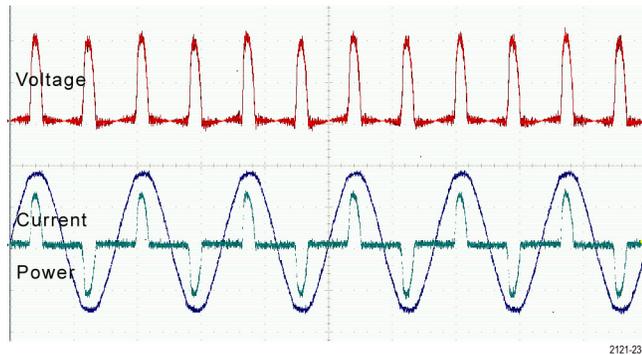
2. Drücken Sie **Doppel-Signal-Math.**

Doppel-Signal-Math.	FFT	Fortgeschrittene Math	Math.-Spektrum	(M) Bezeichnung		
---------------------	-----	-----------------------	----------------	-----------------	--	--



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.



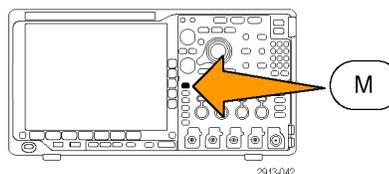
Schnelltipps

- 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 161, *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	Math.-Spektrum	(M) Bezeichnung		
---------------------	------------	-----------------------	----------------	-----------------	--	--



3. Drücken Sie bei Bedarf die Taste **FFT-Quelle** im Menü auf dem seitlichen Rahmen, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die zu verwendende Quelle auszuwählen. Sie haben folgende Auswahlmöglichkeiten: Kanäle 1, 2, 3, 4, Referenzsignale 1, 2, 3 und 4.

FFT
FFT-Quelle ↓



4. Drücken Sie auf dem seitlichen Rahmen mehrmals die Taste **Vertikale Einheiten**, um „Lineare Eff“ oder „dBV Eff“ auszuwählen.

Vertikale Einheiten Lineare Eff



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.

Fenster Hanning

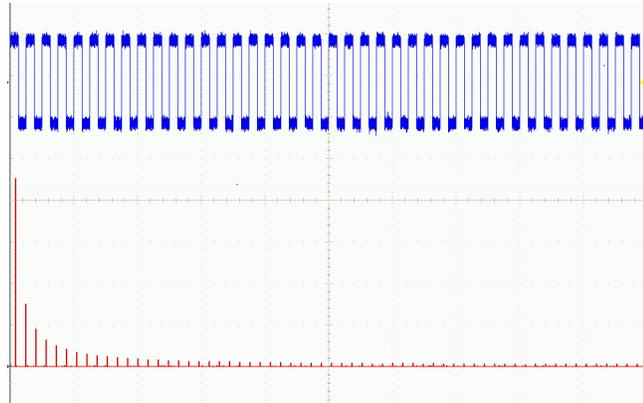


6. Drücken Sie auf dem seitlichen Rahmen die Taste **Horizontal**, um die Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b** zu aktivieren und so die FFT-Anzeige verschieben und zoomen zu können.

Horizontal 625 kHz 1.25 kHz/div



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 mathematische FFT-Funktion weist vier Fenster auf. Jedes bietet einen Kompromiss zwischen Frequenzauflösung und Größengenauigkeit. Welches Fenster Sie verwenden, hängt davon ab, was Sie messen möchten und welche Eigenschaften das Quellsignal hat. Wählen Sie das passende Fenster anhand der folgenden Kriterien aus:

Beschreibung

Fenster

Rectangular

Die Frequenzauflösung bei Verwendung des Rectangular-Fensters (auch „Boxcar“ oder „None“ bezeichnet) ist sehr gut, die Spektralverluste sind hoch und die Amplitudengenauigkeit ist gering.

Verwenden Sie das Rectangular-Fenster, 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. Dieses Fenster eignet sich am besten zum Messen des Frequenzspektrums von sich nicht wiederholenden Signalen sowie zum Messen der Frequenzanteile nahe DC.



Hamming

Die Frequenzauflösung bei Verwendung des Hamming-Fensters ist gut (etwas besser als Hanning), die Spektralverluste sind moderat und die Amplitudengenauigkeit ist relativ gut.

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



Beschreibung

Fenster

Hanning

Die Frequenzauflösung bei Verwendung des Hanning-Fensters (auch „Hann“ genannt) ist gut, die Spektralverluste sind gering und die Amplitudengenauigkeit ist relativ gut.

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



Blackman-Harris:

Die Frequenzauflösung bei Verwendung des Blackman-Harris-Fensters ist niedrig, die Spektralverluste sind sehr gering und die Amplitudengenauigkeit ist gut.

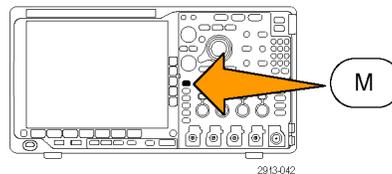
Verwenden Sie das Blackman-Harris-Fenster vorrangig zum Messen von Einzelfrequenzsignalen, um nach Oberwellen höheren Grads oder mehreren Sinussignalen mit moderaten oder weiten Abständen zu suchen.



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	Fortgeschrittene Math	Math.-Spektrum	(M) Bezeichnung.	
---------------------	-----	-----------------------	----------------	------------------	--

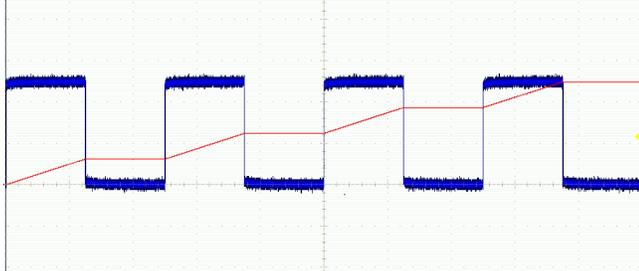


3. Erstellen Sie mit Hilfe der Tasten im Menü auf dem seitlichen Rahmen benutzerdefinierte Ausdrücke.

- 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:

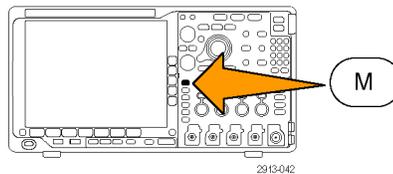
- Drücken Sie auf dem unteren Rahmen die Taste **Entfernen**.
- Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um **Intg(** auszuwählen.
- Drücken Sie **Auswahl eingeben**.
- Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um Kanal **1** auszuwählen.
- Drücken Sie **Auswahl eingeben**.
- Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um **)** auszuwählen.
- Drücken Sie **OK Annehmen**.



Verwendung von Math.-Spektrum

Mit der Funktion „Math.-Spektrum“ können Sie ein math. Signal erstellen, indem Sie Frequenzstrahlen addieren oder subtrahieren.

- Drücken Sie **Math**.



2. Drücken Sie **Math.-Spektrum**.

Doppelsig- nal-Math.	FFT	Fort- geschrit- tene Math	Math.- Spektrum		(M) Bezeichng.	
-------------------------	-----	---------------------------------	----------------------------	--	-------------------	--

Verwenden Sie die Auswahlmöglichkeiten der seitlichen Menütasten, um Ihren gewünschten Math-Strahl zu erstellen.



3. Drücken Sie **1. Quelle** und wählen Sie HF-Normalstrahl (**RF:N**), HF-Mittelwertstrahl (**RF:A**), HF-Maximumstrahl (**RF:M**), den HF-Minimumstrahl (**RF:m**) oder einen der Referenzspeicher mit Frequenzbereichinformationen.
4. Wählen Sie **+** oder **-** als Operator aus.
5. Wählen Sie die 2. Quelle aus den zur Verfügung stehenden Optionen.

Das Math-Signal wird auf dem Bildschirm als ein roter Strahl angezeigt.

6. Drücken Sie **Bezeichng.** im unteren Menü und verwenden Sie die daraufhin angezeigten Auswahlmöglichkeiten des Seitenmenüs, um Ihrem Math-Strahl eine geeignete Bezeichnung zu geben.

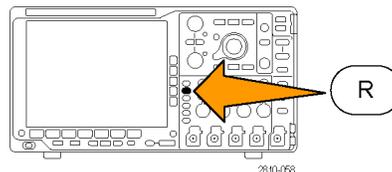
HINWEIS. Das Oszilloskop schließt die Berechnung nur ab, wenn die Maßeinheiten der Quellsignale bei Kombination logisch Sinn ergeben.

Verwendung von Referenzsignalen und -strahlen

Erstellen und speichern Sie ein Referenzsignal oder einen Referenzstrahl. Auf diese Weise können Sie beispielsweise einen Standard einrichten, mit dem alle anderen Signale verglichen werden können. So verwenden Sie die Referenzsignale oder -strahlen:

HINWEIS. 10 M- und 20 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 oder einen Referenzstrahl anzeigen oder auswählen.

(R1) <input checked="" type="checkbox"/> (Ein) 3-Mai-07	(R2) <input type="checkbox"/> (Aus)	(R3) <input type="checkbox"/> (Aus)	(R4) <input type="checkbox"/> (Aus)			
--	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	--	--



3. Drücken Sie **Vertikal** im Menü auf dem seitlichen Rahmen und verwenden Sie die Mehrzweck-Drehknöpfe, um die Vertikal-Einstellungen des Referenzsignals oder -strahls anzupassen.
4. Drücken Sie **Horizontal** im Menü auf dem seitlichen Rahmen und verwenden Sie die Mehrzweck-Drehknöpfe, um die Horizontal-Einstellungen des Referenzsignals oder -strahls anzupassen.
5. Drücken Sie **Bezeichn. bearb.** und verwenden Sie die daraufhin angezeigten Menüs, um Bezeichnungen für die Anzeige mit den Referenzsignalen und -strahlen zu definieren.
6. Drücken Sie **Ref-Details**, um die Informationen zur gewählten Referenz zu lesen. Verwenden Sie diese Funktion, um zu ermitteln, ob die Referenz ein analoges Signal oder ein HF-Strahl ist.
7. Drücken Sie **In Datei speichern**, um die Referenzinformationen in einem externen Speicher zu speichern.

R1	
Vertikal	3
0,00 div	
100 mV/div	
Horizontal	4
0,00 s	
4,00 µs/div	
Bezeichn. bearb.	
Ref-Details	
In Datei speichern	

Schnelltipps

- **Referenzsignale auswählen und anzeigen.** Sie können alle Referenzsignale gleichzeitig anzeigen. Um ein bestimmtes Referenzsignal auszuwählen, drücken Sie die entsprechende Bildschirmstaste.
- **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.

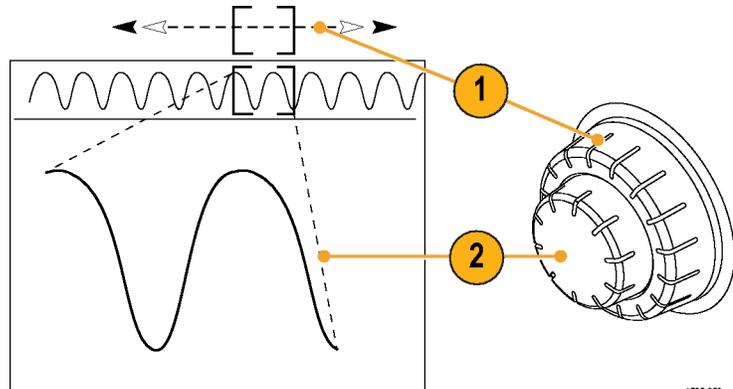
- **Speichern von 10 M- und 20 M-Referenzsignalen.** 10 M- und 20 M-Referenzsignale sind flüchtig und werden beim Abschalten des Oszilloskops nicht gespeichert. Solche Signale können nur im externen Speicher behalten werden.

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

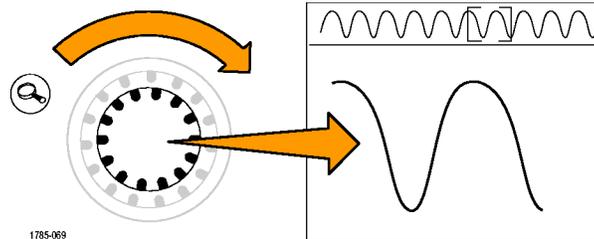


1785-053

Zoomen eines Signals

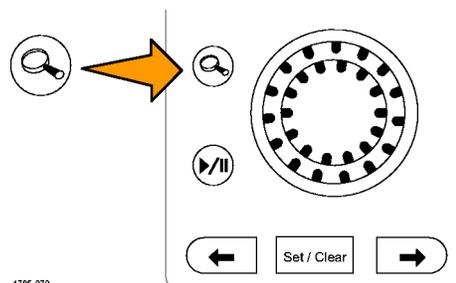
So verwenden Sie den Zoom:

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.



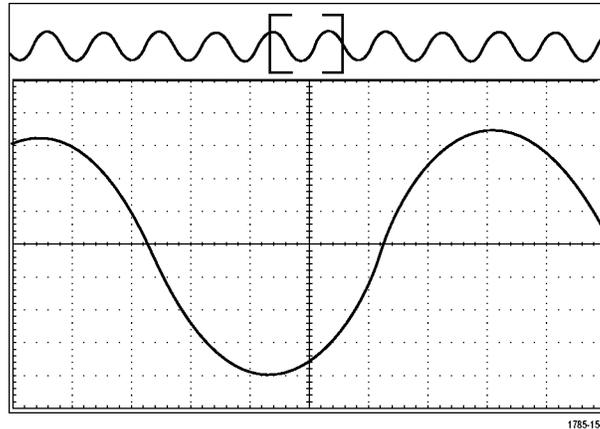
1785-069

2. Sie können den Zoom-Modus auch aktivieren und deaktivieren, indem Sie die Zoom-Taste drücken.



1785-070

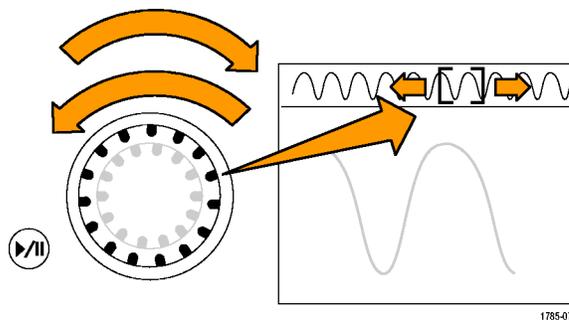
- Überprüfen Sie die gezoomte Signalansicht, die im unteren, größeren Teil des Bildschirms angezeigt wird. Im oberen Teil des Bildschirms wird im Kontext der gesamten Aufzeichnung die Position und Größe des gezoomten Teils des Signals angezeigt.



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:

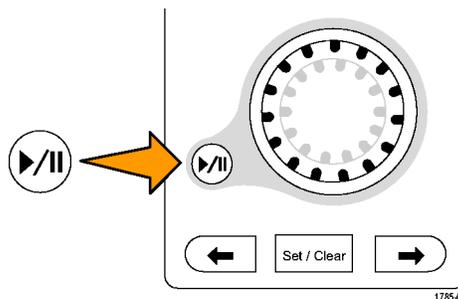
- Drehen Sie den äußeren Knopf des Bedienelements „Pan-Zoom“, um das Signal zu verschieben. Drehen Sie den Knopf im Uhrzeigersinn, um es vorwärts zu verschieben. Drehen Sie es entgegen dem Uhrzeigersinn, um es rückwärts zu verschieben. Je weiter Sie den Knopf drehen, desto schneller wird das Zoom-Fenster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



Wiedergeben und Anhalten eines Signals

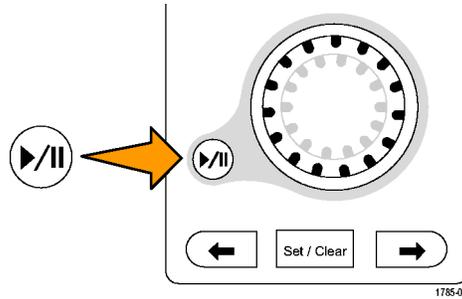
Verwenden Sie die Wiedergabe-/Pausen-Funktion um durch ein aufgezeichnetes Signal automatisch einen Bildlauf durchzuführen. So verwenden Sie die Funktion:

- Aktivieren Sie den Wiedergabe-/Pausen-Modus, indem Sie die Wiedergabe-/Pause-Taste drücken.
- 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.



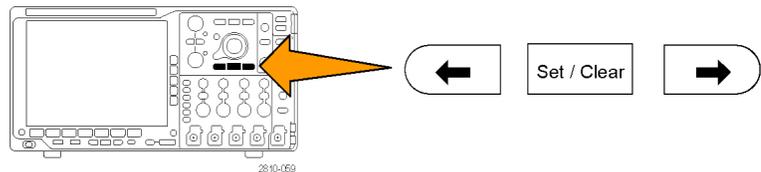
Suchen und Markieren von Signalen

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.

2. Drücken Sie **Setzen/Löschen**.

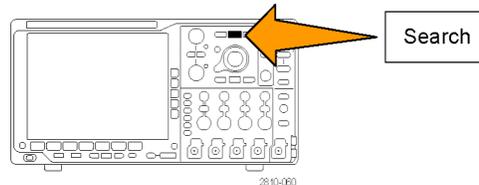
Wenn sich in der Mitte des Bildschirms keine Suchmarkierung befindet, wird eine hinzugefügt.

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.

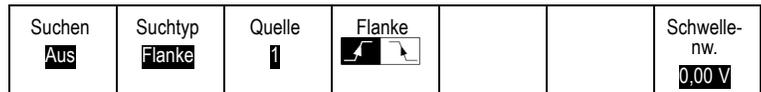
- Löschen einer Marke. Drücken Sie die Pfeiltasten → (vorwärts) oder ← (zurück), um zu der Marke zu wechseln, die Sie löschen möchten. Zum Entfernen der aktuellen Marke in der Mitte drücken Sie **Setzen/Löschen**. Dies geht bei manuell wie auch automatisch erstellten Marken.

So setzen und entfernen (löschen) Sie Suchmarkierungen automatisch:

- Drücken Sie **Suchen**.



