

**Serien MSO4000 und DPO4000  
Digital-Phosphor-Oszilloskope  
Benutzerhandbuch**





**Serien MSO4000 und DPO4000  
Digital-Phosphor-Oszilloskope  
Benutzerhandbuch**

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

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

TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc.

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

MagniVu und Wave Inspector sind Marken von Tektronix Inc.

Tektronix ist ein autorisierter Lizenznehmer der CompactFlash®-Marke.

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

## **Tektronix-Kontaktinformationen**

Tektronix, Inc.  
14200 SW Karl Braun Drive  
P.O. Box 500  
Beaverton, OR 97077  
USA

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

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

## Garantie

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

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

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

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIE 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.

[W16 – 15AUG04]

## 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.

## Garantie

Tektronix garantiert, dass dieses Produkt für einen Zeitraum von einem (1) Jahr ab Versanddatum keine Fehler in Material und Verarbeitung aufweist. Wenn ein Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, dieses fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz für dieses fehlerhafte Produkt zur Verfügung zu stellen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

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

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

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE GARANTIEEN HINSICHTLICH DER HANDELSGÄNGIGKEIT UND DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTES PRODUKT 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 .....	xiii
Installation .....	1
Vor der Installation .....	1
Betriebshinweise .....	5
Anschließen der Tastköpfe .....	8
Sichern des Oszilloskops .....	9
Einschalten des Oszilloskops .....	10
Ausschalten des Oszilloskops .....	11
Funktionstest .....	11
Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs .....	12
Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul .....	13
Installieren eines Anwendungsmoduls .....	14
Ändern der Sprache der Benutzeroberfläche .....	14
Ändern von Datum und Uhrzeit .....	15
Signalpfadkompensation .....	17
Aktualisieren der Firmware .....	18
Anschließen des Oszilloskops an einen Computer .....	21
Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop .....	26
Kennenlernen des Gerätes .....	27
Menüs und Bedienelemente auf der Frontplatte .....	27
Frontplatten-Anschlüsse .....	40
Anschluss an der Seite .....	41
Anschlüsse an der Rückseite .....	41
Erfassen von Signalen .....	43
Einrichten analoger Kanäle .....	43
Verwenden von Default Setup .....	46
Verwenden von Auto-Setup .....	47
Erfassungskonzepte .....	48
So funktioniert der analoge Signalerfassungsmodus .....	50
Ändern von Erfassungsmodus, Aufzeichnungslänge und Verzögerungszeit .....	51
Verwenden des Rollmodus .....	53
Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses .....	54
Einrichten digitaler Kanäle .....	67
Gründe für die Verwendung von MagiVu .....	70
Verwendung von MagniVu .....	70

Triggereinstellung .....	71
Triggerungskonzepte .....	71
Auswählen eines Triggertyps .....	74
Auswählen von Triggern .....	75
Triggern auf Busse .....	78
Überprüfen der Triggereinstellungen .....	84
Verwenden von A- (Haupt-) und B- (verzögerten) Sequenztriggern .....	85
Starten und Anhalten einer Erfassung .....	87
Anzeigen von Signalen .....	88
Hinzufügen und Entfernen eines Signals .....	88
Einstellen von Darstellart und Nachleuchten .....	88
Festlegen der Signalintensität .....	92
Skalierung und Positionierung von Signalen .....	93
Einstellen der Eingangsparameter .....	94
Positionieren und Beschriften von Bussignalen .....	98
Positionieren, Skalieren und Gruppieren von digitalen Kanälen .....	99
Anzeigen digitaler Kanäle .....	101
Hinzufügen von Bildschirm-Kommentaren .....	102
Anzeigen der Triggerfrequenz .....	103
Analysieren von Signalen .....	104
Durchführen automatischer Messungen .....	104
Auswählen automatischer Messungen .....	105
Anpassen einer automatischen Messung .....	109
Manuelle Messungen mit Cursors vornehmen .....	112
Einrichten eines Histogramms .....	116
Verwenden von mathematischen Signalen .....	119
Verwendung von FFT .....	120
Verwenden von Fortgeschrittene Math .....	123
Verwendung von Referenzsignalen .....	124
Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge .....	126
Leistungsanalyse .....	132
Informationen zum Speichern und Abrufen .....	134
Speichern einer Bildschirmdarstellung .....	136
Speichern und Abrufen von Signalen .....	137
Speichern und Abrufen von Setups .....	140
Speichern mit einem einzigen Knopfdruck .....	142
Drucken .....	143
Löschen des Oszilloskop-Speichers .....	149
Verwenden von Anwendungsmodulen .....	151
Anwendungsbeispiele .....	152
Durchführen einfacher Messungen .....	152
Analyse von Signalen .....	159
Triggern bei Video-Signalen .....	164
Aufnehmen eines Einzelschuss-Signals .....	166
Korrelieren von Daten mit dem Logikanalysator TLA5000 .....	170

---

Aufspüren von Abweichungen bezüglich der Busse.....	172
Fehlersuche in Schaltungen mit parallelen Bussen .....	174
Fehlersuche auf einem RS-232-Bus .....	177
Anhang: Garantierte Spezifikationen .....	180
Index	



# Allgemeine Sicherheitshinweise

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

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

Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen.

## Verhütung von Bränden und Verletzungen

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

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

**Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an.** Unterbinden Sie die Stromzufuhr für den Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf anschließen oder vom Gerät trennen.

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

**Beachten Sie alle Angaben zu den Anschlüssen.** Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Kennangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

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

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

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

**Trennen vom Stromnetz.** Der Netzschalter trennt das Gerät von der Stromversorgung. Weitere Anweisungen zur Positionierung des Schalters finden Sie in der Dokumentation. Blockieren Sie den Netzschalter nicht, da er für die Benutzer jederzeit zugänglich sein muss.

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

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

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

**Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.**

**Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.**

**Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.**

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

## Begriffe in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:



---

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

---



---

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

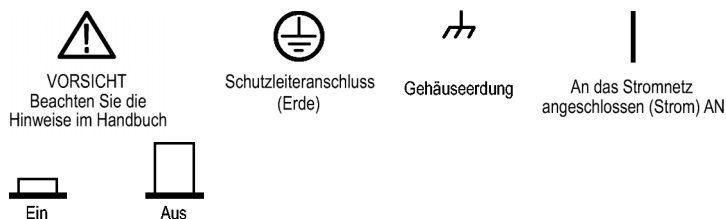
---

## Symbole und Begriffe am Gerät

Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:

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

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



# 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 <sup>1 2 3 4</sup>

- 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 <sup>5</sup>
- 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 <sup>6</sup>
- IEC 61000-4-11:2004. Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen <sup>7</sup>

**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

- <sup>1</sup> Dieses Gerät ist nur für den Betrieb außerhalb von Wohnbereichen vorgesehen. Der Betrieb dieses Geräts in Wohnbereichen kann elektromagnetische Störungen verursachen.
- <sup>2</sup> Diesen Standard überschreitende Emissionen sind möglich, wenn das Gerät an ein Prüfobjekt angeschlossen ist.
- <sup>3</sup> Um die Einhaltung der hier aufgeführten EMV-Normen zu gewährleisten, dürfen nur qualitativ hochwertige, abgeschirmte Kabel verwendet werden.
- <sup>4</sup> 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.
- <sup>5</sup> Die Strahlrauschenzunahme beim Einsatz mit einem Testfeld (3 V/m im Frequenzbereich zwischen 80 MHz und 1 GHz, 1,4 GHz bis 2,0 GHz und 1 V/m von 2,0 GHz bis 2,7 GHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) darf 8 Einheiten Spitze-Spitze nicht

überschreiten. Umgebende Felder können Triggerungen induzieren, wenn der Trigger-Schwellenwert-Offset auf weniger als 4 Einheiten von der erdbezogenen Messung gesetzt ist (IEC 61000-4-3).

- 6 Die Strahlrauschzunahme beim Einsatz mit einem eingespeisten 3-V-Testsignal darf 2 Einheiten Spitze-Spitze nicht überschreiten. Umgebende Felder können Triggerungen induzieren, wenn der Trigger-Schwellenwert-Offset auf weniger als 4 Einheiten von der erdbezogenen Messung gesetzt ist (IEC 61000-4-6).
- 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

## 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 I (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 ([www.tektronix.de](http://www.tektronix.de)).

**Sicherheitshinweis zu quecksilberhaltigen Bauteilen.** Dieses Produkt ist mit einer quecksilberhaltigen LCD-Beleuchtung ausgestattet. Aufgrund von Umweltschutzbestimmungen ist die Entsorgung daher möglicherweise reglementiert. Einzelheiten zu den Entsorgungs- bzw. Recyclingbestimmungen erhalten Sie bei den zuständigen Behörden vor Ort oder innerhalb der Vereinigten Staaten auf der E-cycling Central-Website ([www.eiae.org](http://www.eiae.org)).

### **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:

MSO4104

MSO4054

MSO4034

MSO4032

DPO4104

DPO4054

DPO4034

DPO4032

## Wichtige Leistungsmerkmale

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

- 1 GHz, 500 MHz und 350 MHz Bandbreite
- Zwei- und Vierkanalmodelle
- Abtastraten von bis zu 5 GS/s auf allen analogen Kanälen
- Aufzeichnungslänge von 10 M Punkten auf allen Kanälen
- Anzeigerate von 50.000 Signalen/Sekunde
- I<sup>2</sup>C-, SPI-, USB 2.0-, CAN-, LIN-, FlexRay-, RS-232-, RS-422-, RS-485-, UART-, I<sup>2</sup>S-, links angeordnete (LJ), rechts angeordnete (RJ) und TDM-Bus Triggerung und Analyse (mit dem entsprechenden Anwendungsmodul und Oszilloskopmodell)
- Leistungsanalyse-Anwendungsmodul (optional)
- Wave Inspector-Bedienelemente zur Bearbeitung großer Aufzeichnungslängen mit Optionen zum Zoomen und Verschieben, für Wiedergabe und Pause, zum Suchen und Markieren
- Histogramme mit Messungen zu Histogrammdateien, automatischen Messungen und Messstatistiken
- 264-mm-XGA-Farbdisplay
- Kleine Grundfläche und geringes Gewicht (140 mm Tiefe und 5 kg Gewicht)
- USB und CompactFlash zum schnellen und bequemen Speichern
- Direkter Ausdruck auf allen PictBridge-kompatiblen Druckern
- Integrierter Ethernet-Anschluss
- USB 2.0-Geräteanschluss zur direkten Steuerung des Oszilloskops über den PC (über USBTMC-Protokoll)
- OpenChoice-Software für Dokumentation und Analyse
- Produktivitäts- und Analysesoftware "NI SignalExpress™ Tektronix Edition"
- Remoteanzeige und -steuerung mit e\*Scope
- Remotesteuerung mit VISA-Anschluss
- TekVPI Versatile Probe Interface unterstützt aktive, Differenz- und Stromtastköpfe für automatische Skalierung und Einheiten

Die Oszilloskope MSO4000 für gemischte Signale bieten auch Folgendes:

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

## In diesem Handbuch verwendete Konventionen

Die folgenden Symbole werden in diesem Handbuch verwendet.

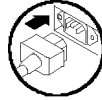
Verfahrensschritt



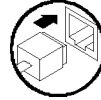
Netzschalter auf der Frontplatte



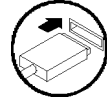
Netzanschluss



Netzwerk



USB





# Installation

## Vor der Installation

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

### Standardzubehör

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
<i>Benutzerhandbuch für Oszilloskope der Serien MSO4000 und DPO4000</i>	Englisch (Option L0)	071-2121-XX
	Französisch (Option L1)	071-2122-XX
	Italienisch (Option L2)	071-2123-XX
	Deutsch (Option L3)	071-2124-XX
	Spanisch (Option L4)	071-2125-XX
	Japanisch (Option L5)	071-2126-XX
	Portugiesisch (Option L6)	071-2127-XX
	Chinesisch (vereinfacht) (Option L7)	071-2128-XX
	Chinesisch (traditionell) (Option L8)	071-2129-XX
	Koreanisch (Option L9)	071-2130-XX
	Russisch (Option L10)	071-2131-XX
<i>Dokumentations-CD für Oszilloskope der Serien MSO4000 und DPO4000</i>	Elektronische Versionen von Dokumenten zu DPO4000, einschließlich der Programmieranleitung und des technischen Referenzhandbuchs.	063-4022-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)	335-1634-XX
	Italienisch (Option L2)	335-1635-XX
	Deutsch (Option L3)	335-1636-XX
	Spanisch (Option L4)	335-1637-XX
	Japanisch (Option L5)	335-1638-XX
	Portugiesisch (Option L6)	335-1639-XX
	Chinesisch (vereinfacht) (Option L7)	335-1640-XX
	Chinesisch (traditionell) (Option L8)	335-1641-XX
	Koreanisch (Option L9)	335-1642-XX
		Russisch (Option L10)

## Standardzubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Für die Serien MSO4000 und DPO4000: Tastköpfe	Ein passiver Tastkopf (500 MHz, 10fach gedämpft) pro Kanal	P6139A
Frontschutzdeckel	Hartplastikdeckel zum Schutz des Gerätes	200-4908-00
Netzkabel	Nordamerika (Option A0)	161-0104-00
	Europa universal (Option A1)	161-0104-06
	Großbritannien (Option A2)	161-0104-07
	Australien (Option A3)	161-0104-05
	Schweiz (Option A5)	161-0167-00
	Japan (Option A6)	161-A005-00
	China (Option A10)	161-0306-00
	Indien (Option A11)	161-0400-00
	Kein Netzkabel oder Netzteil (Option A99)	—
Für Serie MSO4000: Logikastkopf	Ein 16-Kanal-Logikastkopf	P6516

## Optionales Zubehör

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
DPO4AUDIO	Das serielle Trigger- und Analysemodul für Audio ermöglicht das Triggern auf I <sup>2</sup> S-, links angeordnete (LJ), rechts angeordnete (RJ) und TDM-Busse.	DPO4AUDIO
DPO4AUTO	Das Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul für die Fahrzeugtechnik ermöglicht das Triggern auf Paketebene bei seriellen CAN- und LIN-Bussen sowie digitale Signalansichten, Busansichten, Busdecodierung, Suchtools und Paketdecodierungstabellen mit Zeitinformationen  <i><b>HINWEIS.</b> LIN ist geeignet für DPO4000s mit Seriennummern größer als C020000 und für alle MSO4000s. Für Oszilloskope, die im Rahmen eines GSA-Vertrags erworben wurden, kann ein anderes Seriennummernsystem verwendet werden. Wenden Sie sich an Tektronix, wenn Sie weitere Informationen benötigen.</i>	DPO4AUTO



## Optionales Zubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
DPO4AUTOMAX	<p>Das Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul für FlexRay, CAN und LIN bietet Unterstützung für FlexRay-Bussysteme sowie alle Funktionen des DPO4AUTO-Moduls (Unterstützung für CAN- und LIN-Bussysteme).</p> <p><b>HINWEIS.</b> LIN und FlexRay sind geeignet für DPO4000s mit Seriennummern größer als C020000 und alle MSO4000s. Für Oszilloskope, die im Rahmen eines GSA-Vertrags erworben wurden, kann ein anderes Seriennummernsystem verwendet werden. Wenden Sie sich an Tektronix, wenn Sie weitere Informationen benötigen.</p>	DPO4AUTOMAX
DPO4COMP	Das Computertrigger- und -analysemodul ermöglicht das Triggern auf serielle RS-232-, RS-422-, RS-485- und UART-Busse und bietet Suchwerkzeuge, Busansichten, Busdekodierung im Hexadezimal-, Binär- und ASCII-Code und Paketdekodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4COMP
DPO4EMBD	Das integrierte Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul ermöglicht das Triggern auf Paketinformationsebene bei I <sup>2</sup> C- und SPI-Bussen sowie digitale Signalansichten, Busansichten, Busdecodierung, Suchtools und Paketdecodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO4EMBD
DPO4PWR	Das Leistungsanalysemodul unterstützt Messungen im Bereich Netzqualität, Schaltverlust, Oberschwingungen, Ripple, Modulation, sicherer Betriebsbereich und Anstiegsrate (dV/dt und dI/dt).	DPO4PWR
DPO4USB	Das Universal Serial Bus-Triggerung- und Analysemodul ermöglicht Triggerung auf Paketinformationsebene bei seriellen USB 2.0-Bussen sowie Digitalansichten des Signals, Busansichten, Busdekodierungsdaten im Hexadezimal-, Binär- und ASCII-Format, Suchtools und Paketdekodierungstabellen mit Zeitmarkeninformationen.	DPO4USB
DPO4VID	Das erweiterte Videomodul ermöglicht Trigger auf eine Vielzahl von genormten HDTV-Signalen sowie auf benutzerdefinierte (nicht genormte) zwei- und dreistufige Videosignale mit 3 bis 4.000 Zeilen.	DPO4VID

### Optionales Zubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
NEX-HD2HEADER	Adapter, der die Kanäle von einem Mictoranschluss mit 0,1 Zoll-Leistenanschlussstiften verbindet	NEX-HD2HEADER
TPA-BNC	TekVPI-TekProbe-II-BNC-Adapter	TPA-BNC
TEK-USB-488-Adapter	GPIO-USB-Adapter	TEK-USB-488
Handbuch „Erste Schritte mit OpenChoice-Lösungen“ (mit CD)	Beschreibt Möglichkeiten zur Entwicklung von Hostcomputer-Softwareanwendungen, die mit dem Oszilloskop zusammenarbeiten.	020-2513-XX
19-Zoll-Adapter-Kit	Enthält 19-Zoll-Adapter-Klemmen.	RM4000
Transporttasche	Tragetasche für das Gerät	ACD4000
Hartschalenkoffer	Transportkoffer, Einsatz der Tragetasche (AC4000) erforderlich	HCTEK4321
CompactFlash-USB-Speicherkartenleser	Kartenleser	119-6827-00
USB-Flash-Laufwerk	Zusatzspeicher	119-7276-00
Programmierhandbuch für Oszilloskope der Serien MSO4000 und DPO4000	Beschreibt Befehle für die Fernsteuerung des Oszilloskops. In elektronischer Form auf der Dokumentations-CD verfügbar oder zum Herunterladen von <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> .	077-0248-XX
Technisches Referenzhandbuch für Oszilloskope der Serien MSO4000 und DPO4000	Enthält die technischen Daten des Oszilloskops und beschreibt das Verfahren zur Leistungsprüfung. In elektronischer Form auf der Dokumentations-CD verfügbar oder zum Herunterladen von <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> .	077-0247-XX
Wartungshandbuch für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000	Wartungsinformationen zu Oszilloskopen der Serien DPO4000 und MSO4000	071-2137-XX
Installationsanleitung zu den Anwendungsmodulen für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000	Handbuch	071-2136-XX

## Optionales Zubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Benutzerhandbuch für Leistungsmeß- sungsmodule 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	

Oszilloskope der Serien MSO4000 und DPO4000 können zusammen mit mehreren optionalen Tastköpfen verwendet werden. (Siehe Seite 8, *Anschließen der Tastköpfe*.) Aktuelle Informationen finden Sie auf der Tektronix-Website unter [www.tektronix.de](http://www.tektronix.de).

## Betriebshinweise

### Oszilloskope der Serien MSO4000 und DPO4000

Eingangsspannung: 100 V bis 240 V  $\pm 10$  %

Eingangsstromfrequenz:

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

400 Hz (100 V bis 132 V)

Leistungsaufnahme: max. 250 W

Gewicht: 5 kg (Gerät ohne Zubehör)

Höhe, einschließlich Füße, ohne Griff:

229 mm

Breite, von Griffnabe zu Griffnabe: 439 mm

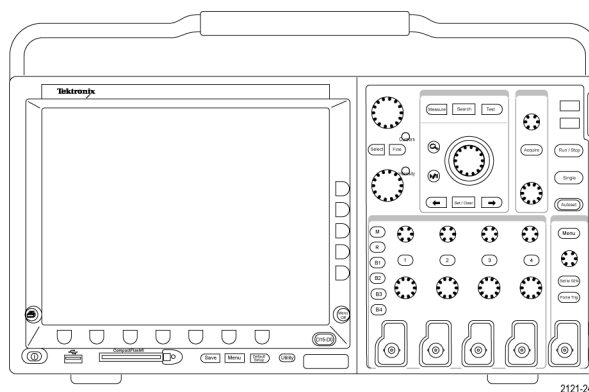
Tiefe, von den Füßen zur Vorderseite der Drehknöpfe:

137 mm

Tiefe, von Füßen zur Vorderseite des

Frontschutzdeckels: 145 mm

Abstand: 51 mm

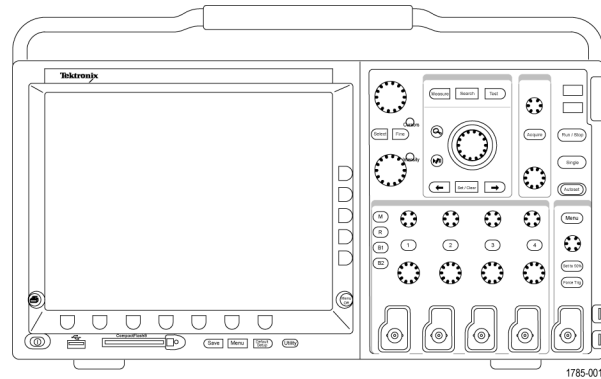


Serie MSO4000

2121-248

Temperatur:  
 Betrieb: +0 bis +50 °C  
 Lagerung: -20 bis +60 °C

Luftfeuchtigkeit:  
 Betrieb: Hoch: 40 bis 50 °C, 10 bis 60 % rel. Luftfeuchtigkeit  
 Betrieb: Niedrig: 0 bis 40 °C, 10 bis 90 % rel. Luftfeuchtigkeit  
 Lagerung: Hoch: 40 bis 60 °C, 5 bis 60 % rel. Luftfeuchtigkeit  
 Lagerung: Niedrig: 0 bis 40 °C, 5 bis 90 % rel. Luftfeuchtigkeit



Serie DPO4000

Höhe über NN:  
 Betrieb: 3.000 m  
 Lagerung: 12.192 m

Zufallsschwingungen:  
 Betrieb: 0,31  $G_{\text{eff}}$ , 5 – 500 Hz, 10 Minuten pro Achse, 3 Achsen (30 Minuten insgesamt)  
 Lagerung: 2,46  $G_{\text{eff}}$ , 5 – 500 Hz, 10 Minuten pro Achse, 3 Achsen (30 Minuten insgesamt)

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume

Erfassungssystem: 1 M $\Omega$   
 Die maximale Eingangsspannung am BNC-Anschluss zwischen Innenleiter und Abschirmung beträgt 400 V<sub>Sp</sub> (DF  $\leq$  39,2 %), 250 V<sub>eff</sub> bis 130 kHz mit Leistungsminderung bis zu 2,6 V<sub>eff</sub> bei 500 MHz.  
 Die maximale Stehstoßspannung beträgt  $\pm$  800 V<sub>Spitze</sub>.  
 Bei stabilen Sinuskurven Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 200 kHz bis 13 V<sub>Sp</sub> bei 3 MHz und höher.

Erfassungssystem: 50  $\Omega$   
 Die maximale Eingangsspannung am BNC-Anschluss zwischen Innenleiter und Abschirmung beträgt 5 V<sub>eff</sub> mit Spitzen  $\leq$   $\pm$ 20 V (DF  $\leq$  6,25 %).

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

Aux-Eingang: 1 M $\Omega$   
 Die maximale Eingangsspannung am BNC-Anschluss zwischen Innenleiter und Abschirmung beträgt 400 V<sub>Spitze</sub> (DF  $\leq$  39,2 %), 250 V<sub>eff</sub> bei 2 MHz, leistungsvermindert um 5 V<sub>eff</sub> bei 500 MHz.  
 Die maximale Stehstoßspannung beträgt  $\pm$  800 V<sub>Spitze</sub>.  
 Bei stabilen Sinuskurven Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 200 kHz bis 13 V<sub>Spitze</sub> bei 3 MHz und höher.



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

## P6139A Passiver Tastkopf

Eingangsspannung:

400 V<sub>eff</sub> oder 400 V Gleichstrom; CAT I (2.500 V<sub>Spitze</sub> transient)

300 V<sub>eff</sub> oder 300 V Gleichstrom; CAT II (2.500 V<sub>Spitze</sub> transient)

150 V<sub>eff</sub> oder 150 V Gleichstrom; CAT III (2.500 V<sub>Spitze</sub> transient)

Bei stabilen Sinuskurven Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 2,5 MHz bis 50 V<sub>eff</sub> bei 20 MHz und höher.

Ausgangsspannung (Abschluss: 1 M $\Omega$ ):

40 V<sub>eff</sub> oder 40 V Gleichstrom; CAT I (2.500 V<sub>Spitze</sub> Impuls)

30 V<sub>eff</sub> oder 30 V Gleichstrom; CAT I (250 V<sub>Spitze</sub> Impuls)

15 V<sub>eff</sub> oder 15 V Gleichstrom; CAT I (250 V<sub>Spitze</sub> Impuls)

Temperatur:

Betrieb: -15 bis +65 °C

Lagerung: -62 bis +85 °C

Höhe über NN:  $\leq$  2.000 Meter

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume

Luftfeuchtigkeit:

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

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

## Logiktastkopf P6516

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

Maximale Signalschwankung:  $6,0 V_{\text{Spitze-zu-Spitze}}$ , zentriert um die Schwellenwertspannung

Minimale Signalschwankung:  $500 \text{ mV}_{\text{Spitze-zu-Spitze}}$

Maximales zerstörungsfreies Eingangssignal an Tastkopf:  $\pm 15 \text{ V}$

Eingangswiderstand: 20 k $\Omega$

Eingangskapazität: 3,0 pF, typisch

Temperatur:

Im Betrieb: 0 bis +50 °C

Lagerung: -55 °C to +75 °C

Höhe über NN:

Im Betrieb: 4,5 km (max.)

Lagerung: 15 km (max.)

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume

Luftfeuchtigkeit: 10 bis 95 % relative Luftfeuchtigkeit

## Reinigung

Reinigen Sie Gerät und Tastköpfe so oft, wie es die Betriebsbedingungen vorschreiben. Zur Reinigung der Oszilloskopoberfläche gehen Sie wie folgt vor:

1. Entfernen Sie den Staub außen am Oszilloskop und an den Tastköpfen mit einem fusselfreien Lappen. Gehen Sie vorsichtig vor, um den Anzeigefilter aus Klarglas nicht zu verkratzen.
2. Verwenden Sie einen mit Wasser befeuchteten weichen Lappen zur Reinigung. Bei stärkerer Verschmutzung können Sie auch eine wässrige Lösung mit 75 % Isopropylalkohol verwenden.



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

## Anschließen der Tastköpfe

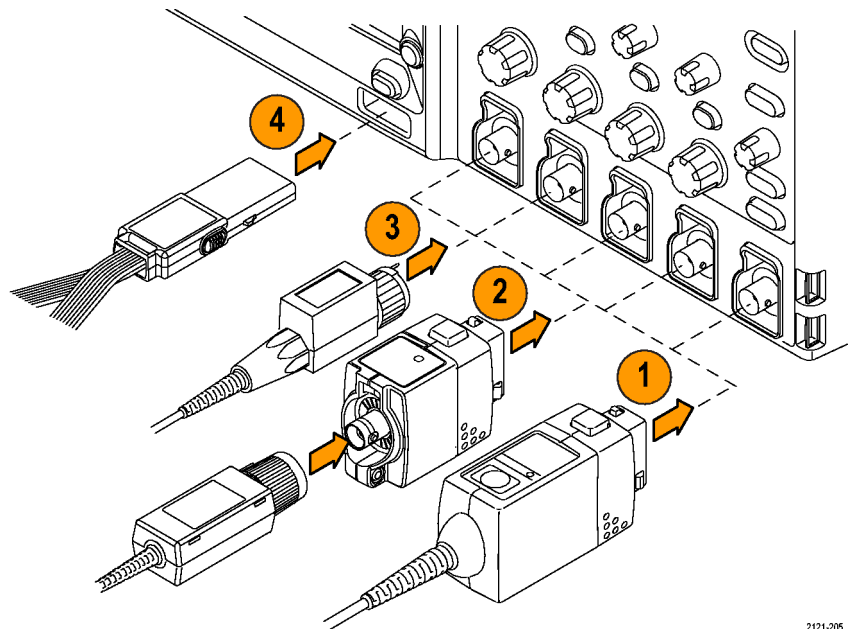
Das Oszilloskop unterstützt Tastköpfe mit folgenden Anschlussmöglichkeiten:

1. Tektronix Versatile Probe Interface (TekVPI)

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

2. TPA-BNC-Adapter

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



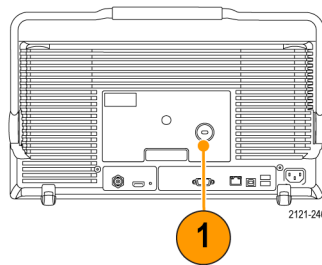
2121-205

3. Einfache BNC-Schnittstellen  
Einige davon verwenden die TEKPROBE-Funktionen, um das Signal und die Skalierung an das Oszilloskop weiterzuleiten. Einige leiten nur das Signal weiter, und es findet keine weitere Kommunikation statt.
4. Logikastkopfschnittstelle (nur Serie MSO4000)  
Der Tastkopf P6516 weist 16 Kanäle für digitale Informationen (Zustand "Ein- oder ausgeschaltet") auf.

Weitere Informationen zu den zahlreichen, für Oszilloskope der Serien DPO4000 und MSO4000 erhältlichen Tastköpfen finden Sie im Internet unter [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com).

## Sichern des Oszilloskops

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



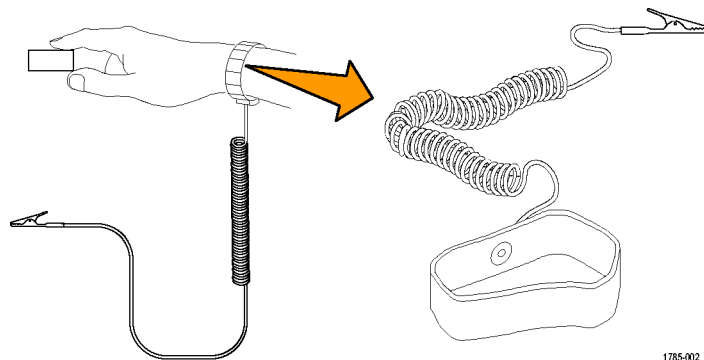
## Einschalten des Oszilloskops

### Erden des Oszilloskops und Erden des Benutzers

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

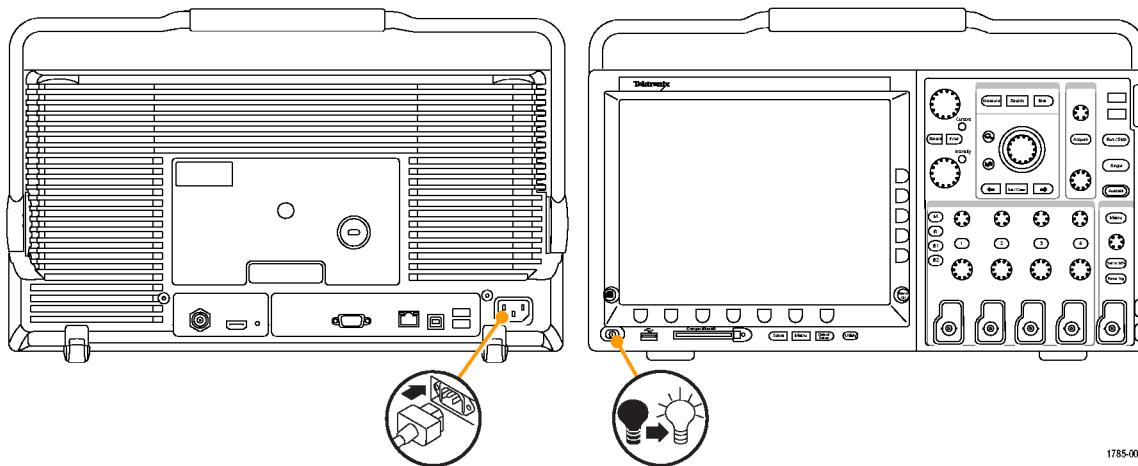
Die Erdung des Oszilloskops ist für die Sicherheit und die Genauigkeit der Messungen erforderlich. Das Oszilloskop muss an die gleiche Erdung angeschlossen sein wie sämtliche getesteten Schaltungen.

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



1785-002

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

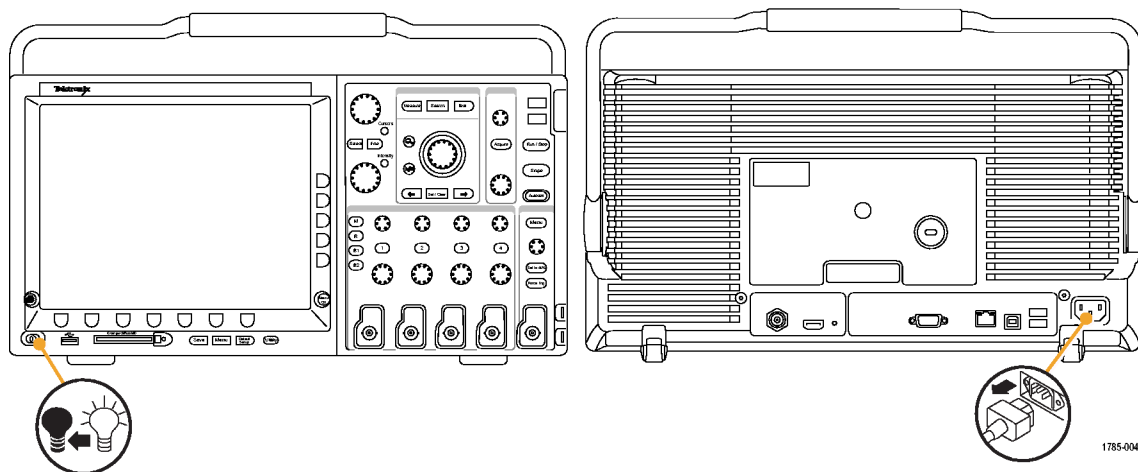


1785-003



## Ausschalten des Oszilloskops

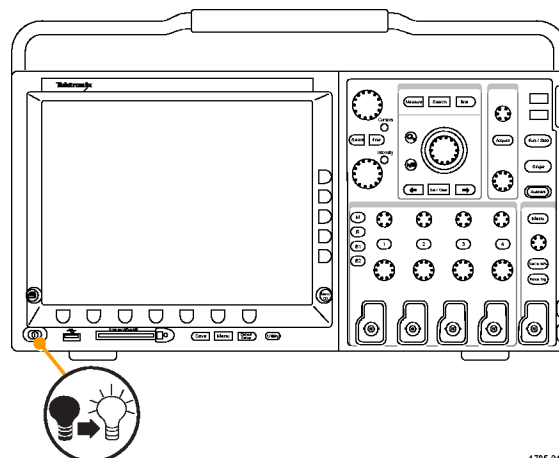
So schalten Sie das Oszilloskop aus und ziehen das Netzkabel ab:



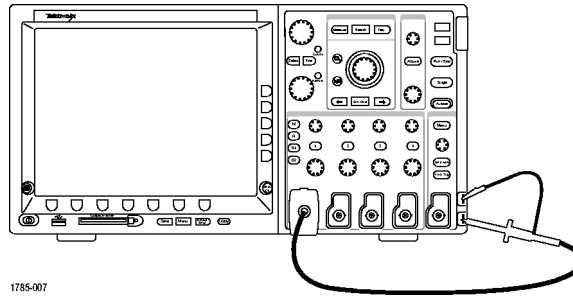
## Funktionstest

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

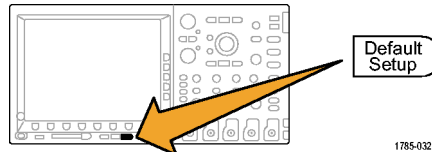
1. Schließen Sie das Netzkabel des Oszilloskops so an, wie in *Einschalten des Oszilloskops* beschrieben. (Siehe Seite 10.)
2. Schalten Sie das Oszilloskop ein.