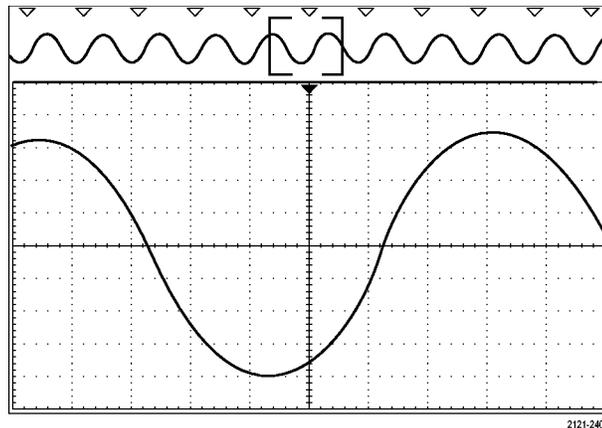
- Wählen Sie im Menü auf dem unteren Rahmen den gewünschten Suchtyp aus.



Das Suchmenü ähnelt dem Triggermenü.



- Aktivieren Sie die Suche im Menü auf dem seitlichen Rahmen.
- 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 zoomten Signalansichten angezeigt.
- 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.



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, oder die sich innerhalb oder außerhalb eines Bereichs befinden.
Timeout	Sucht nach einem fehlenden Impuls. Das Signal bleibt für eine festgelegte Zeit über oder unter (oder entweder über oder unter) einem festgelegten Wert.
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.
Anstiegszeit/Abfallzeit	Suche nach ansteigenden und/oder abfallenden Flanken, die $>$, $<$, $=$ oder \neq einem benutzerdefinierten Zeitraum sind.
Bus	<p>Parallel: Suche nach einem binären oder hexadezimalen Wert.</p> <p>I²C: Suche nach Start, wiederholtem Start, Stopp, fehlender Bestätigung, Adresse, Daten oder Adresse und Daten.</p> <p>SPI: Suche nach SS Active, MOSI, MISO oder MOSI & MISO.</p> <p>RS-232, RS-422, RS-485, UART: Suche nach Tx Startbit, Rx Startbit, Tx Paketende, Rx Paketende, Tx Daten, Rx Daten, Paritätsfehler bei Übertrag., Paritätsfehler beim Empfang.</p> <p>CAN: Suche nach Frame-Beginn, Frame-Typ (Daten, Remote, Fehler, Überlastung), Kennung (Standard oder Erweitert), Daten, Kennung und Daten, Frame-Ende oder Fehlende Best., Bit-Stuffing-Fehler</p> <p>LIN: Suche nach Synchronis., Kennung, Daten, ID & Daten, WakeupFrame, Sleep-Frame, Fehler</p> <p>FlexRay: Suche nach Frame-Beginn, Frame-Typ, Kennung, Zykluszähler, Titelfelder, Daten, ID & Daten, Frame-Ende, Fehler</p> <p>Audio: Suche nach Wortauswahl oder Daten</p> <p>USB: Suche nach Sync, Zurücksetzen, Standby, Resume (Wiederaufnahme), Paketende, Token (Address) Packet (Token (Adress)-Paket), Datenpaket, Handshake Packet (Handshake-Paket), Spezialpaket oder Fehler</p> <p>Ethernet: Suche nach Start of Frame, MAC-Adressen, MAC Länge/Typ, MAC Client-Daten, Paketende, Leerlauf, FCS (CRC)-Fehler. Wenn Q-(VLAN) Tagging aktiviert ist, können Sie auch nach Q-Tag Control Information (Informationen zur Q-Tag-Steuerung) suchen.</p> <p>MIL-STD-1553: Suche nach Synchronis., Befehl, Status, Daten, Zeit (RT/IMG), Fehler</p>

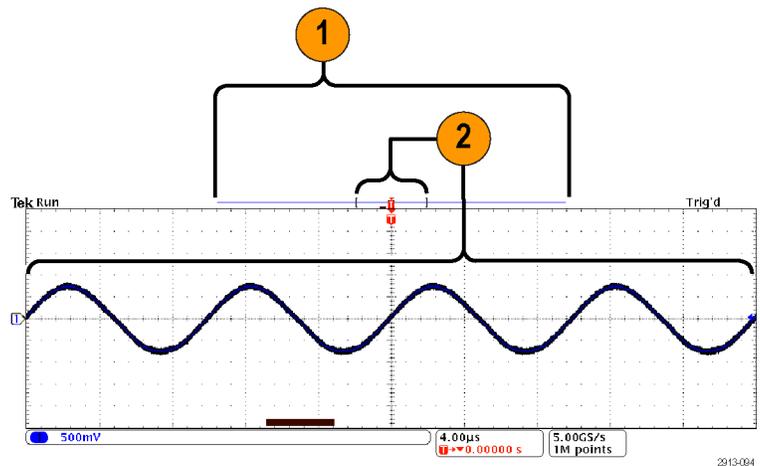
Automatische Vergrößerung

Wenn Sie die Horizontalskaleneinstellung auf eine schnellere Zeit/Div-Einstellung anpassen, erhöht die Serie MDO4000 automatisch die Abtastrate, um die selbe Aufzeichnungslänge in einer kürzeren Zeit aufrecht zu erhalten. Letztendlich erreicht die Serie MDO4000 jedoch die maximale Abtastrate. Wenn das Gerät die schnellste Abtastrate erreicht hat, führen weitere Änderungen auf schnellere Zeitbasis-Einstellungen dazu, dass das Oszilloskop im Modus der automatischen Vergrößerung arbeitet, in dem das Oszilloskop die gewünschte schnellere Zeit/Div-Einstellung hat und weiterhin die gewünschte Aufzeichnungslänge erfasst. Daraus resultiert, dass das Oszilloskop nicht alle erfassten Punkte innerhalb der gewünschten Zeit/Div-Einstellung anzeigt.

Stattdessen zeigt das Oszilloskop nur einen Teil der gesamten Aufzeichnung im Zeitbereichsraster an. Mit dieser Funktion haben Sie eine Möglichkeit zur Vergrößerung eines Teils der Aufzeichnung, ohne dass Sie eine Bildschirmanzeige mit kleinerem Zoom verwenden müssen. Die Funktion bietet Ihnen den maximalen Nutzen der Kombination Abtastrate/Aufzeichnungslänge für Ihr Oszilloskop. Mit der automatischen Vergrößerung haben Sie Zugriff auf die gesamte Aufzeichnungslänge bei maximaler Abtastrate.

HINWEIS. Die automatische Vergrößerung funktioniert nur, wenn die Zoom-Funktion ausgeschaltet ist.

1. Die gesamte Erfassung wird durch den horizontalen Balken in der oberen Anzeige angezeigt.
2. Der Teil der Erfassung, der im Zeitbereichsraster angezeigt wird, wird in dem Teil der oberen Anzeige angezeigt, der durch die Klammern definiert ist.

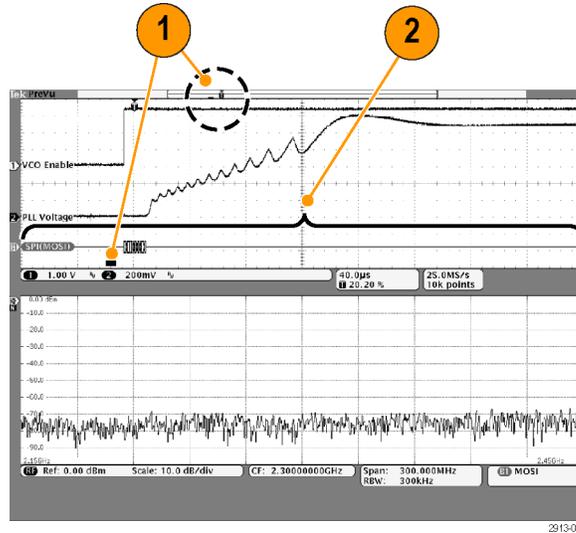


HINWEIS. Wenn Sie die Funktionen für den Frequenzbereich und die automatische Vergrößerung gleichzeitig nutzen und die Spektrumzeit außerhalb des Teils der Erfassung verschieben, die im Raster angezeigt wird, verschwindet der orange Balken in der Zeitbereichsanzeige, der die Spektrumzeit anzeigt, genau wie auch alle Aktivitäten in der Frequenzbereichsanzeige.

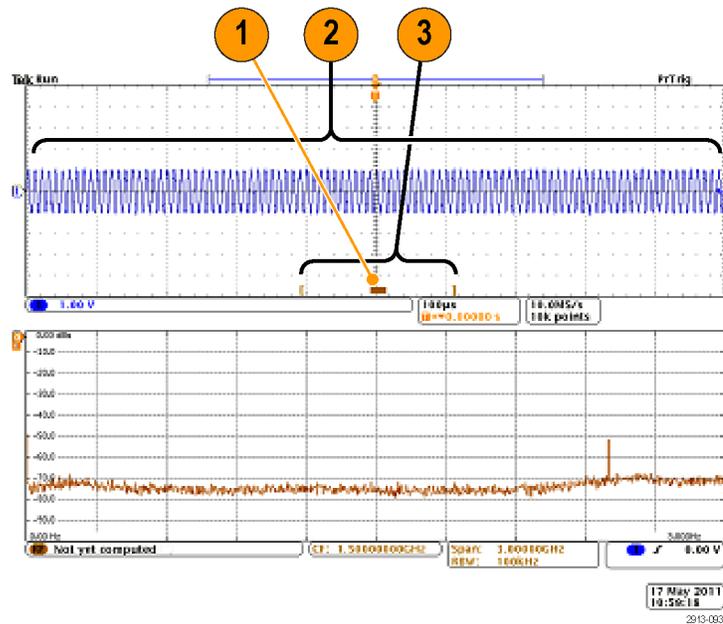
Zeitbezogene Mehrbereichsanzeige

Ein einzelnes Triggerereignis koordiniert die Erfassung für alle analogen, digitalen und HF-Kanäle. Dies ermöglicht eine zeitbezogene Ansicht der Zeit- und Frequenzbereichsignale in einem einzigen Gerät.

1. **Spektrumzeit:** Dies ist der Zeitpunkt, der zur Berechnung des Spektrums verwendet wird, das im Frequenzbereichraster angezeigt wird. Ein orangefarbener Balken am unteren Rand der Zeitbereichsanzeige zeigt die Spektrumzeit an. Der orangefarbene Balken wird auch in der Erfassungsübersicht oben in der Anzeige angezeigt.
2. **Analogzeit:** Dies ist die Menge der im Zeitbereichraster erfassten Zeit. Sie wird durch den Horizontalskala-Drehknopf gesteuert.



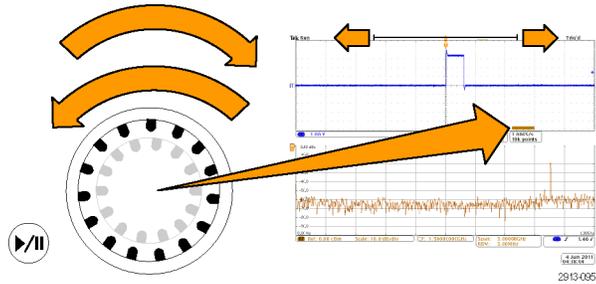
3. **HF-Erfassungszeit:** Dies ist die Menge der vom HF-System erfassten Zeit. Bei mittleren bis schnellen Zeitbasiseinstellungen entspricht sie der Analogzeit. Bei langsameren Zeitbasiseinstellungen kann sie geringer als die Analogzeit sein. In der rechten Abbildung wird sie durch die Klammern um die Spektrumzeit angezeigt.



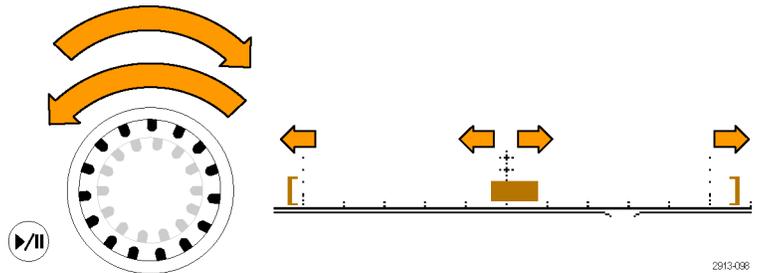
Verschiebung der Spektrumzeit durch die Analogzeit

Eine der leistungsstärksten Funktionen der Serie MDO4000 ist die Möglichkeit, die Spektrumzeit durch die Analogzeit zu verschieben. Dadurch können Sie sehen, wie sich das Spektrum im Lauf der Zeit verändert und wie es sich im Verhältnis zu anderen analogen Signalen, digitalen Signalen oder seriellen/parallelen Busbefehlen ändert.

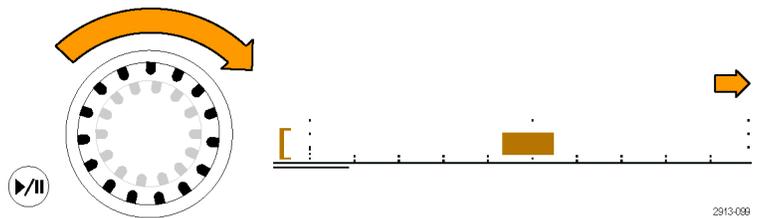
Sie können die Spektrumzeit durch die Analogzeit schieben, indem Sie den (äußeren) Drehknopf zum Verschieben des Wave Inspector drehen.



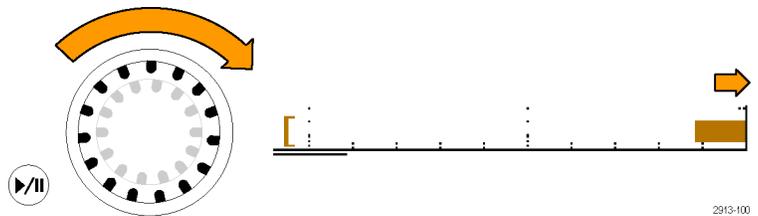
Wenn das Oszilloskop Daten erfasst (läuft) und Sie drehen am Steuerelement zum Verschieben, können Sie die Spektrumzeit und die HF-Erfassungszeit gleichzeitig verschieben. Der Vorgang funktioniert so, als ob Sie die HF-Erfassungszeit zusammen mit der Spektrumzeit verschieben.



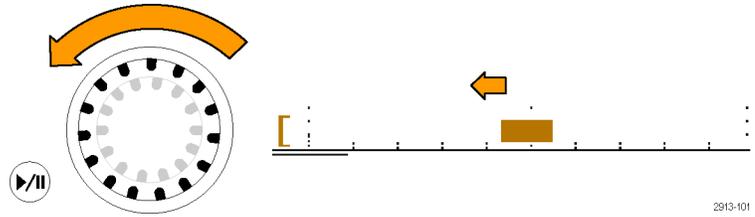
Wenn Sie den Drehknopf zum Verschieben im Uhrzeigersinn drehen, verschieben Sie die HF-Erfassungszeit und die Spektrumzeit zur rechten Seite der Anzeige. Wenn die rechte Seite der HF-Erfassungszeit die rechte Außenseite des Bildschirms erreicht, können Sie die HF-Erfassungszeit nicht weiter nach rechts verschieben.



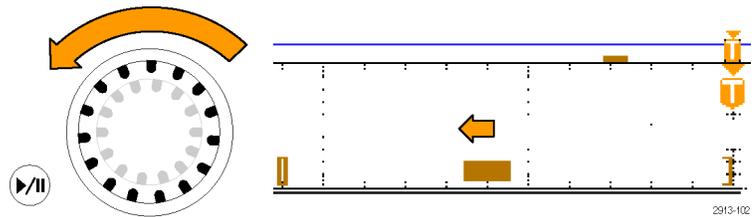
Sie können jedoch die Spektrumzeit weiter nach rechts verschieben, bis sie die rechte Seite der HF-Erfassungszeit/Analogzeit erreicht.



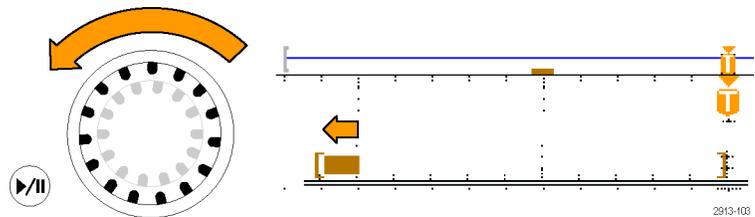
Wenn Sie den Drehknopf dann entgegen dem Uhrzeigersinn drehen, kehrt die Spektrumzeit zur Mitte der HF-Erfassungszeit zurück.



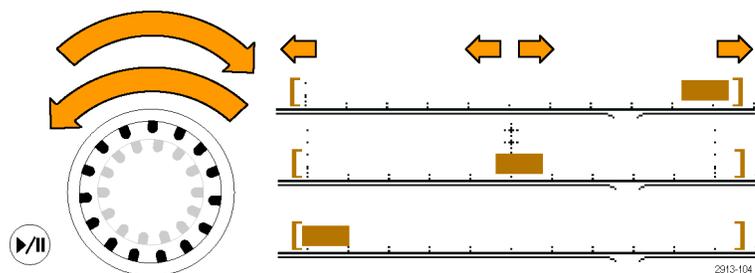
Drehen Sie den Drehknopf zum Verschieben weiter entgegen dem Uhrzeigersinn und verschieben Sie die HF-Erfassungszeit und die Spektrumzeit zusammen zur linken Seite der Anzeige. Wenn die rechte Seite der HF-Erfassungszeit die Triggeranzeige am oberen Rand der Anzeige erreicht, können Sie die HF-Erfassungszeit nicht weiter nach links verschieben, auch wenn Sie weiter den Drehknopf zum Verschieben drehen. Die HF-Erfassungszeit muss mit dem Trigger verbunden bleiben.



Wenn Sie den Drehknopf zum Verschieben weiter entgegen dem Uhrzeigersinn drehen, wird die Spektrumzeit weiter innerhalb der HF-Erfassungszeit nach links verschoben, bis sie das linke Ende der HF-Erfassungszeit erreicht.

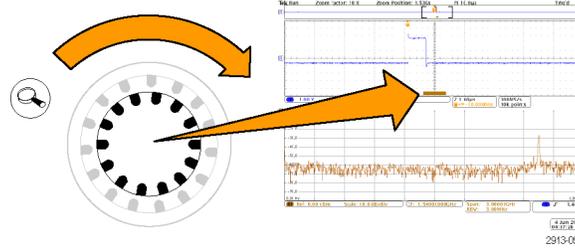


Wenn das Oszilloskop keine Daten erfasst (angehalten), ist die HF-Erfassungszeit auf der Anzeige fixiert. Durch Drehen des Drehknopfes zum Verschieben im oder entgegen dem Uhrzeigersinn wird die HF-Erfassungszeit nicht verschoben. Durch Drehen des Drehknopfes wird jedoch die Spektrumzeit innerhalb der HF-Erfassungszeit verschoben.



Einzoomen auf Spektrumzeit und Analogzeit

1. Drehen Sie den (inneren) Zoom-Drehknopf der Steuerung zum Verschieben und Zoomen oder drücken Sie die Zoom-Taste des vorderen Bedienfelds, um die Zoom-Steuerung einzuschalten.
2. Drehen Sie die Zoom-Steuerung, um die angezeigten Zeitbereichsdaten zu vergrößern oder zu verkleinern.



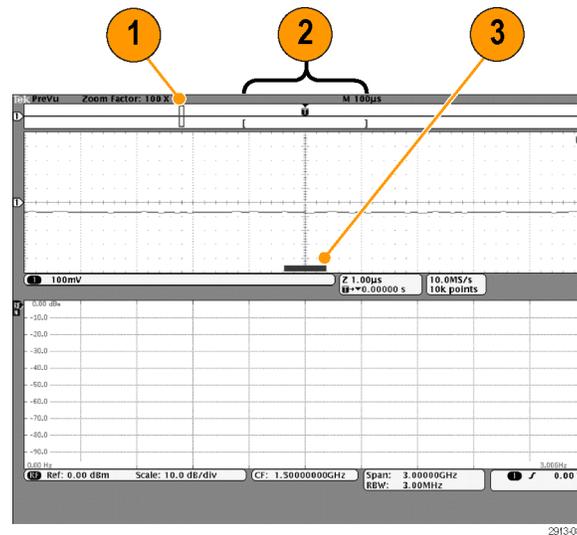
Sie können die Zoom-Steuerung verwenden, um die Analogzeit und die zeitbezogene Mehrbereichsanzeige genauer anzuzeigen.

Bei eingeschaltetem Zoom zentriert das Oszilloskop die Spektrumzeit in der Mitte der Zoomansicht des Zeitbereichfensters. Der orange Spektrumzeitbalken bleibt in der Mitte der Zoomansicht des Zeitbereichfensters verankert.

Spezialfall: Wenn die Spektrumzeit außerhalb der HF-Erfassungszeit liegt

Wenn Sie im Zoom-Modus den Drehknopf zum Verschieben drehen, bis das Zoomfeld sich außerhalb der HF-Erfassungszeit befindet, wird der Spektrumzeitbalken grau und der Spektrumstrahl in der Frequenzbereichsanzeige verschwindet. Wenn Sie anschließend die Steuerung zum Verschieben drehen, bis sich das Zoomfeld wieder im Bereich der HF-Erfassungszeit befindet, wird der Spektrumzeitbalken wieder orange.

1. Der eingezoomte Teil der Analogzeit wird in Klammern angezeigt. In der rechten Abbildung befindet sich diese Zeit außerhalb der HF-Erfassungszeit.
2. Die HF-Erfassungszeit wird durch ein Paar senkrechte Klammern angezeigt.
3. Die Spektrumzeitanzeige wird grau, wenn es keine HF-Daten anzuzeigen gibt, wie in der rechten Abbildung. Sie wird wieder orange, wenn Sie die Spektrumzeit so verschieben, dass sie sich innerhalb der HF-Erfassungszeit befindet.



Grenzwertprüfung und Maskentest

Überwachen eines aktiven Eingangssignals im Vergleich zu einer Maske und zum Ausgeben von Pass- oder Fehlerergebnissen, wobei beurteilt wird, ob sich das Eingangssignal innerhalb der Grenzen der Maske bewegt. Zum Einrichten und Ausführen einer Grenzwertprüfung oder eines Maskentests führen Sie folgende Schritte aus:

1. Wählen Sie die Maske aus oder erstellen Sie eine Maske.
2. Einrichten des Tests.
3. Führen Sie den Test aus und zeigen Sie die Ergebnisse an.

HINWEIS. Für Telekommunikationsstandards >55 Mb/s werden Modelle mit ≥ 350 MHz Bandbreite empfohlen.

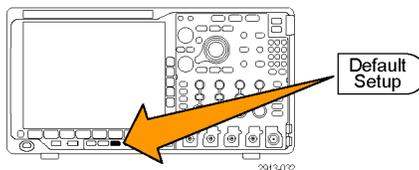
Für Hochgeschwindigkeits-USB werden Modelle mit 1 GHz Bandbreite empfohlen.

Erstellen oder wählen Sie die Maske

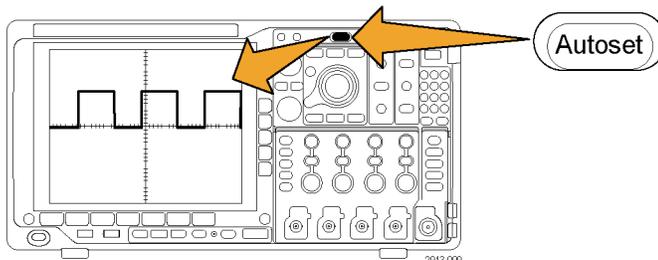
Die drei Maskentypen, die Sie erstellen oder auswählen können, sind: Grenzwertprüfung, Standard und Benutzerdefiniert.

Erstellen einer Grenzwertprüfmaske.

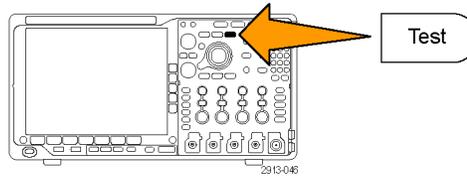
1. Drücken Sie auf dem vorderen Bedienfeld die Taste **Default Setup**.



2. Verbinden Sie den Tastkopf Ihres Oszilloskops mit der Maskenquelle.
3. Drücken Sie die Taste **Autoset** auf dem vorderen Bedienfeld des Geräts.



- Drücken Sie auf dem Bedienfeld die Taste **Test**.



- Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Anwendung**. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um aus dem Menü **Grenzwert-/Maskentest** auszuwählen.
- Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Maske auswählen** und wählen Sie im daraufhin angezeigten Seitenmenü **Grenzwertprüfung**.
- Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Grenzmaske erstellen**.

- Drücken Sie im daraufhin angezeigten seitlichen Rahmenmenü auf **Quellkanal** und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um das Signal auszuwählen, das als Vorlage für die Grenzwertprüfung verwendet werden soll.
- Drücken Sie auf **Horizontaler ±Grenzwert**, um die horizontalen Grenzwerte für die Masken einzustellen. Die Einheiten sind Rasterunterteilungen, wobei eine große Unterteilung 1.000 Milliunterteilungen (mdiv) enthält.
- Drücken Sie auf **Vertikaler ±Grenzwert**, um die horizontalen Grenzwerte für die Masken einzustellen. Die Einheiten sind Rasterunterteilungen, wobei eine große Unterteilung 1.000 Milliunterteilungen (mdiv) enthält.

Quellkanal a 1	
Horizontaler ±Grenzwert 200 mdiv	9
Vertikaler ±Grenzwert 200 mdiv	10
OK Grenzmaske erstellen	11

- Drücken Sie auf **OK Grenzmaske erstellen**, um die Maske im Oszilloskop zu erstellen.

Wählen Sie eine Standardmaske aus.

1. Drücken Sie auf dem Bedienfeld die Taste **Test**.
2. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Anwendung**. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um aus dem Menü **Grenzwert-/Maskentest** auszuwählen.
3. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Maske auswählen** und wählen Sie im daraufhin angezeigten Seitenmenü **Standard**.
4. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Standard auswählen**.
5. Wählen Sie mithilfe der daraufhin angezeigten Elemente im Seitenmenü den Standard aus, den Sie verwenden möchten.
6. Drücken Sie im seitlichen Rahmenmenü auf **OK Standard anwenden**.

Eine benutzerdefinierte Maske erstellen. Es gibt drei Möglichkeiten, eine benutzerdefinierte Maske zu erstellen. Sie können eine Standardmaske bearbeiten, eine Maske aus einer Textdatei laden oder eine Maske über eine ferngesteuerte Schnittstelle erstellen.

Erstellen einer benutzerdefinierten Maske durch Bearbeiten einer Standardmaske.

1. Drücken Sie auf dem Bedienfeld die Taste **Test**.
2. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Anwendung**. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um aus dem Menü **Grenzwert-/Maskentest** auszuwählen.
3. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Maske auswählen** und wählen Sie im daraufhin angezeigten Seitenmenü **Standard**.
4. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Standard auswählen**.
5. Wählen Sie mithilfe des daraufhin angezeigten seitlichen Rahmenmenüs den Standard aus, den Sie verwenden möchten.
6. Drücken Sie im seitlichen Rahmenmenü auf **OK Standard anwenden**.
7. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Maske einrichten**.

8. Drücken Sie im daraufhin angezeigten seitlichen Rahmenmenü auf **Aktive Maske kopieren Benutzerdef.**
9. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Benutzerdef. Maske bearbeiten..**
10. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die **vertikale Reserve** der benutzerdefinierten Maske anzupassen, wie im daraufhin angezeigten seitlichen Rahmenmenü angezeigt. Ein positiver Wert trennt die oberen und unteren Maskensegmente. Ein negativer Wert bringt die oberen und unteren Segmente zusammen.

HINWEIS. Informationen zu weiteren Bearbeitungsmöglichkeiten finden Sie in den Abschnitten „Erstellen einer benutzerdefinierten Maske aus einer Textdatei“ und „Erstellen einer Maske über eine ferngesteuerte Schnittstelle“.

Erstellen einer benutzerdefinierten Maske aus einer Textdatei.

1. Drücken Sie auf dem Bedienfeld die Taste **Test**.
2. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Anwendung**. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um aus dem Menü **Grenzwert-/Maskentest** auszuwählen.
3. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Maske einrichten**.
4. Drücken Sie im daraufhin angezeigten seitlichen Rahmenmenü auf **Maske aus Datei abruf**.

Die Maskentextdatei sollte die Erweiterung „.msk“ aufweisen und das folgende Format verwenden:

```
:REM "Initialize the custom mask"
:MASK:CUSTOM INIT
:REM "Mask Setup Information"
:MASK:USER:LABEL "Custom Mask of STS-1"
:MASK:USER:AMPLITUDE 1.0000
:MASK:USER:VSCALE 200.0000E-3
:MASK:USER:VPOS -2.5000
:MASK:USER:VOFFSET 0.0E+0
:MASK:USER:HSCALE 4.0000E-9
:MASK:USER:HTRIGPOS 318.1000E-3
:MASK:USER:WIDTH 29.5500E-9
```

```

:MASK:USER:RECORDLENGTH 1000
:MASK:USER:TRIGTOSAMP 7.2750E-9
:REM "Mask Points are Defined in Volts and Seconds"
:REM "Points in a segment must be defined in counter clockwise order"
:REM "A single point at 0,0 indicates an empty segment"
:MASK:USER:SEG1:POINTS -7.5000E-9,1.5000,-7.5000E-9,100.0000E-3,-5.1656E-
9,100.0000E-3,-1.3536E-9,500.0000E-3,-1.3536E-9,1.2000,7.2750E-9,1.1000,15.9036E-
9,1.2000,15.9036E-9,500.0000E-3,19.7156E-9,100.0000E-3,22.0500E-9,100.0000E-
3,22.0500E-9,1.5000
:MASK:USER:SEG2:POINTS -7.5000E-9,-500.0000E-3,22.0500E-9,-500.0000E-3,22.0500E-9,-
100.0000E-3,13.4214E-9,-200.0000E-3,13.4214E-9,500.0000E-3,11.6780E-9,800.0000E-
3,7.2750E-9,900.0000E-3,2.8720E-9,800.0000E-3,1.1286E-9,500.0000E-3,1.1286E-9,-
200.0000E-3,-7.5000E-9,-100.0000E-3
:MASK:USER:SEG3:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG4:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG5:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG6:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG7:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG8:POINTS 0.0E+0,0.0E+0

```

Erstellen einer Maske über eine ferngesteuerte Schnittstelle. In den Programmieranleitungen der Oszilloskope der Serien MSO4000B, DPO4000B und MDO4000 finden Sie Informationen dazu, wie Sie mithilfe von Befehlen der ferngesteuerten Schnittstelle eine Maske erstellen und bearbeiten können.

Einrichten des Tests

Verbinden Sie zum Einrichten der Grenzwertprüfung oder des Maskentests die Testquelle mit dem Oszilloskop. Stellen Sie die horizontalen und vertikalen Einstellungen der Testquelle für eine Grenzwertprüfung auf die gleichen Werte ein, die zum Erstellen der Grenzwertprüfmaske verwendet wurden. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Test einrichten** und nehmen Sie die folgenden Einstellungen vor:

Einstellung	Beschreibung
Quellkanal	Wählen Sie den Kanal aus, der geprüft werden soll
Schwellenw. verletzt	Stellen Sie die Anzahl der Verletzungen ein, die auftreten können, bis der Teststatuts als fehlgeschlagen gilt.
Nach Signal anhalten	Stellen Sie den Test so ein, dass er nach einer voreingestellten Anzahl an Signalen anhält.
Nach Zeit anhalten	Stellen Sie den Test so ein, dass er nach Ablauf einer voreingestellten Zeitspanne anhält.
Aktion bei Fehlschlägen auswählen	Stellen Sie ein, wie das Oszilloskop bei Fehlschlägen des Tests reagiert. Sie können verschiedene Aktionen einstellen. Dabei handelt es sich um Folgende: Erfassung beenden Signal in Datei speichern Bildschirm in Datei speichern Bildschirmabbild drucken Aux Ausgangsimpuls Ferngesteuerte Schnittstellen-Serviceanforderung (SRQ) einstellen

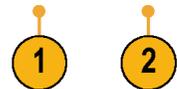
Einstellung	Beschreibung
Aktion bei Testabschluss auswählen	Stellen Sie ein, wie das Oszilloskop bei Abschluss des Tests reagiert. Sie können verschiedene Aktionen einstellen. Das sind die Folgenden: Aux Ausgangsimpuls Ferngesteuerte Schnittstellen-Serviceanforderung (SRQ) einstellen
Teststartverzögerung	Stellen Sie eine Verzögerung vor dem Start des Tests ein.
Test wiederholen	Bei Ein wird der Test wiederholt, wenn er die Mindestanzahl an Signalen ausgeführt hat oder die Mindestzeit abgelaufen ist. Bei Aus wird der Test nur ein einziges Mal ausgeführt. Nach Abschluss wird er nicht wiederholt.
Maskenpolarität	Stellen Sie die Maskenpolarität ein, die während des Tests verwendet werden soll. Wenn Beide ausgewählt wurde, wird der Test für etwa die Hälfte der erwarteten Anzahl an Signalen oder für die Hälfte der erwarteten Zeitspanne mit der Polarität Normal ausgeführt. Danach wird für den Test des Tests die Polarität Invertiert genutzt.

Führen Sie den Test aus und zeigen Sie die Ergebnisse an.

1. Drücken Sie auf dem unteren Rahmen auf **Test durchf**, um den Test zu beginnen oder anzuhalten.

Anwendung Grenzwert-/Masken-test	Maske einrichten Ein	Maske auswählen Standard	Standard auswählen E1 Koax	Test einrichten 1	Test durchf Ein/Aus	Ergebnis anzeigen Aus
-------------------------------------	-------------------------	-----------------------------	-------------------------------	----------------------	------------------------	--------------------------

2. Drücken Sie auf dem unteren Rahmen auf **Ergebnis anzeigen** und wählen Sie über das daraufhin angezeigte Seitenmenü aus, ob nur die grundlegenden oder detaillierte Ergebnisse angezeigt werden sollen. Sie können die Ergebnisse auch zurücksetzen.



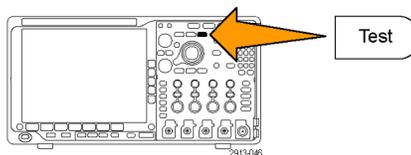
Schnelltipps

- Mit dem Mittelwerterfassungsmodus können Sie eine glattere und sauberere Grenzwertprüfmaske erstellen.
- Wenn Sie die Maske später wiederverwenden möchten, speichern Sie sie in einer Datei, indem Sie aus dem unteren Menü **Maske einrichten** und dann aus dem daraufhin angezeigten seitlichen Rahmenmenü **Maske in Datei sp.** wählen.
- Sie können die Oszilloskop-Einstellungen speichern und das Einrichten der Testquelle so vereinfachen. Dadurch ist es möglich, dass Sie die Einstellungen schnell laden, um die Testquelle für eine Grenzwertprüfung korrekt anzuzeigen.
- Wenn Sie im unteren Menü **Maske einrichten** auswählen und bei **Maske an Quelle kopp.** im daraufhin angezeigten seitlichen Rahmenmenü **Ein** wählen, wird die Maske automatisch neu skaliert, wenn sich die Einstellungen des Quellkanals ändern.
- Berechnete Signale sind nicht verfügbar, wenn die Maskenprüfung verwendet wird.

Leistungsanalyse

Erfassen, messen und analysieren von Leistungssignalen mithilfe von Leistungsanalysemodul DPO4PWR. So verwenden Sie dieses Anwendungsmodul:

1. Drücken Sie **Test**.



2. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um **Leistungsanalyse** auszuwählen.

3. Drücken Sie **Analyse**.

Anwendung	Analyse					
	Keine					



4. Verwenden Sie die Tasten am seitlichen Rahmen, um die gewünschte Analysefunktion auszuwählen.
Wählen Sie zwischen Netzqualität, Schaltverlust, Oberschwingungen, Ripple, Modulation, sicherem Betriebsbereich und Deskew. Weitere Informationen finden Sie im *Benutzerhandbuch für die Leistungsanalysemodule DPO3PWR und DPO4PWR*.

Informationen zum Speichern und Abrufen

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

Verwenden Sie externe Speicher, wie USB- oder Netzlaufwerke, um Einstellungen, Signale und Bildschirmabbildungen zu speichern. Verwenden Sie externe 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 Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Struktur der externen Datei zu blättern.

- E: ist das USB-Speichergerät, das am ersten USB-Anschluss links an der Vorderseite des Oszilloskops angeschlossen ist.
- F: ist das USB-Speichergerät, das am zweiten USB-Anschluss rechts an der Vorderseite des Oszilloskops angeschlossen ist.
- G: und H: sind die USB-Speichergeräte, die an den USB-Anschlüssen auf der Rückseite des Oszilloskops angeschlossen sind.
- I bis Z sind Netzwerkspeicherorte

Verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **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.