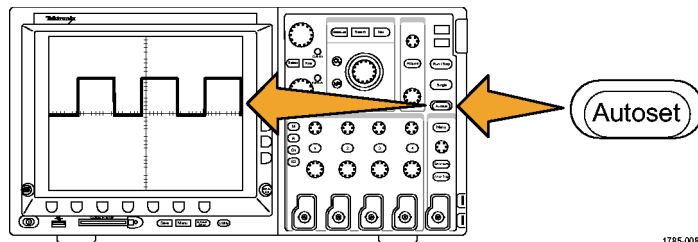
3. Schließen Sie die Tastkopfspitze des Tastkopfs P6139A und die Referenzleiter an die **PROBE COMP**-Anschlüsse am Oszilloskop an.



4. Drücken Sie **Default Setup**.



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



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

Wenn das Signal angezeigt wird, aber nicht die richtige Form aufweist, führen Sie die Schritte zum Kompensieren des Tastkopfes durch. (Siehe Seite 12, *Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs*.)

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

## Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs

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

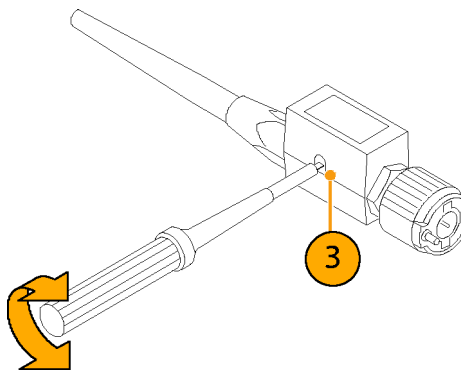
So kompensieren Sie einen passiven Tastkopf:

1. Befolgen Sie die Schritte des Funktionstests. (Siehe Seite 11, *Funktionstest*.)

- Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals, um zu bestimmen, ob der Tastkopf ordnungsgemäß kompensiert ist.

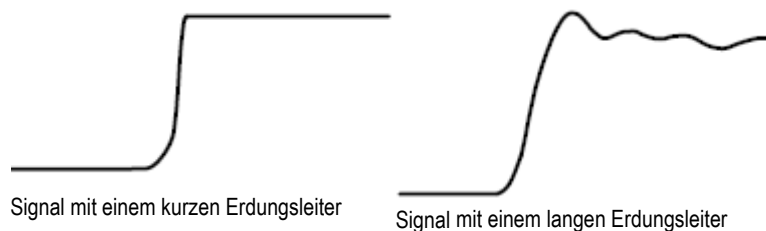


- Ändern Sie, falls erforderlich, die Tastkopfeinstellung. Wiederholen Sie diesen Vorgang so oft wie nötig.



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

Wenn Sie nach 30 Tagen die Anwendung weiter nutzen möchten, müssen Sie das Modul käuflich erwerben. Wenn Sie sehen möchten, wann der Testzeitraum für die kostenlose Testversion abläuft, drücken Sie die Bedientaste **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 10, Einschalten des Oszilloskops.)

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

(Siehe Seite 11, Ausschalten des Oszilloskops.)

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

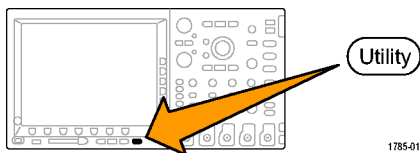
Anweisungen zur Installation und zum Testen von Anwendungsmodulen entnehmen Sie den *Installationsanleitung zu den Anwendungsmodulen für Oszilloskope der Serie Tektronix 4000*, die mit dem Anwendungsmodul geliefert wurden.

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

## Ändern der Sprache der Benutzeroberfläche

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

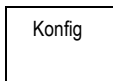
1. Drücken Sie **Utility**.



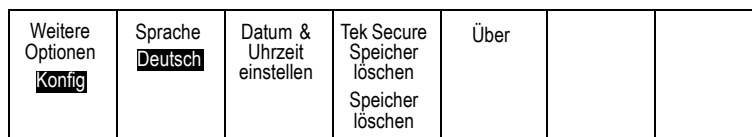
2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



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



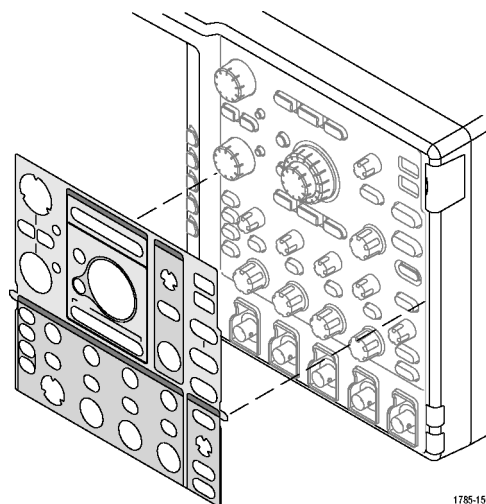
- Drücken Sie **Sprache** im Menü auf dem unteren Rahmen.



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

- Wenn Sie „English“ auswählen, achten Sie darauf, dass das austauschbare Plastik-Frontplattenoverlay abgenommen ist.

Wenn Sie eine andere Sprache als Englisch auswählen, legen Sie das Plastik-Overlay für die gewünschte Sprache über die eigentliche Frontplatte, um die Beschriftungen in diese Sprache zu ändern.

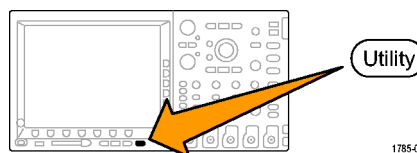


1785-156

## Ändern von Datum und Uhrzeit

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

- Drücken Sie **Utility**.



1785-011

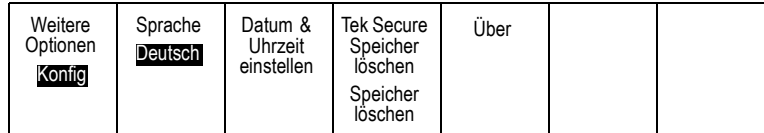
- Drücken Sie **Weitere Optionen**.



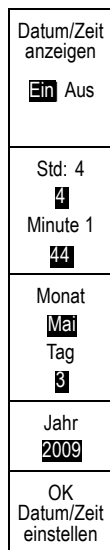
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.



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**.

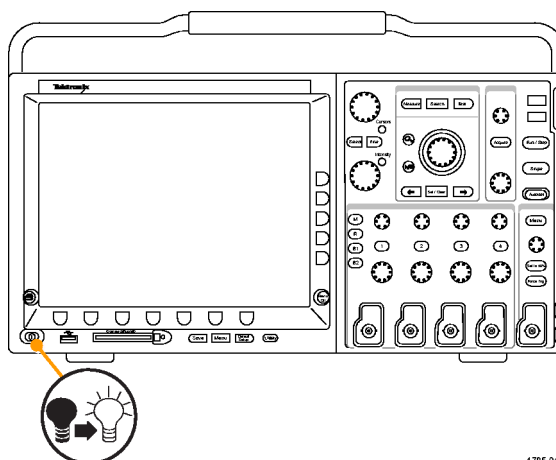


## Signalpfadkompensation

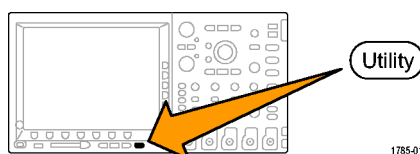
Die Signalpfadkompensation (SPC) korrigiert Gleichstromschwankungen, die durch Temperaturabweichungen und/oder langfristige Drifts verursacht wurden. Führen Sie die Kompensation stets aus, wenn sich die Umgebungstemperatur um mehr als 10 °C geändert hat, oder aber einmal pro Woche, wenn Sie vertikale 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.

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.



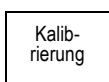
2. Drücken Sie **Utility**.



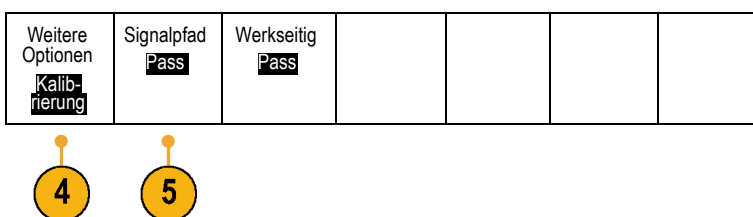
3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



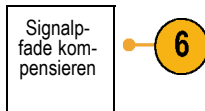
4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Kalibrierung** aus.



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

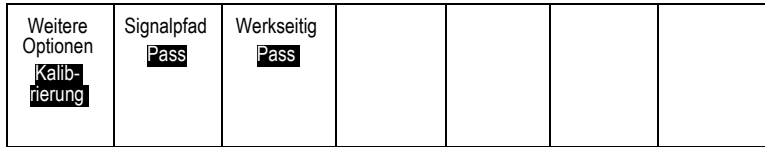


- Drücken Sie in dem daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen auf **Signalpfade kompensieren**.



Die Kalibrierung dauert etwa 10 Minuten.

- 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.



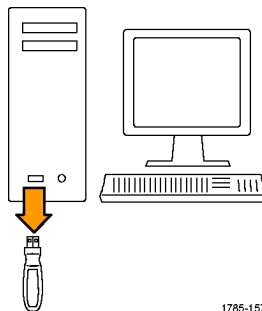
Vom Kundendienstpersonal werden die werkseitigen Kalibrierungsfunktionen verwendet, um die internen Spannungsbezugspunkte des Oszilloskops unter Verwendung externer Quellen zu kalibrieren. Wenden Sie sich an die Tektronix-Niederlassung oder den Vertreter vor Ort, wenn Sie bei der werkseitigen Kalibrierung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

**HINWEIS.** Die Signalpfadkompensation beinhaltet keine Kalibrierung der Tastkopfspitze. (Siehe Seite 12, Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs.)

## Aktualisieren der Firmware

So aktualisieren Sie die Firmware des Oszilloskops:

- Öffnen Sie einen Webbrowser, und besuchen Sie die Website [www.tektronix.com/software](http://www.tektronix.com/software). Wechseln Sie zur Softwaresuche. Laden Sie die neueste Firmware für Ihr Oszilloskop auf Ihren PC herunter.

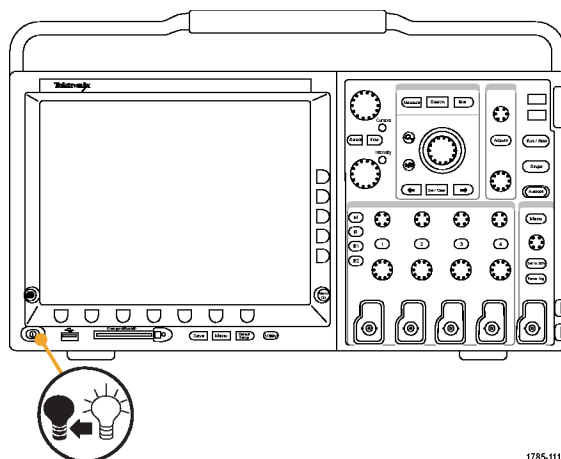


1785-157

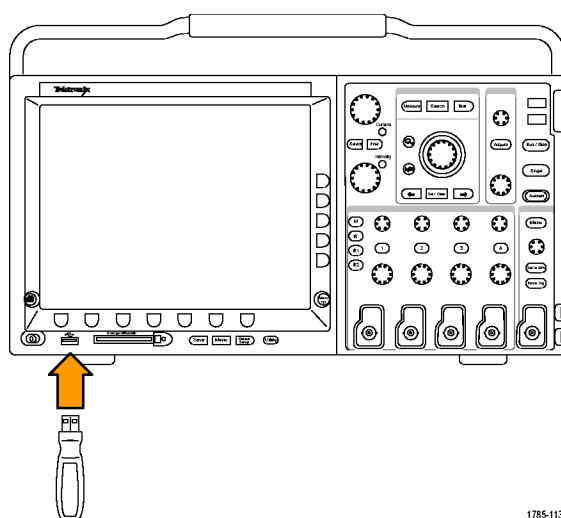
Entpacken Sie die Dateien, und kopieren Sie die Datei `firmware.img` in den Stammordner eines USB-Flash-Laufwerks.



2. Schalten Sie das Oszilloskop aus.



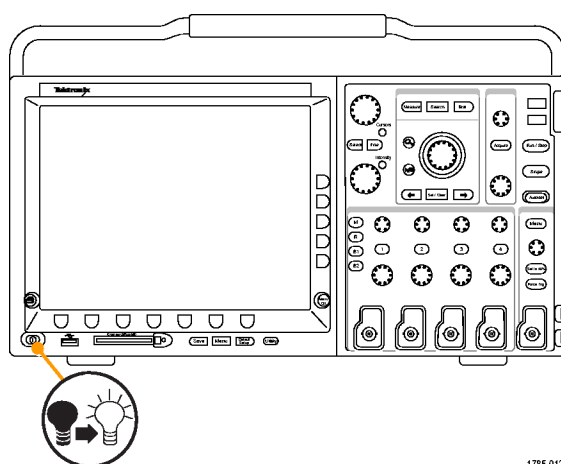
3. Setzen Sie das USB-Flash-Laufwerk in den USB-Anschluss am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops ein.



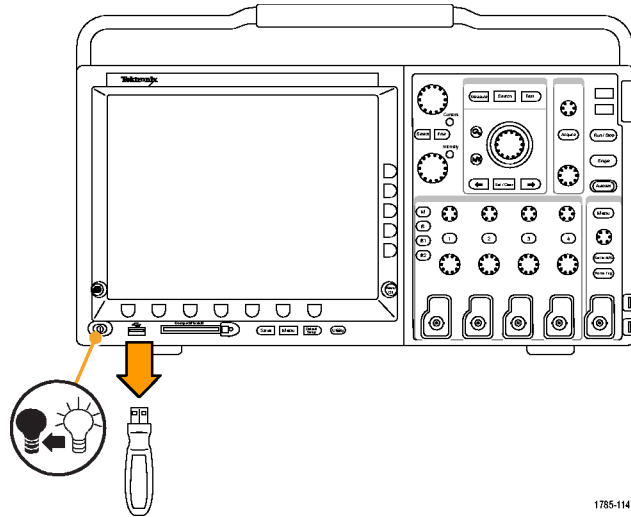
4. Schalten Sie das Oszilloskop ein. Das Gerät erkennt die neue Firmware automatisch und installiert sie.

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

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

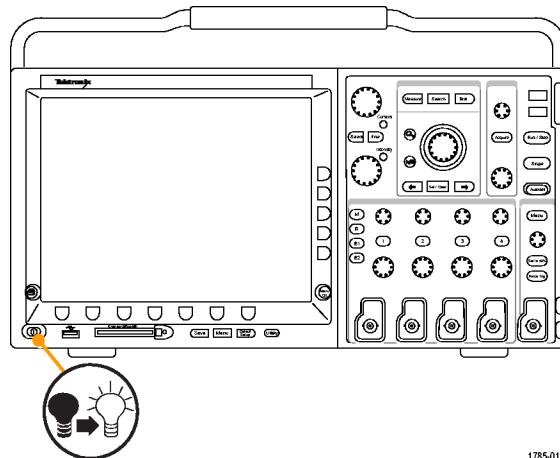


- Schalten Sie das Oszilloskop aus, und entnehmen Sie das USB-Flash-Laufwerk.



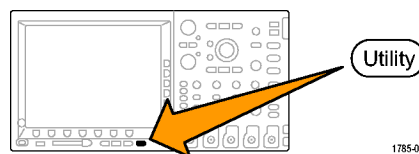
1785-114

- Schalten Sie das Oszilloskop ein.



1785-012

- Drücken Sie **Utility**.



1785-011

- Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere  
Optionen

8

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

Konfig

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

Weitere Optionen <b>Konfig</b>	Sprache <b>Deutsch</b>	Datum & Uhrzeit einstellen	Tek Secure Speicher löschen Speicher löschen	Über		
-----------------------------------	---------------------------	----------------------------	---	------	--	--

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



## Anschließen des Oszilloskops an einen Computer

Sie können Ihre Arbeit auch für spätere Zwecke archivieren. Anstatt Bildschirmdarstellungen und Signaldaten auf einem CompactFlash- oder USB-Flash-Laufwerk zu speichern und später einen Bericht zu erstellen, können Sie die Bild- oder Signaldaten zur Analyse auch direkt an einen Remote-PC senden. Von einem Computer aus können Sie ein Oszilloskop zudem auch von einem anderem Ort aus fernsteuern. (Siehe Seite 136, *Speichern einer Bildschirmdarstellung*.) (Siehe Seite 137, *Speichern und Abrufen von Signaldaten*.)

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

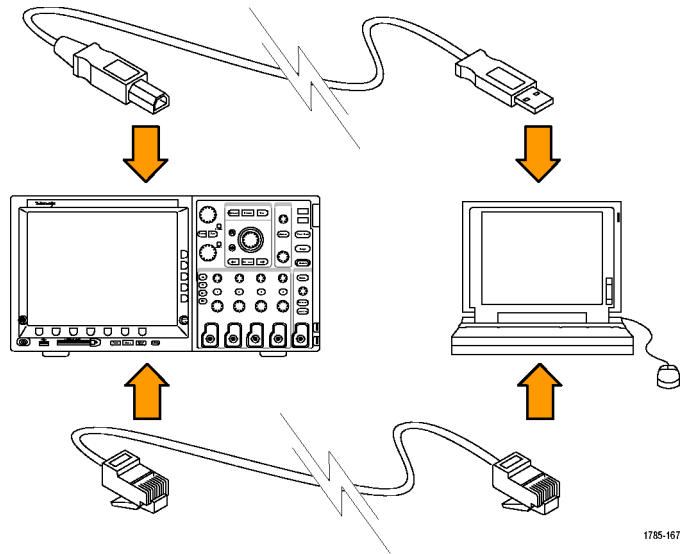
### Verwenden von VISA

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

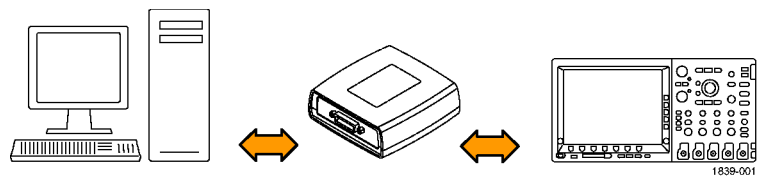
So richten Sie die VISA-Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem Computer ein:

1. Laden Sie die VISA-Treiber auf den Computer.  
Sie finden die Treiber auf der zugehörigen CD, die mit dem Oszilloskop mitgeliefert wird, oder auf der Tektronix-Website für Softwaresuche ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)).

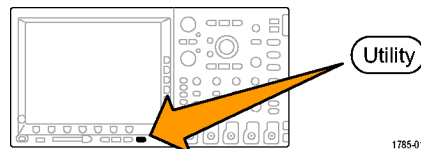
2. Schließen Sie das Oszilloskop mit einem geeigneten USB- oder Ethernet-Kabel an den Computer an.



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**.

Weitere  
Optionen

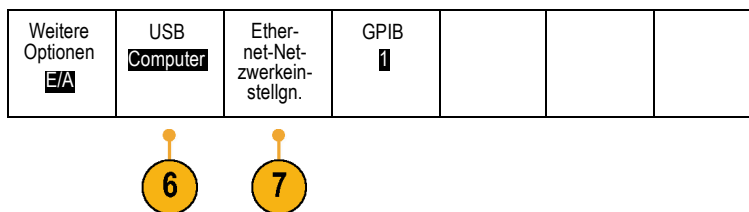


5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **E/A** aus.

E/A

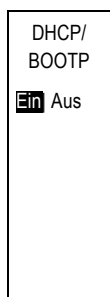
6. Wenn Sie USB verwenden, richtet sich das System automatisch ein, sobald Sie USB aktiviert haben.

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**.



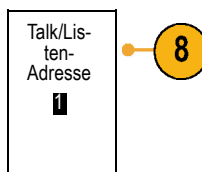
7. Zur Verwendung von Ethernet drücken Sie am unteren Rahmen auf **Ethernet-Netzwerkeinstellungen**.

Wenn Ihr Oszilloskop mit einem DHCP-Netzwerk verbunden ist, stellen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **DHCP/BOOTP** auf **Ein**. Wenn sie eine statische IP-Adresse verwenden, stellen Sie **DHCP/BOOTP** auf **Off**, drücken Sie **Geräteeinstellungen ändern** und nutzen Sie das resultierende Menüsystem, um Ihre Adresse einzugeben.



8. 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.



9. Führen Sie die Anwendungssoftware auf dem Computer aus.



### Schnelltipps

- Die mit dem Oszilloskop mitgelieferte CD enthält eine Reihe Windows-basierter Softwaretools, mit denen eine effiziente Schnittstelle zwischen dem Oszilloskop und Ihrem Computer hergestellt werden soll. Über Symbolleisten können Microsoft Excel und Word schneller aufgerufen werden. Zudem steht das unabhängige Erfassungsprogramm OpenChoice Desktop zur Verfügung.
- Der USB 2.0-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



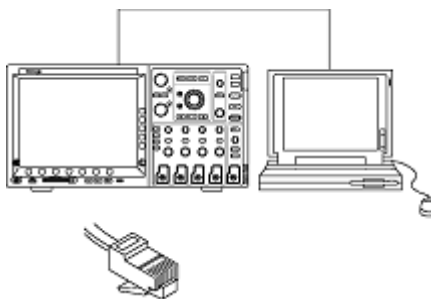
### Verwenden von e\*Scope

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

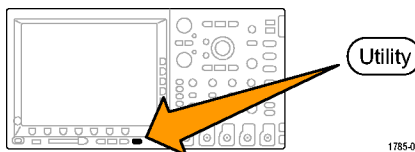
So richten Sie die e\*Scope-Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem Webbrowser auf einem Remotecomputer ein:

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

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



2. Drücken Sie **Utility**.



1785-011

3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere  
Optionen



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

E/A

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

Weitere Optionen E/A	USB Computer	Ethernet- Netz- werkein- stellgn.	GPIO I			
----------------------------	-----------------	--	-----------	--	--	--



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

Geräte-  
einstellgn.  
ändern

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

DHCP/  
BOOTP  
Ein Aus



Verbindung  
testen

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

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

## Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop

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

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



# Kennenlernen des Gerätes

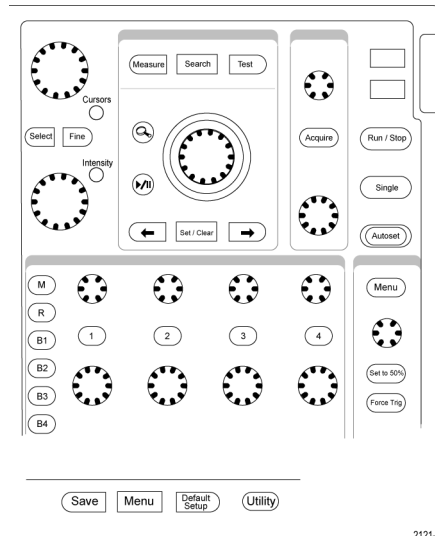
## Menüs und Bedienelemente auf der Frontplatte

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

### Verwenden des Menüsystems

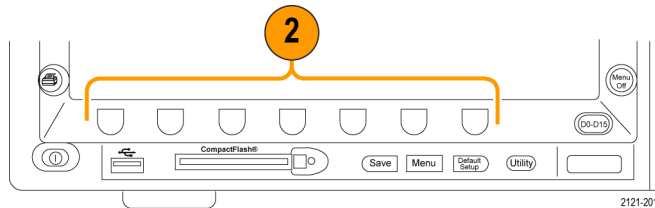
So verwenden Sie das Menüsystem:

1. Drücken Sie eine Menütaste auf der Frontplatte, um das Menü anzuzeigen, das Sie verwenden möchten.  
Mit den Tasten B1 bis B4 an den Oszilloskopen der Serie MSO4000 können bis zu vier verschiedene serielle oder parallele Busse unterstützt werden.



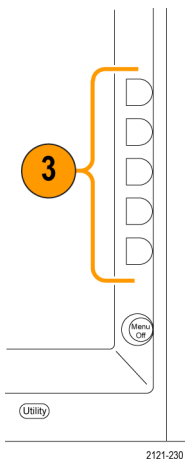
2121-229

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

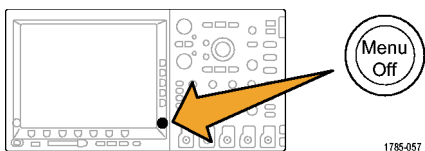


2121-201

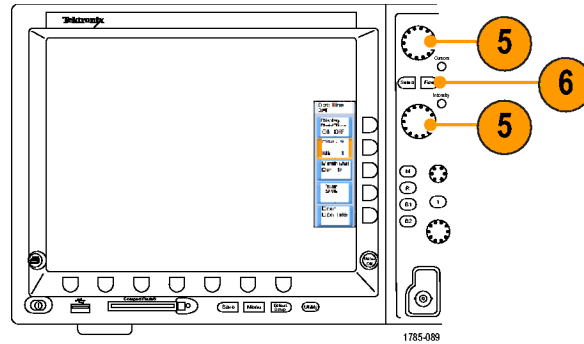
3. Drücken Sie eine Taste am seitlichen Rahmen, um ein entsprechendes Menüelement auszuwählen.  
Wenn es mehrere Auswahlmöglichkeiten gibt, drücken Sie die Taste am seitlichen Rahmen erneut, um durch die Optionen zu blättern.  
Wenn ein Popout-Menü angezeigt wird, wählen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf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



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



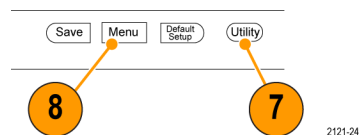
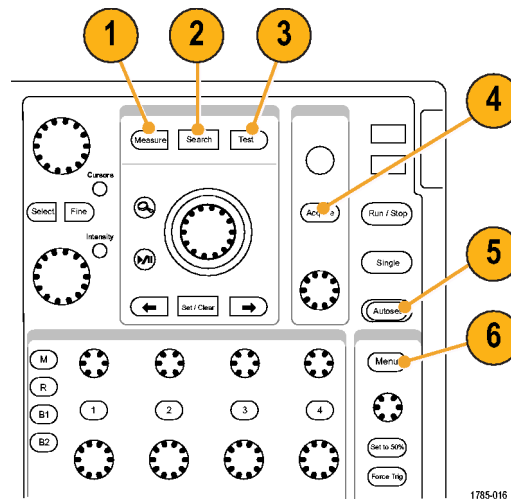
5. Bei einigen Menüoptionen müssen Sie einen numerischen Wert eingeben, um das Einrichten abzuschließen. Mit dem oberen und dem unteren Mehrfunktions-Drehknopf (a bzw. b) stellen Sie die Werte ein.
6. Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen zu aktivieren oder zu deaktivieren.



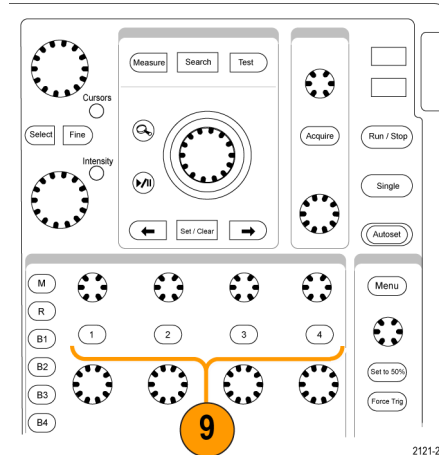
### Verwenden der Menütasten

Mit den Menütasten können Sie viele Oszilloskopfunktionen ausführen.

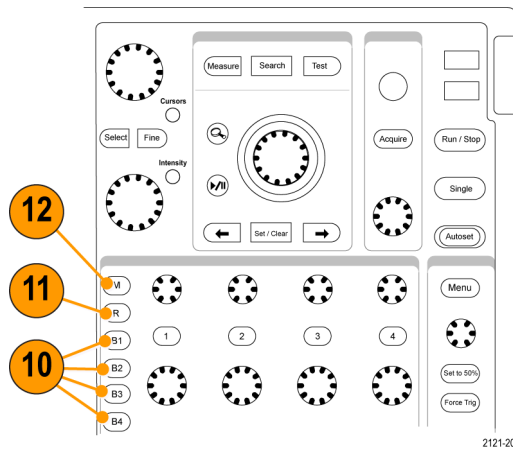
1. **Messen.** Drücken Sie die Taste, um automatisierte Messungen von Signalen durchzuführen.
2. **Suchen.** Drücken Sie diese Taste, um erfasste Daten nach benutzerdefinierten Ereignissen/Kriterien zu durchsuchen.
3. **Test.** Drücken Sie die Taste, um erweiterte oder anwendungsspezifische Testfunktionen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



- 8. Menü Save/Recall.** Drücken Sie die Taste, um Setups, Signale und Bildschirmdarstellungen in einem internen Speicher, auf einer CompactFlash-Karte oder auf einem USB-Flash-Laufwerk zu speichern bzw. von dort abzurufen.
- 9. Kanal 1, 2, 3 oder 4 Menu.** Drücken Sie die Tasten, um vertikale Parameter für Eingangssignale und zum Anzeigen bzw. Ausblenden der entsprechenden Signale einzustellen.



- 10. B1 oder B2.** Drücken Sie eine Taste, um einen Bus zu definieren und anzuzeigen, wenn Sie über die entsprechenden Modulanwendungsschlüssel verfügen.
- DPO4AUTO unterstützt CAN- und LIN-Busse.
  - DPO4AUTOMAX unterstützt CAN-, LIN- und FlexRay-Busse.
  - DPO4EMBD unterstützt I<sup>2</sup>C- und SPI-Busse.
  - DPO4USB unterstützt USB 2.0-Busse.
  - DPO4COMP unterstützt RS-232, RS-422, RS-485 und UART-Busse.
  - DPO4AUDIO unterstützt I<sup>2</sup>S-, links angeordnete (LJ), rechts angeordnete (RJ) und TDM-Busse.
- Drücken Sie die Tasten **B1** oder **B2**, um den entsprechenden Bus anzuzeigen oder auszublenden.



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

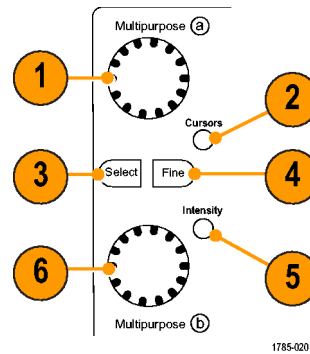
- 11. R.** Drücken Sie die Taste, um Referenzsignale zu verwalten, einschließlich Anzeigen oder Ausblenden einzelner Referenzsignale.

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

## Verwendung weiterer Bedienelemente

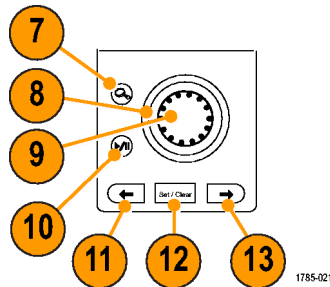
Mit diesen Tasten und Drehknöpfen können Sie Signale, Cursor und andere Dateneingaben steuern.

1. Drehen Sie den oberen 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.



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

4. **Fein.** Drücken Sie die Taste, um zwischen gröberen und feineren Anpassungen mit den Drehknöpfen für vertikale und horizontale Positionen, dem Drehknopf für den Trigger-Pegel und vielen Aktionen mit den Mehrfunktions-Drehknöpfen **a** und **b** umzuschalten.
  
5. **Intensität** des Signals.  
Drücken Sie die Taste, um den Mehrfunktions-Drehknopf **a** zum Steuern der Signalanzeige-Intensität und Drehknopf **b** zum Steuern der Rasterintensität zu aktivieren.
  
6. Drehen Sie den unteren Mehrfunktions-Drehknopf **b**, wenn dieser aktiviert ist, um einen Cursor zu verschieben oder einen numerischen Parameterwert für ein Menüelement einzustellen. Drücken Sie **Fein**, um die Einstellungen in kleineren Schritten vorzunehmen.
  
7. **Zoom-Taste.** Drücken Sie die Taste, um den Zoommodus zu aktivieren.
  
8. **Verschieben** (äußerer Drehknopf). Drehen Sie den Drehknopf, um die Position des Zoomfensters im erfassten Signal zu verschieben.
  
9. **Zoom** (innerer Drehknopf). Drehen Sie den Knopf, um den Zoomfaktor zu steuern. Durch Drehen im Uhrzeigersinn wird der Zoomfaktor vergrößert. Durch Drehen entgegen dem Uhrzeigersinn wird der Zoomfaktor verkleinert.
  
10. **Wiedergabe/Pause-Taste.** Drücken Sie die Taste, um das automatische Verschieben eines Signals zu starten oder anzuhalten. Steuern Sie die Geschwindigkeit und die Richtung mit dem Drehknopf zum Verschieben.
  
11. **← Rückwärts.** Drücken Sie die Taste, um zur vorherigen Signalmarkierung zu springen.



**12. Markierung setzen/löschen.** Drücken Sie die Taste, um eine Signalmarkierung festzulegen oder zu löschen.

**13. → Vorwärts.** Drücken Sie die Taste, um zur nächsten Signalmarkierung zu springen.

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

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

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

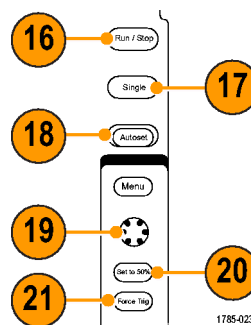
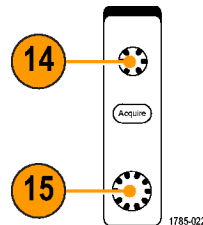
**17. Einzel.** Drücken Sie die Taste, um eine Einzelerfassung vorzunehmen.

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

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

**20. Auf 50 % setzen.** Drücken Sie die Taste, um den Triggerpegel auf den Mittelpunkt des Signals einzustellen.

**21. Trigger erzwingen.** Drücken Sie die Taste, um ein unmittelbares Triggerereignis zu erzwingen.



**22. Vertical Position.** Drehen Sie den Knopf, um die vertikale Position des betreffenden Signals anzupassen. Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen vorzunehmen.

**23. 1, 2, 3, 4.** Drücken Sie die Tasten, um das betreffende Signal anzuzeigen bzw. auszublenden und auf das vertikale Menü zuzugreifen.

**24. Vertikalskala.** Drehen Sie den Knopf, um den Faktor der vertikalen Skalierung (Volt/Skalenteil) des betreffenden Signals anzupassen.

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

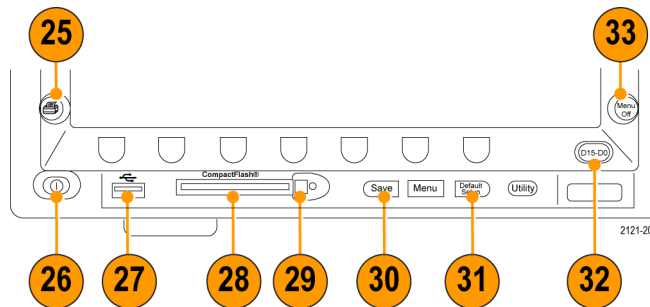
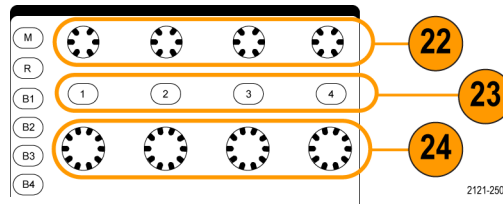
**26. Hauptschalter.** Drücken Sie den Schalter, um das Gerät ein- oder auszuschalten.