Bei HF-Strahlen steht XXXX für eine ganze Zahl von 0000 bis 9999. Das YYY bezeichnet den Strahl und es kann einen der folgenden Werte annehmen:

- NRM für einen Normalstrahl
- AVG für einen Mittelwertstrahl
- MAX für einen Max-Hold-Strahl

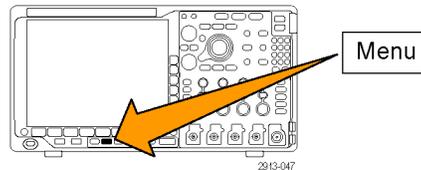
- MIN für einen Min-Hold-Strahl
- AVT für einen Amplitude-Zeit-Strahl
- FVT für einen Frequenz-Zeit-Strahl
- PVT für einen Phase-Zeit-Strahl
- TIQ für eine Basisband I & Q-Datei

HINWEIS. In ISF-Dateien können analoge, digitale und HF-Signale und -Strahlen und davon abgeleitete Signale und Strahlen (wie Math und Referenz) gespeichert werden. 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 des Vorgangs „Save All Waveforms“ (Alle Signale speichern) aktiviert waren.

Der Wert XXXX wird jedes Mal, wenn Sie eine Datei des selben Typs speichern, automatisch hochgezählt. 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**.

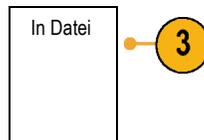


2. Drücken Sie **Bildschirm speichern, Signal speichern** oder **Setup speichern**.

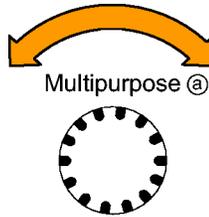
Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Zuweisen Save zu Setup	Dienst-progr. für Dateien
----------------------	------------------	-----------------	----------------	-----------------------------	------------------------------	---------------------------



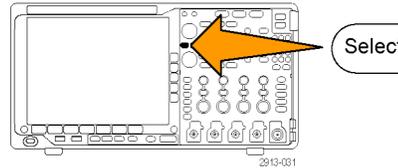
3. Bei Signal- oder Einstellungsdateien wechseln Sie zum Dateimanager, indem Sie im seitlichen Rahmenmenü die entsprechende Option drücken.



4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Dateistruktur zu blättern. (Siehe Seite 179, *Struktur der externen Datei*.)

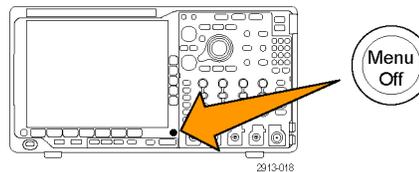


5. Drücken Sie **Wählen**, um Dateiordner zu öffnen oder zu schließen.



6. Drücken Sie **Dateiname bearbeiten**. Bearbeiten Sie den Dateinamen auf die gleiche Weise wie Notizen für Kanäle. (Siehe Seite 56, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)

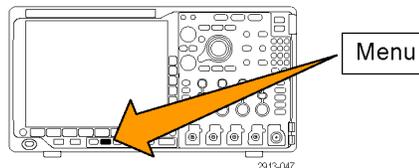
7. Drücken Sie **Menu Off**, um den Speichervorgang abubrechen, oder drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **OK Speichern**, um den Vorgang abzuschließen.



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	Zuweisen Save zuweisen 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.
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.

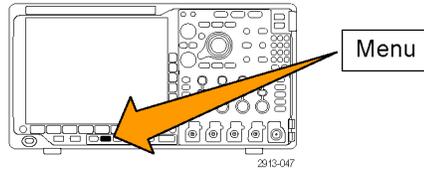
Bildschirm speichern	
Dateiformat png	3
Ausrichtung 	4
Ink Saver Ein Aus	5
Dateiname bearbeiten	6
Bildschirm speichern	7

Informationen zum Drucken von Bildschirmdarstellungen mit Signalen finden Sie unter *Drucken einer Hardcopy*. (Siehe Seite 190, *Drucken*.)

Speichern und Abrufen von Signal- und Strahlendaten

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

1. Drücken Sie **Save/Recall**.



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

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



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

HINWEIS. Das Oszilloskop kann HF-Erfassungen als .TIQ-Datei speichern aber nicht abrufen. Sie können .TIQ-Dateien mit der Tektronix SignalVu Vector Signal Analysis-Software verwenden.

3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a** und wählen Sie im Seitenmenü eines der angezeigten Signale oder einen der Strahlen aus. Wählen Sie alternativ **Alle Signale der Anzeige** aus.

Beim Speichern von HF-Strahlendaten können Sie wählen, ob Sie diese entweder als Standardanzeigedaten oder als Basisband I- und Q-Daten (.TIQ-Dateien) speichern. Verwenden Sie die I- und Q-Daten mit der Tektronix SignalVu Vector Signal Analysis-Software.

4. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **b** und wählen Sie den Speicherort zum Speichern oder Abrufen der Signal- oder Strahlendaten aus.

Speichern Sie die Informationen extern in einer Datei auf einem USB-Laufwerk oder in einem eingebundenen Netzlaufwerk. Sie können die Informationen auch intern in einer der vier Referenzdateien speichern.

5. Drücken Sie **Datei-Details**, um auf ein USB- oder Netzlaufwerk zu speichern.



Der Dateimanager wird aufgerufen. Damit können Sie zu dem gewünschten Laufwerk und Ordner navigieren und optional den Dateinamen angeben. 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 **Datei-Details** 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
Instrument Specific File Format (.isf)	Stellt das Oszilloskop so ein, dass Daten aus analogen, digitalen oder HF-Kanälen (sowie aus diesen Kanälen, falls möglich, abgeleitete Math- und Referenzsignale) im Instrument Specific Format (.isf) gespeichert werden. In diesem Format kann am schnellsten geschrieben werden. Es erstellt außerdem die kleinsten Dateien. Verwenden Sie dieses Format, wenn Sie ein analoges Signal oder einen HF-Strahl zum Anzeigen oder Messen in den Referenzspeicher abrufen möchten.
Kalkulationstabellen-Dateiformat (.csv)	Stellt das Oszilloskop so ein, dass Daten in einer kommagetrennten Datendatei gespeichert werden, deren Format mit gebräuchlichen Tabellenkalkulationsprogrammen kompatibel ist. Analog- und HF-Daten, die in diesem Dateiformat gespeichert werden, können ebenfalls in den Referenzspeicher abgerufen werden.

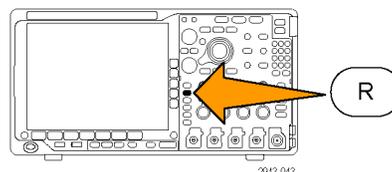
Speichern eines Signals oder Strahls im Referenzspeicher. Wenn Sie ein Signal oder einen Strahl im nicht-flüchtigen internen Speicher des Oszilloskops speichern möchten, drücken Sie die Bildschirmtaste **Signal speichern**, wählen Sie das zu speichernde Signal aus und wählen Sie dann einen der vier Speicherorte für Referenzsignale.

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

HINWEIS. 10 M- und 20 M-Referenzsignale sind flüchtig und werden beim Abschalten des Oszilloskops nicht gespeichert. Solche Signale können nur im externen Speicher behalten werden.

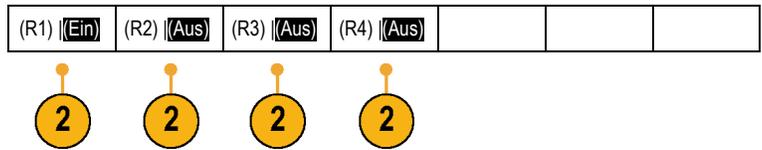
Anzeigen eines Referenzsignals. So zeigen Sie ein Signal aus dem flüchtigen Speicher an:

1. Drücken Sie **Ref R**.



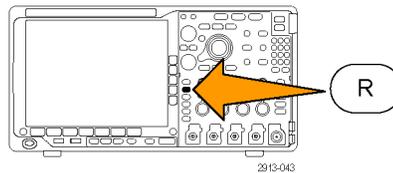
2. Drücken Sie **R1**, **R2**, **R3** oder **R4**.

Wenn Sie **Ref-Details** im Seitenmenü drücken, können Sie lesen, ob die Referenz Analogsignal- oder HF-Strahlinformationen enthält.



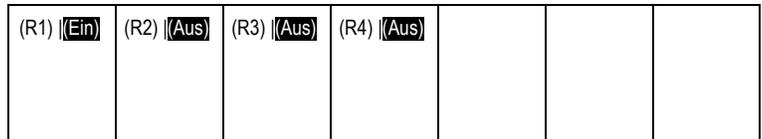
Entfernen eines Referenzsignals aus der Anzeige. So entfernen Sie ein Referenzsignal aus der Anzeige:

1. Drücken Sie **Ref R**.



2. Drücken Sie auf dem unteren Rahmen die Taste **R1**, **R2**, **R3** oder **R4**, um das Referenzsignal oder den Referenzstrahl aus der Anzeige zu entfernen.

Das Referenzsignal befindet sich weiterhin im nicht-flüchtigen Speicher und kann durch Drücken auf die Taste erneut angezeigt werden.

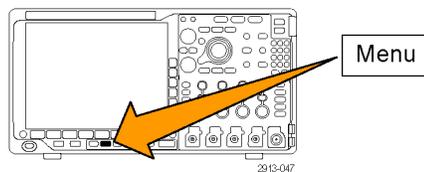


HINWEIS. 10 M- und 20 M-Referenzsignale sind flüchtig und werden beim Abschalten des Oszilloskops nicht gespeichert. Solche Signale können nur im externen Speicher gespeichert werden.

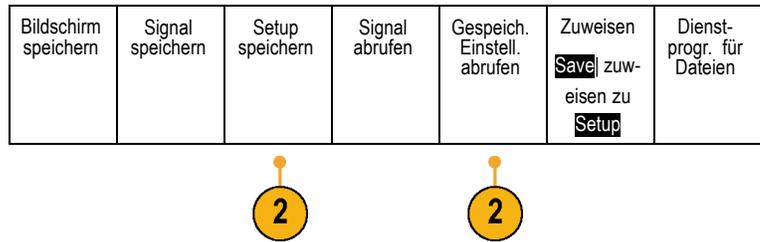
Speichern und Abrufen von Setups

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**.



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



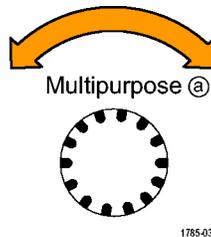
3. Wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen den Speicherort des Setups aus.

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

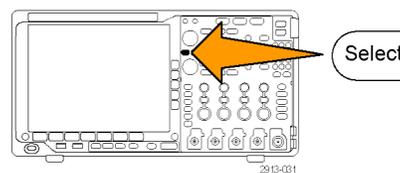
Um Setupinformationen in einer Datei auf einem USB- oder Netzlaufwerk zu speichern, drücken Sie **In Datei**.



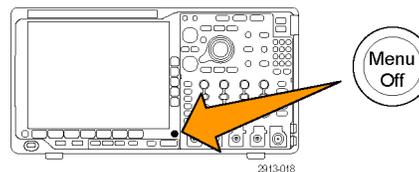
4. Wenn Sie Informationen auf einem USB- oder Netzlaufwerk speichern, drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um in der Dateistruktur zu blättern. (Siehe Seite 179, *Struktur der externen Datei*.)



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



Drücken Sie **Menu Off**, um den Speichervorgang abubrechen, 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

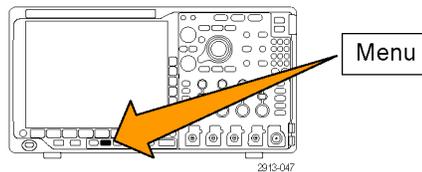
Schnelltipps

- **Abrufen der Grundeinstellung** Drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Default Setup**, um das Oszilloskop mit einem bekannten Setup zu initialisieren. (Siehe Seite 59, *Verwenden von Default Setup.*)

Speichern mit einem einzigen Knopfdruck

Wenn Sie die Speicher-/Abrufparameter über die Taste und das Menü zum Speichern und Abrufen 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-Flash-Laufwerk gespeichert werden, werden mit jedem Drücken der Taste **Save** die aktuellen Signaldaten auf dem angegebenen USB-Flash-Laufwerk gespeichert.

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



2. Drücken Sie auf **Save zuweisen zu**

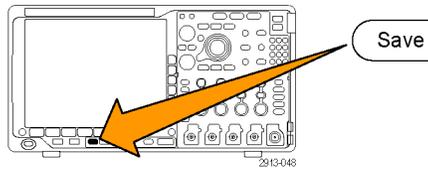
Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Zuweisen Save zu- weisen zu Setup	Dienst- progr. für Dateien
-------------------------	---------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------------	--	----------------------------------



3. Drücken Sie beim Betätigen der Taste **Speichern** auf die Seitentaste, die den Elementen entspricht, die gespeichert werden sollen.

Speicher- daten zuzuweisen zu
Bild- schirmabb.
Signal
Setup
Bild, Signal und Setup

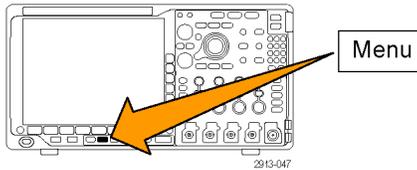
4. Wenn Sie ab jetzt **Save** drücken, wird die eben angegebene Aktion ausgeführt, ohne dass Sie jedesmal durch die Menüs navigieren müssen.



Verwalten von Laufwerken, Verzeichnissen und Dateien

Sie können Laufwerke, Verzeichnisse und Dateien über die Benutzeroberfläche des Oszilloskops verwalten.

1. Drücken Sie **Menü Speichern/Abrufen**.



2. Drücken Sie **Dienstprogr. für Dateien**.

Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Recall Setup (Setup abrufen)	Zuweisen Speichern zu Setup	Datei Dienstprogr.
----------------------	------------------	-----------------	----------------	------------------------------	---	--------------------

Wählen Sie aus den Seitenmenüs die gewünschte Dateiaktion aus. Sie können:

- Einen neuen Ordner erstellen
- Ein markiertes Verzeichnis oder eine markierte Datei löschen
- Ein markiertes Laufwerk oder Verzeichnis oder eine markierte Datei kopieren
- Ein zuvor kopiertes Laufwerk oder Verzeichnis oder eine kopierte Datei einfügen
- Netzlaufwerk ein- oder ausbinden
- Ein markiertes Laufwerk oder Verzeichnis oder eine markierte Datei umbenennen
- Ein markiertes Laufwerk formatieren



Einbinden eines Netzlaufwerks

Binden Sie ein Netzwerkspeichergerät wie etwa einen PC oder einen Dateiserver ein, um Setups, Signale und Bildschirmabbilder direkt auf das Laufwerk zu speichern oder Signale oder Setups aus dem Laufwerk zu abzurufen.

Schließen Sie zunächst Ihr Oszilloskop an das Netzwerk an (Siehe Seite 25, *Anschließen des Oszilloskops an einen Computer.*), um Dateien zu speichern oder von einem Netzlaufwerk abzurufen.

HINWEIS. Informationen zu Ihrem Netzwerk erhalten Sie von Ihrem Netzwerkadministrator.

Nachdem die Netzwerkverbindung hergestellt wurde, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie auf dem Bedienfeld die Menütaste **Save/Recall**.
2. Drücken Sie auf dem unteren Rahmen auf **Dienstprogr. für Dateien** und wählen Sie im daraufhin angezeigten Seitenmenü – **Weiter – 1 von 2**. Wählen Sie dann **Einhängen** aus.
3. Stellen Sie im daraufhin angezeigten Seitenmenü Folgendes ein:

Einstellung	Beschreibung
Laufwerksbuchstabe	Auswählen von I: bis Z:
Servername oder IP-Adresse	Verwenden Sie eine USB-Tastatur oder die Benutzeroberfläche auf dem Bildschirm, um den Servernamen oder die IP-Adresse einzugeben.
Pfad	Verwenden Sie eine USB-Tastatur oder die Benutzeroberfläche auf dem Bildschirm, um Namen der gemeinsam verwendeten Datei einzugeben. Um beispielsweise auf einem MS Windows PC ein Verzeichnis mit dem Namen „C:\Beispiel“ zu mounten, geben Sie „C\$\Beispiel“ ein. Das Dollarzeichen ermöglicht die Freigabe des Verzeichnisses. Ein Doppelpunkt muss nicht eingegeben werden.
Benutzername	Verwenden Sie ggf. eine USB-Tastatur oder die Benutzeroberfläche auf dem Bildschirm, um den Benutzernamen einzugeben.
Benutzerpasswort	Verwenden Sie ggf. eine USB-Tastatur oder die Benutzeroberfläche auf dem Bildschirm, um das Benutzerpasswort einzugeben. Bei der Eingabe des Kennworts zeigt das Oszilloskop nur Sternchen (*) an. Nach Drücken von OK Annehmen werden sie nicht mehr angezeigt.

HINWEIS. Stellen Sie sicher, dass der gemeinsame Dateizugriff für den Speicherort auf dem Netzlaufwerk aktiviert ist.

4. Drücken Sie **OK Annehmen**.

HINWEIS. Drücken Sie zum Ausbinden eines Netzlaufwerks die Menütaste **Speichern/Abrufen**, im unteren Rahmenmenü auf **Dienstprogr. für Dateien**, im Seitenmenü auf – **Weiter – 1 von 2** und auf **Auswerfen**.

HINWEIS. Speicherorte auf dem Netzwerk, die beim Ausschalten des Oszilloskops eingebunden waren, werden bei einem Neustart des Oszilloskops automatisch wieder eingebunden. Binden Sie alle Speicherorte aus, die beim Neustart nicht automatisch wieder eingebunden werden sollen.

Drucken

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

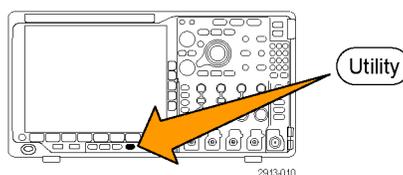
Anschließen eines Druckers an das Oszilloskop

Schließen Sie einen Nicht-PictBridge-kompatiblen Drucker an einen USB-Port an der Vorder- oder Rückseite des Oszilloskops an. Sie können einen PictBridge-Drucker auch an den USB-Geräteport auf der Rückseite des Oszilloskops oder einen Netzwerkdrucker über den Ethernet-Port anschließen.

Einrichten der Druckparameter

So richten Sie das Oszilloskop für den Druck ein:

1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Druckeinstell.** aus.



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

Weitere Optionen Druckeinstell.	Drucker auswählen PictBridge	Ausrichtung Querformat	Ink Saver Ein	PictBridge-Druckereinstellungen		
---	--	----------------------------------	-------------------------	---------------------------------	--	--

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



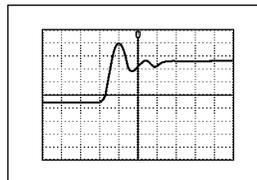
Drücken Sie **Wählen**, um den gewünschten Drucker auszuwählen.

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

Informationen zum Einrichten eines PictBridge-USB-Druckers finden Sie unter dem nächsten Punkt.

Informationen zum Hinzufügen eines Netzwerkdruckers zur Liste finden Sie unter dem entsprechenden Thema. (Siehe Seite 193, *Drucken über Ethernet*.)

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



Querformat



Hochformat

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



Ink Saver Ein

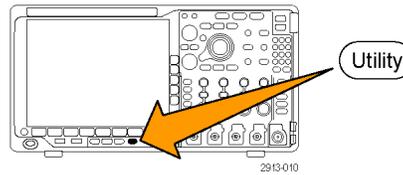


Ink Saver Aus

Drucken auf einem PictBridge-Drucker

So richten Sie das Oszilloskop für das Drucken auf einem PictBridge-Drucker ein:

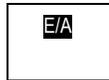
1. Drücken Sie **Utility**.



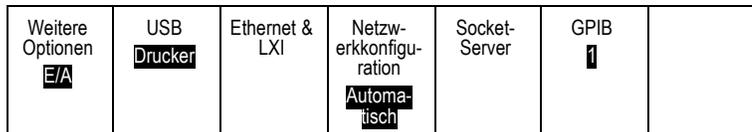
2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **E/A** aus.



4. Drücken Sie **USB**.



5. Drücken Sie **PictBridge-Drucker anschliessen**.

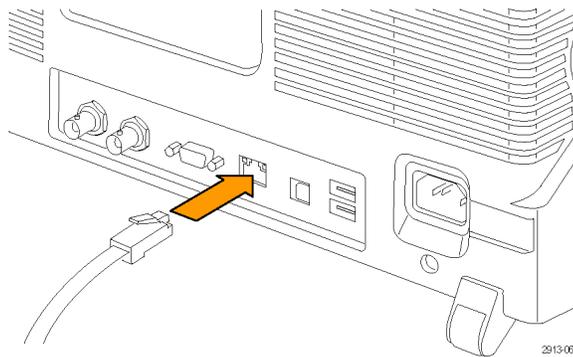
USB-Geräteport
Mit Computer verbinden
Pict-Bridge-Drucker anschliessen
Deaktiviert (Bus aus)



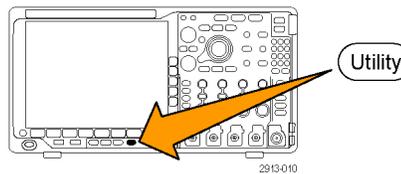
Drucken über Ethernet

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 Mehrfunktions-Drehknopf **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**.

Netzwerkdrucker hinzufügen	6
Drucker umbenennen	
Netzwerkdrucker löschen	

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 35, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop.*)



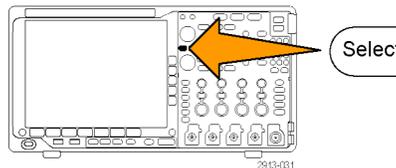
Multipurpose @



1785-039

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

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



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.
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.

Drucker hinzufügen
↑
↓
OK Annehmen

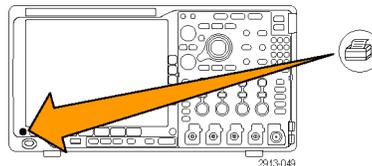
13. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und drücken Sie so oft wie erforderlich **Auswählen** oder **Zeichen eingeben**, um den Namen einzugeben.
14. Wenn Sie fertig sind, drücken Sie **OK Annehmen**.

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 Bildschirmhalte mit einem einzigen Knopfdruck drucken:

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



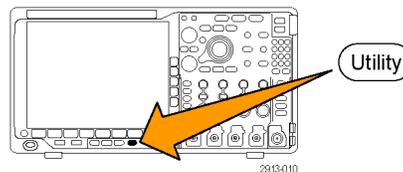
Löschen des Oszilloskop-Speichers

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**.



3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.



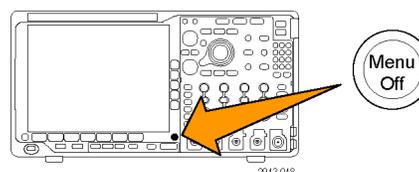
4. Drücken Sie **TekSecure Speicher löschen**.



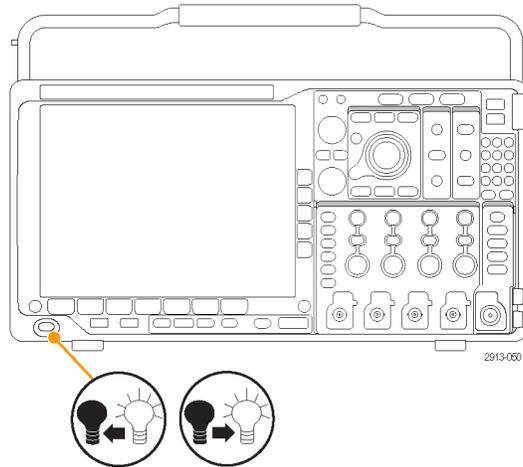
5. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **OK Setup und Ref Speicher löschen**.



Um den Vorgang abzubrechen, drücken Sie **Menu Off**.



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



Verwenden von Anwendungsmodulen

Mit optionalen Anwendungsmodulpaketen können die Funktionen Ihres Oszilloskops erweitert werden. (Siehe Seite 16, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul.*) (Siehe Seite 16, *Installieren eines Anwendungsmoduls.*)

Anweisungen zur Installation und zum Testen von Anwendungsmodulen entnehmen Sie den *Installationsanleitungen für Anwendungsmodule der Serie MSO4000B, DPO4000B und MDO4000*, 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

- Das **DPO4AERO Serielles Trigger- und Analysemodul für Luft- und Raumfahrt** bietet Triggern und Analysieren auf MIL-STD-1553-Busse.
- Das **serielle Trigger- und Analysemodul für Audio DPO4AUDIO** ermöglicht das Triggern und Analysieren auf I²S-, links angeordnete (LJ), rechts angeordnete (RJ) und TDM-Busse.
- Das **Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul für Fahrzeuge DPO4AUTO** bietet Triggern und Analysieren auf Paketinformationsebene bei seriellen Bussen, die in der Fahrzeugentwicklung (CAN und LIN) verwendet werden, sowie Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen digitale Signalansichten, Busansichten, Paketdecodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.
- Das **Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul für FlexRay, CAN und LIN DPO4AUTOMAX** bietet die Funktionen des Moduls DPO4AUTO sowie Unterstützung für serielle FlexRay-Bussysteme.
- Das **Computertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4COMP** ermöglicht Triggern und Analysieren auf Informationen auf Byte- oder Paketebene in RS-232-, RS-422-, RS-485- und UART-Bussen und bietet Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen digitale Signalansichten, Busansichten, Paketdecodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.
- Das **Eingebettete Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4EMBD** bietet Triggern und Analysieren auf Paketinformationsebene bei seriellen Bussen, die in integrierten Konstruktionen (I²C und SPI) verwendet werden, sowie Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen digitale Signalansichten, Busansichten, Paketdecodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.
- Das **serielle Trigger- und Analysemodul DPO4ENET** ermöglicht die Triggerung und Analyse von 10BASE-T- und 100BASE-TX-Bussignalen.

HINWEIS. Für 100BASE-TX werden Modelle mit ≥ 350 MHz Bandbreite empfohlen.

- Das **Grenzwert- und Maskentestmodul DPO4LMT** ermöglicht das Testen erfasster Signale in Bezug auf ein Vergleichssignal mit benutzerdefinierten horizontalen und vertikalen Grenzwerten, Telekom-Standardmasken oder benutzerdefinierte Masken.

HINWEIS. Für Telekommunikationsstandards > 55 Mb/s werden Modelle mit ≥ 350 MHz Bandbreite empfohlen.

Für Hochgeschwindigkeits-USB werden Modelle mit 1 GHz Bandbreite empfohlen.

- Das **Leistungsanalysemodul DPO4PWR** ermöglicht Messungen im Bereich Netzqualität, Schaltverlust, Oberschwingungen, Ripple, Modulation, sicherer Betriebsbereich und Anstiegsrate (dV/dt und dI/dt).

- Das **serielle DPO4USB USB 2.0 Trigger- und Analysemodul** ermöglicht Triggern und Analysieren auf Niedrig-, Voll- und Hochgeschwindigkeits-USB-Busse.

HINWEIS. Für Hochgeschwindigkeits-USB sind Modelle mit 1 GHz Bandbreite erforderlich.

- Das **Erweiterte Videomodul DPO4VID** ermöglicht Trigger auf eine Vielzahl von genormten HDTV-Signalen sowie auf benutzerdefinierte (nicht genormte) zwei- und dreistufige Videosignale mit 3 bis 4.000 Zeilen.
- Das **Modul MDO4TRIG Erweitertes HF-Triggern** ermöglicht Triggern mit HF-Leistung als Quelle für Pulsbreite-, Timeout-, Runt-, Logik- und Sequenz-Trigger.

Anhang A: MDO4000-Spezifikationen

Eine ausführlichere Liste der MDO4000-Produktspezifikationen finden Sie im *Technischen Referenzhandbuch für Oszilloskope der Serien MDO4000B*.

Dies sind die neuen Benutzerhandbuch-Spezifikationen

Tabelle 1: Analoger Kanaleingang und vertikale Spezifikation

Merkmale	Beschreibung
✓ Eingangsimpedanz, DC-gekoppelt	1 M Ω 1 M Ω \pm 1 %
	50 Ω 50 Ω \pm 1 %
	MDO4104-3, MDO4104-6 VSWR \leq 1,5:1 von DC bis 1 MHz, typisch
	MDO4054-3, MDO4054-6 VSWR \leq 1,5:1 von DC bis 500 MHz, typisch
	MDO4034-3 VSWR \leq 1,5:1 von DC bis 350 MHz, typisch
MDO4014-3 VSWR \leq 1,5:1 von DC bis 100 MHz, typisch	
✓ Eingangskapazität, 1 M Ω DC gekoppelt, typisch	13 pF \pm 2 pF
✓ DC-Balance	0,1 div mit DC-50 Ω Eingangsimpedanz des Oszilloskops (BNC-Abschlusswiderstand 50 Ω)
	0,2 div bei 1 mV/div mit DC-50 Ω Eingangsimpedanz des Oszilloskops (BNC-Abschlusswiderstand 50 Ω)
	0,2 div mit DC-1 M Ω Eingangsimpedanz des Oszilloskops (BNC-Abschlusswiderstand 50 Ω)
✓ DC-Verstärkungsge- nauigkeit	Für 1-M Ω -, 50- Ω -Pfad (direkt geprüft) und für 250-K Ω -Pfad (indirekt geprüft): Für 50- Ω -Pfad: \pm 2,0 %, Leistungsminderung bis zu 0,100 %/°C ab 30 °C, 1 mV/Div Einstellung \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
✓ Offset-Genauigkeit	\pm [0,005 \times Offset – Position + DC-Balance] Sowohl die Position als auch der Wert des konstanten Offset muss durch Multiplikation mit dem entsprechenden V/div-Wert in Volt umgerechnet werden.

Tabelle 1: Analoger Kanaleingang und vertikale Spezifikation (Fortsetzung)

Merkmal	Beschreibung		
✓ Analoge Bandbreit, 50Ω, DC-gekoppelt	Die nachfolgend aufgeführten Grenzen gelten für eine Umgebungstemperatur von $\leq 30^{\circ}\text{C}$ (86°F) und einer auf „Voll“ eingestellten Bandbreite. Reduzieren Sie die obere Bandbreitenfrequenz um 1 % für jedes $^{\circ}\text{C}$ über 30°C .		
	<i>Instrument</i>	<i>Einstellung Volts/Div.</i>	<i>Bandbreite</i>
	MDO4104-3, MDO4104-6	5 mV/div bis 1 V/div	DC bis 1,00 GHz
		2 mV/div bis 4,98 mV/div	DC bis 350 MHz
		1 mV/div bis 1,99 mV/div	DC bis 175 MHz
	MDO4054-3, MDO4054-6	5 mV/div bis 1 V/div	DC bis 500 MHz
		2 mV/div bis 4,98 mV/div	DC bis 350 MHz
		1 mV/div bis 1,99 mV/div	DC bis 175 MHz
	MDO4034-3	2 mV/div bis 1 V/div	DC bis 350 MHz
		1 mV/div bis 1,99 mV/div	DC bis 175 MHz
MDO4014-3	1 mV/div bis 1 V/div	DC bis 100 MHz	
✓ Analoge Bandbreite, 1 MΩ, DC-gekoppelt, typisch	Die nachfolgend aufgeführten Grenzen gelten für eine Umgebungstemperatur von $\leq 30^{\circ}\text{C}$ (86°F) und einer auf „Voll“ eingestellten Bandbreite. Reduzieren Sie die obere Bandbreitenfrequenz um 1 % für jedes $^{\circ}\text{C}$ über 30°C .		
	<i>Instrument</i>	<i>Einstellung Volts/Div.</i>	<i>Bandbreite</i>
	MDO4104-3, MDO4104-6 (Tastkopf TPP1000)	50 mV/div bis 100 V/div	DC bis 1.000 MHz
		20 mV/div bis 49,8 mV/div	DC bis 350 MHz
		10 mV/div bis 19,99 mV/div	DC bis 175 MHz
	MDO4054-3, MDO4054-6 (Tastkopf TPP0500)	50 mV/div bis 100 V/div	DC bis 500 MHz
		20 mV/div bis 49,89 mV/div	DC bis 350 MHz
		10 mV/div bis 19,9 mV/div	DC bis 175 MHz
	MDO4034-3 (Tastkopf TPP0500)	20 mV/div bis 100 V/div	DC bis 350 MHz
		10 mV/div bis 19,9 mV/div	DC bis 175 MHz
MDO4014-3 (Tastkopf TPP0500)	10 mV/div bis 100 V/div	DC bis 100 MHz	

Tabelle 1: Analoger Kanaleingang und vertikale Spezifikation (Fortsetzung)

Merkmal	Beschreibung	Effektivwert Rauschen (mV)		
		1 M Ω	50 Ω	
✓ Unkorreliertes Rauschen, Abtasterfassungsmodus	Instrument MDO4104-3, MDO4104-6	Bandbreitenauswahl		
		Volle Bandbreite	$\leq (300 \mu\text{V} + 8,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$	$\leq (75 \mu\text{V} + 6,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$
		250 MHz Bandbreitenbegrenzung	$\leq (100 \mu\text{V} + 5,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$	$\leq (50 \mu\text{V} + 4,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$
		20 MHz Bandbreitenbegrenzung	$\leq (100 \mu\text{V} + 5,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$	$\leq (50 \mu\text{V} + 4,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$
	MDO4054-3, MDO4054-6, MDO4034-3,	Volle Bandbreite	$\leq (130 \mu\text{V} + 8,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$	$\leq (130 \mu\text{V} + 8,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$
		250 MHz Bandbreitenbegrenzung	$\leq (100 \mu\text{V} + 6,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$	$\leq (100 \mu\text{V} + 6,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$
		20 MHz Bandbreitenbegrenzung	$\leq (100 \mu\text{V} + 4,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$	$\leq (100 \mu\text{V} + 4,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$
	MDO4014-3	Volle Bandbreite	$\leq (130 \mu\text{V} + 8,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$	$\leq (130 \mu\text{V} + 8,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$
		20 MHz Bandbreitenbegrenzung	$\leq (100 \mu\text{V} + 4,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$	$\leq (100 \mu\text{V} + 4,0 \% \text{ der Einstellung Volt/div})$

Tabelle 2: Spezifikationen für das horizontale und Erfassungssystem

Merkmal	Beschreibung
✓ Langfristige Abtastrate und Genauigkeit der Verzögerungszeit	± 5 ppm über jedem beliebigen Zeitintervall ≥ 1 ms
✓ Messgenauigkeit für Zeitdifferenz	<p>Die Formel zur Berechnung der Messgenauigkeit für die Zeitdifferenz (DTA) für eine bestimmte Geräteeinstellung und ein bestimmtes Eingangssignal ist unten aufgeführt (es wird von einem geringfügigen Signalanteil über Nyquist und einem geringfügigen Fehler aufgrund von Aliasing ausgegangen):</p> <p>SR₁ = Anstiegsrate am 1. Messpunkt (1. Flanke) SR₂ = Anstiegsrate am 2. Messpunkt (2. Flanke) N = Eingangsbezogenes Rauschen (V_{eff}) TBA = Zeitbasisgenauigkeit (5 ppm) t_p = Messgenauigkeit für die Zeitdifferenz (Sek.) RD = (Aufzeichnungslänge)/(Abtastrate) t_{sr} = 1/(Abtastrate)</p> <p>Flankenform annehmen, die auf die Gaußsche Filterantwort zurückzuführen ist</p> $DTA_{pk-pk} = \frac{\pm 5 \times \sqrt{2 \left[\frac{N}{SR_1} \right]^2 + 2 \left[\frac{N}{SR_2} \right]^2 + (3ps + 1 \times 10^{-7} \times RD)^2}}{2t_{sr} + TBA \times t_p}$ <hr/> $DTA_{rms} = \frac{\sqrt{2 \left[\frac{N}{SR_1} \right]^2 + 2 \left[\frac{N}{SR_2} \right]^2 + (3ps + 1 \times 10^{-7} \times RD)^2 + \left(\frac{2 \times t_{sr}}{\sqrt{12}} \right)^2}}{TBA \times t_p}$ <p>Das Resultat unter dem Quadratwurzelzeichen steht für die Stabilität und geht aus dem TIE (Time Interval Error, Fehler beim Zeitintervall) hervor. Die Fehler aufgrund dieses Resultats treten während einer Einzelschussmessung auf. Das zweite Resultat ergibt sich aus der absoluten Mittenfrequenzgenauigkeit und der Mittenfrequenzstabilität der Zeitbasis und variiert zwischen mehreren Einzelschussmessungen während des Beobachtungsintervalls (Zeitspanne von der ersten bis zur letzten Einzelschussmessung).</p>

Tabelle 3: Spezifikationen für digitale Erfassung, Geräte der Serie MDO4000

Merkmal	Beschreibung
✓ Schwellenwertgenauigkeit	± (100 mV + 3 % des eingestellten Schwellenwerts nach der Kalibrierung) Gültige Signalpfadkompensation erforderlich.