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

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

**29. CompactFlash-Auswurfaste.** Wirft die CompactFlash-Karte aus dem CompactFlash-Laufwerk aus.

**30. Save.** Drücken Sie die Taste, um sofort einen Speichervorgang auszulösen. Für den Speichervorgang werden die aktuellen, im Menü „Save/Recall“ eingestellten Speicherparameter verwendet.



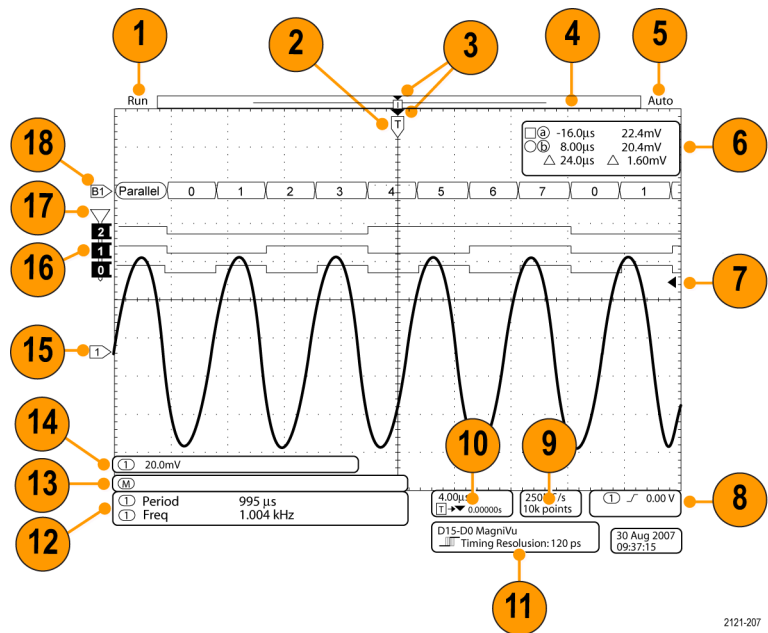


31. **Default Setup.** Drücken Sie die Taste, um die Grundeinstellungen des Oszilloskops sofort wiederherzustellen.
  
32. **D15 - D0.** Drücken Sie die Taste, um die digitalen Kanäle anzuzeigen bzw. von der Anzeige zu entfernen und um auf das Menü zum Einrichten digitaler Kanäle zuzugreifen (nur Serie MSO4000).

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

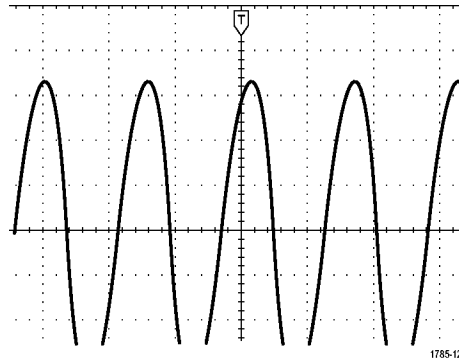
## Symbole und andere Elemente der Anzeige

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

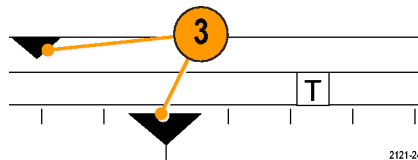


- Die Erfassungs-Messwertanzeige wird eingeblendet, wenn eine Erfassung ausgeführt oder angehalten wird, oder wenn eine Erfassungs-Voransicht angezeigt wird. Die Symbole bedeuten Folgendes:
  - Durchlauf: Erfassung aktiviert
  - Stopp: Erfassung nicht aktiviert
  - Rollen: Im Rollmodus (40 ms/Skalenteil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

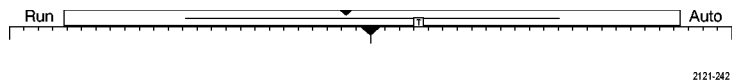
2. Das Symbol für die Triggerposition gibt die Triggerposition in der Erfassung an.



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



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



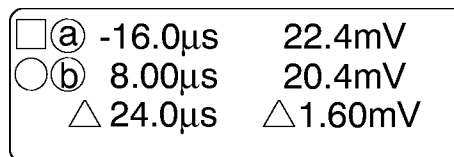
5. Die Triggerstatusanzeige gibt den Triggerstatus an. Folgende Status sind möglich:

- Getrg: Getriggert
- Auto: Ungetriggerte Daten werden erfasst
- Vortrig: Vortriggerdaten werden erfasst
- Trig?: Wartet auf Trigger

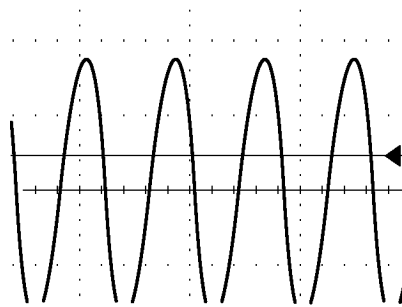
6. Die Cursor-Anzeige gibt die Zeit-, Amplituden- und Delta-Werte ( $\Delta$ ) jedes Cursors an.

Bei FFT-Messungen werden Frequenz und Betrag angegeben.

Die Anzeige zeigt für serielle Busse die decodierten Werte an.

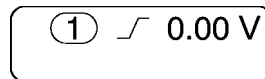


7. Das Symbol für den Triggerpegel zeigt den Triggerpegel des Signals an. Die Symbolfarbe entspricht der Farbe des Triggerquellkanals.



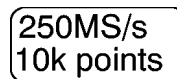
1785-143

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



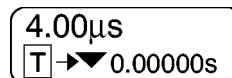
1785-135

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



1785-137

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



1785-136

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

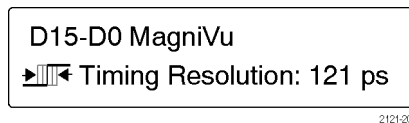
Über die horizontale Position können Sie zusätzliche Verzögerungen zwischen dem Triggerzeitpunkt und der eigentlichen Erfassung der Daten einfügen. Stellen Sie eine negative Zeit ein, um mehr Vortriggerinformationen zu erfassen.

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.

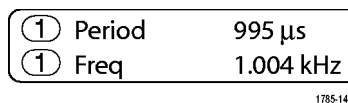
Die Timingauflösung ist die Zeit zwischen zwei Abtastpunkten. Sie ist der Kehrwert der digitalen Abtastrate.

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

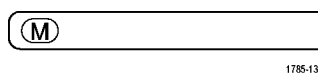


12. Messwertanzeigen geben die ausgewählten Messungen an. Es können bis zu acht Messungen gleichzeitig angezeigt werden.

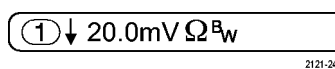
Das Symbol  wird anstelle des erwarteten numerischen Messergebnisses angezeigt, wenn eine vertikale Begrenzung vorhanden ist. Ein Teil des Signals befindet sich ober- oder unterhalb der Anzeige. Um ein ordnungsgemäßes numerisches Messergebnis zu erhalten, stellen Sie das Signal mit den Drehknöpfen für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



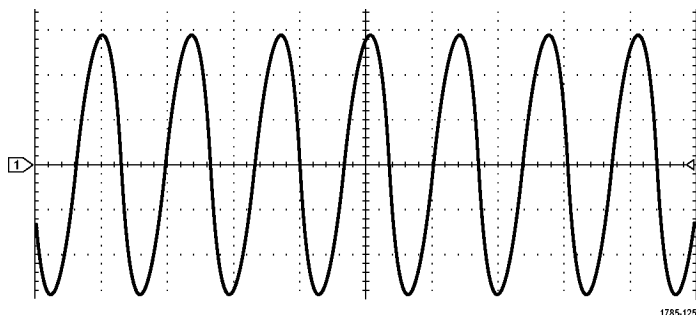
13. Die zusätzlichen Signal-Messwertanzeigen geben die vertikalen und horizontalen Skalenfaktoren der mathematischen Signale bzw. der Referenzsignale an.



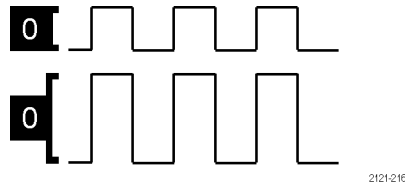
14. Die Kanalanzeige gibt den Skalenfaktor (pro Skalenteil), die Kopplung, den Invertierungs- und den Bandbreitenstatus des Kanals an. Die Einstellung erfolgt mit dem Drehknopf **Vertical Skala** und den Kanalmenüs **1, 2, 3** oder **4**.



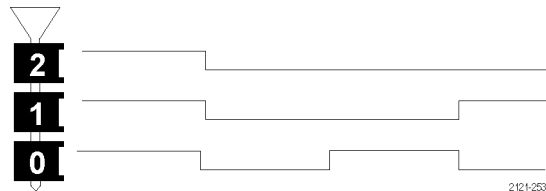
15. Bei analogen Kanälen zeigt die Markierung für die Grundlinie des Signals den Null-Volt-Pegel von Signalen an (wobei die Offset-Wirkung ignoriert wird). Die Farben des Symbols entsprechen den Farben des Signals.



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



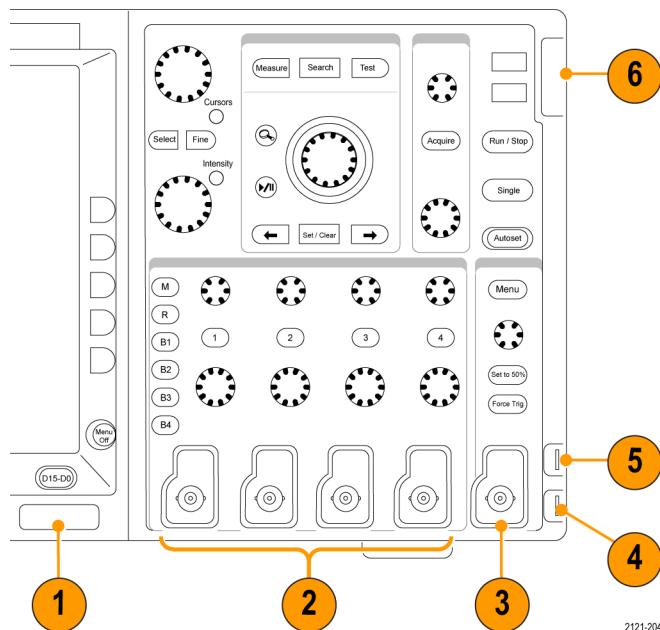
17. Das Gruppensymbol gibt an, wann digitale Kanäle in Gruppen zusammengefasst sind (nur Serie MSO4000).



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

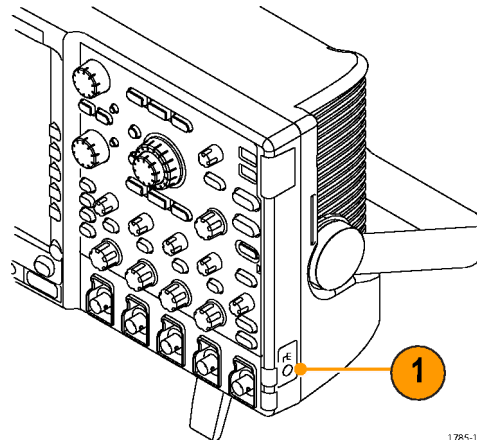
## Frontplatten-Anschlüsse

1. Logikastkopf-Stecker (nur MSO4000-Modelle)
2. Kanal 1, 2, (3, 4). Kanäleingänge mit TekVPI Versatile Probe Interface.
3. **Aux-Eingang.** Der Triggerpegelbereich ist von +8 V bis -8 V einstellbar. Die maximale Eingangsspannung beträgt 400 V Spitze, 250 V eff. Der Eingangswiderstand beträgt  $1\text{ M}\Omega \pm 1\%$ , parallel zu  $13\text{ pF} \pm 2\text{ pF}$ .
4. **PROBE COMP.** Rechtecksignalquelle zur Tastkopfkompensation. Ausgangsspannung: 0 bis 2,5 V, Amplitude  $\pm 1\%$  hinter  $1\text{ k}\Omega \pm 2\%$ . Frequenz: 1 kHz.
5. Erdung.
6. Steckplätze für Anwendungsmodule.



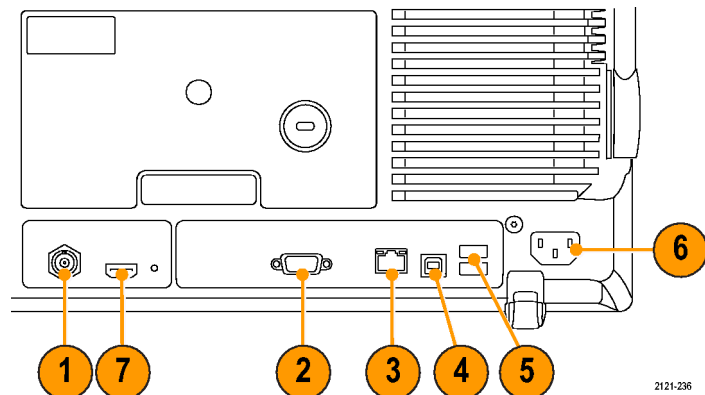
## Anschluss an der Seite

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



## Anschlüsse an der Rückseite

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



- 4. 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.
- 5. Host.** Schließen Sie USB-Flash-Laufwerke und Drucker über die die USB-2.0-Hochgeschwindigkeits-Hostanschlüsse (zwei Anschlüsse auf der Rückseite und ein Anschluss auf dem Bedienfeld) an.
- 6. Netzeingang.** Schließen Sie hier ein Netzkabel mit integrierter Sicherheitserdung an. (Siehe Seite 5, *Betriebshinweise*.)
- 7.** Anschluss für künftige Verwendung.



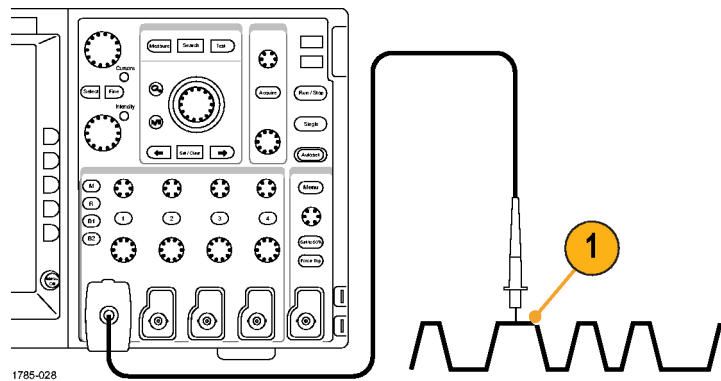
# Erfassen von Signalen

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

## Einrichten analoger Kanäle

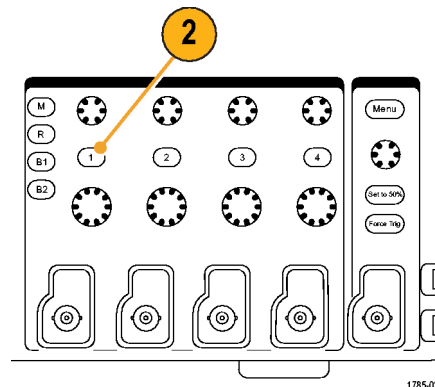
Richten Sie mithilfe der Tasten und Drehknöpfe auf dem Bedienfeld Ihr Gerät so ein, dass die Signale mit analogen Kanälen erfasst werden.

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

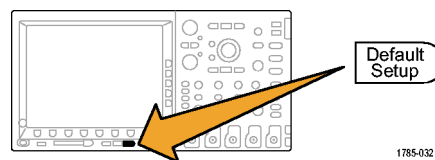


2. Wählen Sie mit Hilfe der Tasten auf der Frontplatte den Eingangskanal aus.

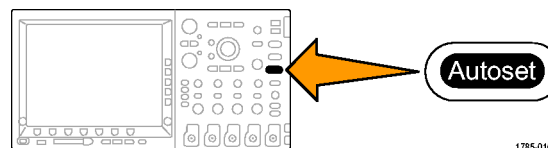
**HINWEIS.** Wenn Sie einen Tastkopf verwenden, der keine Tastkopfkodierung bereitstellt, stellen Sie den Tastkopf-Dämpfungsfaktor im Menü „Vertikal“ des Oszilloskops ein, damit der Kanal den Tastkopfanforderungen entspricht.



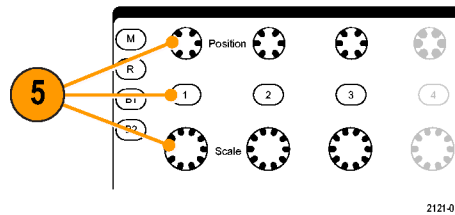
3. Drücken Sie **Default Setup**.



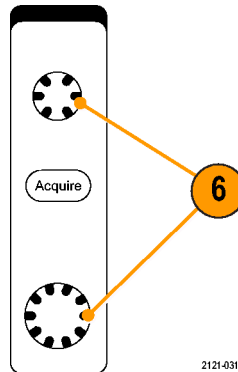
4. Drücken Sie **Auto-Setup**.



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



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



### Schnelltipps

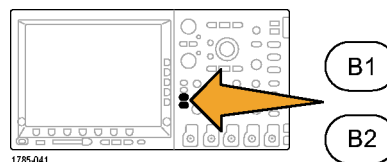
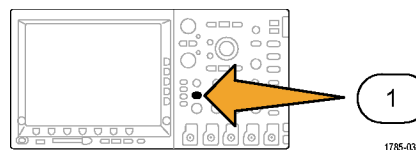
- Mit der Zoom-Funktion können Sie im oberen Teil des Bildschirms mehrere Erfassungszyklen eines Signals und im unteren Teil des Bildschirms einen einzelnen Zyklus anzeigen. (Siehe Seite 126, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge.*)

### Beschriften von Kanälen und Bussen

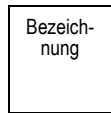
Sie können den in der Anzeige dargestellten Kanälen und Bussen eine Beschriftung oder Bezeichnung hinzufügen, damit Sie diese leicht unterscheiden können. Die Bezeichnung wird in der Anzeige für die Signalgrundlinie auf der linken Seite des Bildschirms platziert. Die Bezeichnung kann bis zu 32 Zeichen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

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

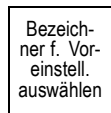
- Drücken Sie eine Bedienfeldtaste für einen Eingangskanal oder einen Bus.



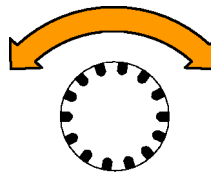
2. Drücken Sie eine Taste auf dem unteren Rahmen, um eine Bezeichnung zu erstellen, z. B. für Kanal 1 oder B1.




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

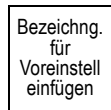


4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um durch die Liste zu blättern und eine geeignete Bezeichnung zu finden. Bei Bedarf können Sie die Bezeichnung nach dem Einfügen bearbeiten.

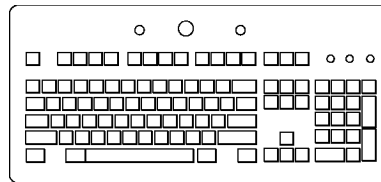


Multipurpose   
1785-160

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

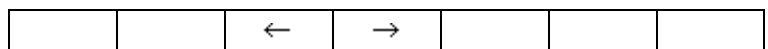
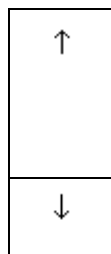


Wenn Sie eine USB-Tastatur verwenden, können Sie mit den Pfeiltasten die Einfügemarke positionieren und die eingefügte Bezeichnung bearbeiten oder eine neue Bezeichnung eingeben. (Siehe Seite 26, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop.*)

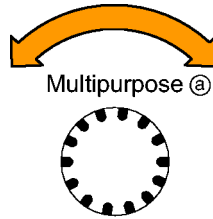


2121-220

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



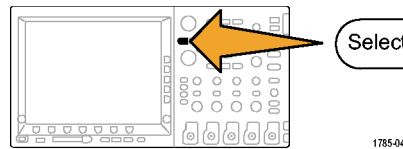
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Liste der Buchstaben, Ziffern und sonstigen Zeichen zu blättern, um das Zeichen im Namen zu suchen, den Sie eingeben möchten.



1785-039

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

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



1785-049

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

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

9. Blättern Sie weiter, und drücken Sie **Auswählen**, bis Sie alle gewünschten Zeichen eingegeben haben.  
 Wenn Sie eine weitere Bezeichnung eingeben möchten, drücken Sie wieder die Pfeiltasten am seitlichen oder unteren Rahmen, um die Einfügemarke erneut zu positionieren.

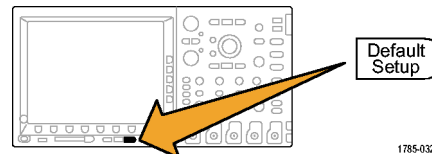
10. Drücken Sie **Notizen anzeigen**, und wählen Sie zum Anzeigen der Bezeichnung **Ein** aus.



## Verwenden von Default Setup

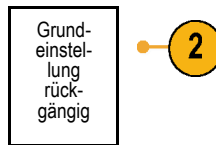
So setzen Sie das Oszilloskop auf die Grundeinstellung zurück:

1. Drücken Sie **Default Setup**.



1785-032

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

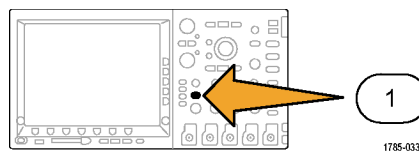


## Verwenden von Auto-Setup

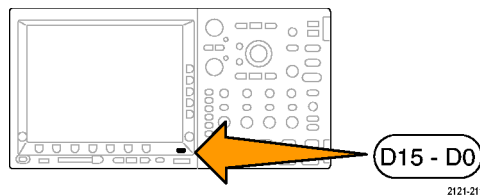
Die Funktion „Autoset“ passt das Gerät (Bedienelemente für Dämpfung und Trigger, vertikale und horizontale Bedienelemente) so an, dass vier oder fünf Signalzyklen für analoge Kanäle mit dem Trigger in der Mitte und zehn Zyklen für digitale Kanäle angezeigt werden.

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

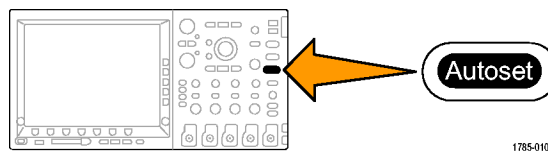
- Zur automatischen Einstellung eines analogen Kanals schließen Sie den analogen Tastkopf an und wählen Sie anschließend den Eingangskanal aus. (Siehe Seite 43, *Einrichten analoger Kanäle*.)



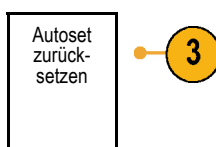
Zur automatischen Einstellung eines digitalen Kanals schließen Sie den Logiktastkopf an und wählen Sie den Eingangskanal aus. (Siehe Seite 67, *Einrichten digitaler Kanäle*.)



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

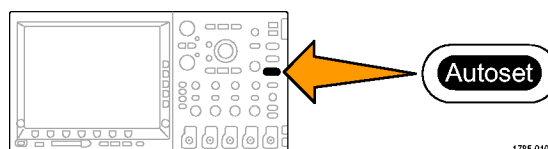


- Falls dies erforderlich ist, drücken Sie **Autoset zurücksetzen**, um das zuletzt vorgenommene Autoset rückgängig zu machen.

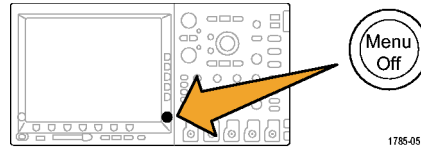


Sie können die Funktion „Auto-Setup“ auch deaktivieren. So deaktivieren bzw. aktivieren Sie die Funktion „Auto-Setup“:

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

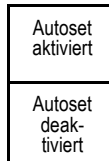


2. Drücken Sie die Taste **Menu Off**, und halten Sie sie gedrückt.



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

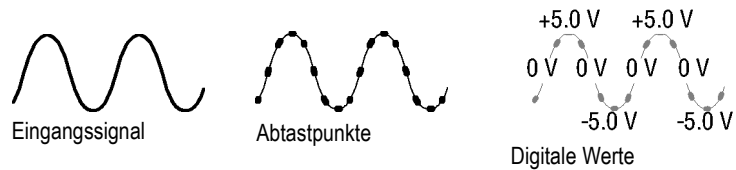
- Auto-Setup verändert gegebenenfalls die vertikale Position, um das Signal richtig zu positionieren. Auto-Setup setzt den vertikalen Offset immer auf 0 V.
- Wenn Sie Auto-Setup verwenden, ohne dass ein Kanal angezeigt wird, schaltet das Gerät auf Kanal eins (1) und skaliert diesen.
- Wenn das Oszilloskop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

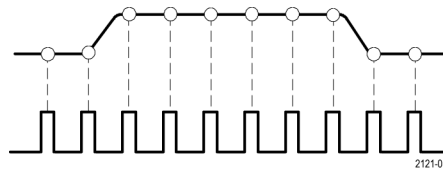
Die Erfassung besteht aus dem Abtasten eines analogen Signals, dem Konvertieren des Signals in digitale Daten und dem Zusammenstellen der Daten in einer Signalaufzeichnung, die dann im Erfassungsspeicher gespeichert wird.



## Abtastung in Echtzeit

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

Aufzeichnungspunkte

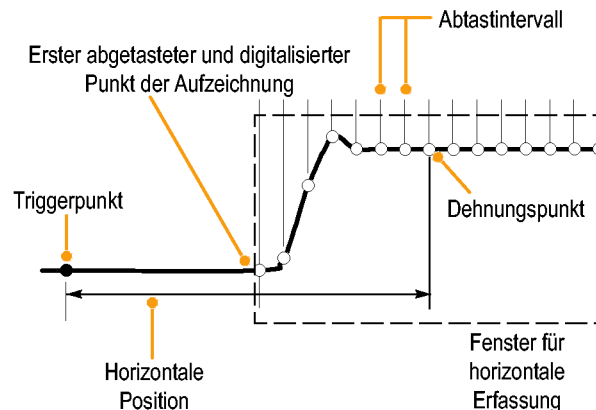


Abtastrate

## Signalaufzeichnung

Das Gerät erstellt die Signalaufzeichnung mit Hilfe der folgenden Parameter:

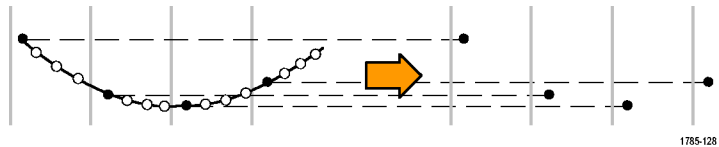
- **Abtastintervall:** Die Zeit zwischen aufgezeichneten Abtastpunkten. Zum Anpassen des Abtastintervalls drehen Sie den Knopf **Horizontale Skala**, oder ändern Sie die Aufzeichnungslänge mit den Rahmentasten.
- **Aufzeichnungslänge:** Die erforderliche Anzahl von Abtastpunkten für eine Signalaufzeichnung.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



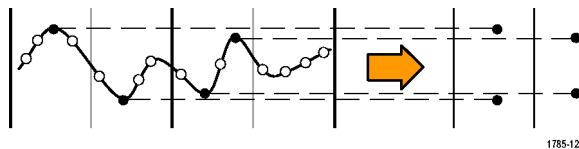
- **Dehnungspunkt:** Der Punkt, um den die horizontale Skalierung stattfindet. Dieser wird durch ein orangefarbenes Dreieck gekennzeichnet.

## So funktioniert der analoge Signalerfassungsmodus

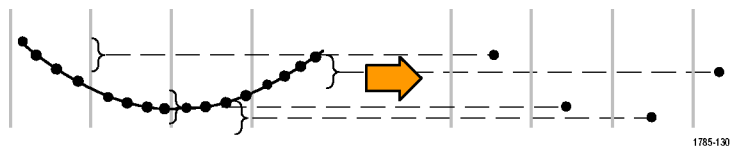
Im Modus **Sample** (Abtastung) wird der erste Abtastpunkt aus jedem Erfassungsintervall zurückbehalten. Dieser Modus ist der Standardmodus.



Bei **Spitzenwertfassung** 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.



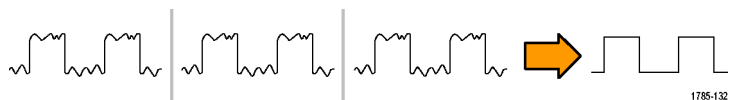
Im **Hi Res**-Modus (hohe Auflösung) wird der Durchschnittswert für alle Abtastwerte eines Erfassungsintervalls ermittelt. Dieser Modus funktioniert nur bei nicht interpolierter Abtastung in Echtzeit. Der Hi Res-Modus bietet ein Signal mit höherer Auflösung und geringerer Bandbreite.



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

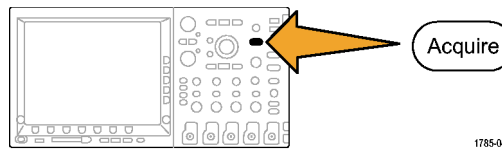




## Ändern von Erfassungsmodus, Aufzeichnungslänge und Verzögerungszeit

So ändern Sie den Erfassungsmodus:

1. Drücken Sie **Erfassen**.



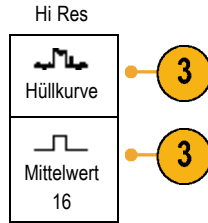
2. Drücken Sie **Modus**.

Modus <b>Sample</b>	Aufzeichn.-länge <b>10k</b>	Verzögerung Ein   <b>Aus</b>	Horiz. Position auf 10 % setzen	Sig-nalanzeige	XY-Anzeige <b>Aus</b>	
2	5	7				

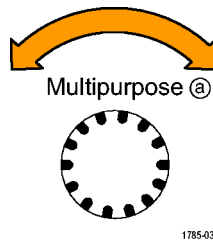
3. Wählen Sie dann aus dem Menü auf dem seitlichen Rahmen den Erfassungsmodus aus. Sie haben folgende Auswahl: Sample (Abtastmodus), Spitzenwert erfassung, Hi Res (hohe Auflösung), Hüllkurve und Mittelwert.

**HINWEIS.** Die Modi Spitzenwert erfassung 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 Spitzenwert erfassung, Hi Res und Abtastmodus dasselbe Aussehen. Sie können die Abtastrate durch Festlegen der horizontalen Skala und der Aufzeichnungslänge steuern.

Erfassungsmodus	
Sample	3
Spitzenwert erfassung	3



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



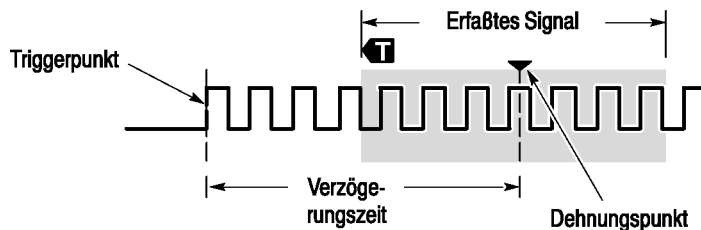
5. Drücken Sie **Aufzeichnungslänge**.

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



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

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.

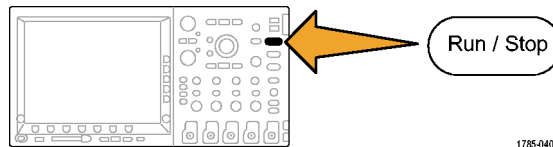
## Verwenden des Rollmodus

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.



1785-040

## Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses

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

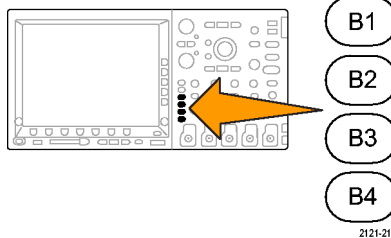
- Serielle I<sup>2</sup>C- und SPI-Busse bei installiertem Anwendungsmodul DPO4EMBD.
- Serielle USB 2.0-Busse, wenn das DPO4USB-Anwendungsmodul installiert ist (für Hochgeschwindigkeits-Busse nur Flankentrigger)
- Serielle CAN- und LIN-Busse bei installiertem Anwendungsmodul DPO4AUTO oder DPO4AUTOMAX. LIN eignet sich für alle DPO4000 mit einer Seriennummer größer als C020000 und für alle MSO4000.
- Serielle FlexRay-Busse bei installiertem Anwendungsmodul DPO4AUTOMAX. FlexRay eignet sich für alle DPO4000 mit einer Seriennummer größer als C020000 und für alle MSO4000.
- Serielle RS-232-, RS-422-, RS-485- und UART-Busse bei installiertem Anwendungsmodul DPO4COMP.
- Audiobusse (I<sup>2</sup>S, links angeordnet (LJ), rechts angeordnet (RJ) und TDM) bei installiertem Anwendungsmodul DPO4AUDIO.
- Parallele Busse bei Verwendung eines Oszilloskops der Serie MSO4000.

(Siehe Seite 13, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul.*)

### Verwenden von Bussen in zwei Schritten

So können Sie die Triggerrung von seriellen Bussen schnell verwenden:

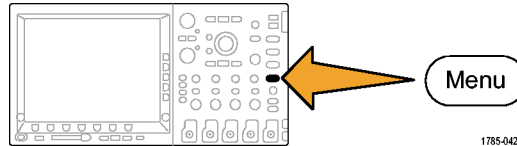
1. Drücken Sie **B1** oder **B2**, und geben Sie Parameter des Busses ein, auf den getriggert werden soll.  
Sie können **B1** und **B2** separat verwenden, um zwei verschiedene Busse anzuzeigen.



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

- Drücken Sie im Trigger-Bereich die Taste **Menu**, und geben Sie die Triggerparameter ein. (Siehe Seite 74, *Auswählen eines Triggertyps.*)

Sie können Businformationen anzeigen, ohne das Bussignal zu triggern.



1785-042

## Einrichten der Busparameter

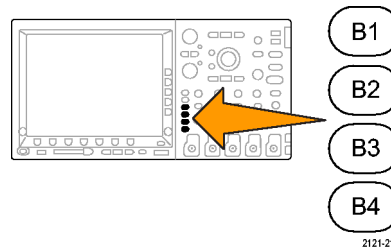
**HINWEIS.** Verwenden Sie für die meisten seriellen Busquellen eine beliebige Kombination der Kanäle 1 bis 4 und D15 bis D0.

Informationen zu den Bedingungen von seriellen oder parallelen Bussen finden Sie unter „Triggern auf Busse“. (Siehe Seite 78, *Triggern auf Busse.*)

So richten Sie Busparameter ein:

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

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



2121-213

- Drücken Sie **Bus**. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um durch die Liste der Bustypen zu blättern und den gewünschten Bus auszuwählen: Parallel (nur Serie MSO4000), I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, CAN, LIN, RS-232, FlexRay oder Audio.

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

Bus B1 Parallel	Eingänge definieren	Schwellenw.		B1 Bezeichnung. Parallel	Bus-sanzeige	Ereignista-belle
--------------------	---------------------	-------------	--	-----------------------------	--------------	------------------

2

3

- 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	Schwellenw.		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 Mehrfunktions-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 44, *Beschriften von Kanälen und Bussen.*)

Bus B1 Parallel	Eingänge definieren	Schwellenw.		B1 Bezeichnung. 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.

Hex.
Binär
ASCII

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

Ereignista- belle
Ein   Aus
Ereignist- belle. spe- ichern

8

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

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

8. Drücken Sie **Ereignistbille. 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		

- Drücken Sie **B1** oder **B2**, und bewegen Sie durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **a** die Busanzeige auf dem Bildschirm auf und ab.  
(Bei der Serie MSO4000 können Sie auch **B3** oder **B4** drücken.)

## I<sup>2</sup>C-Bus

Um Daten von einem I<sup>2</sup>C-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

- Wenn Sie **I<sup>2</sup>C** 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.