Tabelle 4: Merkmale des HF-Kanals

Merkmal	Beschreibung
✓ Phasenrauschen	10 kHz: < -90 dBc/Hz 100 kHz: < -95 dBc/Hz 1 MHz: < -110 dBc/Hz
✓ Eigenrauschanzeige (Display Average Noise Level - DANL)	MDO4104-6 und MDO4054-6 50 kHz bis 5 MHz: < -130 dBm/Hz 5 MHz bis 3 GHz: < -148 dBm/Hz 3 GHz bis 6 GHz: < -140 dBm/Hz MDO4104-3, MDO4054-3, MDO4034-3 und MDO4014-3 50 kHz bis 5 MHz: < -130 dBm/Hz 5 MHz bis 3 GHz: < -148 dBm/Hz
✓ Pegelmessunsicherheit	< ±1 dB, < ±0,5 dB (typisch), Temperaturbereich 18 bis 28 °C < ±1,5 dB, Umgebungstemperatur > 28 °C oder Umgebungstemperatur < 18 °C
✓ Intermodulationsverzerrung 3. Ordnung	< -60 dBc
✓ Reststörsignal	< -80 dBm
✓ Übersprechen zu HF-Kanal von Analogkanälen	< -70 dB von Referenzpegel (< 1 GHz Eingangsfrequenzen des Oszilloskops) < -50 dB von Referenzpegel (1 GHz bis 2 GHz Eingangsfrequenzen des Oszilloskops)

Tabelle 5: Spezifikationen für den Eingangs-/Ausgangs-Anschluss

Merkmal	Beschreibung						
✓ Zusätzlicher Ausgang (AUX OUT)	Wählbarer Ausgang: Haupttrigger-Ausgang, Ereignis- oder Referenztaktausgang. Triggerausgang: Ein Übergang von HOCH zu NIEDRIG zeigt an, dass der Trigger aufgetreten ist. Referenztaktausgang: Gibt den 10-MHz-Referenztakt aus. Ereignisausgang: Ein Übergang von HOCH zu NIEDRIG zeigt an, dass das Ereignis aufgetreten ist. <i>Die logischen Pegel werden in der folgenden Tabelle gezeigt:</i>						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Merkmal</i></th> <th><i>Limits (Grenzwerte)</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V aus (HI)</td> <td>≥2,5 V bei offenem Schaltkreis ≥1,0 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung</td> </tr> <tr> <td>V aus (LO)</td> <td>≤ 0,7 V bei einer Last von ≤4 mA ≥0,25 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Merkmal</i>	<i>Limits (Grenzwerte)</i>	V aus (HI)	≥2,5 V bei offenem Schaltkreis ≥1,0 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung	V aus (LO)	≤ 0,7 V bei einer Last von ≤4 mA ≥0,25 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung
<i>Merkmal</i>	<i>Limits (Grenzwerte)</i>						
V aus (HI)	≥2,5 V bei offenem Schaltkreis ≥1,0 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung						
V aus (LO)	≤ 0,7 V bei einer Last von ≤4 mA ≥0,25 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung						

Tabelle 6: Externer Referenzeingang

Merkmal	Beschreibung
✓ Frequenzschwankungstoleranz des externen Referenzeingangs, typisch	9,9 MHz bis 10,1 MHz
✓ Empfindlichkeit des externen Referenzeingangs, typisch	$V_{in} 1,5 V_{p-p}$ für Eingangsfrequenzen zwischen 9,9 MHz und 10,1 MHz

Anhang B: TPP0500 und TPP1000 500 MHz und 1 GHz 10X Passive Tastköpfe Informationen

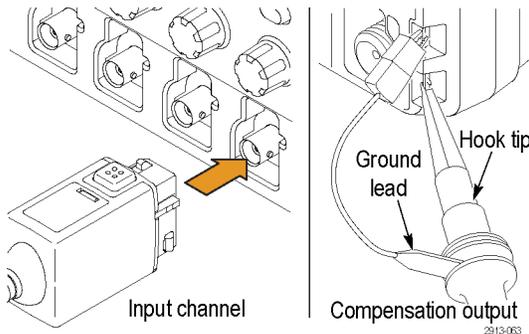
Hinweise zur Bedienung

Die passiven Tastköpfe TPP0500 und TPP1000 10X sind kompakte passive Tastköpfe mit 10facher Dämpfung, die für die Verwendung mit Tektronix-Oszilloskopen der Serie MDO4000 vorgesehen sind.

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

Verbindung des Tastkopfs mit dem Oszilloskop

Verbinden Sie den Tastkopf wie unten gezeigt mit dem Oszilloskop.



Kompensieren des Tastkopfs bei Oszilloskopen der Serie MDO4000

Informationen zum Kompensieren des Tastkopfs finden Sie im entsprechenden Kapitel weiter oben in diesem Handbuch.

(Siehe Seite 13, *Kompensieren eines passiven TPP0500- oder TPP1000-Spannungstastkopfs.*)

Standardzubehör

Im Folgenden ist das Standardzubehör aufgeführt, das mit dem Tastkopf mitgeliefert wird.

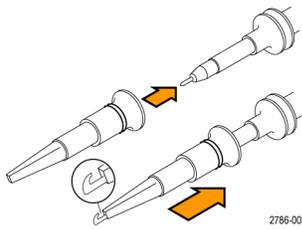


WARNUNG. Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs oder des Zubehörs zu vermeiden, halten Sie das Gerät immer am Fingerschutz des Tastkopfgehäuses oder des Zubehörs.

Um die Gefahr eines Stromschlags bei der Verwendung des Tastkopfs bei potentialfreien Messungen zu verringern, stellen Sie sicher, dass das Referenzleitungs-zubehör vollständig angeschlossen ist, bevor Sie den Tastkopf an den Prüfaufbau anschließen.

Element

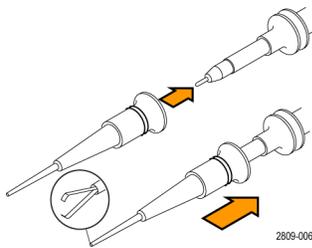
Beschreibung



Hakenspitze

Drücken Sie die Hakenspitze auf die Tastkopfspitze und hängen Sie den Haken dann am Leiter ein

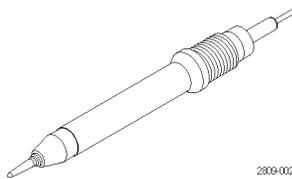
Neubestellung: Tektronix-Teilenummer
013-0362-XX



Mikro-Hakenspitze

Verwenden Sie diese Spitze bei Prüfpunkten, die aus Platzgründen schwer zugänglich sind. Drücken Sie die Hakenspitze auf die Tastkopfspitze und hängen Sie den Haken dann am Leiter ein

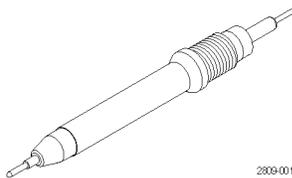
Neubestellung: Tektronix-Teilenummer
013-0363-XX



Feste Spitze

Diese Spitze ist am Tastkopf vorinstalliert.

Neubestellung: Tektronix-Teilenummer
206-0610-XX

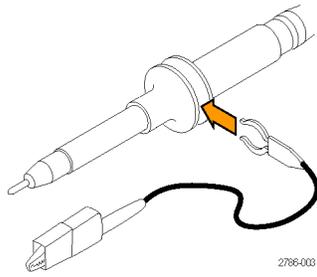


Federspitze

Diese Spitze verfügt über eine Feder. Damit ist das Testen von Leiterplatten auf Kompatibilität möglich. Die Tastkopfspitze gibt bei Druckerwendung ein wenig nach und nimmt danach wieder ihre ursprüngliche Position ein.

Neubestellung: Tektronix-Teilenummer
206-0611-XX

Element

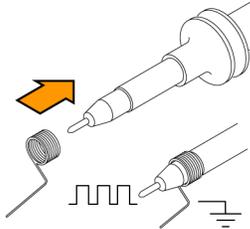


Beschreibung

Erdungsleiter, mit Krokodilklemme

Befestigen Sie den Leiter an der Erdung des Tastkopfs und dann an der Schaltkreiserdung.

Neubestellung: Tektronix-Teilenummer
196-3521-XX



⚠ Do not use on circuits
that exceed 30 V_{RMS}
2710-011

Erdungsfedern

Befestigen Sie die Feder am Erdungsband am Tastkopf, um Messungen an Prüfpunkten durchzuführen, in deren Nähe sich Erdungen befinden (<0,75 in, standard; 0,375 in, kurz).

Neubestellung: Tektronix-Teilenummern:
016-2028-XX (lang, je 2)
016-2034-XX (kurz, je 2)

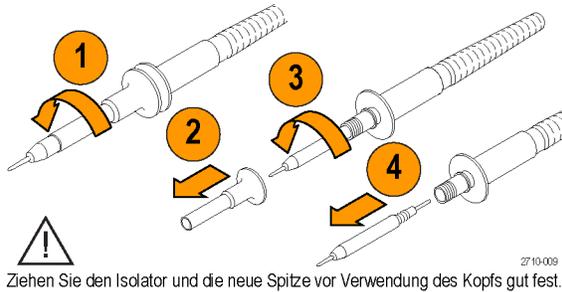
Optionales Zubehör

Sie können für Ihren Tastkopf das folgende Zubehör bestellen.

Zubehör	Tektronix-Teilenummer
Erdungsleiter mit Klemme, 15,24 cm	196-3198-xx
Erdungsleiter mit Krokodilklemme, 30,48 cm	196-3512-xx
MicroCKT-Prüfspitze	206-0569-xx
Leiterplattenprüfpunkt/PCB-Adapter	016-2016-xx
Kompakte Tastkopfspitze Leiterplattenprüfpunkt	131-4210-xx
Draht, Spule, 32 AWG	020-3045-xx

Austauschen der Tastkopfspitze

Bestellen Sie Tektronix-Teilenummer 206-0610-xx für eine neue feste Spitze oder Teilenummer 206-0611-xx für eine neue Federspitze.

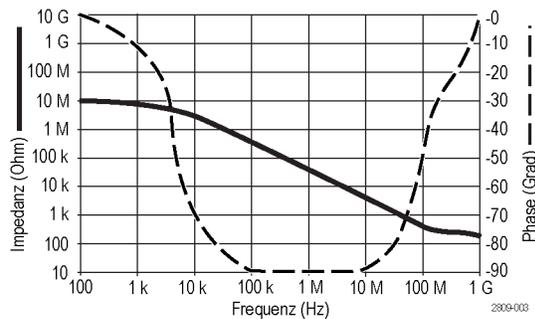


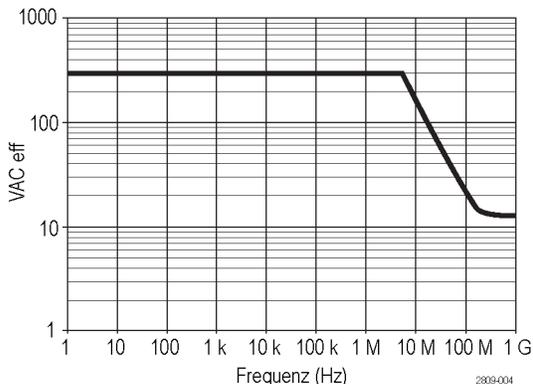
Spezifikationen

Tabelle 7: Elektrische und mechanische Spezifikationen

Merkmal	TPP0500	TPP1000
Bandbreite (-3 dB)	500 MHz	1 GHz
Systemanstiegszeit (typisch)	<350 ps	<700 ps
Systemeingangskapazität	Feste Spitze: 3,9 pF ±0,3 pf Federspitze: 5,1 pf ±0,5 pf	
Systemdämpfungsgenauigkeit	10:1 ±2.2%	
Tastkopf Widerstand bei Gleichstrom	9,75 MΩ ±0,5%	
Systemeingangswiderstand bei Gleichstrom	10 MΩ ±2 %	
Ausbreitungsverzögerung	~5,67 ns	
Maximale Eingangsspannung	300 V _{eff} CAT II	
Kabellänge	1,3 m, ±3 cm	

Leistungskurven





Beachten Sie bei potentialfreien Messungen die oben abgebildete Leistungsminderungskurve der Referenzleitung.

Tabelle 8: Umgebungsspezifikationen

Technische Daten	Beschreibung
Temperatur	
Betrieb	-15 °C bis +65 °C
Nicht in Betrieb	-62 °C bis +85 °C
Luftfeuchtigkeit	
Betrieb	5 % bis 95 % relative Luftfeuchtigkeit bei maximal +30 °C
Nicht in Betrieb	5 % bis 45 % relative Luftfeuchtigkeit bei +30 °C bis maximal 50 °C
Höhe über NN	
Betrieb	4,6 km (max.)
Nicht in Betrieb	12,2 km (max.)

Tabelle 9: Zertifizierungen und Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften

Technische Daten	Beschreibung	
EC-Konformitätserklärung	Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht wurden: Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG: EN61010-031: 2002	
Beschreibungen der Messkategorien	<i>Kategorie</i> <i>Produktbeispiele für diese Kategorie</i>	
	CAT III (Kategorie III)	Verteilerebene, feste Installationen
	CAT II (Kategorie II)	Lokale Ebene, Geräte, tragbare Ausrüstung
	CAT I (Kategorie I)	Stromkreise, die nicht direkt mit dem Stromnetz verbunden sind.
Belastungsgrad 2	Das Gerät darf nicht in Umgebungen betrieben werden, in denen leitende Verunreinigungen vorhanden sind (vgl. IEC 61010-1). Nur für Verwendung in Innenräumen.	
Zusätzliche Sicherheitsnormen	UL61010B-1, Erste Ausgabe & UL61010B-2-031, Erste Ausgabe CAN/CSA-C22.2 Nr. 1010.1-92, & CAN/CSA-C22.2 Nr. 1010.2.031-94 IEC61010-031:2002	



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

Sicherheitshinweise

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

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Massenbezogene Oszilloskope verwenden. Mit der Referenzleitung dieses Tastkopfs dürfen keine Messungen in massefreien Schaltungen vorgenommen werden, wenn massebezogene Oszilloskope verwendet werden (z. B. Oszilloskope der Serien DPO, MSO und TDS). Die Referenzleitung muss immer geerdet sein (0 V).

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Schließen Sie den Tastkopfausgang am Messgerät an, bevor Sie den Tastkopf mit dem Messpunkt verbinden. Trennen Sie den Anschluss des Tastkopfeingangs und den Tastkopf-Referenzleiter vom Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf vom Messgerät trennen.

Vermeiden Sie Stromschläge. Um Verletzungen und Todesfälle zu vermeiden, trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüflösungen an, während diese mit einer Spannungsquelle verbunden sind.

Prüfen Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Angaben zu den Kenndaten und die Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Vermeiden Sie Stromschläge. Überschreiten Sie den Grenzwert des Tastkopf oder seines Zubehörs einschließlich Messkategorie und Nennspannung nicht, wenn Sie Tastkopfb Zubehör verwenden. Dabei ist der niedrigere der beiden Werte ausschlaggebend.

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

Vermeiden Sie offen liegende Kabel und betreiben Sie das Gerät nicht mit geöffnetem Gehäuse. Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

Überprüfen Sie den Tastkopf und das Zubehör. Untersuchen Sie den Tastkopf und das Zubehör vor jedem Gebrauch auf Schäden (Schnitte, Risse, Schäden am Tastkopfkörper, Zubehör, Kabelummantelung etc.). Verwenden Sie den Tastkopf nicht, wenn er beschädigt ist.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sicherheitshinweise und Symbole in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:



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



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

Symbole am Gerät. Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



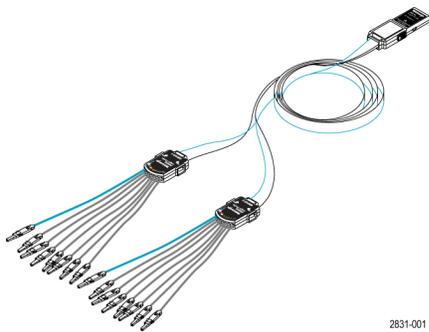
CAUTION
Refer to Manual

Anhang C: P6616 logischer Mehrzweckastkopf – Informationen

Produktbeschreibung

Der logische Mehrzweckastkopf PP6616 verbindet die Mixed-Signal-Oszilloskope von Tektronix der Serie MDO4000 mit digitalen Bussen und Signalen Ihres Zielsystems. Der Tastkopf umfasst 16 Datenkanäle auf zwei Leitungssätzen (GROUP 1 und GROUP 2).

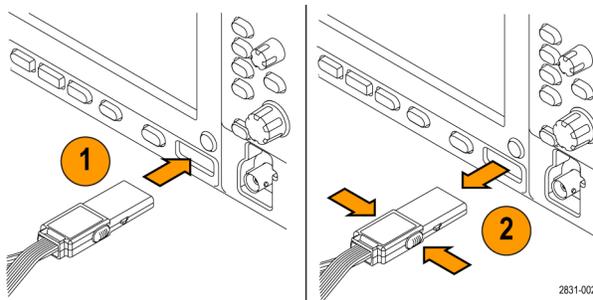
Die erste Leitung in jedem Satz hat eine blaue Isolierung, die anderen sieben sind grau. Alle Leitungen sind an der Spitze geerdet. Sie können die Tastkopfleitungen separat mit dem Zielsystem verbinden oder die Leitungen mithilfe der Tastkopfspitzenhalter gruppieren.



Verbindung des Tastkopfs mit dem Oszilloskop

Verbinden Sie den Tastkopf wie unten gezeigt mit dem Oszilloskop.

1. Stecken Sie den Tastkopf mit dem Schild nach oben in den Anschluss am Oszilloskop.
2. Wenn Sie den Tastkopf entfernen möchten, drücken Sie auf die Tasten an der Seite und ziehen Sie den Tastkopf heraus.



Verbindung des Tastkopfs mit dem Schaltkreis

Verbinden Sie den Tastkopf mithilfe der Anschlüsse und Adapter mit dem Schaltkreis. Wählen Sie die Methode aus, die für Ihre Bedürfnisse am besten geeignet ist, und gehen Sie dann weiter zum Abschnitt „Einstellung des Tastkopfs“.

Um die Parameter für digitale Kanäle einzustellen und anzuzeigen gehen Sie folgendermaßen vor:

Drücken Sie die Taste **D15–D0**.

Die unten aufgeführten Parameter können für jeden digitalen Kanal eingestellt werden:

- Spannungsschwellenwert und vertikale Position (der Standardschwellenwert ist 1,4 V)
- Signalhöhe und -position (einmal für alle 16 Kanäle einstellen)
- Kanalbezeichnung

Um Buseigenschaften einzustellen und anzuzeigen, gehen Sie folgendermaßen vor:

Drücken Sie die Tasten **B1** bis **B4**.