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

Dieses Steuerelement bestimmt, wie das Oszilloskop die I<sup>2</sup>C-Adressen in der Ablaufverfolgung der Busdekodierung, in Cursoranzeigen, Ereignistabellenaufstellungen 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.

Bus B1 <b>I<sup>2</sup>C</b>	Eingänge definieren	Schwellenw.	R/W Bit einschliessen <b>Nein</b>	B1 Bezeichnung. I <sup>2</sup> C	Busanzeige	Ereignistabelle
	1		2			



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 I<sup>2</sup>C-Protokolls ist den 10-Bit-I<sup>2</sup>C-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.

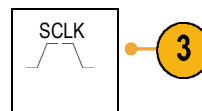
Sie können die vordefinierten Signale **SCLK**, **SS**, **MOSI** oder **MISO** jedem Kanal zuweisen.

Bus B1 SPI	Eingänge definieren	Schwellenw.	Konfigurieren	B1 Bezeichnung. SPI	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
---------------	---------------------	-------------	---------------	------------------------	-----------------	----------------------

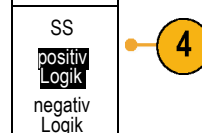


2. Drücken Sie **Konfigurieren** sowie die gewünschten Optionen auf dem seitlichen Rahmenmenü.

3. Drücken Sie **SCLK**, um die Signalfanke so einzustellen, dass sie dem zu erfassenden SPI-Bus entspricht.

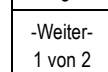
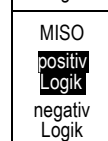
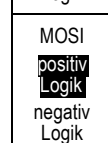


4. Stellen Sie den Pegel der SS-, MOSI- und MISO-Signale so ein, dass sie dem SPI-Bus entsprechen.



„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.



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

Wortlänge <b>(a) 8 Bits</b>	<b>5</b>
Bitreihenfolge MS zuerst	<b>6</b>
Bitreihenfolge LS zuerst	

## 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 dem Tastkopftyp einzustellen.

Bus B1 <b>USB</b>	Eingänge definieren <b>Full Speed</b>	Schwellenw.		B1 Bezeichnung. <b>USB</b>	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
----------------------	--	-------------	--	-------------------------------	-----------------	----------------------

**1**

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

## 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 <b>CAN</b>	Eingänge definieren	Schwellenw.	Bit-Rate <b>500 KB/Sek.</b>	B1 Bezeichnung. <b>CAN</b>	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.

Bus B1 CAN	Eingänge definieren	Schwellenw.	Bit-Rate 500 KB/Sek.	B1 Bezeichnung. CAN	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
---------------	---------------------	-------------	-------------------------	------------------------	-----------------	----------------------

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



## 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	Schwellenw.	Konfigurieren	B1 Bezeichnung. LIN	Bu- sanzeige	Ereignista- belle
---------------	---------------------	-------------	---------------	------------------------	-----------------	----------------------



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 <b>(a) 1</b>	<b>2</b>
Abtastpunkt <b>50%</b>	<b>3</b>
Polarität Normal (Hoch=1)	<b>4</b>
Polarität invertiert (Hoch=0)	

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

Bus B1 <b>LIN</b>	Eingänge definieren	Schwellenw.	Konfigurieren	B1 Bezeichnung. 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 Mehrfunktions-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 V1.x	7
Paritätsbits zu ID zufüg. Ein/Aus	8

## RS-232-Bus

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

1. Wenn 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	Schwellenw.	Konfigurieren 9600-8-N	B1 Bezeichnung RS-232	Bu-sanzeige	Ereignistabelle
------------------	---------------------	-------------	---------------------------	-----------------------	-------------	-----------------

1

2. Drücken Sie **Bit-Rate**, und drehen Sie den Mehrfunktions-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 Mehrfunktions-Drehknopf **a** für die vom Bus verwendete Polarität „Keine“, „Ungerade“ oder „Gerade“ ein.
5. Drücken Sie **Pakete**, und wählen Sie Ein oder Aus.
6. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um ein Paketendezeichen auszuwählen.

Bit-Rate 9600 Bit/s	2
Datenbits 7   8	3
Parität (a) Keine	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.

## 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	Schwellenw.	Konfigurieren	B1 Bezeichnung. RS-232	Bu-sanzeige	Ereignistabelle
-----------------	---------------------	-------------	---------------	---------------------------	-------------	-----------------



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.

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

7. Drücken Sie **Konfigurieren** und die entsprechenden seitlichen Rahmenmenütasten, um mit den Einstellungen für die I2S-Triggerung fortzufahren.

## Busaktivität in der physikalischen Schicht

Die Oszilloskopsignal Spuren der analogen Kanäle 1 bis 4 und der digitalen Kanäle D15 bis D0 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.

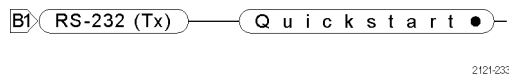
---

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.

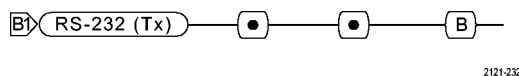
Da die Dekodierung das MSB zuerst anzeigt, kehrt das Oszilloskop die Reihenfolge der Bits um und zeigt 0110 1000 an. Wenn die Busanzeige auf Hexadezimalformat eingestellt ist, wird der Wert als 68 angezeigt. Wenn die Busanzeige auf ASCII-Format festgelegt ist, wird der Wert als „h“ angezeigt.

## RS-232

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.

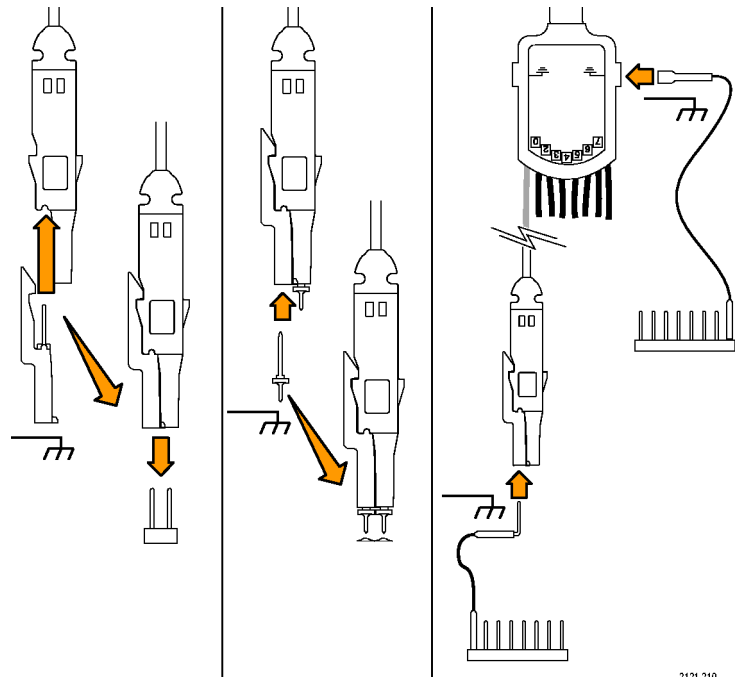




## Einrichten digitaler Kanäle

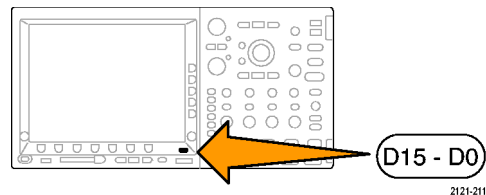
Richten Sie mithilfe der Tasten und Drehknöpfe auf dem Bedienfeld Ihr Gerät so ein, dass die Signale mit digitalen Kanälen erfasst werden.

1. Verbinden Sie den 16-Kanal-Logikastkopf P6516 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.
5. Drücken Sie zum Anzeigen des Menüs die Bedienfeldtaste **D15 - D0**.



2121-211

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

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



7. 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.
8. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Schwellenwerte**. Sie können jedem Kanal einen anderen Schwellenwert zuweisen.
9. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Notizen bearb.**, und erstellen Sie die Bezeichnung. Sie können Notizen über das Bedienfeld oder über eine optionale USB-Tastatur erstellen. (Siehe Seite 44, *Beschriften von Kanälen und Bussen.*)
10. Drücken Sie die untere Rahmentaste **MagniVu**, um die Timingauflösung zu erhöhen. (Siehe Seite 70, *Gründe für die Verwendung von MagiVu.*)

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

### 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 126, *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

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

Die MagiVu-Aufzeichnung wird parallel zur digitalen Haupterfassung vorgenommen und ist jederzeit unabhängig davon verfügbar, ob die Erfassung gerade läuft oder angehalten ist. MagiVu 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.** *MagiVu zentriert sich selbst um den Triggerpunkt. Wenn Sie MagiVu 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.*

---



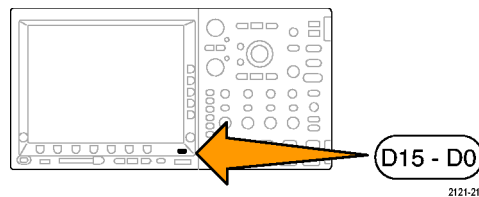
---

**HINWEIS.** *Sie sollten MagiVu einschalten, wenn eine hellgraue Schattierung angezeigt wird, die auf Unsicherheiten hinsichtlich der Flankenposition hinweist. Fehlt die Schattierung, brauchen Sie MagiVu nicht zu verwenden. (Siehe Seite 101, Anzeigen digitaler Kanäle.)*

---

## Verwendung von MagiVu

1. Drücken Sie **D15 - D0**.



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

D15 - D0 Ein/Aus	Schwellen- werte	Bezeich- nung			MagiVu Ein <b>Aus</b>	Höhe <b>S</b> M L
---------------------	---------------------	------------------	--	--	--------------------------	----------------------

## Schnelltipps

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

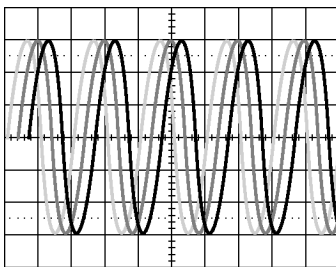
# Triggereinstellung

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

## Triggerungskonzepte

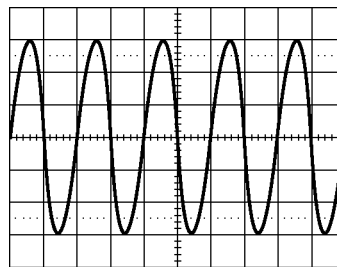
### Triggerereignis

Das Triggerereignis legt den zeitlichen Referenzpunkt in der Signalaufzeichnung fest. Alle Daten der Signalaufzeichnung haben diesen Punkt als zeitliche Referenz. Das Gerät erfasst fortlaufend genügend Abtastpunkte und speichert diese, um den 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.

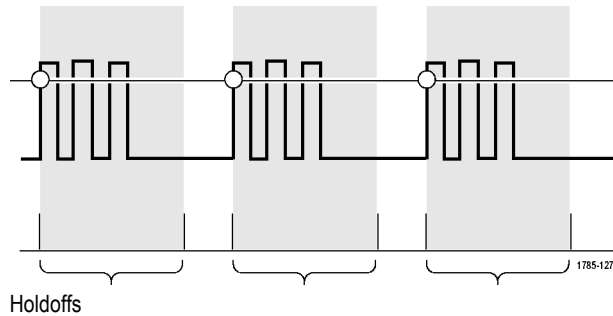
Im Modus „Auto“ wird das Signal in der Anzeige nicht synchronisiert, wenn Trigger aufgrund von fehlenden gültigen Triggerereignissen erzwungen werden. Dies führt dazu, dass das Signal über die Anzeige zu rollen scheint. Wenn ein gültiger Trigger auftritt, wird die Anzeige stabil.

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.

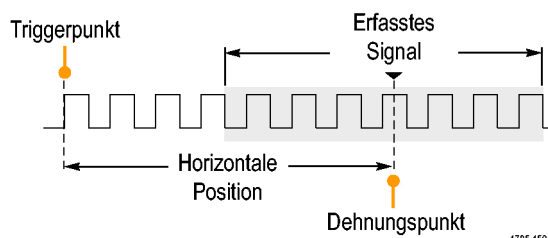


## Trigger-Kopplung

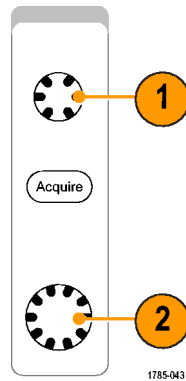
Durch die Triggerkopplung wird bestimmt, welcher Teil des Signals an die Triggerschaltung übergeben wird. Bei der Flankentriggerung können alle verfügbaren Kopplungsarten verwendet werden: Gleichstrom, Niederfrequenzunterdrückung, Hochfrequenzunterdrückung und Rauschunterdrückung. Bei allen anderen Triggertypen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

## Horizontale Position

Verwenden Sie 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.

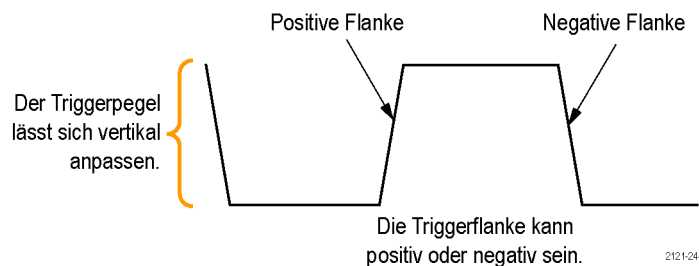


Der Teil der Aufzeichnung vor dem Trigger ist der Vortriggerbereich. Der Teil nach dem Trigger ist der Nachtriggerbereich. Die Vortriggerdaten können bei der Fehlerbehebung hilfreich sein. Beispiel: Sie wollen die Ursache für einen unerwünschten Glitch in Ihrem Prüfaufbau ermitteln. Hierzu können Sie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

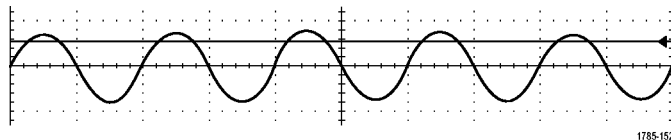
### Flanke und Pegel

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

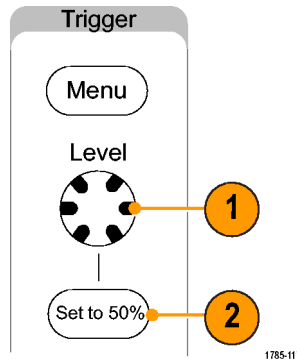
Die Pegelsteuerung bestimmt, an welcher Stelle dieser Flanke der Triggerpunkt auftritt.



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



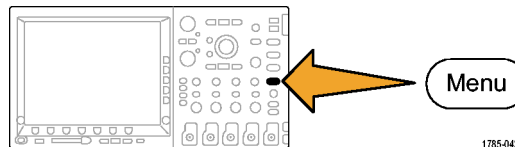
1. Mit Hilfe des Drehknopfs **Trigger-Pegel** können Sie den Triggerpegel einstellen, ohne dazu ein Menü aufrufen zu müssen.
2. Drücken Sie auf der Frontplatte des Geräts die Taste **Auf 50 % setzen**, um den Triggerpegel schnell auf die Mitte des Signals festzulegen.



## Auswählen eines Triggertyps

So wählen Sie einen Trigger aus:

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



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

**HINWEIS.** Der Bustrigger der MSO4000-Serie funktioniert bei parallelen Bussen sogar ohne Anwendungsmodul. Zur Verwendung des Bustriggers bei anderen Bussen ist das Anwendungsmodul DPO4AUDIO, DPO4AUTO, DPO4AUTOMAX, DPO4COMP, DPO4EMBD oder DPO4USB erforderlich.

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

3. Wählen Sie durch Drehen des Multifunktions-Drehknopfs **a** den gewünschten Triggertyp aus.



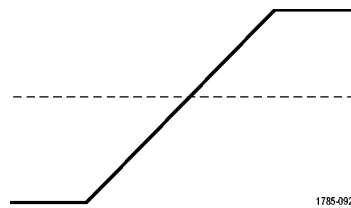
4. Stellen Sie die Triggereinstellung mit Hilfe der Bedienelemente im Menü auf dem unteren Rahmen fertig, das für den jeweiligen Triggertyp angezeigt wird. Die Bedienelemente zum Einstellen des Triggers sind für die einzelnen Triggertypen unterschiedlich.

Typ Flanke	Quelle 1	Kopplung DC	Flanke	Pegel 100 mV		Modus Auto & Holdoff
2	4	4	4	4		

## Auswählen von Triggern

### Trigger-Art

Flanke

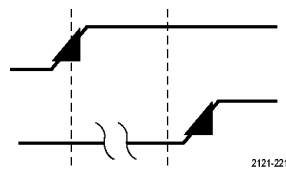


### Trigger-Bedingungen

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

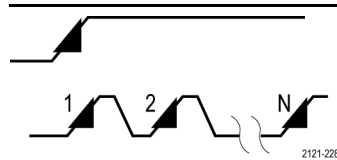
Flankentrigger sind die einfachsten und am häufigsten verwendeten Triggertypen, sowohl für analoge als auch digitale Signale. Ein Flankentriggereignis tritt auf, wenn die Triggerquelle einen angegebenen Spannungspegel in der angegebenen Richtung durchläuft.

Folge (B-Trigger)



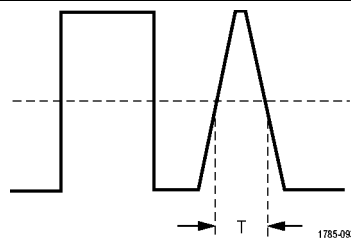
Kombinieren Sie einen A-Ereignis-(Haupt-)Flankentriggersignal mit dem B-Ereignis-Trigger (verzögert), um komplexere Signale zu erfassen. (Siehe Seite 85, *Verwenden von A- (Haupt-) und B- (verzögerten) Sequenztriggern.*)

**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.

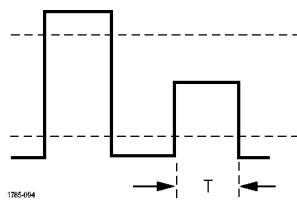
Impulsbreite



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

**Trigger-Art**

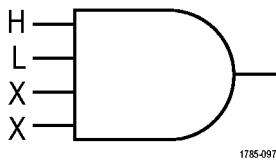
Runt



**Trigger-Bedingungen**

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.

Logik



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.

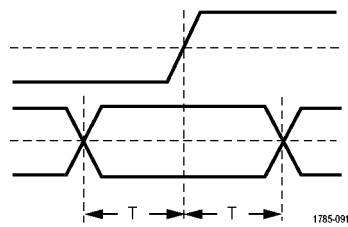
Bei ungetakteter Triggerung erfolgt das Triggern standardmäßig, wenn die ausgewählte Bedingung erfüllt ist. Sie können das Triggern für den Fall festlegen, dass die Bedingung nicht erfüllt ist, oder auch zeitlich eingeschränktes Triggern auswählen.

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

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

## Trigger-Art

### Setup and Hold



## Trigger-Bedingungen

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

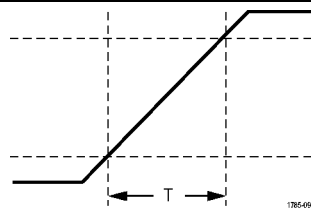
Setup ist der Zeitraum, über den Daten vor einer Taktflanke stabil sein sollten und sich nicht ändern. Hold ist der Zeitraum, über den Daten nach einer Taktflanke stabil sein sollten und sich nicht ändern.

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

Wählen Sie mit der 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.

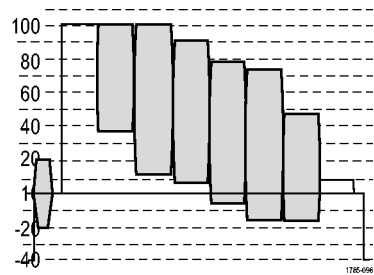
### Anstiegszeit/Abfallzeit



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



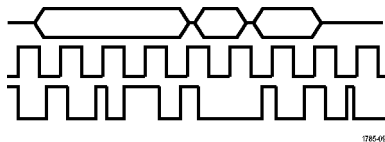
### Trigger-Bedingungen

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.

I<sup>2</sup>C 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.

„Parallel“ erfordert ein Oszilloskop der Serie MSO4000.

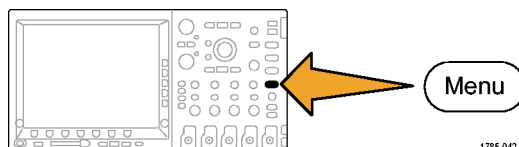
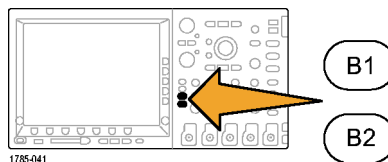
(Siehe Seite 13, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul.*)

## Triggern auf Busse

Sie können mit dem Oszilloskop auf CAN-, LIN-, I<sup>2</sup>C-, SPI-, RS-232-, RS-422-, RS-485-, UART-, LIN-, FlexRay-, I<sup>2</sup>S-, links angeordnete, rechts angeordnete, TDM- und USB-Busse triggern, wenn das entsprechende Anwendungsmodul DPO4AUTO, DPO4AUTOMAX, DPO4EMBD, DPO4COMP, DPO4AUDIO oder DPO4USB installiert ist. Die Serie MSO4000 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 Ihren Bus noch nicht über die Bedientastens **B1** und **B2** (und bei der Serie MSO4000 **B3** und **B4**) definiert haben, holen Sie das jetzt nach. (Siehe Seite 54, *Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses.*)
2. Drücken Sie **Menü** im Trigger-Menübereich.



3. Drücken Sie **Typ**.

Typ <b>Bus</b>	Trig- gerquelle <b>B1 (I2C)</b>	Triggern auf <b>Adresse</b>	Adresse <b>07F</b>		Anweisung <b>Schreiben</b>	Modus <b>Auto</b> & 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.

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

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

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

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

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

Wenn Sie den LIN-Bustrigger verwenden, können Sie auf **Synchronis.**, **Kennung**, **Daten**, **ID & Daten**, **WakeupFrame**, **Sleep-Frame** oder **Fehler** triggern.

Wenn Sie den FlexRay-Bustrigger verwenden, können Sie auf **Frame-Beginn**, **Frametyp**, **Kennung**, **Zykluszähler**, **Titelfelder**, **Daten**, **ID & Daten**, **Frame-Ende** oder **Fehler** triggern.

Wenn Sie einen Audio-Bus verwenden, siehe Punkte 13 und 14.

Wenn Sie einen USB-Bus verwenden, siehe Punkt 9.

7. Wenn Sie einen I<sup>2</sup>C-Trigger einstellen und für **Triggern auf** die Auswahl **Adresse** oder **Adresse/Daten** getroffen haben, drücken Sie die Taste **Adresse** im Menü auf dem unteren Rahmen, um auf das Menü „I<sup>2</sup>C-Adresse“ auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.

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

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

Wenn Sie unter **Triggern auf** die Option **Daten** oder **Adresse/Daten** ausgewählt haben, drücken Sie auf dem seitlichen Rahmenmenü die Taste **Daten**, um auf das Menü „I<sup>2</sup>C-Daten“ auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.

Drücken Sie die Taste **Byte-Anzahl**, und geben Sie die Byte-Anzahl mit dem Mehrfunktions-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 Mehrzweckknöpfe **a** und **b** die relevanten Datenparameter ein.

Weitere Informationen zu den I<sup>2</sup>C-Adressformaten finden Sie unter 2 im Abschnitt *Einrichten der Busparameter*.

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

Drücken Sie anschließend die Taste **Byte-Anzahl**, und geben Sie mit dem Mehrfunktions-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 Menüs auf dem seitlichen Rahmen ein.

9. Wenn Sie einen USB-Trigger einstellen, können Sie aus verschiedenen paketorientierten, bitmusterangepassten und Fehlertriggern wählen. Einige Trigger ermöglichen es Ihnen, zusätzliche qualifizierende Details einzugeben wie etwa Tokentyp, Feldwerte oder Wertebereich und Byte-Offset.

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

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

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

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

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

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

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



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

13. Wenn Sie einen I<sup>2</sup>S-, links angeordneten oder rechts angeordneten Audio-Bus verwenden, können Sie auf **Wortauswahl** oder **Daten** triggern.
14. Wenn Sie einen TDM-Audio-Bus verwenden, können sie auf **Frame-Sync.** oder **Daten** triggern.

## Datenabgleich für I<sup>2</sup>C-, SPI-, USB-, CAN-, LIN- und FlexRay-Bustrigger

**Byteanpassung im Rollfenster für I<sup>2</sup>C, 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 oder USB 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 I<sup>2</sup>C, SPI, USB, CAN und FlexRay.

Es gibt mehrere Möglichkeiten für das Triggern auf einem bestimmten Byte bei I<sup>2</sup>C, SPI, CAN und FlexRay:

- Geben Sie für I<sup>2</sup>C 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 I<sup>2</sup>C 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 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.

### Datenabgleich für RS-232-Bustrigger

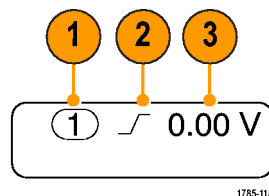
Sie können auf einem bestimmten Datenwert für RS-232-Bytes triggern. Wenn Sie ein Paketende-Zeichen für die RS-232-Busdekodierung definiert haben, können Sie dasselbe Paketende-Zeichen als Datenwert für den Triggerdatenabgleich verwenden. Hierfür wählen Sie unter „Triggern auf“ als Option „Senden Paketende“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

### Abgleich von Parallelbus-Triggerdaten

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

## Überprüfen der Triggereinstellungen

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



Anzeige für Flankentrigger

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

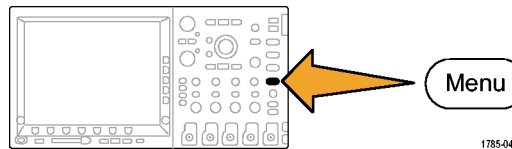
## Verwenden von A- (Haupt-) und B- (verzögerten) Sequenztriggern

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



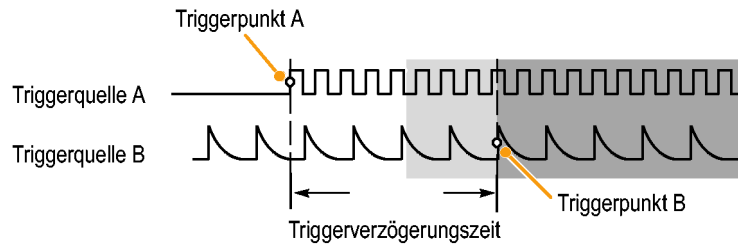
Drücken Sie eine Taste auf dem seitlichen Rahmen, um die Reihenfolge „B-Trigger nach A“ als Zeit oder als Ereignis auszuwählen.

<b>Uhrzeit</b> <b>(a) 8 ns</b>
B Ereignisse 1
Auf Min- destwert setzen

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

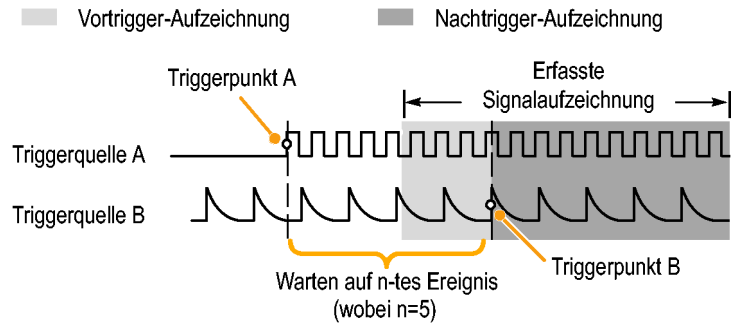
## B-Trigger nach Verzögerungszeit

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



## Trigger auf B-Ereignis

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



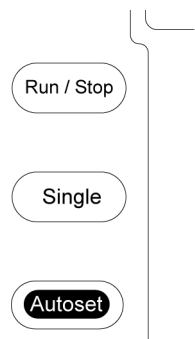
## Schnelltipps

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

## Starten und Anhalten einer Erfassung

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

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



2121-252

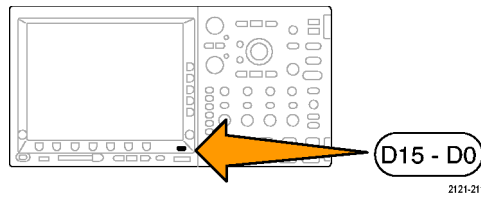
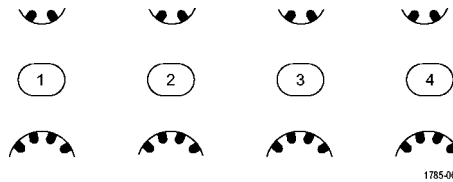
# Anzeigen von Signalen

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

## Hinzufügen und Entfernen eines Signals

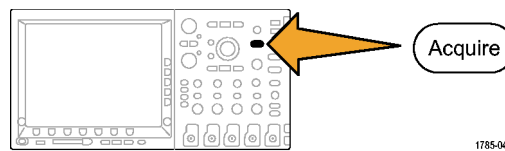
1. Drücken Sie zum Hinzufügen oder Entfernen eines Signals von der Anzeige die entsprechende Kanaltaste auf dem Bedienfeld oder die Taste D15-D0.

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



## Einstellen von Darstellart und Nachleuchten

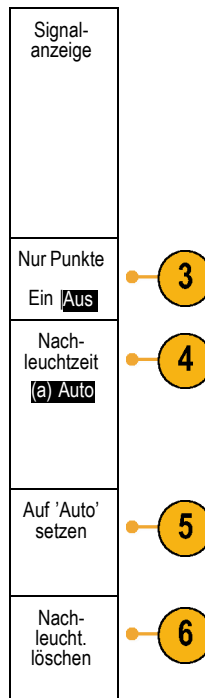
1. Drücken Sie **Erfassen**, um die Darstellart einzustellen.



2. Drücken Sie **Signalanzeige**.

Modus <b>Sample</b>	Aufzeichn.-länge <b>10k</b>	Verzögerung Ein <b>Aus</b>	Horiz. Position auf 10 % setzen	Sig-nalanzeige	XY-Anzeige <b>Ein</b>	
				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 **Nachleuchtzeit**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, damit die Signaldaten für einen durch den Benutzer festgelegten Zeitraum auf dem Bildschirm angezeigt werden.
5. Drücken Sie **Auf 'Auto' setzen**, wenn das Oszilloskop automatisch eine Nachleuchtzeit bestimmen soll.
6. Drücken Sie **Nachleucht. löschen**, um die Informationen für das Nachleuchten zurückzusetzen.



7. 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**.

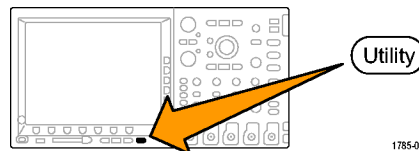
Ein Datenpunkt des ersten Signals bestimmt die horizontale Position, während ein Datenpunkt des zweiten Signals die vertikale Position jedes angezeigten Punktes bestimmt.

### Schnelltipps

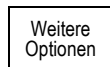
- Bei variabler Nachleuchtzeit werden die Aufzeichnungspunkte für ein bestimmtes Zeitintervall gesammelt. Jeder Aufzeichnungspunkt klingt einzeln gemäß des Zeitintervalls ab. Verwenden Sie eine variable Nachleuchtzeit zum Anzeigen seltener Signalanomalien, z. B. Glitches.
- Bei einer unendlichen Nachleuchtdauer 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 Paare von Signalen gegeneinander grafisch dargestellt. Sie können CH1 gegen CH2 und REF1 gegen REF2 verwenden. Bei Vierkanalmodellen können Sie außerdem CH3 gegen CH4 und REF3 gegen REF4 verwenden.
- Bei aktivierter XY-Anzeige wird im oberen Bereich ein Fenster angezeigt, in dem die Daten im zeitlichen Verlauf dargestellt werden.

### Einstellen der Rasterform

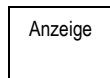
1. Drücken Sie **Utility**, um die Rasterform einzustellen.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

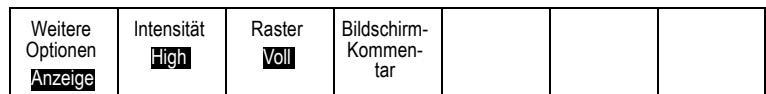


3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.





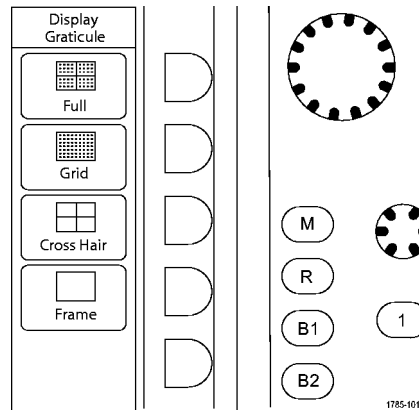
4. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen **Raster**.



3

4

5. Wählen Sie aus dem daraufhin auf dem seitlichen Rahmen angezeigten Menü die gewünschte Form aus.
- Verwenden Sie das Raster **Voll** für schnelle Schätzungen der Signalparameter.
- Verwenden Sie das Raster **Gitter**, um Vollbildmessungen mit Cursors und automatischen Anzeigen vorzunehmen, wenn kein Fadenkreuz erforderlich ist.
- Verwenden Sie das Raster **Fadenkreuz** für schnelle Schätzungen der Signale, wobei mehr Platz für automatische Anzeigen und andere Daten gelassen wird.
- Verwenden Sie das Raster **Rahmen** mit automatischen Anzeigen und anderem Bildschirmtext, wenn keine Bildschirmfunktionen erforderlich sind.

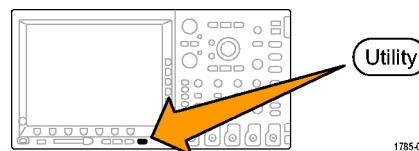


## Schnelltipps

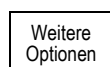
- Sie können IRE- und mV-Raster anzeigen. Zu diesem Zweck wechseln Sie zum Triggertyp „Video“, und stellen Sie eine Vertikalskala von 114 mV/div ein. (Die Einstellung 114 mV/div finden Sie bei den Grobeinstellungen der Vertikalskala für den Kanal, wenn Sie den Triggertyp auf Video einstellen.) Das Oszilloskop 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**.

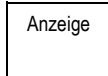


2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

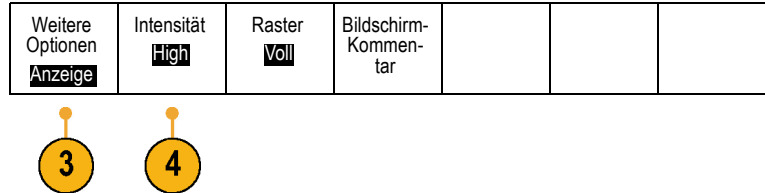


2

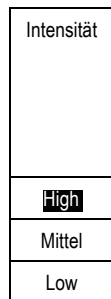
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.



4. Drücken Sie **Intensität**.

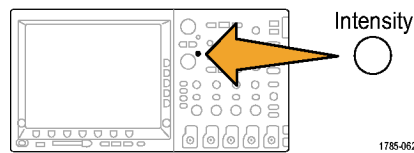


5. Wählen Sie aus dem daraufhin auf dem seitlichen Rahmen angezeigten Menü die gewünschte Intensität aus. Sie haben folgende Auswahlmöglichkeiten: **High**, **Mittel** und **Low**.



## Festlegen der Signalintensität

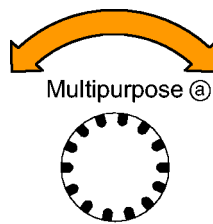
1. Drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Intensität**.