Die Setup-Bildschirme ermöglicht Ihnen, verschiedene Buseigenschaften einzustellen und anzuzeigen.

Für Busse, wie z. B. SPI und I²C, müssen Sie über das geeignete Anwendungsmodul verfügen. (Siehe Seite 66, *Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses*.)

Funktionstest

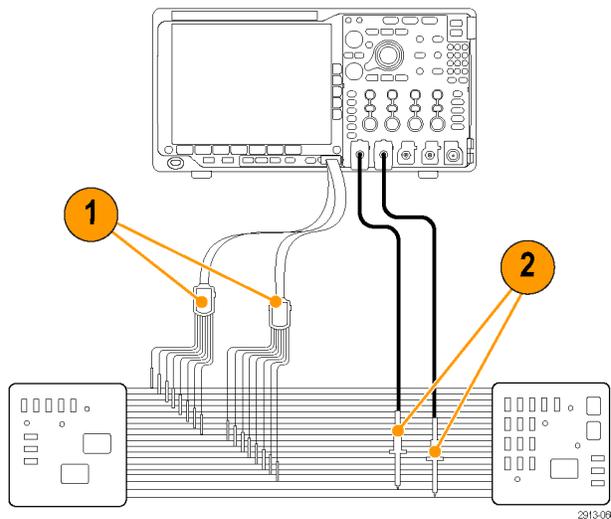
Die logische Aktivität wird sofort auf allen angeschlossenen, aktiven Kanälen angezeigt. Wenn Sie kein aktives Signal sehen:

1. Drücken Sie auf die Taste **Trigger**.
2. Wählen Sie als Triggertyp Flankentriggerung aus.
3. Wählen Sie den Kanal aus, den Sie als Quelle einstellen.
4. Drücken Sie auf die Taste **Autoset**.

Wenn Sie kein aktives Signal sehen, versuchen Sie einen anderen Tastkopfkanal (oder einen analogen Tastkopf), um die Schaltkreisaktivität am Prüfpunkt zu überprüfen.

Typische Anwendung

1. Verwenden Sie den Tastkopf P6616 zum Anzeigen digitaler Signale auf einem Systembus.
2. Verwenden Sie einen analogen Tastkopf wie etwa den passiven Tastkopf TPP0500 oder TPP1000, um analoge Signalinformationen anzuzeigen.



Zubehör

Im Lieferumfang des Tastkopfs ist das folgende Standardzubehör enthalten, das auf der nächsten Seite abgebildet ist.

Element	Beschreibung	Menge	Teilenummer
—	Zubehörsatz logischer Tastkopf	Element 1–6	020-2662-XX
1	Verlängerung Erdungsspitze	1 Satz mit 20	020-2711-XX
2	Tastkopfspitze	1 Satz mit 10	131-5638-11
3	IC-Anschlussklemme	1 Satz mit 20	020-2733-XX
4	Tastkopfspitzenhalter	je 2	352-1115-XX
5	8" Masseleitung	1 Satz von 2	020-2713-XX
6	3" Masseleitung	1 Satz mit 8	020-2712-XX
	Anleitung ¹	je 1	071-2831-XX

¹ Anleitungen sind im Lieferumfang des Tastkopfs enthalten, im Lieferumfang des Zubehörsatzes jedoch nicht. Die Anleitungen können unter

Sie können für Ihren Tastkopf das folgende optionale Zubehör bestellen.

Beschreibung	Teilenummer
P6960 Tastkopf D-MAX-Adapter Grundfläche zu Kopfstecker	NEX-P6960PIN

Spezifikationen

Tabelle 10: Elektrische und mechanische Spezifikationen

Merkmal	Beschreibung
Eingangskanäle	16 digitale
Eingangswiderstand	100 k Ω \pm 1,0 %
Eingangskapazität	3,0 pF
Eingangssignalschwankung	
Minimum	400 mV p-p
Maximale	30 V p-p, \leq 200 MHz (zentriert um die Schwellenwertspannung) an der Tastkopfspitze
	10 V p-p, \geq 200 MHz (zentriert um die Schwellenwertspannung) an der Tastkopfspitze
Maximales zerstörungs-freies Eingangssignal	\pm 42 V
Benutzerdefinierter Schwellenwertbereich	\pm 40 V
Minimale erkennbare Pulsbreite	1 ns
Laufzeitunterschied digitaler Kanäle	200 ps
Tastkopflänge	1,3 m
Maximale Eingangsumschaltrate	500 MHz

Tabelle 11: Umgebungsspezifikationen

Merkmal	Beschreibung
Temperatur	
Betrieb	0 °C bis +50 °C
Nicht in Betrieb	-55 °C bis +75 °C
Luftfeuchtigkeit	
Betrieb	Rel. Luftfeuchtigkeit 5 % bis 95 %
Nicht in Betrieb	10 % bis 95 % relative Luftfeuchtigkeit
Höhe über NN	
Betrieb	4,6 km (max.)
Nicht in Betrieb	15 km (max.)



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

Sicherheitshinweise

Verwenden Sie diesen Tastkopf nur gemäß der Spezifikation, um jede mögliche Gefährdung auszuschließen.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Schließen Sie den Tastkopfausgang am Messgerät an, bevor Sie den Tastkopf mit dem Messpunkt verbinden. Trennen Sie den Anschluss des Tastkopfeingangs und der Tastkopferdung vom Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf vom Messgerät trennen.

Prüfen Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Angaben zu den Kenndaten und die Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Nicht ohne Abdeckungen betreiben. Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

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

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

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben. Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sicherheitshinweise und Symbole in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:



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



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

Symbole am Gerät. Am Gerät ist eventuell das folgende Symbol zu sehen:



Index

Symbole und Zahlen

19-Zoll-Adapter, 4
50 Ω Schutz, 117

A

Abfallzeitmessung, 137
Abrufen
 Setups, 185
 Signale, 181
Abschluss, 112
Abstand, 7
Abtastintervall, 62
Abtastmodus, 63
Abtastraten, xii
Abtastung in Echtzeit, 61
Abtastung, in Echtzeit, 61
Abtastverfahren, definiert, 61
Abweichung, 133
ACD4000B, 4
Adapter
 TEK-USB-488, 4
 TPA-BNC, 5, 9
 TPA-N-VPI, 5, 10
Aktualisieren der Firmware, 22
Amplitude-Zeit
 Strahl, 126
Amplitudenmessung, 138
Analogzeit, 168
 Spektrumzeit, 169
Anhalten einer Erfassung, 103
Anschließen
 an einen PC, 25
 einer USB-Tastatur, 35
 Ihres Oszilloskops, 25
Anschluss an der Seite, 52
Anschlüsse
 Frontplatte, 52
 Rückplatte, 53
Anschlüsse an der Rückseite, 53
Anschlussmöglichkeiten, 1, 25, 28, 31
Anstiegs-/Abfall-Trigger, definiert, 94
Anstiegs-/Abfallrate, 4
Anstiegszeitmessung, 137
Anwendungsmodul, 16

Anwendungsmodule, 198
 DPO4AERO, 2, 66
 DPO4AUDIO, 2, 66
 DPO4AUTO, 3, 66
 DPO4AUTOMAX, 3, 66
 DPO4COMP, 3, 66
 DPO4EMBD, 3, 66
 DPO4ENET, 3, 66
 DPO4LMT, 3
 DPO4PWR, 4, 66
 DPO4USB, 4, 66
 DPO4VID, 4, 95
 Kostenlose 30-Tage-Testversion, 16
 Lizenztransfers, 16
 MDO4TRIG, 4, 104
Anzeige
 art, 106
 Aufzeichnungslänge/Abtastrate, 48
 Cursor, 48, 148
 Digitale Kanäle, 120
 Erfassung, 46
 Frequenzbereich, 36, 51
 Horizontale Position/Skala, 49
 Informationen, 46
 Kanal, 50
 MagniVu, 49
 Nachleuchten, 106
 Signaldatensatz, 47
 Timingauflösung, 49
 Trigger, 48, 100
 Triggerstatus, 47
 XY, 108
 Zeitbereich, 36
 zeitbezogene Mehrbereich-, 168
 Zusätzliche, 50
Anzeige für Aufzeichnungslänge/Abtastrate, 48
Anzeigen, Referenzsignale, 184
Audio-Bustrigger
 Bustrigger, 98
Auf 50 % setzen (Taste), 44, 90
Auflösungsbandbreite, 84
Aufzeichnungslänge, xii, 62
Äußerer Drehknopf, 43

Auslesen
 Triggerfrequenz, 122
Ausrichtung des Bildes, 182, 191
Austauschbares
 Frontplattenoverlay, 18
Auswahl der Tastaturbelegung, 35
Auto (Triggermodus), 88
Auto-Setup, 59
 Video, 60
Auto-Setup (Taste), 13, 38, 44, 56, 59
Auto-Setup deaktivieren, 60
Autopegel, 84
Autoset deaktiviert, 60
Autoset zurücksetzen, 60

B

B-Trigger, 102
B1 / B2 / B3 / B4, 66, 67, 95
Bandbreite, xii, 113
 Auflösung, 84
Bedienelemente, 36
Belastungsgrad, 6
Benutzerdefinierte
 Markierungen, 164
Betriebsspezifikationen, 6
Bildausrichtung, 182, 191
Bildschirm-Kommentare, 121
Blackman-Harris (FFT-Fenster), 87, 156
Blaue Zeilen, 120
BNC-Schnittstelle, 10
Breite, 6
Burstbreitenmessung, 138
Bus
 Anzeige, 51, 69
 einrichten, 67
 Menü, 40, 67
 Positionieren und Beschriften, 117
 Taste, 66, 67, 95
Bus beschriften, 117
Bus- und Signalanzeige
 Busaktivität in der physikalischen Schicht anzeigen, 78
Busaktivität in der physikalischen Schicht, 78

Busse, 66, 95
 Cursor-Anzeige, 148
 Bustrigger, definiert, 95
 Byteüberprüfung, 99

C

CAN, 40, 66, 95
 CAN-Bustrigger
 Bustrigger, 97
 Channel
 Anzeige, 50
 Taste, 39
 Vertikales Menü, 112
 Cursor
 Menü, 145
 Messungen, 145
 Taste, 42, 145
 XY, 149
 Cursor-Anzeige, 48, 148
 Cursors, 145
 verknüpfen, 146

D

Dateiformat, 182
 Instrument Specific File Format
 (ISF), 184
 TIQ, 183
 Dateinamen, 179
 Dateisystem, 179, 184
 Datenabgleich im Rollfenster, 99
 Datum und Uhrzeit, ändern, 19
 Deckel, Frontschutz, 2
 Default Setup, 59
 Menü, 45
 Rückgängig, 59
 Taste, 45, 55, 59
 Dehnungspunkt, 62
 Dehnungspunktsymbol, 47
 Deskew, 116
 Detektionstyp Abtastung, 126
 Detektionstyp Maximum, 125
 Detektionstyp Minimum, 126
 Detektionstyp Mittelwert, 126
 Detektionstypen, 125
 dl/dt, 4

Digitale Kanäle, 120
 einrichten, 79
 Grundlinienmarkierungen, 50
 Gruppensymbol, 50
 Skalieren, Positionieren,
 Gruppieren und
 Beschriften, 118
 Doppel-Signal-Math., 152
 DPO4AERO, 2, 66, 198
 DPO4AUDIO, 2, 66, 198
 DPO4AUTO, 3, 66, 198
 DPO4AUTOMAX, 3, 66, 198
 DPO4COMP, 3, 66, 198
 DPO4EMBD, 3, 66, 198
 DPO4ENET, 3, 66, 198
 DPO4LMT, 3, 172, 198
 DPO4PWR, 4, 66, 198
 DPO4USB, 4, 66, 199
 DPO4VID, 4, 95, 199
 Drehknopf
 äußerer, 43
 innerer, 43, 153
 Mehrfunktions-, 19, 38, 42, 43,
 64, 184
 Menü Vertikal, 45
 Pan, 43, 162, 164
 Triggerpegel, 90
 Vertikale Position, 45, 56
 Vertikalskala, 45, 56
 Zoom, 43, 153, 161
 Drucken, 45, 191
 Ethernet, 193
 Hardcopy, 190
 dV/dt, 4

E

e*Scope, 28
 Effektivwertmessung, 139
 Einzel (Taste), 44, 103
 Einzelfolge, 65, 103
 Entfernen eines Signals, 106
 Entfernen von Referenzsig-
 nalen, 160, 185
 Erden, 11
 Erden Sie sich, um statische
 Aufladungen abzuleiten., 11
 Ereignistabelle, 70
 Erfassen (Taste), 38, 63, 106

Erfassung
 Abtastung, 61
 Anzeige, 46
 definierte Modi, 63
 Eingangskanäle und
 Digitalisierer, 61
 Erkennung mehrerer
 Übergänge, 120
 Ethernet, 26, 28, 29, 40, 66, 95
 Anschluss, 54
 drucken, 193
 Ethernet-Bustrigger
 Bustrigger, 98
 Excel, 25, 28
 EXT REF IN, 53

F

Fallende Flanken-zählung,
 Messung, 140
 Fein, 42
 Fein (Taste), 38, 42, 44, 45
 FFT
 Bedienelemente, 153
 Blackman-Harris, 87, 156
 Flat-Top, 87
 Hamming, 87, 155
 Hanning, 87, 156
 Kaiser, 86
 Rectangular, 87, 155
 Firmware
 Upgrade, 22
 Version, 24
 firmware.img (Datei), 22
 Flächenmessung, 140
 Flanke, Trigger, 90
 Flanken
 Unscharf, 120
 Weiß, 120
 Flankentrigger, definiert, 92
 Flash-Laufwerk, 28
 Flat-Top (FFT-Fenster), 87
 FlexRay, 40, 66, 95
 FlexRay-Bustrigger
 Bustrigger, 97
 Folge (B-Trigger), Definition, 92
 Fortgeschrittene Math, 156
 Freilaufendes Spektrum, 129
 Frequenz, Mitte, 83
 Frequenz-Zeit
 Grundlinienmarkierung, 127
 Frequenz-Zeit-Strahl, 126

Frequenzbereich
 Menü, 41
 Frequenzbereichsanzeige, 36, 51
 Frequenzbereichsmarkierungen, 131
 automatisch, 133
 manuell, 134
 Frequenzbereichsmenü, 22
 Frequenzmessung, 137
 Frontplatte, 36
 Frontplatten-Anschlüsse, 52
 Frontschutzdeckel, 2
 Funktionstest, 12

G

Gating, 141
 Gekoppelte Cursor, 146
 Getriggertes Spektrogramm, 129
 Gewicht, 6
 GPIB, 25, 54
 GPIB-Adresse, 27
 Grenzwertprüfung, 172
 Größere Aufzeichnungslänge,
 Verwaltung
 Verwaltung, 161
 Ground (Masse)
 Band, 11
 Bandanschluss, 52
 Leitung, 16
 Grundlinienmarkierung, 84
 Frequenz-Zeit, 127
 Grundlinienmarkierungen, 50
 Grüne Zeilen, 120
 Gruppensymbol, 50
 Gruppieren von Kanälen, 80
 digital, 118

H

Hamming (FFT-Fenster), 87, 155
 Hanning (FFT-Fenster), 87, 156
 Hardcopy, 45, 190
 Haupttrigger, 100
 HCTEK54 Transportkoffer, 4
 HF-Eingangssteckverbinder, 36, 52
 HF-Erfassungszeit, 168
 HF-Leistungstrigger, 103
 HF-Taste, 22, 41, 51, 123
 HF-Zeit-Strahl, 126
 HF-Zeitbereichsstrahlen, 126
 Hi Res-Erfassungsmodus, 63
 High-Low-Indikatoren, 50

High-Messung, 139
 Hinzufügen eines Signals, 106
 Hinzufügen von Bildschirm-
 Kommentaren, 121
 Histogramm (Signal)
 einrichten, 149
 Zähler zurücksetzen, 151
 Histogramm-Messungen, 140
 Hits in Box-Messung, 140
 Hochformat, 182, 191
 Höhe, 6
 Höhe über NN, 6
 Holdoff, Trigger, 89
 Horizontale Position, 44, 62, 89, 90,
 111, 155
 Anzeige, 49
 definiert, 56
 und mathematische
 Signale, 153
 Horizontale Verzögerung, 89
 Horizontale Zeilen
 Grün und blau, 120
 Horizontalskala, 44, 111, 155
 Anzeige, 49
 definiert, 56
 und mathematische
 Signale, 153
 Hüllkurvenerefassungsmodus, 63

I

I2C, 40, 66, 95
 I2S, 40, 66, 95
 Impedanz, 112
 Impulsbreitentrieger, Definition, 92
 Ink Saver, 182, 192
 Innerer Drehknopf, 43, 153
 Instrument Specific File Format
 (ISF), 184
 Intensität, 110
 Taste, 42
 Intensität (Taste), 110
 Invertierung, 113
 IRE-Raster, 109
 ISF-Format, 184

K

Kaiser (FFT-Fenster), 86
 Kalibrierung, 20, 21
 Kalibrierungszertifikat, 1
 Kommunikation, 25, 28, 31

Kompensieren
 anderer Tastkopf als TPP500
 oder TPP1000, 15
 Signalpfad, 20
 TPP500- oder TPP1000-
 Tastkopf, 13
 Kopplung, 112
 Kopplung, Trigger, 89
 Kühlung, 7

L

LabVIEW SignalExpress, 25, 28
 LAN-Anschluss, 54
 Laufwerk formatieren, 188
 Laufwerk, Verzeichnis oder Datei
 kopieren, 188
 Laufwerk, Verzeichnis oder Datei
 umbenennen, 188
 LIN, 40, 66, 95
 LIN-Bustrigger
 Bustrigger, 97
 Links angeordnet (LJ), 40, 66, 95
 Lizenztransfers für
 Anwendungsmodule, 16
 Logik-Trigger, definiert, 93
 Logikastkopf, 2
 Logikastkopf P6616, 2
 Logikastkopfschnittstelle, 10
 Löschen von Setup- und
 Referenzspeicher, 196
 Low-Messung, 139
 Luftfeuchtigkeit, 6
 LXI, 29
 LXI Klasse C, 54

M

M (Taste), 40, 152, 153
 MagniVu, 81
 MagniVu (Anzeige), 49
 Markieren, 164
 Markierung
 Grundlinie, 84
 Strahl, 125
 Markierung der Grundlinie des
 Signals, 50
 Markierung setzen/löschen
 (Taste), 44, 164
 Markierung, Grundlinie des
 Signals, 50