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

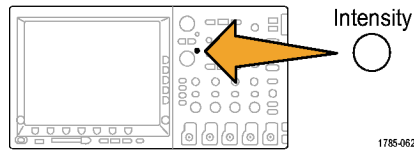
- a) Waveform Intensity: 35%
- b) Graticule Intensity: 75%

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



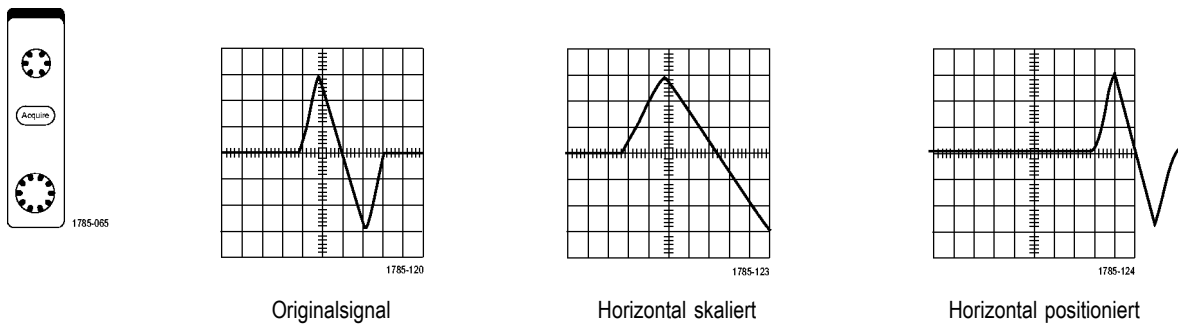
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um die gewünschte Intensität für das Raster auszuwählen.

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

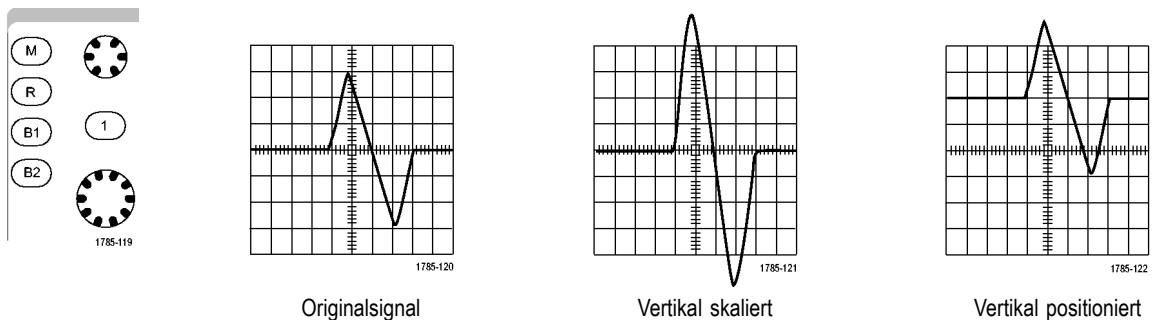


## Skalierung und Positionierung von Signalen

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 126, *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

- **Vorsicht.** 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.

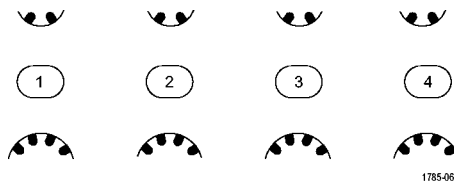
Unter Umständen ist das Signal abgeschnitten, wenn das ursprüngliche Signal den Bildschirm verlassen hat.

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

## Einstellen der Eingangsparameter

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

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



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

2. Drücken Sie wiederholt **Kopplung**, um die zu verwendende Kopplung auszuwählen. Verwenden Sie die DC-Kopplung, um sowohl die AC- als auch die DC-Komponenten zu übergeben.

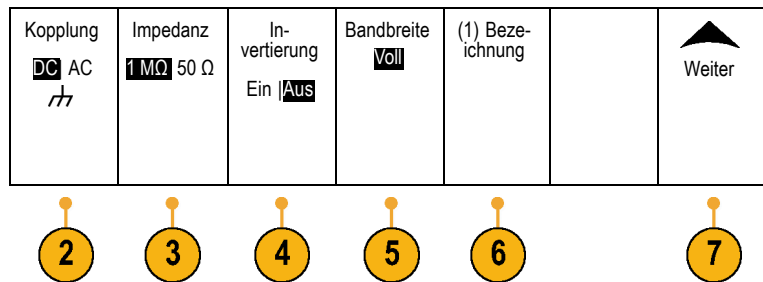
Verwenden Sie die AC-Kopplung, um die DC-Komponente zu blockieren und das AC-Signal anzuzeigen.

Verwenden Sie GND, um das Referenzpotential anzuzeigen.

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

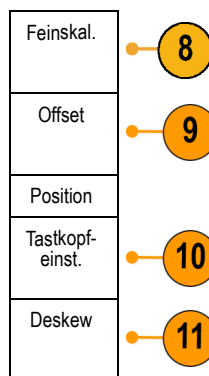
Legen Sie die Eingangsimpedanz (Abschluss) auf 50  $\Omega$  oder 1 M $\Omega$  fest, wenn Sie eine DC- oder GND-Kopplung verwenden. Die Eingangsimpedanz wird automatisch auf 1 M $\Omega$  festgelegt, wenn Sie eine AC-Kopplung verwenden.

Weitere Informationen zur Eingangsimpedanz finden Sie in den **Schnelltipps**. (Siehe Seite 98, *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.
6. Drücken Sie zum Erstellen einer Bezeichnung für den Kanal auf **Bezeichnung**. (Siehe Seite 44, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)
7. Drücken Sie auf **Weiter**, um auf zusätzliche Menüs auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.

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



9. 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 98, *Schnelltipps*.)

10. Wählen Sie **Tastkopfeinstellung** aus, um die Parameter für den Tastkopf zu definieren.

Führen Sie folgende Schritte auf dem daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen aus:

- Wählen Sie **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 prüfen, stellen Sie **Strom messen** auf **Ja** ein. Drücken Sie die Taste **A/V-Verhältnis** auf dem seitlichen Rahmen, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um das Ampere/Volt- oder Volt/Ampere-Verhältnis in der Einstellung festzulegen. Wenn Sie beispielsweise den Spannungsabfall an einem 2-Ohm-Widerstand messen, stellen Sie das V/A-Verhältnis auf 2 ein.

11. 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.

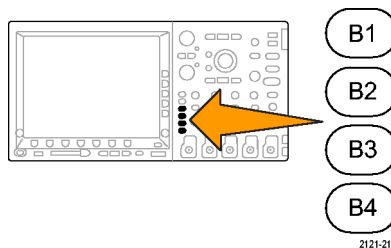
Wenn Sie das Bedienelement Kanal <x> > **Weiter** > **Offset** > **Vertikaler Offset** verwenden, um ein Signal zu verschieben, entspricht die Grundlinienmarkierung nicht mehr Null. Sie zeigt stattdessen den Offset-Pegel an. Wenn Sie die vertikale Skala des Kanals anpassen, wird das Signal um die Markierung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

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

## Positionieren und Beschriften von Bussignalen

**Positionieren von Bussignalen.** Drücken Sie die entsprechende Bustaste auf dem Bedienfeld, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um die vertikale Position des gewählten Busses einzustellen. (Siehe Seite 54, *Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses*.)

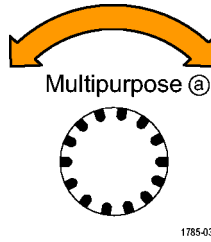
1. Drücken Sie die entsprechende Bustaste auf dem Bedienfeld, um diesen Bus auszuwählen.



2121-213

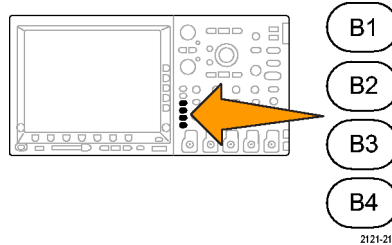


2. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um um die vertikale Position des gewählten Busses einzustellen.



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

1. Drücken Sie auf dem Bedienfeld die entsprechende Bustaste.



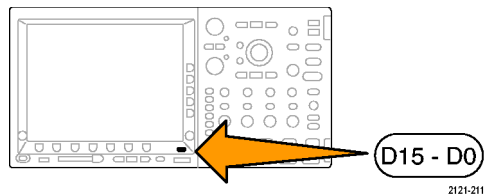
2. Drücken Sie **Bezeichnung**.  
(Siehe Seite 44, *Beschriften von Kanälen und Bussen.*)

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



## Positionieren, Skalieren und Gruppieren von digitalen Kanälen

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

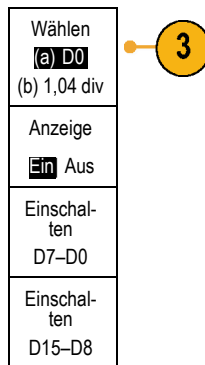


2. Drücken Sie die Option **D15–D0** in dem Menü auf dem unteren Rahmen.

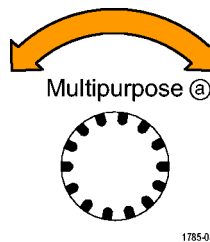
D15 – D0 Ein/Aus	Schwellen- werte	Notizen bearb.			MagniVu Ein   Aus	Höhe S   M   L
---------------------	---------------------	-------------------	--	--	----------------------	-------------------



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



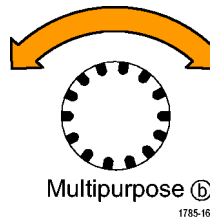
4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um den Kanal auszuwählen, der verschoben werden soll.



1785-039

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.



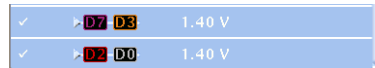
1785-160

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

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

7. Sie können einzelne digitale Kanäle zur einfacheren Erkennung beschriften. (Siehe Seite 44, *Beschriften von Kanälen und Bussen.*)

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



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

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

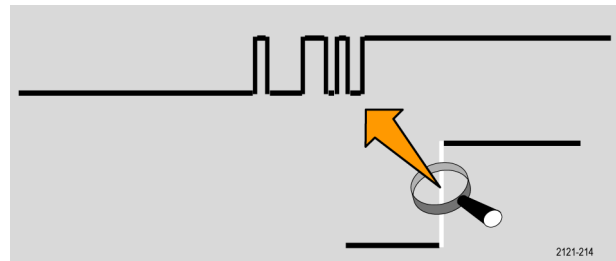
## Anzeigen digitaler Kanäle

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.

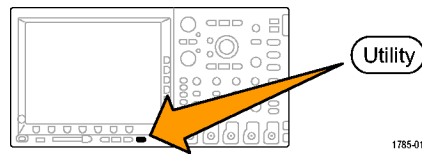


**HINWEIS.** Wenn die hellgraue Schattierung angezeigt wird, verwenden Sie MagniVu.

## Hinzufügen von Bildschirm-Komentaren

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

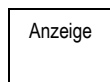
1. Drücken Sie **Utility**.



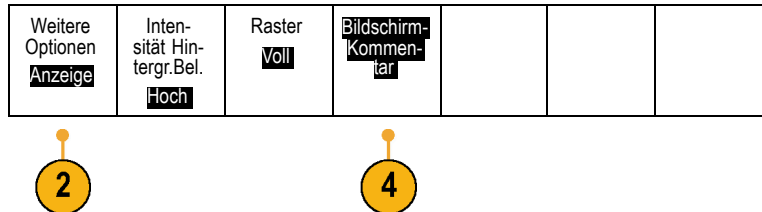
2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



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.

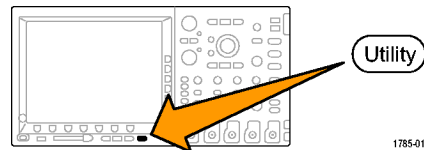
Sie können auch über eine USB-Tastatur Zeichen eingeben. (Siehe Seite 26, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop.*)

Um den kommentierten Text neu zu positionieren, drücken Sie die Taste **Position** auf dem seitlichen Rahmen, und drehen Sie nach Bedarf die Mehrzweckknöpfe **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:

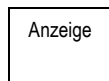
1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



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

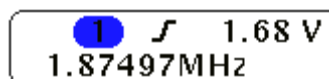


4. Drücken Sie **Triggerfreq auslesen** auf dem sich ergebenden unteren Rahmenmenü.



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

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



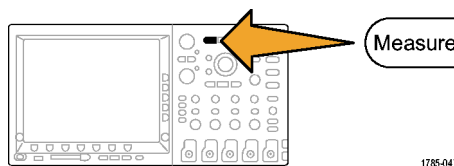
# Analysieren von Signalen

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

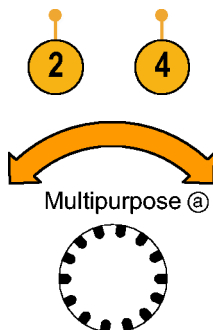
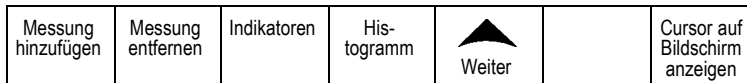
## Durchführen automatischer Messungen

So führen Sie eine automatische Messung durch:

1. Drücken Sie **Messen**.




2. Drücken Sie **Messung auswählen**.



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

4. 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**.

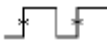
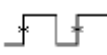





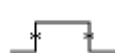
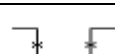
### Schnelltipps

- 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.



## Auswählen automatischer Messungen

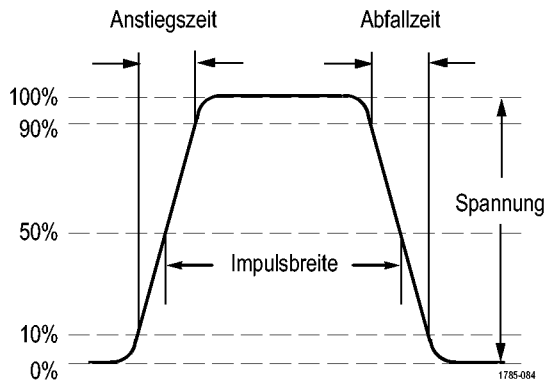
In der folgenden Tabelle werden die automatischen Messungen nach Kategorie aufgelistet: Zeit oder Amplitude. (Siehe Seite 104, *Durchführen automatischer Messungen*.)

### Zeitmessungen

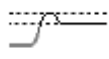
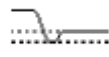



Messung		Beschreibung
Periode		Die erforderliche Zeit, um den ersten Zyklus eines Signals oder eines getorten Bereichs abzuschließen. Die Periode ist der Kehrwert der Frequenz und wird in Sekunden gemessen.
Frequenz		Der erste Zyklus eines Signals oder eines getorten Bereichs. Die Frequenz ist der Kehrwert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

### Zeitmessungen (Fortsetzung)

Messung	Beschreibung
Burstbreite	 <p>Die Dauer eines Bursts (eine Reihe von einmaligen Ereignissen). Sie wird über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gemessen.</p>
Phase	 <p>Der Zeitraum in Winkelgrad, den ein Signal einem anderen Signal voraus- oder nacheilt. 360° bilden einen vollen Signalzyklus. Informationen hierzu finden Sie auch unter <i>Verzögerung</i>.</p>










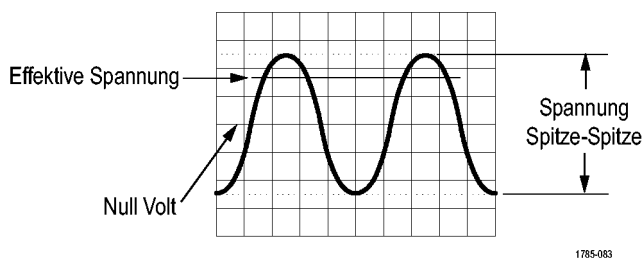
### Amplitudenmessungen

Messung	Beschreibung
Positives Überschwingen	 <p>Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als:                      Positives Überschwingen = <math>(\text{Maximum} - \text{Hoch}) / \text{Amplitude} \times 100 \%</math>.</p>
Negatives Überschwingen	 <p>Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als:                      Negatives Überschwingen = <math>(\text{Niedrig} - \text{Minimum}) / \text{Amplitude} \times 100 \%</math>.</p>
Pk-Pk	 <p>Die absolute Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Amplitude des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs.</p>
Amplitude	 <p>Der niedrige Wert abgezogen vom hohen Wert während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs.</p>
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>






### Amplitudenmessungen (Fortsetzung)




Messung	Beschreibung
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>
Max	 <p>Die größte positive Spitzenspannungswert. Max wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.</p>
Min	 <p>Die größte negative Spitzenspannungswert. Min wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.</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>



### Verschiedene Messungen

Messung	Beschreibung
Steigende Flanken-zählung	 <p>Die Anzahl der positiven Übergänge von einem niedrigen Referenzwert zu einem hohen Referenzwert im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich.</p>
Fallende Flanken-zählung	 <p>Die Anzahl der negativen Übergänge von einem hohen Referenzwert zu einem niedrigen Referenzwert im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich.</p>
Positive Impuls-zählung	 <p>Die Anzahl der positiven Impulse, die über den mittleren Referenzübergang im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich hinausgeht.</p>

### Verschiedene Messungen (Fortsetzung)

Messung		Beschreibung
Negative Impulszählung		Die Anzahl der negativen Impulse, die unter dem mittleren Referenzübergang im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich liegen.
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.
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.

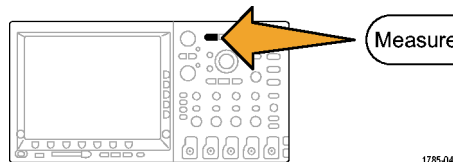
## Anpassen einer automatischen Messung

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

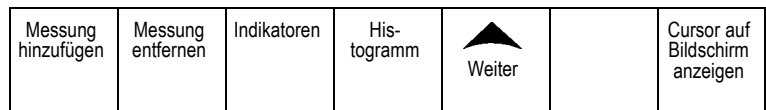
### Gating

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

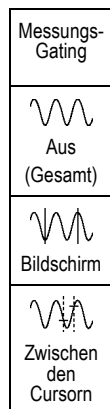
1. Drücken Sie **Messen**.



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



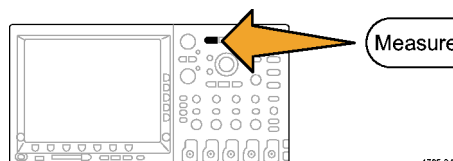
3. Positionieren Sie die Gates der Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.



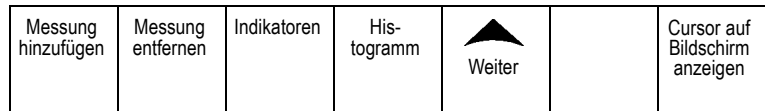
### Statistik

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

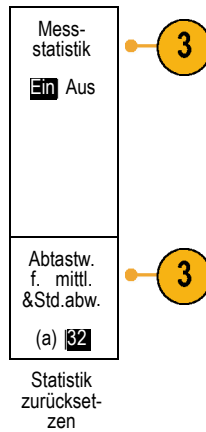
1. Drücken Sie **Messen**.



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



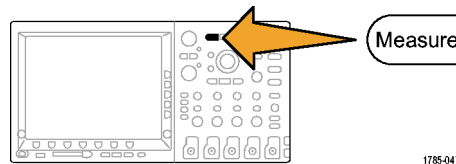
3. Drücken Sie die Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen. Diese bestehen aus den Optionen zum Ein- oder Ausschalten der Statistik und zum Einstellen, wie viele Abtastpunkte für die Berechnung der mittleren und der Standardabweichung verwendet werden.



### Schnappschuss

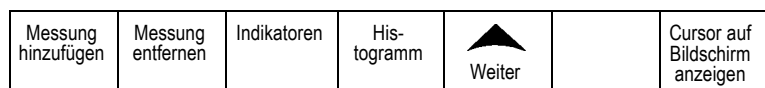
So zeigen Sie alle Messungen aus einer Quelle zu einem bestimmten Zeitpunkt gleichzeitig an:

1. Drücken Sie **Messen**.

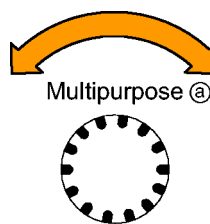


1785-047

2. Drücken Sie **Messung hinzufügen**.



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

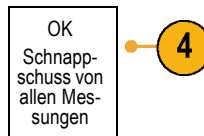


1785-039

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



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



6. Zeigen Sie die Ergebnisse an.

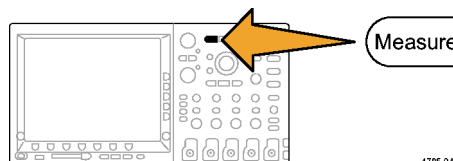
Schnappschuss von 1

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

1. Drücken Sie **Messen**.



1785-047

2. 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.

Referenzpegel
Pegel setzen in % <b>Einh.</b>
Hohe Ref <b>a 90.0 %</b>
Mid Ref <b>50.0 %</b> <b>50.0 %</b>
Low Ref <b>10.0 %</b>
-Weiter-

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

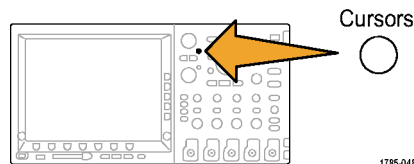
Verwenden Sie die mittlere Referenz primär für Messungen zwischen Flanken, z. B. Impulsbreiten.

## 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 Cursor auf analogen oder digitalen Kanälen:

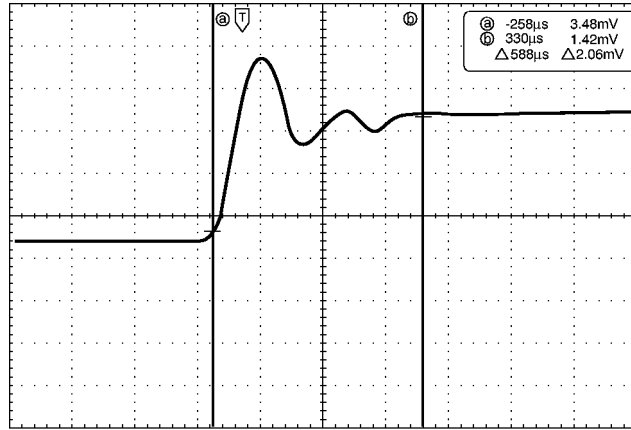
1. Drücken Sie **Cursor**, um die Cursor zu aktivieren.

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



1785-048

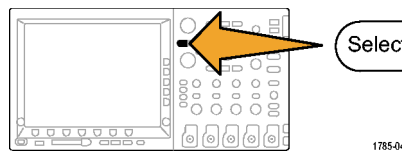
Im Beispiel werden zwei vertikale Cursor auf dem ausgewählten Signal angezeigt. Durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **a** verschieben Sie einen Cursor nach rechts bzw. nach links. Durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **b** verschieben Sie den anderen Cursor.



1785-146

2. Wenn die Cursor aktiviert sind, drücken Sie **Wählen**.

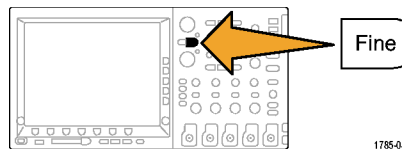
Dadurch wird die Cursorverknüpfung ein- und ausgeschaltet. Wenn die Verknüpfung eingeschaltet ist, werden durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **a** die zwei Cursors aufeinander zu bewegt. Durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfs **b** kann die Zeit zwischen den Cursors angepasst werden.



1785-049

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.



1785-082

4. Halten Sie **Cursor** gedrückt, um das Cursormenü anzuzeigen.

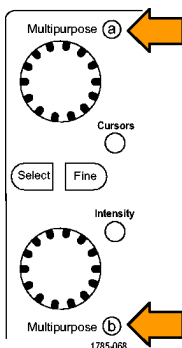
5. Drücken Sie den Taste **Cursor** auf dem unteren Rahmen, um die Cursor auf **Bildschirm** einzustellen.

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

Cursor Signal- <b>Bildschirm</b>	Leisten Horizontal Vertikal	Gekoppelt Ein <b>Aus</b>	Cursor auf Bildschirm anzeigen	Einheiten		
--	-----------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------	-----------	--	--



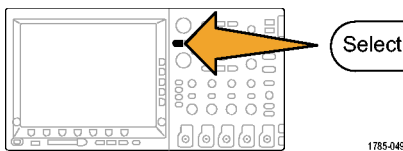
6. Drehen Sie die Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b**, um die beiden horizontalen Cursors zu verschieben.



7. Drücken Sie **Wählen**.

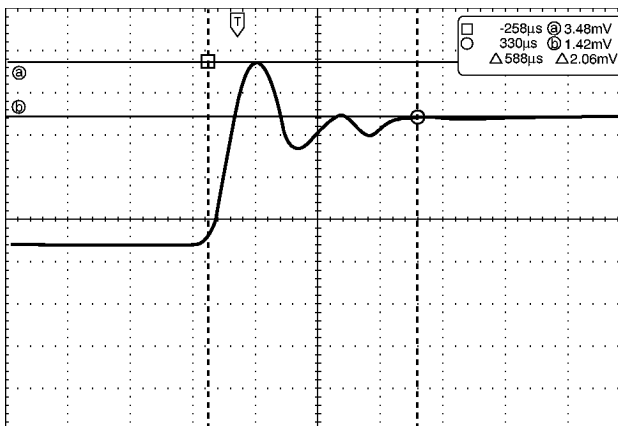
Dadurch werden die vertikalen Cursor aktiv und die horizontalen Cursor inaktiv. Wenn Sie nun die Mehrfunktions-Drehknöpfe drehen, werden die vertikalen Cursor verschoben.

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



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

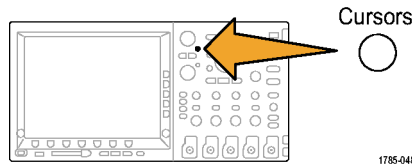
**HINWEIS.** Auf digitalen Kanälen können Sie Zeitmessungen mit Cursors vornehmen, aber keine Amplitudenmessungen.



1785-147



9. 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.

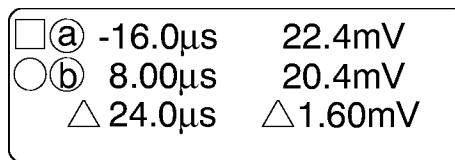
Die Messwertanzeigen befinden sich in der oberen rechten Ecke des Rasters. Wenn der Zoom eingeschaltet ist, wird die Anzeige in der oberen rechten Ecke des Zoomfensters angezeigt.

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

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

$\Delta$ -Anzeige:

Die  $\Delta$ -Anzeige stellt den Unterschied zwischen den beiden Cursorpositionen dar.



1785-134

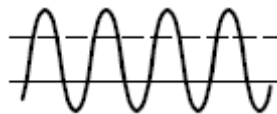
a-Anzeige:

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

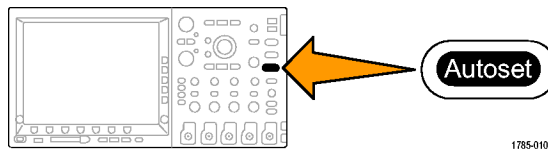
Bei aktivierter XY-Anzeige erscheinen die Cursoranzeigen rechts neben dem unteren Raster (XY). Sie erscheinen als Rechteck-, Polar-, Produkt- oder Verhältnisanzeige. Das Oszilloskop zeigt Signale im oberen Raster (YT) als Vertikalbalkencursor an.

## Einrichten eines Histogramms

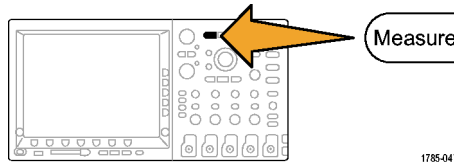
Sie können entweder ein vertikales (Spannungs-) oder ein horizontales (Zeit-)Histogramm anzeigen. Verwenden Sie Histogrammmessungen, um statistische Messdaten für einen Signalabschnitt entlang einer Achse zu gewinnen. Die Quelle für ein Histogramm kann einer der vier analogen Kanäle, ein mathematisches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



- |  |   |
|--|---|
| <p>4. Drücken Sie die Taste am oberen Rahmen, um die Signalachse auszuwählen, für die sie die Histogrammwerte anzeigen möchten: <b>Vertikal</b> oder <b>Horizontal</b>.</p>  | <p>Aus<br/><b>Vertikal</b><br/>Horizontal</p>                             |
| <p>5. Drücken Sie die Taste <b>Quelle</b> auf dem seitlichen Rahmen und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf <b>a</b>, um den Kanal auszuwählen, für den Sie die Histogramm-Messungen anzeigen möchten.</p>                                      | <p>Quelle<br/><b>(a) 1</b></p>  |
| <p>6. Drücken Sie die Taste <b>Horiz. Begrenzungen</b> auf dem seitlichen Rahmen und stellen Sie mithilfe der Mehrfunktions-Drehknöpfe <b>a</b> und <b>b</b> die Begrenzungen <b>L</b> (links) und <b>R</b> (rechts) des Histogrammfeldes ein.</p> | <p>Horiz. Begrenzungen<br/><b>L (a) -584ns</b><br/><b>R (b) 760ns</b></p> |
| <p>7. Drücken Sie die Taste <b>Vert. Begrenzungen</b> auf dem seitlichen Rahmen und stellen Sie mithilfe der Mehrfunktions-Drehknöpfe <b>a</b> und <b>b</b> die Begrenzungen <b>O</b> (oben) und <b>U</b> (unten) des Histogrammfeldes ein.</p>    | <p>Vert. Begrenzungen<br/><b>O (a) -584ns</b><br/><b>U (b) 760ns</b></p>  |
| <p>8. Drücken Sie <b>-Weiter- 1 von 2</b></p>  | <p>-Weiter-<br/>1 von 2</p>   |

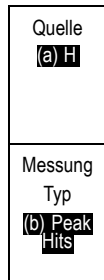
- |   |   |
|---|---|
| <p>9. Drücken Sie die Taste <b>Anzeige</b> auf dem seitlichen Rahmen und wählen Sie <b>Linear</b> oder <b>Logarithm.</b> aus.</p> | <p>Display<br/><b>Linear</b><br/>Logarithm.</p> |
|---|---|

### Hinzufügen von Messungen zu Histogramm Daten

- |  |                           |                          |                    |                   |   |  |                                       |
|--|---------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------|---|--|---------------------------------------|
| <p>1. Drücken Sie die Taste <b>Messung hinzufügen</b> auf dem unteren Rahmen, um Messungen zu den Histogramm Daten hinzuzufügen.</p> | <p>Messung hinzufügen</p> | <p>Messung entfernen</p> | <p>Indikatoren</p> | <p>Histogramm</p> | <p><br/>Weiter</p> |  | <p>Cursor auf Bildschirm anzeigen</p> |
|--|---------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------|---|--|---------------------------------------|

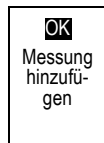


2. Drücken Sie die Taste **Quelle** auf dem seitlichen Rahmen und wählen Sie mithilfe des Mehrfunktions-Drehknopfs **a** für Histogramm-Messungen **H** aus.



3. Drücken Sie die Taste **Messtyp** auf dem seitlichen Rahmen und wählen Sie mithilfe des Mehrfunktions-Drehknopfes **b** eine Histogramm-Messung aus.

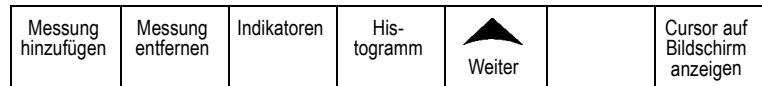
4. Drücken Sie die Taste **OK Messung hinzufügen** auf dem seitlichen Rahmen, um die Messung zu der Messwertanzeigenliste hinzuzufügen.



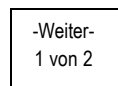
### Zurücksetzen der Histogramm-Messungen und Statistiken

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

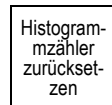
1. Drücken sie die Taste **Histogramm** auf dem unteren Rahmen.



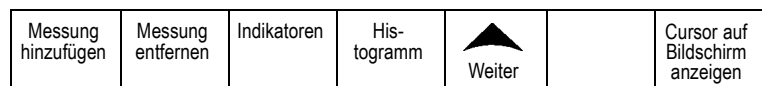
2. Drücken Sie **-Weiter- 1 von 2** Taste auf dem seitlichen Rahmen.



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



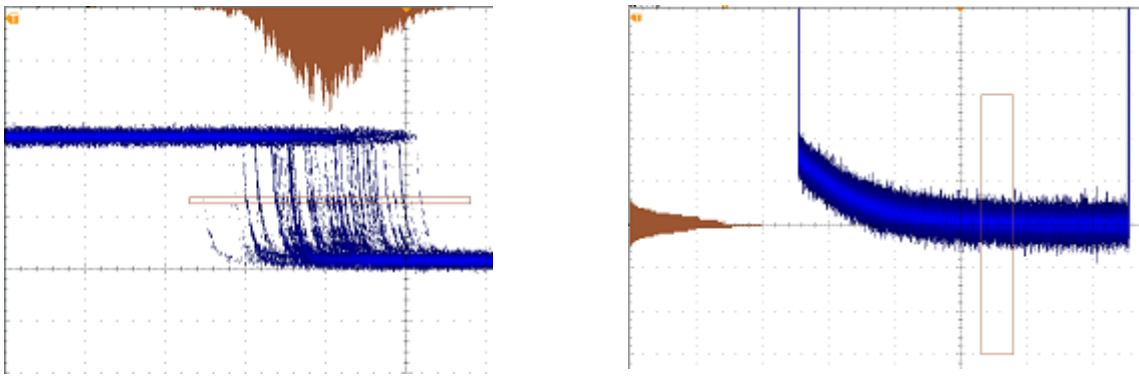
4. Drücken Sie die Taste **Weiter** auf dem unteren Rahmen.



- 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.

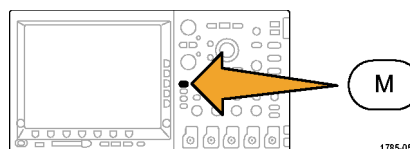
## Verwenden von mathematischen Signalen

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**.

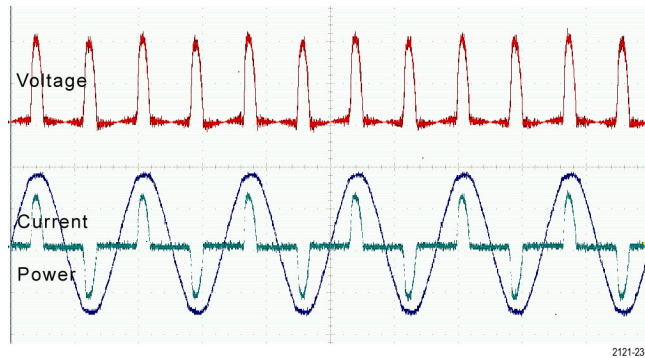


2. Drücken Sie **Doppel-Signal-Math.**

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



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



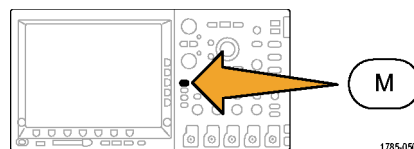
### Schnelltipps

- 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 126, *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.	<b>FFT</b>	Fortgeschrittene Math	(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 I



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
--------------------

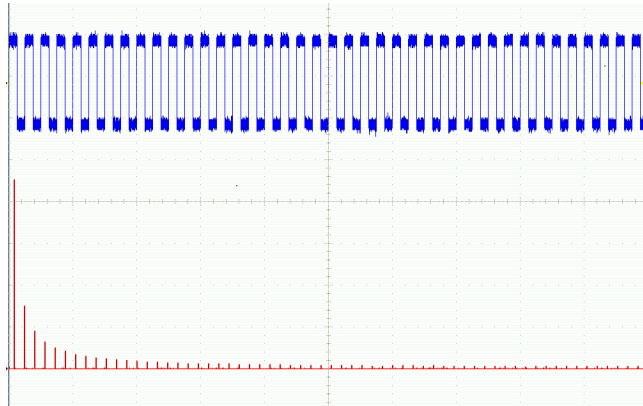


6. Drücken Sie auf dem seitlichen Rahmen die Taste **Horizontal**, um die Mehrfunktions-Drehknöpfe **a** und **b** zu aktivieren und so die FFT-Anzeige verschieben und zoomen zu können.

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-Standardkala können Sie eine detaillierte Ansicht mehrerer Frequenzen auch dann anzeigen, wenn deren Amplituden sehr unterschiedlich sind. Mit der linearen Eff-Skala können Sie zu Vergleichszwecken eine Gesamtansicht aller Frequenzen anzeigen.
- Die FFT-Funktion weist vier Fenster auf. Jedes stellt einen Kompromiss zwischen Frequenzauflösung und Größengenauigkeit dar. Die Auswahl des Fenster hängt von den zu messenden Werten und den Eigenschaften des Quellsignals ab. Wählen Sie das passende Fenster anhand der folgenden Kriterien aus.

### Beschreibung

### Fenster

#### Rectangular

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

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



#### Hamming

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

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





**Beschreibung**

**Fenster**

**Hanning**

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

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



**Blackman-Harris:**

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

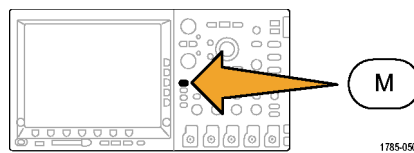
Verwenden Sie „Blackman-Harris“ zum vorrangigen Messen von Einzelfrequenzsignalen, um nach Oberwellen höheren Grads zu suchen.



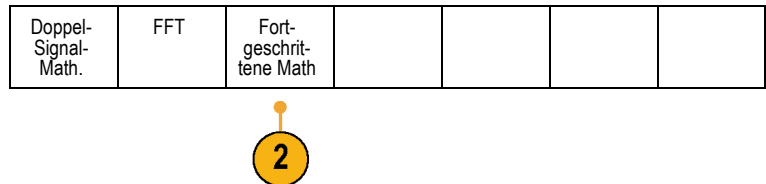
## Verwenden von Fortgeschrittene Math

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

1. Drücken Sie **Math**.



2. Drücken Sie **Fortgeschrittene Math**.

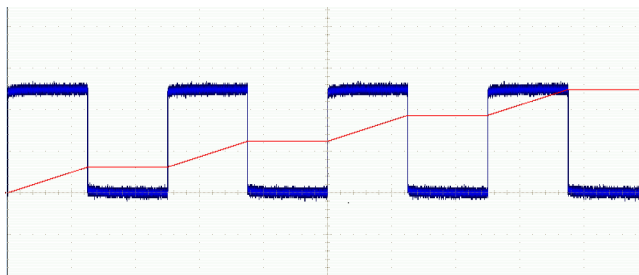


3. Erstellen Sie mit Hilfe der Tasten im Menü auf dem seitlichen Rahmen benutzerdefinierte Ausdrücke.

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

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

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



## Verwendung von Referenzsignalen

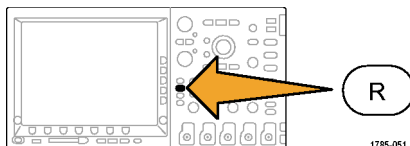
Erstellen Sie ein Referenzsignal, um ein Signal zu speichern. Auf diese Weise können Sie beispielsweise einen Standard einrichten, mit dem alle anderen Signale verglichen werden können. So verwenden Sie die Referenzsignale:

---

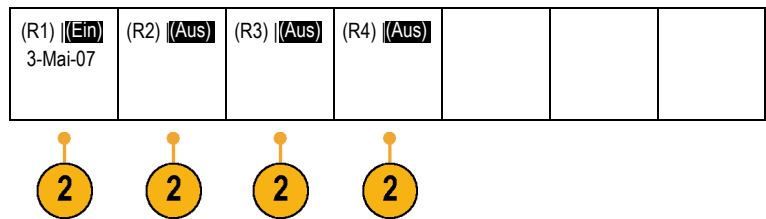
**HINWEIS.** 10 M-Referenzsignale sind flüchtig und werden beim Abschalten des Oszilloskops nicht gespeichert. Solche Signale können nur im externen Speicher behalten werden.

---

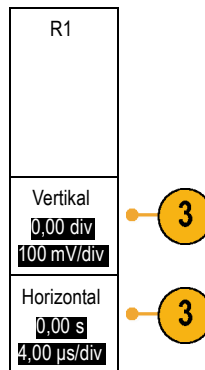
1. Drücken Sie **Ref R**. Auf dem unteren Rahmen wird das Referenzmenü angezeigt.



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



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



## Schnelltipps

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

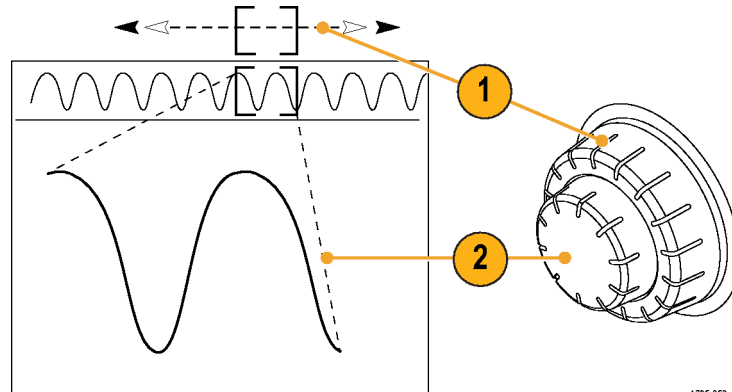
- **Speichern von 10 M-Referenzsignalen.** 10 M-Referenzsignale sind flüchtig und werden beim Abschalten des Oszilloskops nicht gespeichert. Solche Signale können nur im externen Speicher behalten werden.

## Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge

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

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

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

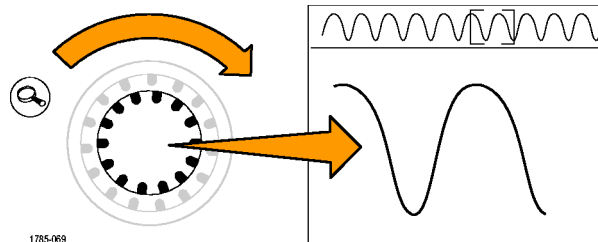


1785-053

### Zoomen eines Signals

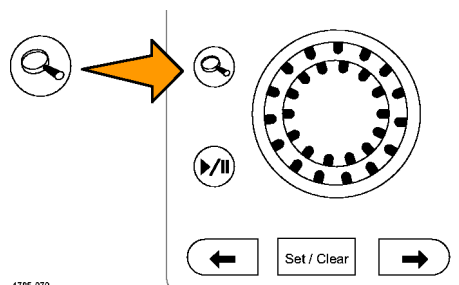
So verwenden Sie den Zoom:

1. Drehen Sie den inneren Knopf des Bedienelements „Pan-Zoom“ im Uhrzeigersinn, um den ausgewählten Teil des Signals zu vergrößern. Drehen Sie den Knopf entgegen dem Uhrzeigersinn, um ihn wieder zu verkleinern.



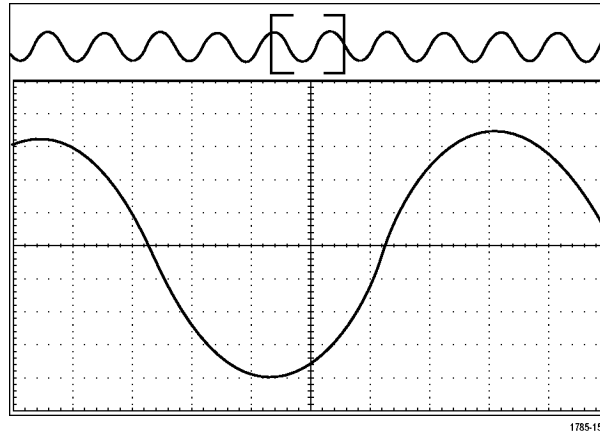
1785-069

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



1785-070

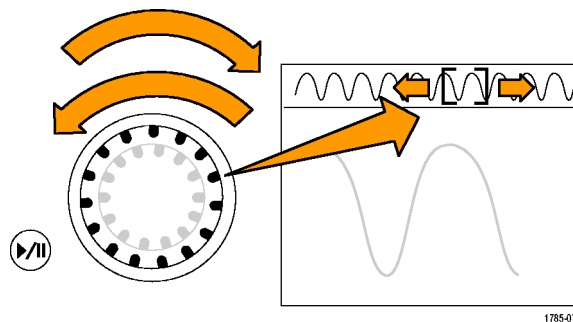
- Überprüfen Sie die gezoomte Signalansicht, die im unteren, größeren Teil des Bildschirms angezeigt wird. Im oberen Teil des Bildschirms wird im Kontext der gesamten Aufzeichnung die Position und Größe des gezoomten Teils des Signals angezeigt.



### 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:

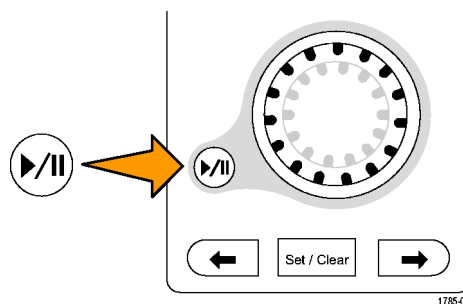
- Drehen Sie den äußeren Knopf des Bedienelements „Pan-Zoom“, um das Signal zu verschieben. Drehen Sie den Knopf im Uhrzeigersinn, um es vorwärts zu verschieben. Drehen Sie es entgegen dem Uhrzeigersinn, um es rückwärts zu verschieben. Je weiter Sie den Knopf drehen, desto schneller wird das Zoom-Fenster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



### Wiedergeben und Anhalten eines Signals

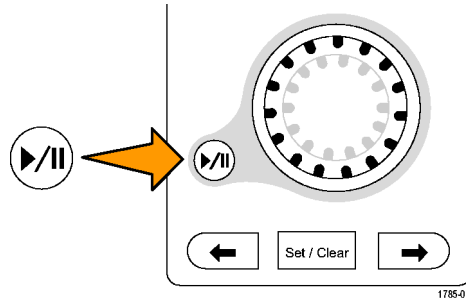
Verwenden Sie die Wiedergabe-/Pausen-Funktion um durch ein aufgezeichnetes Signal automatisch einen Bildlauf durchzuführen. So verwenden Sie die Funktion:

- 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.



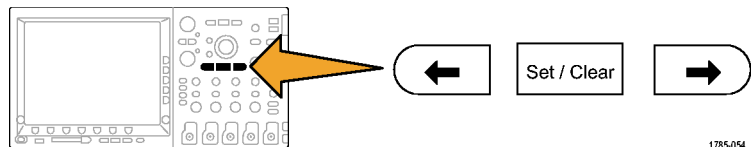
## Suchen und Markieren von Signalen

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.



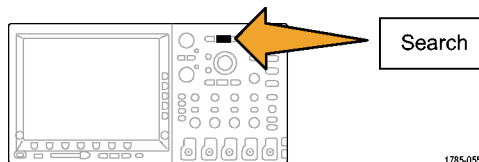
Drücken Sie die Vorwärts- (→) oder Rückwärts-Pfeiltaste (←), um zu einer vorhandenen Markierung zu springen.

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.

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

So setzen und entfernen (löschen) Sie Suchmarkierungen automatisch:

1. Drücken Sie **Suchen**.



2. Wählen Sie im Menü auf dem unteren Rahmen den gewünschten Suchtyp aus. Das Suchmenü ähnelt dem Triggermenü.

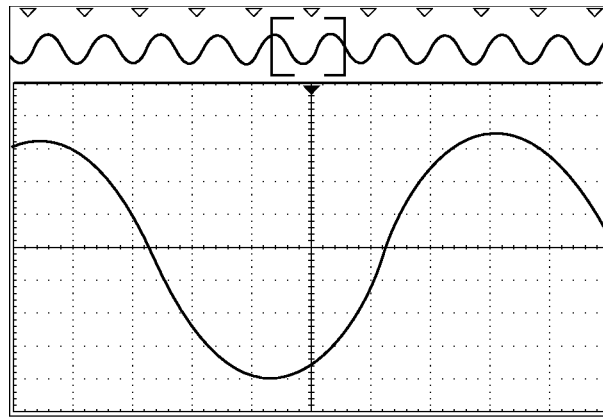
Suchen Aus	Suchtyp Flanke	Quelle 1	Flanke 			Schwellenw. 0.00 V
---------------	-------------------	-------------	------------	--	--	-----------------------



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



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



### Schnelltipps.

- Sie können Triggereinstellungen kopieren, um nach anderen Positionen im erfassten Signal zu suchen, die die Triggerbedingungen erfüllen.
- Sie können auch die Sucheinstellungen in den Trigger kopieren.
- Wenn das Signal oder die Einstellungen gespeichert werden, werden benutzerdefinierte Markierungen mit dem Signal gespeichert.
- Automatische Suchmarkierungen werden beim Speichern des Signals nicht mit dem Signal gespeichert. Sie können sie jedoch mit der Suchfunktion problemlos neu erfassen.
- Die Suchkriterien werden in den gespeicherten Einstellungen gespeichert.

Der Wave Inspector verfügt über folgende Suchfunktionen:

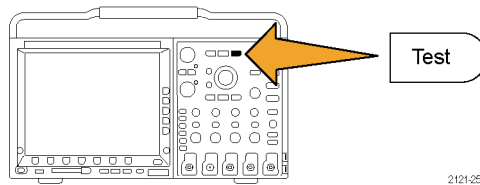
Suchen	Beschreibung
Flanke	Suche nach Flanken (ansteigend oder abfallend) mit benutzerdefiniertem Schwellwert.
Impulsbreite	Suche nach positiven oder negativen Impulsbreiten, die $>$ , $<$ , $=$ oder $\neq$ einer benutzerdefinierten Impulsbreite sind.
Runt	Suche nach positiven oder negativen Impulsen,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

Suchen	Beschreibung
Anstiegszeit/Abfallzeit	Suche nach ansteigenden und/oder abfallenden Flanken, die $>$ , $<$ , $=$ oder $\neq$ einem benutzerdefinierten Zeitraum sind.
Bus	<p>Parallel: Suche nach einem binären oder hexadezimalen Wert (nur Geräte der Serie MSO4000).</p> <p>I<sup>2</sup>C: 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 &amp; MISO.</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>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>LIN: Suche nach Synchronis., Kennung, Daten, ID &amp; Daten, WakeupFrame, Sleep-Frame, Fehler</p> <p>FlexRay: Suche nach Frame-Beginn, Frame-Typ, Kennung, Zykluszähler, Titelfelder, Daten, ID &amp; Daten, Frame-Ende, Fehler</p> <p>Audio: Suche nach Wortauswahl oder Daten</p> <p>USB: Suche nach Sync, Zurücksetzen, Standby, Wiederaufnahme, Paketende, Token (Adresse)-Paket, Datenpaket, Handshakepaket, Spezialpaket oder Fehler</p>

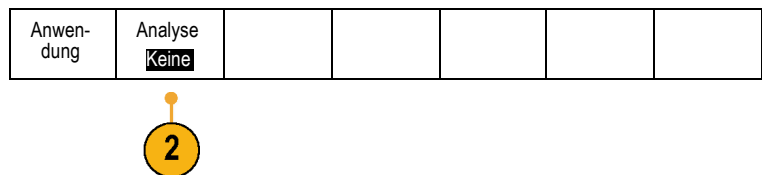
## Leistungsanalyse

Erfassen, messen und analysieren von Leistungssignalen mithilfe von Leistungsanalysemodul DPO4PWR. So verwenden Sie dieses Anwendungsmodul:

1. Drücken Sie **Test**.



2. Drücken Sie **Analyse**.



3. 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.

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

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

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

Verwenden Sie den 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.

---

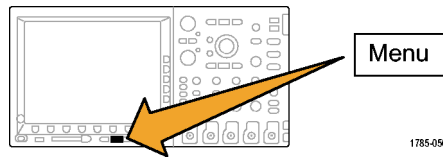
**HINWEIS.** In ISF-Dateien können nur die analogen Kanäle und Signale gespeichert werden, die aus analogen Kanälen (wie Math und Referenz) abgeleitet wurden. Wenn Sie alle Kanäle im ISF-Format speichern, wird eine Gruppe von Dateien gespeichert. Jede dieser Dateien erhält den gleichen Wert für XXXX,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

---

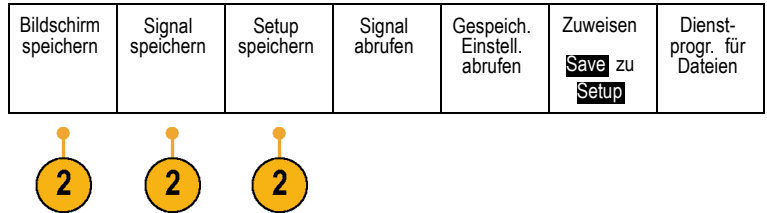
Wenn Sie zum Beispiel zum ersten Mal eine Datei speichern, wird diese tek00000 benannt. Wenn Sie beim nächsten Mal den gleichen Dateityp speichern, erhält die Datei den Namen tek00001.

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

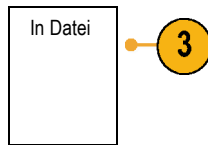
1. Drücken Sie **Save/Recall**.



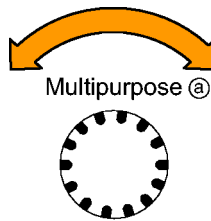
2. Drücken Sie **Bildschirm speichern, Signal speichern** oder **Setup speichern**.



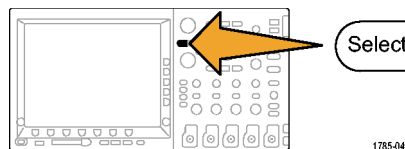
3. Bei Signal- oder Einstellungsdateien wechseln Sie zum Dateimanager, indem Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die Option **In Datei** drücken.



4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Dateistruktur zu blättern. (Siehe Seite 134, *Struktur der externen Datei*.)

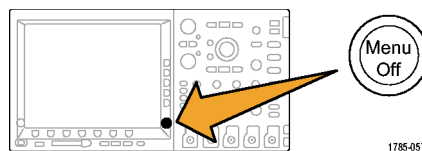


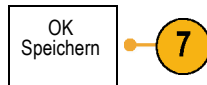
5. Drücken Sie **Wählen**, um Dateiordner zu öffnen oder zu schließen.



6. Drücken Sie **Dateiname bearbeiten**. Bearbeiten Sie den Dateinamen auf die gleiche Weise wie Notizen für Kanäle. (Siehe Seite 44, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)

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

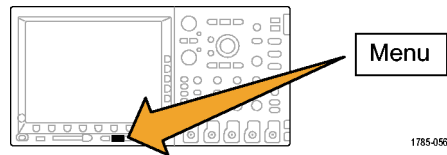




## Speichern einer Bildschirmdarstellung

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**.

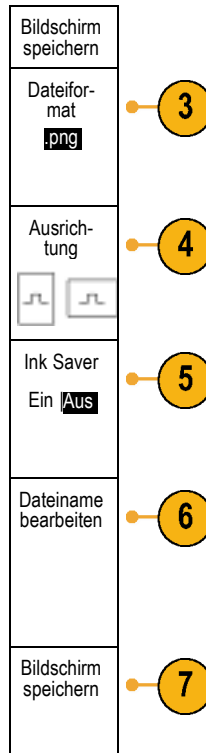


2. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen die Option **Bildschirm speichern**.

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.

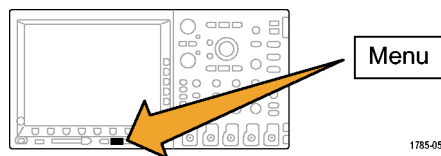


Informationen zum Drucken von Bildschirmdarstellungen mit Signalen finden Sie unter *Drucken einer Hardcopy*. (Siehe Seite 143, *Drucken*.)

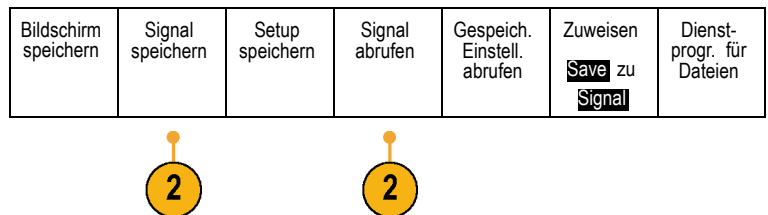
## Speichern und Abrufen von Signaldaten

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

1. Drücken Sie **Save/Recall**.



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



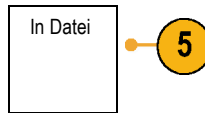
**HINWEIS.** Das Oszilloskop kann digitale Signale in CSV-Dateien, nicht aber in Referenzspeichern sichern. Das Oszilloskop kann digitale Signale nicht abrufen.

3. Sie können eines oder alle Signale auswählen.
4. Wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen den Speicherort der Signaldateien aus.

Speichern Sie die Informationen extern in eine Datei auf einer CompactFlash-Karte oder einem USB-Flash-Laufwerk. Sie können die Informationen auch intern in einer der beiden Referenzspeicherdateien (bei 2-Kanal-Modellen) oder in einer der vier Referenzdateien (bei 4-Kanal-Modellen) speichern.



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



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

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

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

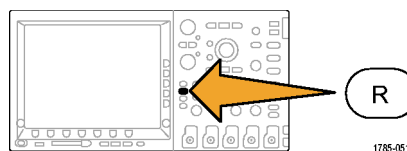
**Speichern eines analogen Signals im Referenzspeicher.** Wenn Sie ein analoges Signal im nicht flüchtigen internen Speicher des Oszilloskops speichern möchten, wählen Sie das Signal aus, das Sie speichern möchten, drücken Sie auf die Bildschirmtaste **Signal speichern**, und wählen Sie dann einen der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

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

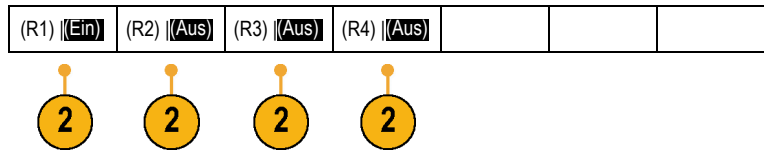
**HINWEIS.** 10 M-Referenzsignale sind flüchtig und werden beim Abschalten des Oszilloskops nicht gespeichert. Solche Signale können nur im externen Speicher behalten werden.

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

1. Drücken Sie **Ref R**.

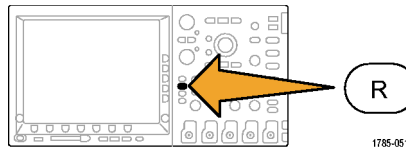


2. Drücken Sie **R1**, **R2**, **R3** oder **R4**.

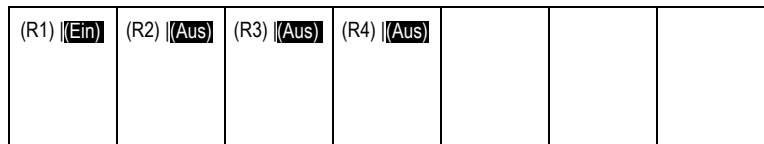


**Entfernen eines Referenzsignals aus der Anzeige.** So entfernen Sie ein Referenzsignal aus der Anzeige:

1. Drücken Sie **Ref R**.



2. Drücken Sie auf dem unteren Rahmen die Taste **R1**, **R2**, **R3** oder **R4**, um das Referenzsignal aus der Anzeige zu entfernen.

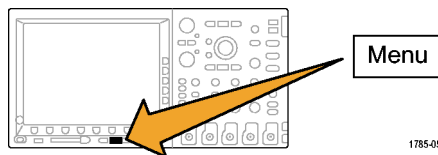


Das Referenzsignal befindet sich weiterhin im nicht-flüchtigen Speicher und kann erneut angezeigt werden.

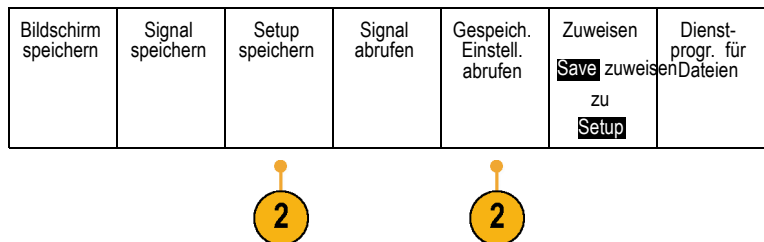
## Speichern und Abrufen von Setups

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**.



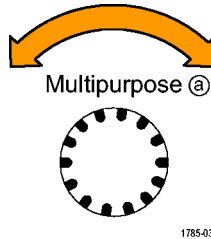
3. Wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen den Speicherort des Setups aus.

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

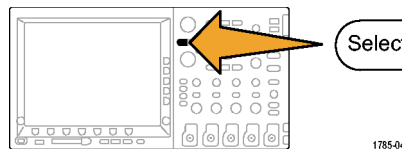
Setup speichern	
In Datei	3
Bezeichn. bearbeiten	
In Einstell. 1	3
In Einstell. 2	
-weiter-	

4. Wenn Sie Informationen auf einer CompactFlash-Karte oder einem USB-Flash-Laufwerk speichern, drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um in der Dateistruktur zu blättern. (Siehe Seite 134, *Struktur der externen Datei*.)



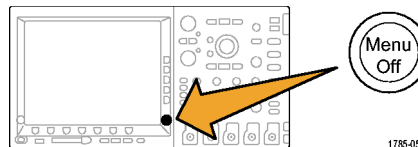
1785-039

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



1785-048

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



1785-057

5. Speichern der Datei

In  
gewählte  
Datei  
speichern

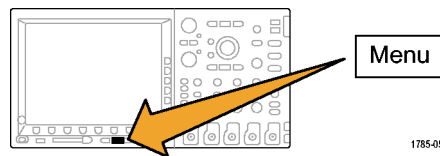
**Schnelltipps**

- **Abrufen der Grundeinstellung** Drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Default Setup**, um das Oszilloskop mit einem bekannten Setup zu initialisieren. (Siehe Seite 46, *Verwenden von Default Setup.*)

**Speichern mit einem einzigen Knopfdruck**

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

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



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

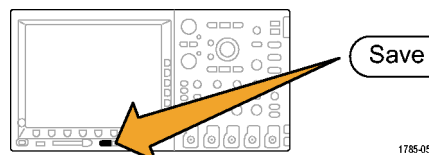
Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Zuweisen <b>Save</b> zuweisen zu <b>Setup</b>	Dienst-progr. für Dateien
----------------------	------------------	-----------------	----------------	-----------------------------	---	---------------------------



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

Speicher-daten zuweisen zu
<b>Bild-schirmabb.</b>
Signal
Setup

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



## 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.

---

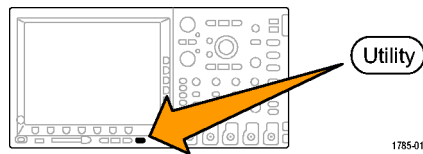
**HINWEIS.** Eine Liste kompatibler Drucker finden Sie auf der Webseite [www.tektronix.com/printer\\_setup](http://www.tektronix.com/printer_setup).

---

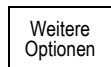
### Einrichten der Druckparameter

So richten Sie das Oszilloskop für den Druck ein:

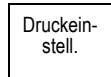
1. Drücken Sie **Utility**.



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 <b>Druckeinstell.</b>	Drucker auswählen <b>PictBridge</b>	Ausrichtung <b>Querformat</b>	Ink Saver <b>Ein</b>	PictBridge-Druckereinstellungen		
---	--	----------------------------------	-------------------------	---------------------------------	--	--

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

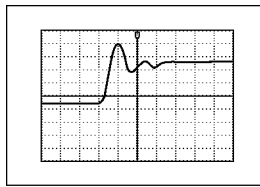
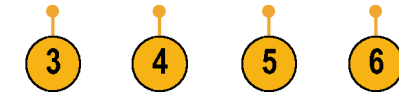
Drücken Sie **Wählen**, um den gewünschten Drucker auszuwählen.

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 146, *Drucken über Ethernet.*)

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



Querformat

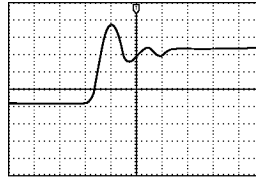
2121-237



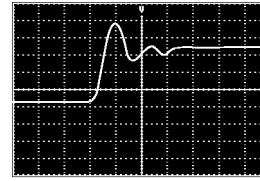
Hochformat

1785-116b

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



Ink Saver Ein

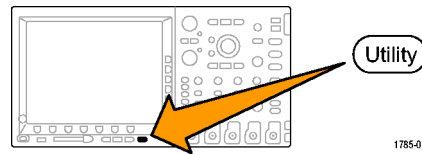


Ink Saver Aus

### 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**.

Weitere  
Optionen

3

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

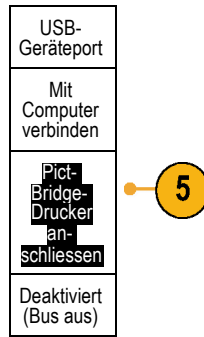
E/A

4. Drücken Sie **USB**.

Weitere Optionen E/A	USB Drucker	Ether- net-Net- zwerkein- stellgn.	GPIB 1			
----------------------------	----------------	---	-----------	--	--	--

4

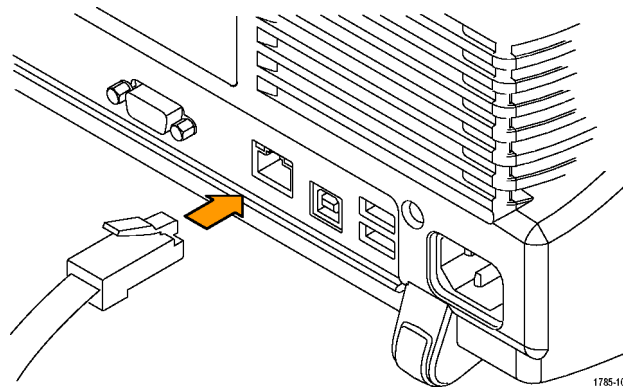
5. Drücken Sie **PictBridge-Drucker anschliessen**.



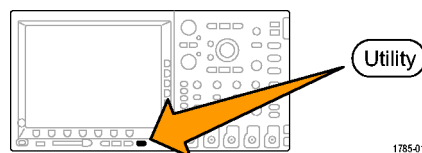
## Drucken über Ethernet

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

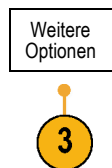
1. Schließen Sie ein Ethernet-Kabel an den Ethernet-Anschluss auf der Rückseite des Geräts an.



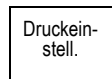
2. Drücken Sie **Utility**.



3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



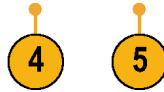
4. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Druckeinstell.** aus.





5. Drücken Sie **Drucker auswählen**.

Weitere Optionen <b>Druckeinstell.</b>	Drucker auswählen ???	Ausrichtung <b>Querformat</b>	Ink Saver <b>Aus</b>			
---	--------------------------	----------------------------------	-------------------------	--	--	--



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.



Multipurpose @

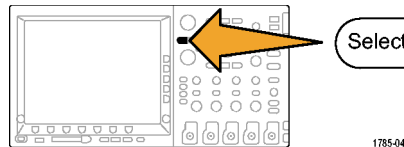


1785-039

Wenn Sie eine USB-Tastatur verwenden, können Sie die Einfügemarke mit den Pfeiltasten positionieren und den Druckernamen eingeben. (Siehe Seite 26, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop.*)

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

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



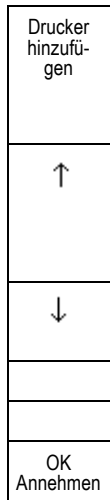
1785-049

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

Zeichen eingeben		←	→	Rücktaste	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.



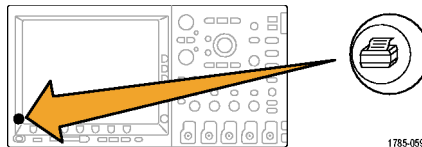
13. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und drücken Sie so oft wie erforderlich **Auswählen** oder **Zeichen eingeben**, um den Namen einzugeben.
14. Wenn Sie fertig sind, drücken Sie **OK Annehmen**.

**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 Bildschirminhalte mit einem einzigen Knopfdruck drucken:

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



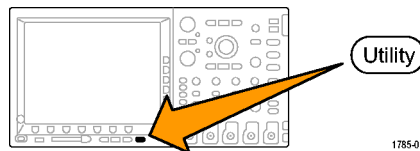
## Löschen des Oszilloskop-Speichers

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:

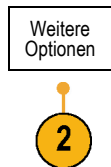
- Ersetzt alle Signale in allen Referenzspeichern durch Null-Werte
- Ersetzt das aktuelle Frontplatten-Setup sowie alle gespeicherten Setups durch das werkseitige Setup
- Zeigt je nach Erfolg der Überprüfung eine Bestätigung oder eine Warnung an.

So verwenden Sie TekSecure

1. Drücken Sie **Utility**.



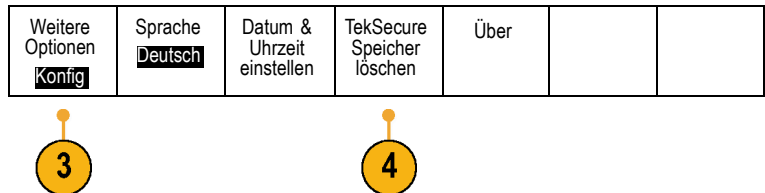
2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



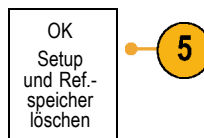
3. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.



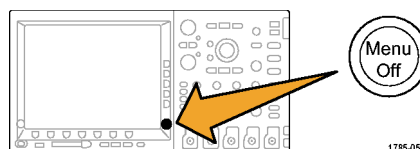
4. Drücken Sie **TekSecure Speicher löschen**.



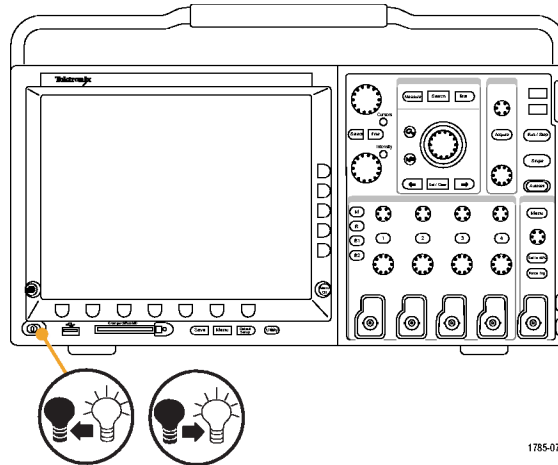
5. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **OK Setup und Ref Speicher löschen**.



Um den Vorgang abzubrechen, drücken Sie **Menu Off**.



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



1785-071

## Verwenden von Anwendungsmodulen

Mit optionalen Anwendungsmodulpaketen können die Funktionen Ihres Oszilloskops erweitert werden. (Siehe Seite 13, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul*.) Sie können bis zu vier Anwendungsmodule gleichzeitig installieren. (Siehe Seite 14, *Installieren eines Anwendungsmoduls*.)

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

- Das **serielle Trigger- und Analysemodul für Audio DPO4AUDIO** ermöglicht das Triggern auf I2S-, links angeordnete (LJ), rechts angeordnete (RJ) und TDM-Busse.
- Das **Automobile Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4AUTO** bietet Trigger 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.