- Markierungen, 131, 133
 - Schwellenwert und Abweichung, 133
 - Maskentests, 172
 - Math
 - Doppel-Signal, 152
 - FFT, 153
 - Fortgeschritten, 156
 - Menü, 40
 - Taste, 40, 152, 153
 - Math.
 - Spektrum, 157
 - Math.-Spektrum, 157
 - Mathematische Signale, 152
 - Max-Hold-Strahl, 124
 - Max-Messung, 138, 140
 - MDO4TRIG, 4, 104, 199
 - Mediam-Messung, 140
 - Mehrfunktions-Drehknopf, 38, 42, 43, 64, 184
 - Meldung „Niedrige Auflösung“, 137
 - Menü
 - Bus, 40, 67
 - Cursor, 145
 - Default Setup, 45
 - Frequenzbereich, 41
 - Math, 40
 - Messung, 38
 - Referenz, 40, 159, 160
 - Save/Recall, 39, 45, 181
 - Trigger, 38, 91, 100
 - Utility, 17, 19, 39, 45, 108, 121, 122, 191
 - Vertical, 39
 - Vertikal, 112
 - Menu Off (Taste), 46
 - Menüs, 36
 - Frequenzbereich, 22
 - Menütasten
 - Schaltflächen, 38
 - Messen (Taste), 38, 136, 142, 143
 - Messung
 - belegte Bandbreite, 136
 - Kanalleistung, 136
 - Nachbarkanalleistung, 136
 - Messung (Menü), 38
 - Messung bei negativem Tastverhältnis, 138
 - Messung bei negativem Überschwingen, 139
 - Messung bei negativer Impulsbreite, 138
 - Messung bei positivem Tastverhältnis, 138
 - Messung bei positivem Überschwingen, 139
 - Messung bei positiver Impulsbreite, 137
 - Messung der belegten Bandbreite, 136
 - Messung der Kanalleistung, 136
 - Messung der Nachbarkanalleistung, 136
 - Messung des Zyklus-Effektivwerts, 139
 - Messungen
 - automatisch, 136
 - Cursor, 145
 - definiert, 137
 - Frequenzbereich, 135
 - Histogramm, 140
 - Referenzpegel, 144
 - Schnappschuss, 143
 - Statistik, 142
 - Microsoft
 - Excel, 28
 - Word, 28
 - MIL-STD-1553, 40, 66, 95
 - Bustrigger, 98
 - Datenwert, Abgleich, 99
 - Min-Hold-Strahl, 124
 - Min-Messung, 138, 140
 - Mittelwarterfassungsmodus, 63
 - Mittelwertmessung, 139, 140
 - Mittelwertstrahl, 124
 - Mittenfrequenz, 83
 - Modus „Automatische Vergrößerung“, 167
 - Modus, Rollmodus, 65
 - mV-Raster, 109
- N**
- N-Steckverbinder HF-Eingang, 36
 - Nachleuchten
 - Anzeige, 106
 - Unendlich, 108
 - variabel, 108
 - Nachtrigger, 88, 90
 - Negative Impulszählung, Messung, 140
 - Netzlaufwerk ein- oder ausbinden, 188, 189
 - Netzlaufwerke, Ein- und Ausbinden, 188, 189
 - Netzwerkdruck, 193
 - Neuen Ordner erstellen, 188
 - NEX-HD2HEADER, 4
 - NI LabVIEW SignalExpress, 1
 - Normal (Triggermodus), 88
 - Normalstrahl, 124
- O**
- Offset und Position, 117
 - Offset vertikal, 114
 - OpenChoice, 1
 - OpenChoice Desktop, 25, 28
 - Overlay, 18
- P**
- P6616, 8, 81
 - Erdungsleiter für Tastkopf, 79
 - Pan, 161, 162
 - Drehknopf, 43, 162, 164
 - Paralleler Bus, 66, 95
 - triggern, 95, 96
 - Pause, 162
 - Peak Hits-Messung, 140
 - Pegel, Trigger, 90
 - Periodenmessung, 137
 - Phase-Zeit
 - Strahl, 126
 - Phasenmessung, 137
 - PictBridge, 28, 54, 190
 - Position
 - Bus, 117
 - Digitale Kanäle, 118
 - Horizontal, 89, 90, 111, 155
 - Vertikal, 111
 - Position und Offset, 117
 - Positive Impulszählung, Messung, 140
- Q**
- Querformat, 182, 191

R

Raster

- Durchgängig, 109
- Fadenkreuz, 109
- Formen, 108
- Gitter, 109
- Intensität, 110
- IRE, 109
- mV, 109
- Rahmen, 109
- Voll, 109
- Rasterform Durchgängig, 109
- Rasterform „Fadenkreuz“, 109
- Rasterform „Gitter“, 109
- Rasterform „Rahmen“, 109
- Rasterform „Voll“, 109
- Rauschsperrung, 126, 128
- RBW, 84
- Rechts angeordnet (RJ), 40, 66, 95
- Rectangular (FFT-Fenster), 87, 155
- Ref (Taste), 40, 158, 184
- Ref R, 184
- Referenz (Menü), 40, 159, 160
- Referenzpegel, 125, 144
- Referenzsignale, 158
 - anzeigen, 184
 - entfernen, 160, 185
 - speichern, 184
 - Speichern von 10 M- und 20 M-Signalen, 160
- Reinigung, 8
- Rollmodus, 65
- RS-232, 40, 66
 - Cursor-Anzeige, 148
 - Datenwert, Abgleich, 99
 - Dekodierung, 73
- RS-232-Bustrigger
 - Bustrigger, 97
- RS-422, 40, 66
- RS-485, 40, 66
- Rückgängig
 - Grundeinstellung, 59
- Rückwärtstaste, 44
- Runt-Trigger, definiert, 92

S

- Save/Recall (Menü), 39, 45, 181
- Save/Recall (Menütaste), 39
- Save/Recall (Speichertaste), 181
- Save/Recall (Speichertaste), 45
- Schalter, Stromversorgung, 45
- Schnappschuss, 143
- Schwellenw., 133
- Sequentielle Triggerung, 100
- Serieller Bus, 66
 - triggern, 95
- Setup
 - default, 45
 - Standard, 55, 59, 187
- Setup-and-Hold-Trigger, definiert, 94
- Sicherheitshinweise, v
- Sicherheitsschloss, Standardlaptop, 10
- Sicherheitsperre, 10
- Sichern des Speichers, 196
- Sigma1-Messung, 140
- Sigma2-Messung, 141
- Sigma3-Messung, 141
- Signal
 - Aufzeichnung definiert, 62
 - benutzerdefinierte Markierungen, 164
 - Darstellart, 106
 - entfernen, 106
 - hinzufügen, 106
 - Intensität, 110
 - Pan, 161, 162
 - Pause, 162
 - Suchen und Markieren, 164
 - Wiedergabe, 162
 - Wiedergabe/Pause, 162
 - Zoom, 161
- Signal-
 - Histogramm-Messungen, 140
- Signalaufzeichnung, 62
- Signaldatensatzanzeige, 47
- Signalpfadkompensation, 20
 - Frequenzbereich, 21
 - Zeit- und Frequenzbereiche, 20
- Signalzählung, Messung, 140
- Skala
 - Digitale Kanäle, 118
 - Horizontal, 44, 111, 155
 - Vertikal, 111
- Socket-Server, 27, 31
- Software, optional, 198
- Softwaretreiber, 25, 28
- SPC, 20
- Speicher, löschen, 196
- Speichern
 - Bildschirmdarstellungen, 181
 - Referenzsignale, 184
 - Setups, 185
 - Signale, 181

- Speichern und Abrufen, Informationen, 179
- Spektrogramm
 - Anzeige, 128
 - getriggert und freilaufend, 129
- Spektrumstrahlen, 124
- Spektrumzeit, 168
 - Analogzeit, 169
 - außerhalb der HF-Erfassungszeit, 171
- Spezifikationen
 - Betrieb, 6
 - Stromversorgung, 11
- SPI, 40, 66, 95
- SPI-Bustrigger, 96
- Spitze-zu-Spitze-Messung, 138, 140
- Spitzenwerterfassungsmodus, 63
- Sprache
 - ändern, 17
 - Overlay, 18
- Sprache der Benutzeroberfläche, 17
- Standardabweichungsmessung, 140
- Standardeinstellung, 187
- Start/Stop (Taste), 44, 65, 103
- Starten einer Erfassung, 103
- Statistik, 142
- Steckverbinder
 - Seitenwand, 52
- Steigende Flankenanzählung, Messung, 140
- Strahl
 - Amplitude-Zeit, 126
 - Frequenz-Zeit, 126
 - HF-Zeit, 126
 - HF-Zeitbereich, 126
 - Markierung, 125
 - Max-Hold, 124
 - Min-Hold, 124
 - Mittelwert, 124
 - normal, 124
 - Phase-Zeit, 126
- Strom
 - Stromversorgung, 11
- Stromverbrauch, 6
- Stromversorgung
 - aus, 12
 - Eingang, 54
 - Kabel, 2
 - Schalter, 45
 - trennen, 12
- Suchen, 164

Suchen (Taste), 38, 165

Symbol

Dehnungspunkt, 47

Triggerpegel, 48

Triggerposition, 47

T

Tabelle, Ereignis, 70

Tasche

Transport stabil, 4

Transport weich, 4

Tastatur

Sprache, 17

Tastaturbelegung, 35

Tastatur, USB

Verbindung, 35

Taste

Ampl, 41, 83

Auf 50 % setzen, 44, 90

Auto-Setup, 13, 38, 44, 56, 59

B1 / B2 / B3 / B4, 40, 66, 67

B1/B2, 95

Bndb, 41, 85

Bus, 66, 67, 95

Cursor, 42, 145

D15 - D0, 45, 81

Default Setup, 45, 55, 59

Drucker, 195

Druckersymbol, 45

Einzel, 44, 103

Erfassen, 38, 63, 106

Fein, 38, 42, 44, 45

Freq/Span, 41, 82

Hardcopy, 45, 195

HF, 22, 41, 51, 123

Intensität, 42, 110

Kanal, 39

M, 40, 152, 153

Markierung setzen/löschen, 44, 164

Markierungen, 41

Math, 40, 152, 153

Menu Off, 46

Messen, 38, 136, 142, 143

Ref, 40, 158, 184

Rückwärts, 44

Save/Recall, 39, 45, 181

Spanne, 83

Start/Stop, 44, 65, 103

Suchen, 38, 165

Test, 38

Trigger, 38

Trigger erzwingen, 44, 88

Trigger-Menü, 91

Triggerpegel, 44

Utility, 17, 19, 20, 39, 108, 109, 121, 122, 190

Vertical, 39

Vorwärts, 44

Wählen, 43

Wiedergabe/Pause, 43, 162

Zoom, 43

Taste „Ampl“, 41, 83

Taste „Bndb“, 41, 85

Taste D15 - D0, 45, 81

Taste „Freq/Span“, 41, 82

Taste „Markierungen“, 41

Taste „Spanne“, 83

Tastenfeld, 36

Tastkopf

Logik, 2

Zubehör, 2

Tastkopf TPP0500, 2

Tastkopf TPP1000, 2

TASTKOPF-ABGL.-Anschluss, 52

Tastkopfabgleich, 14

Tastköpfe

anschießen, 9

BNC, 10

Erdungsleiter, 16

Logik, 10

P6616, 212

TEK-USB-488-Adapter, 4

TekVPI, 5, 9

TPA-BNC-Adapter, 5, 9

TPP0500, 2, 205

TPP1000, 2, 205

Tastkopfkomp., 13

Tastkopfkompensation

anderer Tastkopf als TPP0500 oder TPP1000, 15

TPP0500 oder TPP1000, 13

Tastkopfstecker

analog, 52

Logik, 52

TDM, 40, 66, 95

TEK-USB-488-Adapter, 4, 25, 27, 54

TekSecure, 196

TekVPI, 9

TekVPI-Tastköpfe, 5

Telnet, 33

Temperatur, 6

Test (Test), 38

Tiefe, 6

Timingauflösung (Anzeige), 49

TIQ-Dateien, 183

TPA-BNC-Adapter, 5, 9

TPA-N-VPI-Adapter, 5, 10

TPP0500- oder TPP1000-

Kompensation, 13

TPP0500, TPP1000, 8

Tragetasche

stabile, 4

weiche, 4

Transition-Trigger, definiert, 94

Transporttasche, Tastkopf und Zubehör, 2

Treiber, 25, 28

Trigger

Anstieg/Abfall, Definition, 94

Anzeige, 48, 100

Audio-Bus, 98
 B-Trigger nach
 Verzögerungszeit, 101
 Bus, Definition, 95
 Busse, 95
 Byteüberprüfung, 99
 CAN-Bus, 97
 Datenabgleich im
 Rollfenster, 99
 Ereignis, definiert, 88
 erzwingen, 88
 Ethernet-Bus, 98
 Flanke, 90
 Flanke, Definition, 92
 FlexRay-Bus, 97
 Folge (B-Trigger),
 Definition, 92
 Frequenz auslesen, 122
 HF-Leistung, 103
 Holdoff, 89
 Impulsbreite, Definition, 92
 Konzepte, 88
 Kopplung, 89
 LIN-Bus, 97
 Logik, Definition, 93
 MIL-STD-1553-Bus, 98
 MIL-STD-1553-
 Datenwertabgleich, 99
 Modi, 88, 91
 Nachtrigger, 88, 90
 Parallelbus-Datenabgle-
 ich, 100
 parallele Busse, 66
 Paralleler Bus, 96
 Pegel, 90
 Positionssymbol, 47
 Punkt, 62
 RS-232-Bus, 97
 RS-232-Datenwertabgleich, 99
 Runt, Definition, 92
 sequentiell, 100
 serielle Busse, 66
 Setup-and-Hold, Definition, 94
 SPI-Bus, 96
 Statusanzeige, 47
 Timeout, definiert, 92
 Triggern auf B-Ereignisse, 102
 USB-Bus, 98
 verzögerte, 100
 Video, Definition, 95
 Vortrigger, 88, 90
 Trigger erzwingen (Taste), 44, 88

Trigger-Menü, 38, 91, 100
 Trigger-Menü (Taste)
 Taste, 91
 Trigger-Timeout, definiert, 92
 Triggermodi
 Auto, 88
 Normal, 88
 Triggern auf Busse, 95
 Triggerpegel
 Drehknopf, 90
 Pegel-Taste, 44
 Symbol, 48
 Triggertypen, definiert, 92

U

UART, 40, 66
 Über, 24
 Unendliche Nachleuchtdauer, 108
 Unscharfe Flanken, 120
 USB, 66, 95, 179, 190
 Bustrigger, 98
 Flash-Laufwerk, 28
 Hostanschlüsse, 45
 USB-Geräteanschluss
 Geräteanschluss, 54
 USB-Hostanschlüsse
 Hostanschlüsse, 54
 USBTMC, 54
 Utility (Menü), 17, 19, 39, 45, 108,
 121, 122
 Utility (Taste), 17, 19, 20, 39, 108,
 109, 121, 122, 190

V

Variable Nachleuchtzeit, 108

Verfahren

analoge Kanäle einrichten, 55
 Anschließen an einen
 Computer, 25
 auf Bussen triggern, 95
 automatische Messungen
 auswählen, 137
 automatische Messungen
 im Zeitbereich
 vornehmen, 136
 Bildschirmdarstellungen
 speichern, 181
 digitale Kanäle einrichten, 79
 drucken, 190
 e*Scope verwenden, 28
 Eingangsparameter
 festlegen, 112
 Firmware aktualisieren, 22
 Funktionsprüfung
 durchführen, 12
 Kanäle und Busse
 beschriften, 56
 Kompensieren eines anderen
 Spannungstastkopfs
 TPP0500 oder
 TPP1000, 15
 MagniVu verwenden, 81
 manuelle Messungen mit
 Cursorn vornehmen, 145
 Oszilloskop ausschalten, 12
 Oszilloskop einschalten, 11
 Sequenztrigger
 verwenden, 100
 Setups abrufen, 185
 Setups speichern, 185
 Signale abrufen, 181
 Signale speichern, 181
 Signalpfad kompensieren, 20
 Speicher löschen, 196
 Suchen in und Hinzufügen von
 Marken zu Signalen, 164
 Tastköpfe und Adapter
 verbinden, 9
 Trigger auswählen, 92
 Verwalten von Signalen
 mit größerer
 Aufzeichnungslänge, 161
 Verwenden von
 Wave Inspector, 161
 VISA-Kommunikation
 einrichten, 25
 Versatile Probe Interface, 9

- Verschiebung
 - Spektrumzeit durch die Analogzeit, 169
 - Version, Firmware, 24
 - Vertical
 - Menü, 39
 - Position (Drehknopf), 45
 - Skala (Drehknopf), 45
 - Taste, 39
 - Vertikal
 - Menü, 112
 - Menüknopf, 45
 - Offset, 114, 117
 - Position, 111
 - Position (Drehknopf), 56
 - Position und Auto-Setup, 60
 - Position und Offset, 117
 - Skala, 111
 - Vertikale
 - Skala (Drehknopf), 56
 - Vertrauliche Daten, 196
 - Verzeichnis oder Datei löschen, 188
 - Verzögerter Trigger, 100
 - Verzögerungsmessung, 137
 - Verzögerungszeit, 65
 - Video
 - Anschluss, 53
 - Auto-Setup, 60
 - Videotrigger, definiert, 95
 - VISA, 25
 - Vor der Installation, 1
 - Vordefinierte Math-Ausdrücke, 152
 - Vorgehensweise
 - automatische Messungen im Frequenzbereich vornehmen, 135
 - Busparameter einrichten, 67
 - Kalibrieren eines TPP0500- oder TPP1000-Spannungstastkopfs, 13
 - Verwendung eines Socket-Server, 31
 - zum Einrichten eines Histogramms, 149
 - Vortrigger, 88, 90
 - Vorwärtstaste, 44
- ## W
- Wählen (Taste), 43
 - Wave Inspector, 161
 - Weißer Flanken, 120
 - Werkseitige Kalibrierung, 21
 - Wiedergabe, 162
 - Wiedergabe/Pause
 - Modus, 162
 - Taste, 43, 162
 - Word, 28
- ## X
- XY
 - Anzeige, 108
 - Cursor, 149
- ## Z
- Zeitbereichsanzeige, 36
 - Zeitbezogene Mehrbereichsanzeige, 168
 - Zoom, 161
 - Drehknopf, 43, 161
 - Rastergröße, 162
 - Taste, 43
 - Zubehör, 1
 - zurücksetzen
 - Autoset, 60
 - Zusatzanzeige, 50
 - Zusätzlicher Ausgang (AUX OUT), 53
 - Zyklus-Mittelwertmessung, 139
 - Zyklusflächenmessung, 140