---

**HINWEIS.** LIN und FlexRay sind geeignet für DPO4000s mit Seriennummern größer als C020000 und für alle MSO4000s.

---

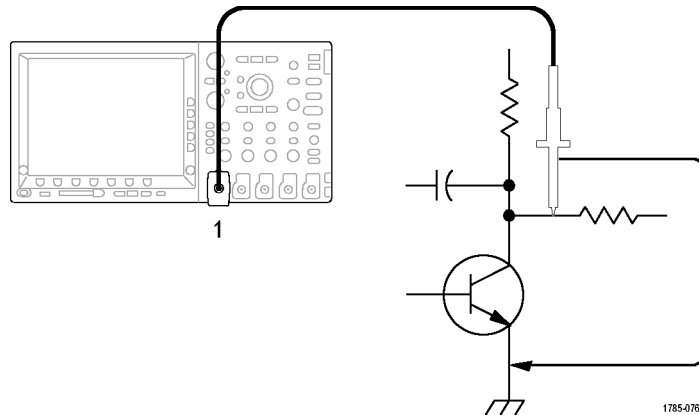
- Das **Computertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4COMP** ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Byte- oder Paketebene in RS-232-, RS-422-, RS-485- und UART-Bussen und bietet Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen digitale Signalansichten, Busansichten, Paketdecodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.
- Das **Eingebettete Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4EMBD** bietet Trigger auf Paketinformationsebene bei seriellen Bussen, die in integrierten Konstruktionen (I<sup>2</sup>C 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 DPO4USB USB 2.0 Trigger- und Analysemodul** ermöglicht die Triggerung auf Niedriggeschwindigkeits- und Hochgeschwindigkeits-USB-Bussen. Bei Hochgeschwindigkeits-USB nur Flankentrigger
- Das **Leistungsanalysemodul DPO4PWR** ermöglicht Messungen im Bereich Netzqualität, Schaltverlust, Oberschwingungen, Ripple, Modulation, sicherer Betriebsbereich und Anstiegsrate (dV/dt und dI/dt).
- 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.

## Anwendungsbeispiele

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

### Durchführen einfacher Messungen

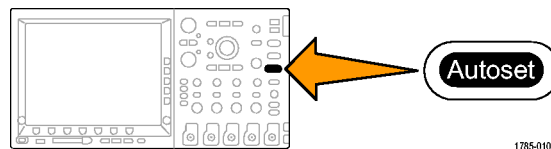
Wenn Sie ein Signal in einem Schaltkreis anzeigen müssen, jedoch nicht die Signalamplitude oder -frequenz kennen, verbinden Sie den Tastkopf von Kanal 1 des Oszilloskops mit dem Signal. Zeigen Sie das Signal dann an, und messen Sie seine Frequenz und Spitze-zu-Spitze-Amplitude.



### Verwendung von Auto-Setup

So zeigen Sie schnell ein Signal an:

1. Drücken Sie **Auto-Setup**.



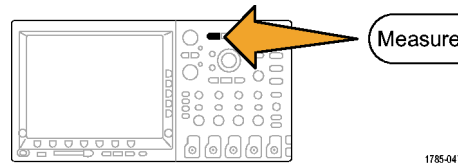
Das Oszilloskop setzt die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen automatisch. Sie können diese Optionen manuell einstellen, wenn Sie die Anzeige des Signals optimieren möchten.

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

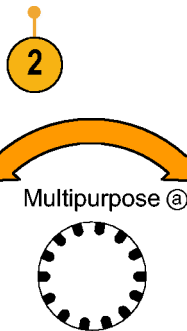
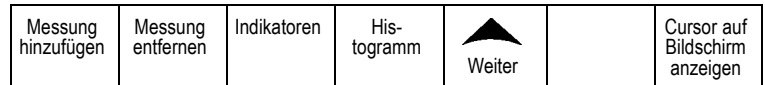
## Auswählen automatischer Messungen

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

1. Drücken Sie **Messen**.

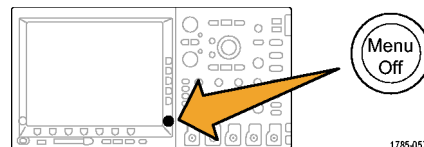


2. Drücken Sie **Messung hinzufügen**.

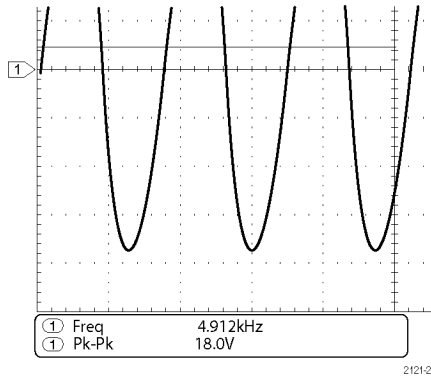


3. Drücken Sie bei Bedarf im seitlichen Menü auf **Quelle** und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopfs **a** den Kanal aus, von dem die Messung erfolgen soll. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um die **Frequenz**-Messung auszuwählen. Drücken Sie im seitlichen Menü **OK Messung hinzufügen**. Wiederholen Sie diesen Prozess, um einen anderen Kanal auszuwählen, die **Spitze-zu-Spitze**-Messung und drücken Sie dann erneut auf **OK Messung hinzufügen**.

4. Drücken Sie **Menu Off**.

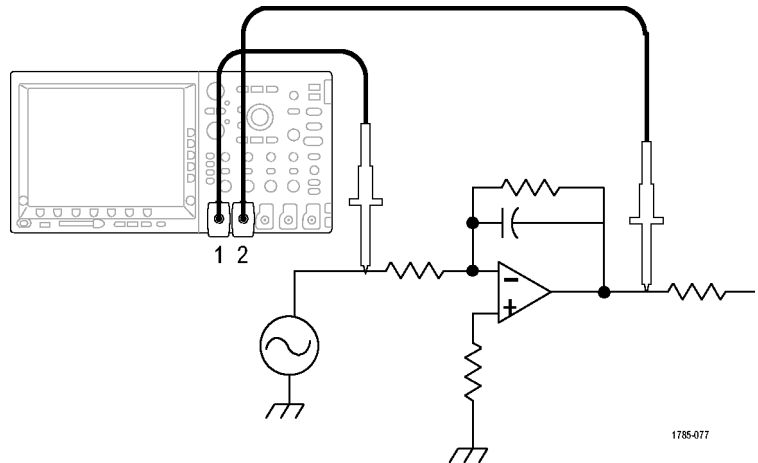


- Beachten Sie, dass die Messungen auf dem Bildschirm angezeigt und bei Änderungen des Signals aktualisiert werden.



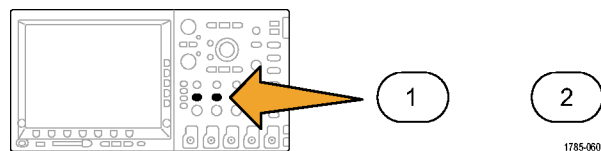
### Messen zweier Signale

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



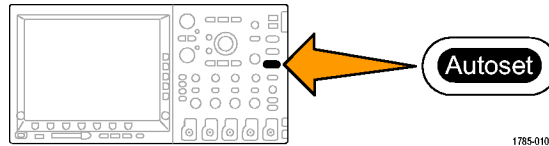
So zeigen Sie die an den Kanälen 1 und 2 angeschlossenen Signale an

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



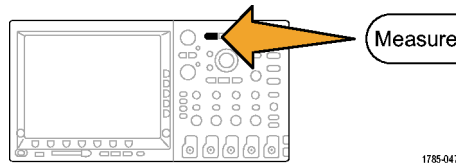


2. Drücken Sie **Auto-Setup**.



So wählen Sie Messungen für die beiden Kanäle:

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

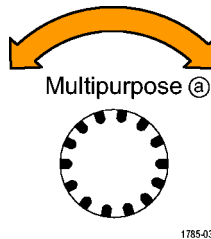


2. Drücken Sie **Messung hinzufügen**.

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

2

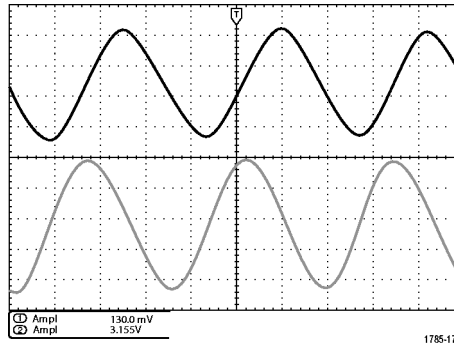
3. Drücken Sie bei Bedarf im seitlichen Menü auf **Quelle** und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um Kanal **1** auszuwählen. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um die **Amplituden**-Messung auszuwählen. Drücken Sie im seitlichen Menü **OK** **Messung hinzufügen**. Wiederholen Sie diesen Prozess, um Kanal **2** auszuwählen und drücken Sie danach erneut auf **OK** **Messung hinzufügen**.



4. Berechnen Sie die Verstärkungsleistung mit den folgenden Gleichungen:

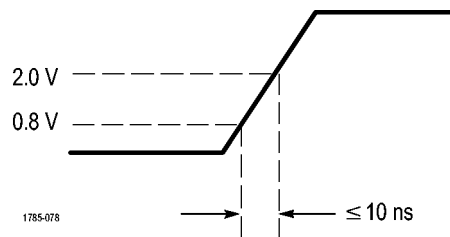
$$\text{Verstärkungsleistung} = (\text{Ausgangsamplitude} \div \text{Eingangsamplitude}) = (3,155 \text{ V} \div 130,0 \text{ mV}) = 24,27$$

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



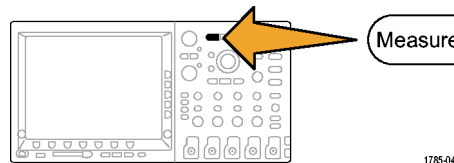
### Anpassen der Messungen

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



So wählen Sie die Anstiegszeitmessung

1. Drücken Sie **Messen**.

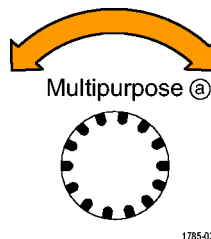


2. Drücken Sie **Messung hinzufügen**.

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



3. Drücken Sie bei Bedarf im seitlichen Menü auf **Quelle** und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopfs **a** den Kanal aus, von dem die Messung erfolgen soll. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um die **Anstiegszeit**-Messung durchzuführen. Drücken Sie im seitlichen Menü **OK** **Messung hinzufügen**.



4. Drücken Sie mehrmals **Weiter**, um in dem Pop-up-Menü **Referenzpegel** auszuwählen.

5. Drücken Sie **Pegel setzen in**, um **Einheiten** auszuwählen.

6. Drücken Sie **Hohe Ref**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um 2,00 V einzugeben. Drücken Sie bei Bedarf **Fein**, um die Empfindlichkeit des Mehrfunktions-Drehknopfs zu ändern.

7. Drücken Sie **Low Ref**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um 800 mV einzugeben. Drücken Sie bei Bedarf **Fein**, um die Empfindlichkeit des Mehrfunktions-Drehknopfs zu ändern.

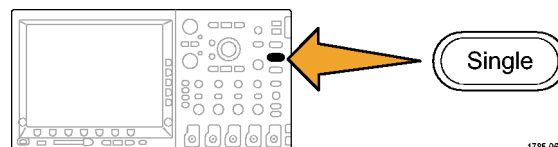
Referenz- pegel
Pegel setzen in %  Einh
Hohe Ref (a) 2,00 V
Mid Ref
Low Ref (a) 800 mV

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

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

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

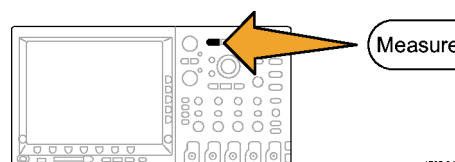
1. Drücken Sie **Einzel**, um eine Einzelerfassung vorzunehmen. Hierbei wird vorausgesetzt, dass das Oszilloskop den Trigger mit den aktuellen Einstellungen auslöst.



1785-061

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

2. Drücken Sie **Messen**.



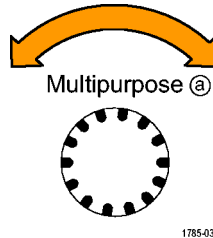
1785-047

3. Drücken Sie **Messung hinzufügen**.

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

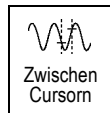


4. Drücken Sie bei Bedarf im seitlichen Menü auf **Quelle** und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopfs **a** den Kanal aus, von dem die Messung erfolgen soll. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **b**, um die **Positive Impulsbreite**-Messung durchzuführen. Drücken Sie im seitlichen Menü **OK Messung hinzufügen**.



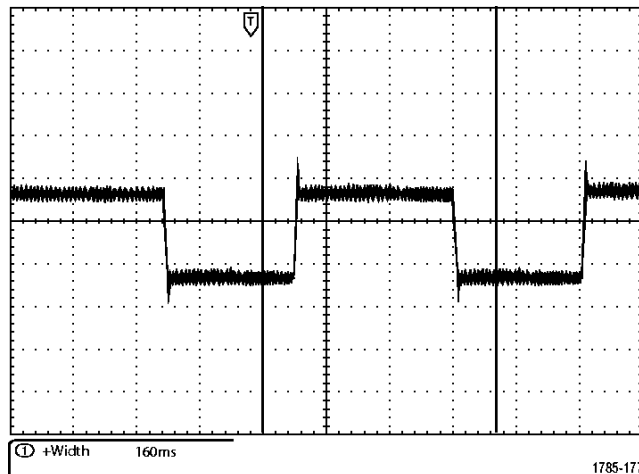
5. Drücken Sie mehrmals **Weiter**, um in dem Popup-Menü **Gating** auszuwählen.

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



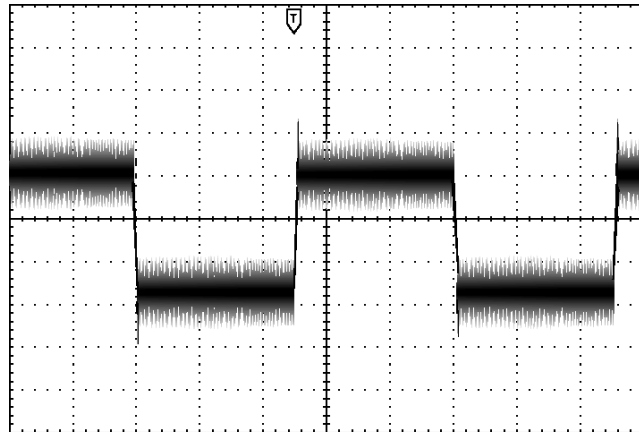
7. Setzen Sie einen Cursor links und einen rechts neben den zweiten Impuls.

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



## Analyse von Signaldetails

In diesem Beispiel wird auf Ihrem Oszilloskop ein Störsignal angezeigt. Sie möchten mehr darüber wissen. Sie vermuten, dass das Signal viel mehr Details enthält, als Sie im Moment in der Anzeige sehen können.

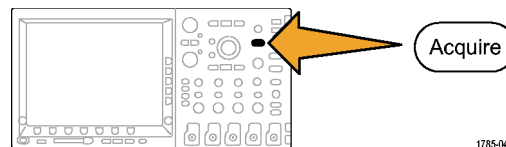


1785-175

## Analyse von Störsignalen

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

1. Drücken Sie **Erfassen**.



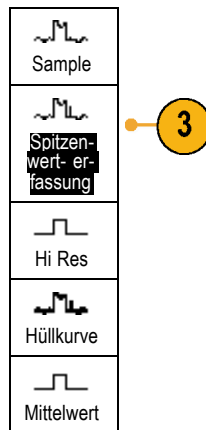
1785-046

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

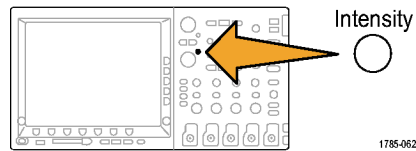
Modus <b>Sample</b>	Aufzeichn.- länge <b>10k</b>	Verzögerung Ein <b>Aus</b>	Horiz. Position auf 10 % setzen	Signal- anzeige	XY-Anzeige <b>Aus</b>	
------------------------	------------------------------------	-------------------------------	--	--------------------	--------------------------	--



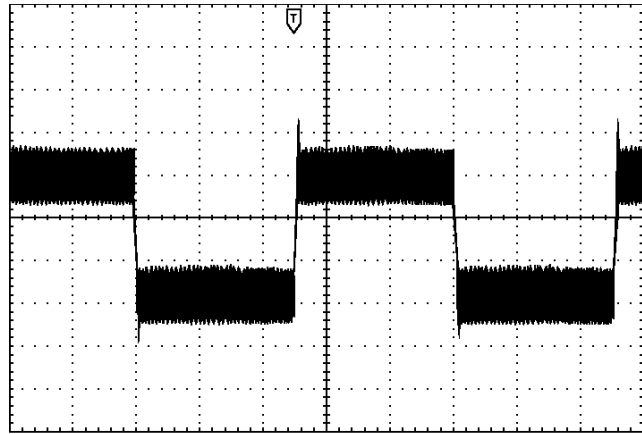
3. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **Spitzenwert-erfassung**.



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



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



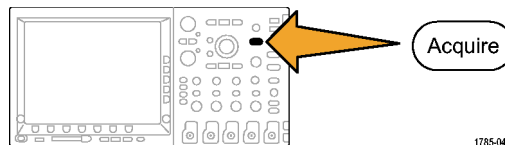
1785-174

Die Spitzenwerverfassung und die anderen Erfassungsmodi werden weiter oben in diesem Handbuch beschrieben. (Siehe Seite 48, *Erfassungskonzepte*.)

### Trennung eines Signals vom Störrauschen

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

1. Drücken Sie **Erfassen**.



1785-046

2. Drücken Sie **Modus**.

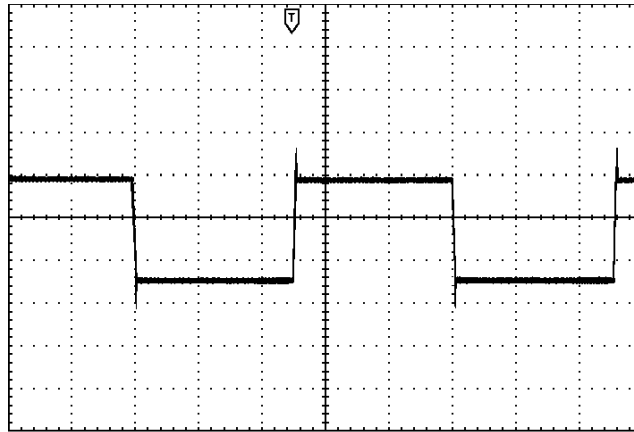
Modus <b>Sample</b>	Aufzeichn.-länge <b>10 K</b>	Verzögerung Ein <b>Aus</b>	Horiz. Position auf 10 % setzen	Signal-anzeige	XY-Anzeige <b>Aus</b>	
------------------------	---------------------------------	-------------------------------	---------------------------------------	----------------	--------------------------	--



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



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

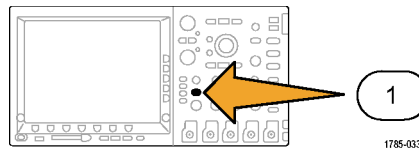


1785-176

### Durchführen von Cursor-Messungen

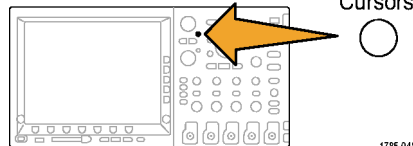
Sie können mit den Cursors schnelle Signalmessungen durchführen. So messen Sie die Schwingungsfrequenz an der ansteigenden Flanke des Signals:

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



1785-033

2. Halten Sie **Cursor** gedrückt, um die Cursor zu aktivieren und das Cursormenü anzuzeigen.



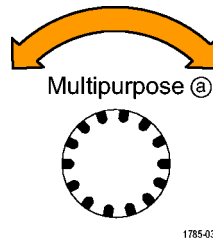
1785-048

3. Drücken Sie **Gekoppelt**, um Verknüpft zu **deaktivieren**.
4. Drücken Sie **Cursor auf Bildschirm anzeigen**.
5. Drücken Sie **Einheiten**.

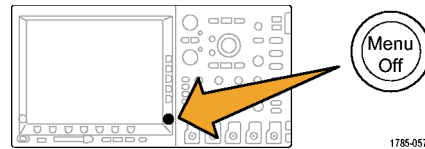
Cursor <b>Signal-</b> Bildschirm	Leisten Horizontal Vertikal	Gekoppelt Ein <b>Aus</b>	Cursor auf Bildschirm anzeigen	Einheiten		
			3	4	5	



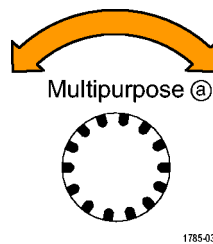
6. Drücken Sie **V-Balken-Einheiten** im seitlichen Menü, wenn diese Option noch nicht ausgewählt wurde. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um **Hz (1/s)** als Maßeinheit auszuwählen.



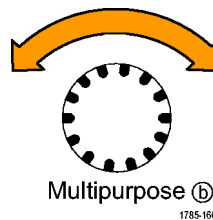
7. Drücken Sie **Menu Off** um die Cursorsteuerung den Mehrfunktions-Drehknöpfen zuzuweisen.



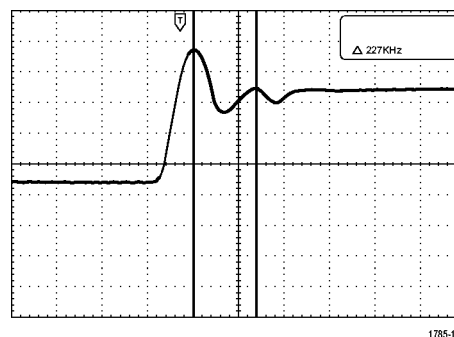
8. Setzen Sie einen Cursor mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **a** auf den ersten Spitzenwert der Schwingung.



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



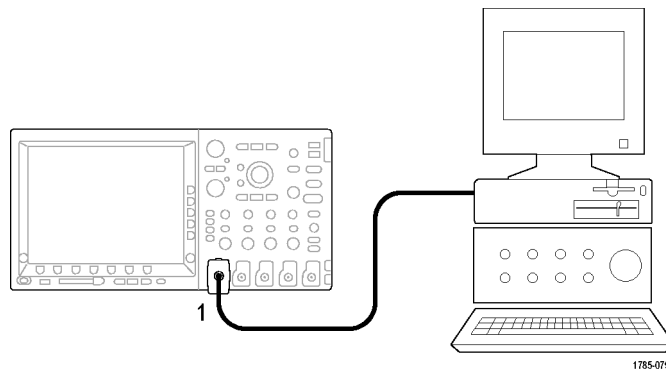
10. Die Cursor-Anzeige  $\Delta$  zeigt eine gemessene Schwingungsfrequenz von 227 kHz an.



## Triggern bei Video-Signalen

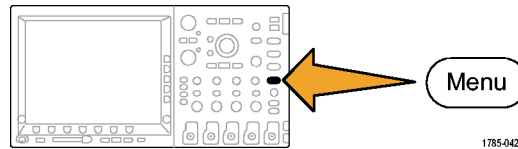
Das Oszilloskop unterstützt das Triggern bei NTSC-, SECAM- und PAL-Signalen.

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

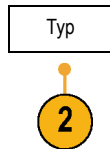


So verwenden Sie die Videohalbbilder für die Triggerung:

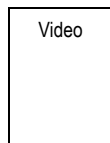
1. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich.



2. Drücken Sie **Typ**.



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



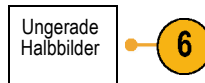
4. Drücken Sie **Video Standard**, und blättern Sie durch Drehen des Mehrzweckknopfes **a** solange durch die Standards, bis Sie **525/NTSC** auswählen.

Typ <b>Video</b>	Video Standard <b>525/NTSC</b>	Quelle <b>1</b>	Trigger An <b>Alle Zeilen</b>			Modus <b>Auto</b> & Holdoff
---------------------	-----------------------------------	--------------------	----------------------------------	--	--	-----------------------------------

5. Drücken Sie **Triggern auf**.

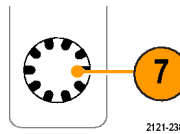


6. Wählen Sie **Ungerade Halbbilder**.

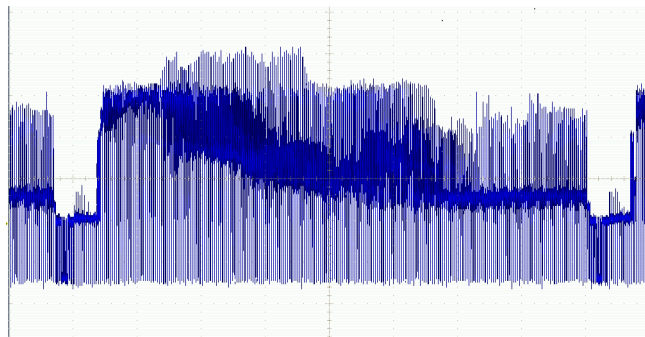


Wenn es sich um ein nichtverschachteltes Signal handelt, können Sie auch **Alle Halbbilder** zum Triggern verwenden.

7. Drehen Sie den Knopf **Horizontalskala**, um ein vollständiges HalbBild in der Anzeige zu sehen.



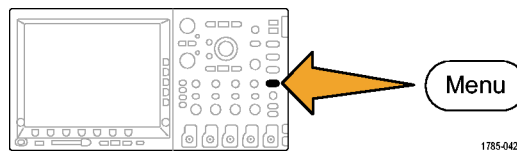
8. Zeigen Sie die Ergebnisse an.



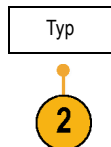
## Triggung auf Zeilen

**Triggung auf Zeilen.** So überprüfen Sie die Videozeilen im HalbBild:

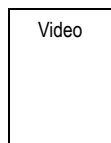
1. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich.



2. Drücken Sie **Typ**.



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



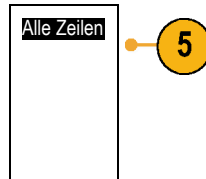
Typ <b>Video</b>	Video Standard <b>525/NTSC</b>	Quelle <b>1</b>	Triggern auf <b>Alle Zeilen</b>			Modus <b>Auto</b> & Holdoff
---------------------	-----------------------------------	--------------------	------------------------------------	--	--	-----------------------------------

4. Drücken Sie **Triggern auf**.

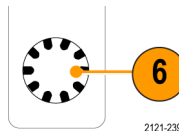


5. Wählen Sie **Alle Zeilen**.

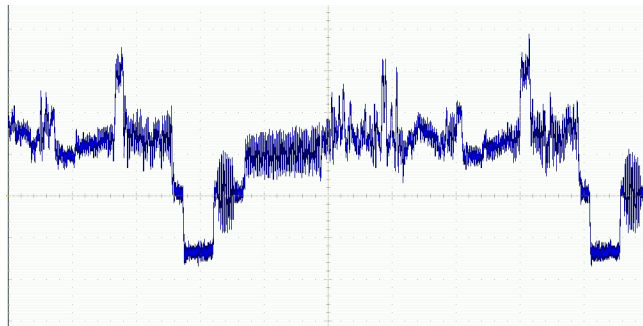
Zum Triggern auf eine bestimmte Zeile wählen Sie **Zeilenzahl**, und wählen Sie durch Drehen von Mehrfunktions-Drehknopf **a** die Zeilenzahl.



6. Stellen Sie **Horizontale Skala** so ein, dass Sie eine vollständige Videozeile in der Anzeige sehen.



7. Beobachten Sie die Ergebnisse.



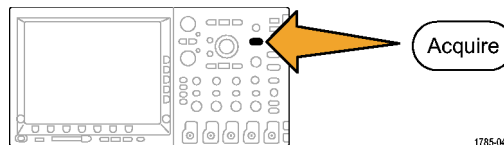
## Aufnehmen eines Einzelschuss-Signals

In diesem Beispiel funktioniert ein Relais in einem Gerät unzuverlässig, und Sie müssen das Problem analysieren. Sie vermuten, dass das Problem beim Öffnen des Relais entsteht. Die kleinste Intervall, in dem das Relais geöffnet und geschlossen werden kann, beträgt etwa einmal pro Minute. Deshalb müssen Sie die Spannung am Relais als Einzelschuss erfassen.

So richten eine Einzelschusserfassung ein:

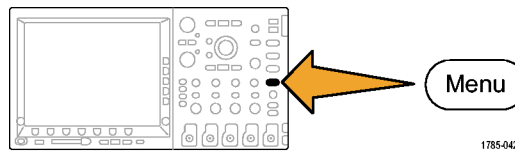
1. Stellen Sie **Vertikalskala** and **Horizontalskala** auf Bereiche ein, die für die Anzeige des Signals geeignet sind.


2. Drücken Sie **Erfassen**.



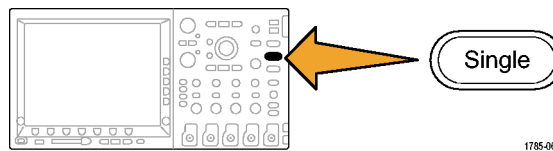
1785-046

3. Drücken Sie **Modus**.
4. Wählen Sie **Sample**.
5. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich.



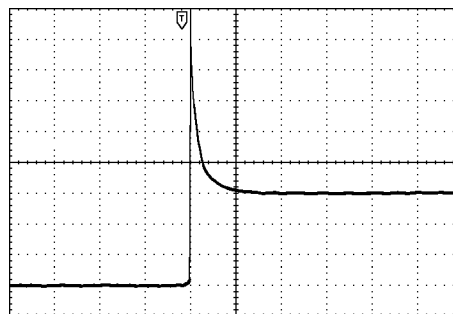
6. Drücken Sie **Flanke** und .
7. Drehen Sie den Knopf **Triggerpegel**, um den Triggerpegel auf eine Spannung einzustellen, die in der Mitte zwischen Öffnungs- und Schließspannung des Relais liegt.

8. Drücken Sie **Einzel** (Einzelfolge).



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

Mit der Sequenztaaste **Einzel** wird die automatische Triggerung deaktiviert, so dass nur ein gültiges getriggertes Signal erfasst wird.

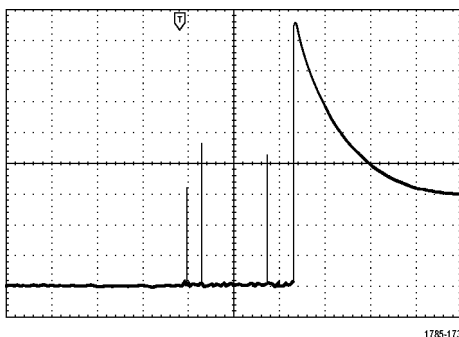


## Optimieren der Erfassung

In der ursprünglichen Erfassung wird abgebildet, wie sich der Relaiskontakt am Triggerpunkt öffnet. Danach folgen deutliche Spitzen, die das Kontaktprellen und die Induktion im Schaltkreis anzeigen. Die Induktion kann zu einem durchgeschlagenen Kontakt und einem vorzeitigen Relaisfehler führen.

Bevor Sie mit der nächsten Erfassung fortfahren, können Sie die vertikalen und horizontalen Optionen einstellen, um eine Voransicht der nächsten Erfassung zu erhalten. Wenn Sie diese Optionen einstellen, wird die aktuelle Erfassung neu positioniert, erweitert oder komprimiert. Diese Voransicht ist nützlich, wenn Sie die Einstellungen vor dem nächsten Einzelschussereignis optimieren möchten.

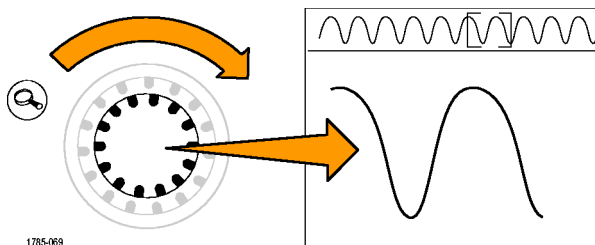
Bei der nächsten Erfassung mit den neuen vertikalen und horizontalen Einstellungen können Sie mehr Details zum Öffnen des Relaiskontaktes anzeigen. Sie können jetzt sehen, dass der Kontakt einige Male prellt, bevor er geöffnet wird.



## Verwendung der horizontalen Zoom-Funktion

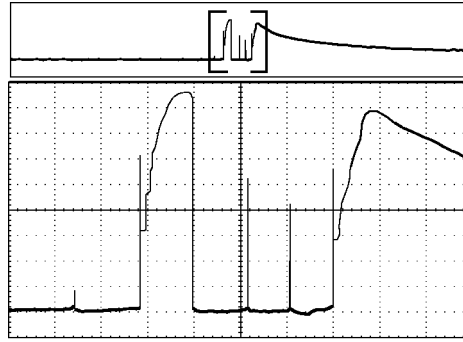
Wenn Sie eine bestimmte Stelle des erfassten Signals genauer unter die Lupe nehmen möchten, verwenden Sie die horizontale Zoom-Funktion. So überprüfen Sie die Stelle, an der sich der Relaiskontakt öffnet:

1. Drehen Sie den Knopf **Zoom**.



2. Drehen Sie den Knopf **Pan** solange, bis sich die Mitte des Zoomfensters nahe an der Stelle befindet, an der sich der Relaiskontakt öffnet.
3. Drehen Sie den Knopf **Zoom** so, dass das Signal im Zoomfenster vergrößert wird.

Das unruhige Signal und die Induktionslast in der Schaltung lassen vermuten, dass der Relaiskontakt beim Öffnen fehlschlägt.



1785-173

## Korrelieren von Daten mit dem Logikanalysator TLA5000

Wenn Sie für Designs mit stark ansteigenden Taktflanken und hohen Datenraten eine Fehlerbehebung durchführen möchten, ist es empfehlenswert, die analogen Eigenschaften digitaler Signale in Bezug auf komplexe digitale Ereignisse im Schaltkreis anzuzeigen. Dies ist in der iView möglich, in der Sie analoge Signale vom Oszilloskop auf die Anzeige des Logikanalysators übertragen können. Dann können Sie die zeitkorrelierten analogen und digitalen Signale nebeneinander anzeigen und auf diese Weise Quellen von Glitches und andere Probleme ermitteln.

---

**HINWEIS.** *Digitale Signale von Oszilloskopen der Serie 4000 können nicht zur Anzeige des Logikanalysators übertragen werden.*

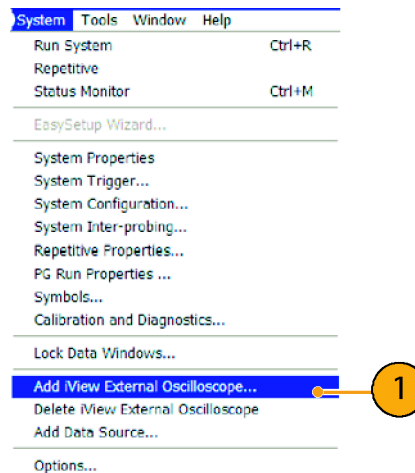
---

Mit dem externen iView-Oszilloskopkabel können Sie den Logikanalysator an ein Tektronix-Oszilloskop anschließen. Damit wird die Kommunikation zwischen den beiden Geräten hergestellt. Für Oszilloskope der Serie 4000 benötigen Sie außerdem einen Adapter TEK-USB-488. Der Assistent zum Hinzufügen von externen Oszilloskopen ist über das System-Menü der Anwendung TLA verfügbar und leitet Sie durch den Anschluss des iView-Kabels zwischen Logikanalysator und Oszilloskop.

TLA bietet auch ein Setup-Fenster, in dem Sie die Oszilloskop-Einstellungen überprüfen, ändern und testen können. Vor dem Erfassen und Anzeigen eines Signals müssen Sie mit Hilfe des Assistenten zum Hinzufügen von externen Oszilloskopen zwischen dem Tektronix-Logikanalysator und dem Oszilloskop eine Verbindung herstellen.

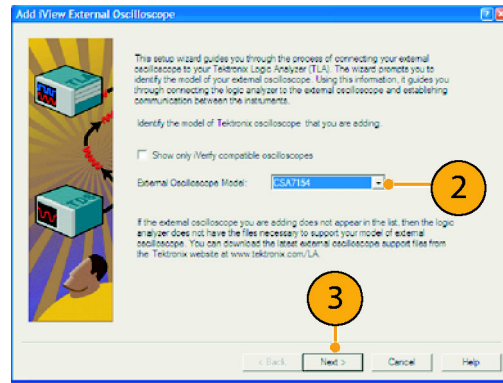
Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Wählen Sie im System-Menü des Logikanalysators **Add iView External Oscilloscope ...**





2. Wählen Sie Ihr Oszilloskop-Modell aus.
3. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm, und klicken Sie dann auf **Next**.
4. In der Dokumentation des Tektronix-Logikanalysators finden Sie weitere Informationen zur Korrelation von Daten zwischen einem Tektronix-Oszilloskop und einem Logikanalysator.



## Aufspüren von Abweichungen bezüglich der Busse

In diesem Beispiel testen Sie einen neuen I<sup>2</sup>C-Schaltkreis. Offenbar ist ein Fehler aufgetreten. Sie weisen den Master-IC an, eine Nachricht an den Slave-IC zu senden. Sie erwarten, daraufhin die Daten zurückzuerhalten und eine LED leuchten zu sehen. Das Licht beginnt jedoch nicht zu leuchten. An welcher Stelle innerhalb der etwa zehn gesendeten Befehle ist das Problem verborgen? Wenn Sie die betreffende Stelle gefunden haben, wie bestimmen Sie den eigentlichen Fehler?

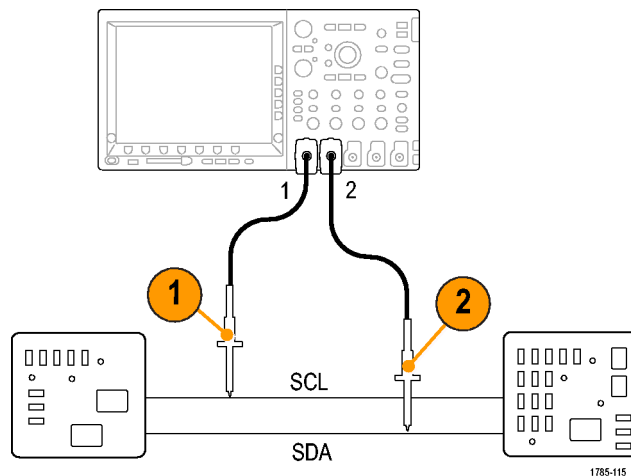
Mit dem Oszilloskop und seinen Bitmustertrigger-Funktionen und Verwaltungsfunktionen für große Aufzeichnungslängen können Sie das Problem sowohl in der physischen Schicht als auch in der Protokollschicht des Busses ermitteln.

### Grundstrategie

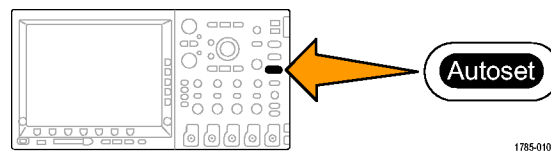
Zunächst müssen Sie das Bussignal erfassen und anzeigen, indem Sie Busparameter und Trigger einrichten. Dann durchsuchen Sie die einzelnen Pakete mit der Such-/Markierungsfunktion.

**HINWEIS.** Triggerung auf I<sup>2</sup>C-, SPI-, USB-, CAN-, LIN-, FlexRay-, RS-232-, RS-422-, RS-485-, UART-, I<sup>2</sup>S-, links angeordnete, rechts angeordnete und TDM-Bussignalen erfordert die Nutzung eines entsprechenden serielle DPO4EMBD-, DPO4USB-, DPO4AUTO-, DPO4AUTOMAX-, DPO4COMP- oder DPO4AUDIO-Trigger- und Analysemoduls. Die Triggerung auf Signalen eines parallelen Busses erfordert ein Oszilloskop der Serie MSO4000.

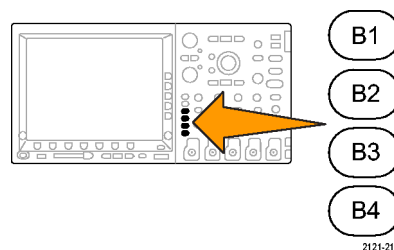
1. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 1 an die Taktleitung an.
2. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 2 an die Datenleitung an.



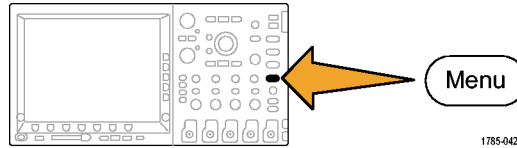
3. Drücken Sie **Auto-Setup**.



4. Drücken Sie die Taste **B1**, und geben Sie in den angezeigten Bildschirmen die Parameter des I<sup>2</sup>C-Busses ein.



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

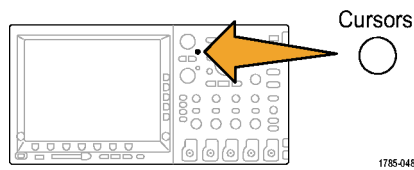


6. Drücken Sie **Typ**, um **Bus** auszuwählen. Geben Sie in den daraufhin angezeigten Bildschirmenüs Triggerparameter ein.

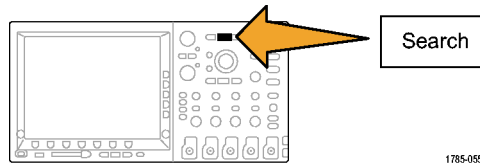
Typ <b>Bus</b>	Trig-gerquelle <b>B1 (I2C)</b>	Triggern auf <b>Adresse</b>	Adresse <b>07F</b>		Anweisung <b>Lesen</b>	Modus <b>Auto</b> & Holdoff
-------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-----------------------	--	---------------------------	-----------------------------------



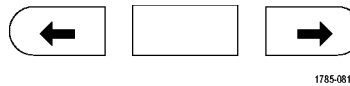
7. Analysieren Sie die physische Schicht. Für manuelle Messungen können Sie z. B. die Cursors verwenden. (Siehe Seite 112, *Manuelle Messungen mit Cursors vornehmen.*) Sie können auch die automatisierten Messungen verwenden. (Siehe Seite 104, *Durchführen automatischer Messungen.*)



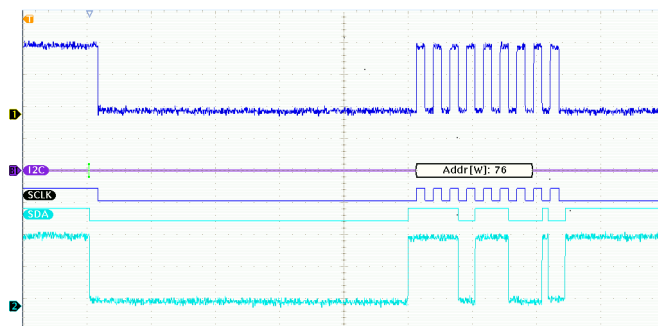
8. Drücken Sie **Suchen**. Setzen Sie **Suchmarkierungen** auf **Ein**. Geben Sie im Menü auf dem unteren Rahmen und in den zugehörigen Menüs auf dem seitlichen Rahmen einen Suchtyp, eine Quelle und weitere relevante Parameter ein. (Siehe Seite 126, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge.*)



9. Springen Sie zum nächsten Suchpunkt, indem Sie die Pfeiltaste nach rechts drücken. Drücken Sie diese mehrmals, bis Sie alle Ereignisse eingesehen haben. Springen Sie mit der Pfeiltaste nach links zurück. Sind alle erwarteten Pakete vorhanden? Andernfalls haben Sie zumindest die Suche auf das zuletzt gesendete Paket eingengt.



10. Analysieren Sie die decodierten Pakete in der Protokollschicht. Haben Sie die Datenbytes in der richtigen Reihenfolge gesendet? Haben Sie die richtige Adresse verwendet?



## Fehlersuche in Schaltungen mit parallelen Bussen

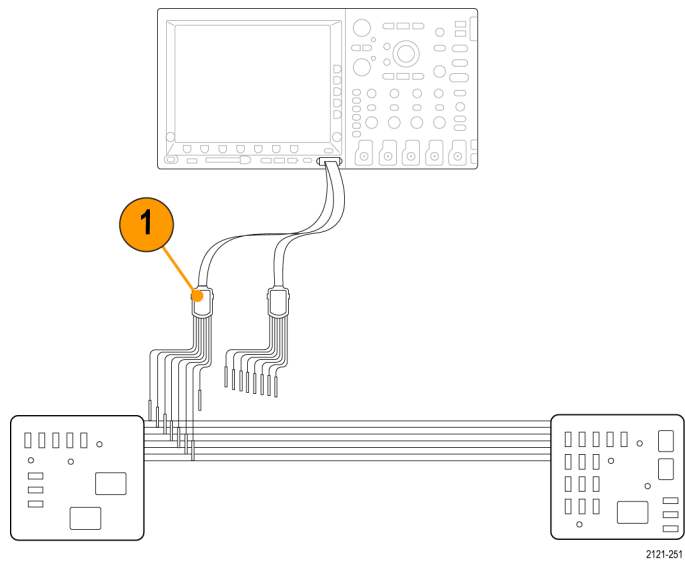
In diesem Beispiel überwachen Sie mit Ihrem Oszilloskop einen parallelen Bus. Sie können Ihr Oszilloskop der Serie MSO4000 mit seinen 16 digitalen Kanälen für die Analyse des Busses verwenden. Das Oszilloskop der Serie MSO4000 zeigt Ihnen nicht nur den Aktivierungsstatus an, sondern decodiert die Signale auf dem parallelen Bus auch für Sie.

### Grundstrategie

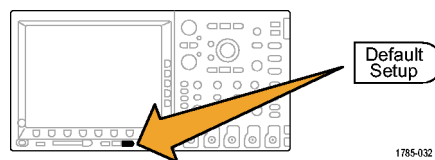
Zuerst erfassen Sie die digitalen Signale und zeigen sie an. Dann durchsuchen Sie die Daten mithilfe der Such-/Markierfunktion.

**HINWEIS.** Die Oszilloskope der Serie MSO4000 unterstützen das Triggern und Decodieren von Signalen auf dem parallelen Bus.

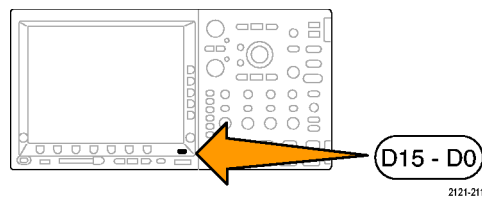
1. Schließen Sie die gewünschte Logik-Tastkopfspitze an die gewünschten Prüfpunkte an. Zur Vereinfachung wird in diesem Beispiel der Anschluss zu einem 7-Bit-Zähler hergestellt.



2. Drücken Sie **Default Setup**. Drücken Sie dann die Taste für Kanal 1, um das Signal aus der Anzeige zu entfernen.

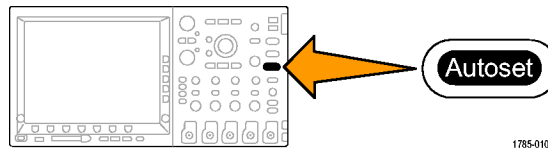


3. Drücken Sie die Taste **D15-D0**.

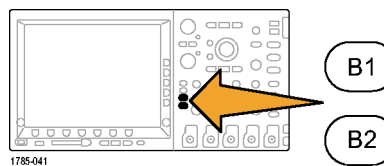


4. Drücken Sie die Taste **D15-D0 Ein/Aus** am unteren Rahmen, und drücken Sie dann auf **D7-D0 Einschalten** auf dem seitlichen Rahmen, um die digitalen Signale anzuzeigen. Zum Ausschalten eines Kanals wählen Sie den Kanal mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **a**, und drücken Sie dann auf dem seitlichen Rahmen auf **Anzeige**, um diese zu deaktivieren.

5. Drücken Sie **Autoset**.



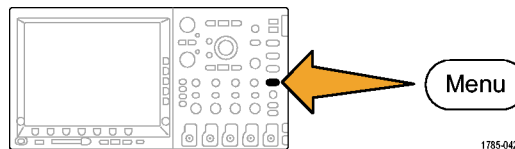
6. Drücken Sie die Taste **B1**, um als Bustyp „Parallel“ zu wählen. Drücken Sie im unteren Rahmenmenü auf **Eingänge definieren**, und geben Sie für den Bus die Parameter „Getaktet“, „Taktflanke“ und „Bits definieren“ sowie die Bitanzahl ein.



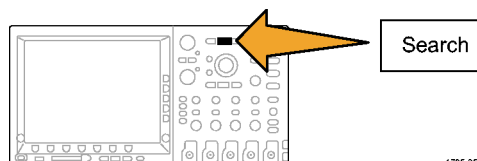
7. Drehen Sie den Knopf „Horizontalskala“, um die Zeitbasis einzustellen.

Je mehr Zeit pro Skalenteil Sie einstellen, desto mehr Daten werden in der Busanzeige dargestellt.

8. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich. Drücken Sie **Typ**, und wählen Sie **Bus**. Geben Sie dann die Triggerparameter wie Triggerquelle und Daten ein. Legen Sie Modus und Holdoff nach Bedarf fest.

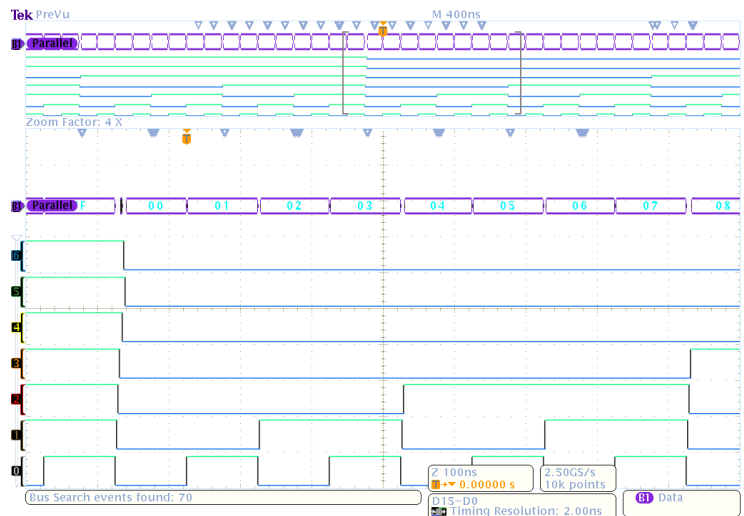


9. Drücken Sie zuerst auf **Suchen**, dann auf die untere Rahmentaste **Suchen**, und wählen Sie schließlich im seitlichen Rahmenmenü **An**.



10. Drücken Sie **Suchtyp**. Verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um **Bus** auszuwählen, und drücken Sie dann auf **Daten**. Legen Sie den Datenwert mit den Mehrzweckknöpfe **a** und **b** fest.

11. Mit den Tasten „Zurück“ und „Weiter“ können Sie innerhalb des Datensatzes navigieren
12. Drücken Sie Zoom, und Verschieben Sie für die Analyse der Ergebnisse zu den interessanten Bereichen.



## Fehlersuche auf einem RS-232-Bus

In diesem Beispiel untersuchen Sie die analogen Charakteristika eines digitalen Signals in einer digitalen Schaltung. Hiermit wollen Sie die Signalintegrität eines Signals analysieren. Sie könnten beispielsweise Signale auf einem RS-232-Bus prüfen.

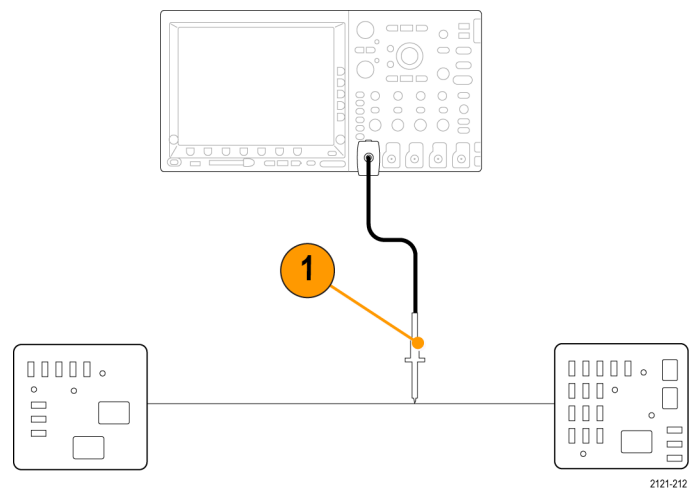
Sie können Ihr Oszilloskop der Serie MSO4000 mit seinen 2 oder 4 analogen und seinen 16 digitalen Kanälen für die Problemanalyse verwenden. Das Gerät wird dabei sogar das RS-232-Signal decodieren und die ASCII-Zeichen anzeigen.

### Grundstrategie

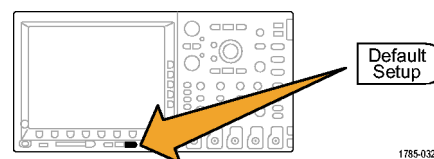
Zuerst erfassen Sie das digitale Signal und zeigen es an. Dann betrachten Sie sowohl die analoge als auch die digitale Darstellung des Signals. Schließlich durchsuchen Sie mit der Such-/Markierfunktion die einzelnen RS-232-Bytes.

**HINWEIS.** Für das Triggern bei Bussignalen muss das Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO4COMP verwendet werden. (Siehe Seite 13, Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul.)

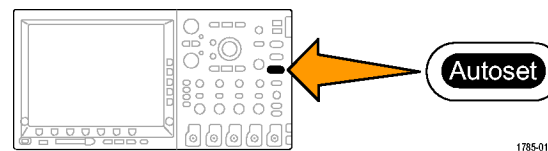
1. Schließen Sie die gewünschte analoge Tastkopfspitze an den gewünschten Prüfpunkt an.



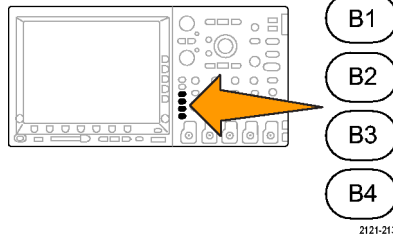
2. Drücken Sie **Default Setup**.



3. Drücken Sie **Autoset**.

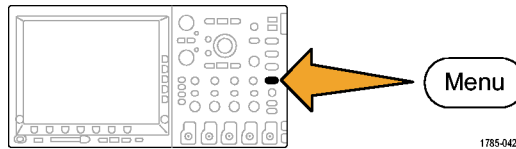


4. Drücken Sie **B1**.
5. Drücken Sie die Taste **Bus B1** im unteren Rahmenmenü, wählen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf **a** die Option **RS-232**, und geben Sie in den angezeigten Bildschirmmenüs die Parameter des Busses ein.

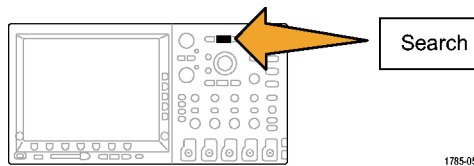


6. Drücken Sie die Taste **Busanzeige** im unteren Rahmenmenü, drücken Sie die Taste **Bus und Signale** im seitlichen Rahmenmenü, und drücken Sie dann im seitliche Rahmenmenü auf **ASCII**.
7. Drehen Sie den Knopf „Horizontalskala“, um die Zeitbasis einzustellen.  
Je mehr Zeit pro Skalenteil Sie einstellen, desto mehr Daten werden in der Busanzeige dargestellt.

8. Drücken Sie **Menu** im Trigger-Menübereich. Wählen Sie den Triggertyp **Bus**. Legen Sie fest, auf welche Art von Bedingung der Trigger auslösen soll; z. B. Gesendetes Startbit.



9. Drücken Sie zuerst auf **Suchen**, dann auf die untere Rahmentaste **Suchen**, und wählen Sie schließlich im seitlichen Rahmenmenü **An**.



10. Drücken Sie **Suchtyp**. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf **a**, um **Bus** auszuwählen. Drücken Sie **Suchen nach**, und wählen Sie die gewünschte Suche, wie z. B. Gesendetes Startbit.



11. Mit den Tasten „Zurück“ und „Weiter“ können Sie innerhalb des Datensatzes navigieren
12. Drücken Sie Zoom und Verschieben, um die interessanten Bereiche anzuzeigen und die Ergebnisse zu analysieren.



## Anhang: Garantierte Spezifikationen

Analoge Bandbreite 50 Ω	Die nachfolgend aufgeführten Grenzen gelten für eine Umgebungstemperatur von ≤ 30° C und einer auf „Voll“ eingestellten Bandbreite. Reduzieren Sie die obere Bandbreitenfrequenz um 1 % für jedes °C über 25° C.			
	Instrument	5 mV/div bis 1 V/div	2 mV/div bis 4,98 mV/div	1 mV/div bis 1,99 mV/div
	DPO/MSO4104	DC bis 1 GHz	DC bis 350 MHz	DC bis 200 MHz
	DPO/MSO4054	DC bis 500 MHz	DC bis 350 MHz	DC bis 200 MHz
	Instrument	2 mV/div bis 1 V/div	1 mV/div bis 1,99 V/div	
	DPO/MSO4034	DC bis 350 MHz	DC bis 200 MHz	
	DPO/MSO4032	DC bis 350 MHz	DC bis 200 MHz	
Eingangsimpedanz, DC-gekoppelt	1 MΩ ±1% parallel zu 13 pF ±2 pF 50 Ω ±1 % DPO/MSO4101: VSWR ≤ 1,5:1 von DC bis 1 MHz, typisch DPO/MSO4054: VSWR ≤ 1,5:1 von DC bis 500 MHz, typisch DPO/MSO4034, DPO/MSO4032: VSWR ≤ 1,5:1 von DC bis 350 MHz, typisch			
DC-Balance	0,2 Skalenteile mit Eingangsgleichspannung mit 50 Ω gekoppelt und 50 Ω-Abschlusswiderstand 0,25 Skalenteile bei 2 mV/div mit Eingangsgleichspannung mit 50 Ω gekoppelt und 50 Ω-Abschlusswiderstand 0,5 Skalenteile bei 1 mV/div mit Eingangsgleichspannung mit 50 Ω gekoppelt und 50 Ω-Abschlusswiderstand 0,2 Skalenteile mit Eingangsgleichspannung mit 50 Ω gekoppelt und 50 Ω-Abschlusswiderstand 0,3 Skalenteile bei 1 mV/div mit Eingangsgleichspannung mit 1 MΩ gekoppelt und 50 Ω-Abschlusswiderstand			
DC-Verstärkungsge- nauigkeit	Für 1 MΩ-Pfad: ± 1,5 %, Leistungsminderung bis zu 0,100 %/°C ab 30 °C ± 3,0 % variable Verstärkung, Leistungsminderung bis zu 0,100 %/°C ab 30 °C	Für 50 Ω-Pfad: ± 1,5 %, Leistungsminderung bis zu 0,050 %/°C ab 30 °C ± 3,0 % variable Verstärkung, Leistungsminderung bis zu 0,050 %/°C ab 30 °C		
Offset-Genauigkeit	± (0,005 ×   Offset – Position   + DC-Balance) <b>HINWEIS.</b> Sowohl die Position als auch der Wert des konstanten Offset muss durch Multiplikation mit dem entsprechenden V/div-Wert in Volt umgerechnet werden.			
Langfristige Abtastrate und Genauigkeit der Verzögerungszeit	± 5 ppm über jedem beliebigen Zeitintervall ≥ 1 ms.			
Zusätzlicher Ausgang (AUX OUT)	NIEDRIG WAHR; Ein Übergang von NIEDRIG zu HOCH zeigt an, dass der Trigger aufgetreten ist. Die logischen Pegel werden in der folgenden Tabelle gezeigt:			
	Eigenschaft	Grenzen		
	Vout (HI)	≥ 2,5 V Leerlauf; ≥ 1,0 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung		
	Vout (HI)	≤ 0,7 V bei einer Last von ≤ 4 mA; ≤ 0,25 V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung.		

Messgenauigkeit für Zeitdifferenz	<p>Die folgenden Formeln berechnen die Messgenauigkeit für Zeitdifferenz für eine bestimmte Geräteeinstellung und ein bestimmtes Eingangssignal (es wird von einem geringfügigen Signalanteil über Nyquist ausgegangen):</p> <p><math>SR_1</math> = Slew Rate (1. Flanke) am 1. Messpunkt  <math>SR_2</math> = Slew Rate (2. Flanke) am 2. Messpunkt  <math>N</math> = Eingangsbezogenes Rauschen (<math>V_{eff}</math>, siehe unter der Spezifikation zu Unkorreliertes Rauschen und Abtasterfassungsmodus)  <math>t_{sr}</math> = 1/ (Abtastezeit)  <math>TBA</math> = Zeitbasisgenauigkeit (Siehe unter den Spezifikationen zu Langfristige Abtastezeit und Genauigkeit der Verzögerungszeit)  <math>t_p</math> = Messgenauigkeit für die Zeitdifferenz (Sek.)  <math>RD</math> = (Aufzeichnungslänge) / (Abtastezeit)</p>
	$DTA_{PP} = \pm 5 \times \sqrt{2 \left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + 2 \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + (3ps + 1 E^{-7} \times RD)^2 + 2t_{sr} + TBA \times t_p}$ $DTA_{eff} = \sqrt{2 \left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + 2 \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + (3ps + 1 E^{-7} \times RD)^2 + \left(\frac{2t_{sr}}{\sqrt{12}}\right)^2 + TBA \times t_p}$
	<p>Es wird davon ausgegangen, dass der Fehler aufgrund von Aliasing unbedeutend ist. 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>
Schwellenwertgenauigkeit für den digitalen Kanal, Serie MSO4000	± [100 mV + 3 % des eingestellten Schwellenwerts nach der Kalibrierung]



# Index

## Symbole und Zahlen

19-Zoll-Adapter, 4  
50  $\Omega$  Schutz, 98

## A

Abfallzeitmessung, 105  
Abrufen  
  Setups, 140  
  Signale, 136  
Abschluss, 94  
Abstand, DPO4000 und MSO4000, 5  
Abtastintervall, 49  
Abtastmodus, 50  
Abtastraten, xii  
Abtastung in Echtzeit, 49  
Abtastung, in Echtzeit, 49  
Abtastverfahren, definiert, 48  
Adapter  
  TEK-USB-488, 4  
  TPA-BNC, 4, 8  
Aktualisieren der Firmware, 18  
Amplitudenmessung, 106  
Anhalten einer Erfassung, 87  
Anomalien auf dem parallelen Bus, 174  
Anschließen des Oszilloskops, 21  
Anschließen einer USB-Tastatur, 26  
Anschluss an der Seite, 41  
Anschlüsse  
  Frontplatte, 40  
  Rückplatte, 41  
Anschlüsse an der Rückseite, 41  
Anschlussmöglichkeiten, 1, 21, 24  
Anstiegs-/Abfall-Trigger, definiert, 77  
Anstiegs-/Abfallrate, 3  
Anstiegszeitmessung, 105  
Anwendungsmodul, 14

Anwendungsmodul, 151  
  DPO4, 3  
  DPO4AUDIO, 2, 54  
  DPO4AUTO, 2, 54  
  DPO4AUTOMAX, 3, 54  
  DPO4COMP, 3, 54  
  DPO4EMBD, 3, 54  
  DPO4PWR, 3, 54  
  DPO4USB, 54  
  DPO4VID, 3, 78  
  Kostenlose 30-Tage-Testversion, 13  
Anzeige  
  art, 88  
  Aufzeichnungslänge/Abtastrate, 38  
  Cursor, 37, 115  
  Digitale Kanäle, 101  
  Erfassung, 36  
  Horizontale Position/Skala, 38  
  Informationen, 36  
  Kanal, 39  
  MagniVu, 39  
  Nachleuchten, 88  
  Signaldatensatz, 37  
  Timingauflösung, 39  
  Trigger, 38, 84  
  Triggerstatus, 37  
  XY, 90  
  Zusätzliche, 39  
Anzeige für Aufzeichnungslänge/Abtastrate, 38  
Anzeigen, Referenzsignale, 139  
Auf 50 % setzen (Taste), 33, 74  
Aufzeichnungslänge, xii, 49  
Äußerer Drehknopf, 32  
Auslesen  
  Triggerfrequenz, 103  
Ausrichtung des Bildes, 137, 144  
Austauschbares  
  Frontplattenoverlay, 15  
Auto (Triggermodus), 71  
Auto-Setup, 47, 152  
  Video, 48  
Auto-Setup (Taste), 12, 29, 33, 43, 47, 152  
Auto-Setup deaktivieren, 47  
Autoset deaktiviert, 47

Autoset zurücksetzen, 47  
Aux-Eingangsstecker, 40

## B

B-Trigger, 86  
B1/B2 (Taste), 54, 55  
Bandbreite, xii, 95  
Bedienelemente, 27  
Belastungsgrad  
  DPO4000 und MSO4000, 6  
  P6139A, 7  
  P6516, 8  
Benutzerdefinierte  
  Markierungen, 129  
Betriebsspezifikationen, 5  
Bildausrichtung, 137, 144  
Bildschirm-Kommentare, 102  
Blackman-Harris (FFT-Fenster), 123  
Blaue Zeilen, 101  
BNC-Schnittstelle, 9  
Breite  
  DPO4000 und MSO4000, 5  
Burstbreitenmessung, 106  
Bus  
  Anzeige, 40, 57  
  einrichten, 55  
  Menü, 30, 55  
  Positionieren und Beschriften, 98  
  Taste, 54, 55, 78  
Bus beschriften, 98  
Bus- und Signalanzeige  
  Busaktivität in der physikalischen Schicht anzeigen, 66  
Busaktivität in der physikalischen Schicht, 66  
Busse, 54, 78  
  Cursor-Anzeige, 115  
Bustrigger, definiert, 78  
Byteüberprüfung, 83

## C

CAN, 30, 54, 78  
CAN-Trigger, 82  
CompactFlash, xii, 30, 34, 134

- Cursor
  - Menü, 112
  - Messungen, 112
  - Taste, 31, 112
  - XY, 116
- Cursor-Anzeige, 37, 115
- Cursors, 112
  - verknüpfen, 113
  
- D**
- Dateiformat, 137
  - Internes Dateiformat (.ISF), 139
- Dateinamen, 134
- Dateisystem, 134, 139
- Datenabgleich im Rollfenster, 83
- Datum und Uhrzeit, ändern, 15
- Deckel, Frontschutz, 2
- Default Setup, 46
  - Menü, 35
  - Rückgängig, 47
  - Taste, 35, 43, 46
- Dehnungspunkt, 50
- Dehnungspunktsymbol, 37
- Deskew, 97
- dl/dt, 3
- Digitale Kanäle, 101
  - einrichten, 67
  - Grundlinienmarkierungen, 40
  - Gruppensymbol, 40
  - Skalieren, Positionieren, Gruppieren und Beschriften, 99
- Doppel-Signal-Math., 119
- DPO4, 3
- DPO4AUDIO, 2, 54, 151
- DPO4AUTO, 2, 54, 151
- DPO4AUTOMAX, 3, 54, 151
- DPO4COMP, 3, 54, 151
- DPO4EMBD, 3, 54, 151
- DPO4PWR, 3, 54, 151
- DPO4USB, 54, 151
- DPO4VID, 3, 78, 151
  
- Drehknopf
  - äußerer, 32
  - innerer, 32, 120
  - Mehrfunktions-, 16, 29, 32, 51, 139, 163
  - Menü Vertikal, 34
  - Pan, 32, 127, 129
  - Triggerpegel, 74
  - Vertical Position, 34
  - Vertikale Position, 44
  - Vertikalskala, 34, 44
  - Zoom, 32, 120, 126
- Drucken, 34, 144
  - Ethernet, 146
  - Hardcopy, 143
- dV/dt, 3
  
- E**
- e\*Scope, 24
- Effektivwertmessung, 107
- Eingangskapazität, P6516, 7
- Eingangswiderstand, P6516, 7
- Einzel (Taste), 33, 87, 157, 167
- Einzelfolge, 53, 87
- Energieverbrauch, DPO4000 und MSO4000, 5
- Entfernen eines Signals, 88
- Entfernen von Referenzsignalen, 125, 140
- Erden, 10
- Erden Sie sich, um statische Aufladungen abzuleiten., 10
- Erdungsarmband, 10
- Erdungsarmband-Anschluss, 41
- Erdungsleiter, 13
- Erdungsleiter für Tastkopf P6516, 67
- Ereignistabelle, 57
- Erfassen (Taste), 29, 51, 88, 159, 161
- Erfassung
  - Abtastung, 48
  - Anzeige, 36
  - definierte Modi, 50
  - Eingangskanäle und Digitalisierer, 48
- Erkennung mehrerer Übergänge, 101
- Erschütterungen, DPO4000 und MSO4000, 6
- Ethernet, xii, 23, 24, 25
  - Anschluss, 41
  - drucken, 146
  
- Excel, 21
  
- F**
- Fallende Flankenanzahl, Messung, 107
- Fein, 32
- Fein (Taste), 29, 31, 32, 33, 34
- FFT
  - Bedienelemente, 120
  - Blackman-Harris, 123
  - Hamming, 122
  - Hanning, 123
  - Rectangular, 122
- Firmware-Aktualisierung, 18
- firmware.img (Datei), 18
- Firmware-Version, 21
- Flächenmessung, 108
- Flanke, Trigger, 73
- Flanken
  - Unschärf, 101
  - Weiß, 101
- Flankentrigger, definiert, 75
- Flash-Laufwerk, 4, 24
- FlexRay, 30, 54, 78
- Folge (B-Trigger), Definition, 75
- Fortgeschrittene Math, 123
- Frequenz, Eingangsstrom DPO4000 und MSO4000, 5
- Frequenzmessung, 105
- Frontplatte, 27
- Frontplatten-Anschlüsse, 40
- Frontschutzdeckel, 2
- Funktionstest, 11
  
- G**
- Gating, 109
- Gekoppelte Cursor, 113
- Gewicht
  - DPO4000 und MSO4000, 5
- GPIO, 22, 42
- GPIO-Adresse, 23
- Große Aufzeichnungslänge, 172
- Größere Aufzeichnungslänge, Verwaltung
  - Verwaltung, 126
- Grundlinienmarkierungen, 40
- Grüne Zeilen, 101
- Gruppensymbol, 40
- Gruppieren von Kanälen, 68
  - digital, 99

**H**

Hamming (FFT-Fenster), 122  
 Hanning (FFT-Fenster), 123  
 Hardcopy, 34, 143  
 Haupttrigger, 85  
 Hi Res-Erfassungsmodus, 50  
 High-Low-Indikatoren, 40  
 Hinzufügen eines Signals, 88  
 Hinzufügen von Bildschirm-Kommentaren, 102  
 Histogramm (Signal)  
   einrichten, 116  
   Zähler zurücksetzen, 118  
 Histogramm-Messungen, 108  
 Hits in Box-Messung, 108  
 Hoch-Messung, 106  
 Hochformat, 137, 144  
 Höhe über NN  
   DPO4000 und MSO4000, 6  
   P6139A, 7  
   P6516, 7  
 Höhe, DPO4000 und MSO4000, 5  
 Holdoff, Trigger, 72  
 Horizontale Position, 33, 49, 72, 73,  
   93, 122, 168  
   Anzeige, 38  
   definiert, 44  
   und mathematische  
     Signale, 120  
 Horizontale Verzögerung, 72  
 Horizontale Zeilen  
   Grün und blau, 101  
 Horizontalskala, 33, 93, 122, 165,  
   166, 168  
   Anzeige, 38  
   definiert, 44  
   und mathematische  
     Signale, 120  
 Hüllkurvenerefassungsmodus, 50

**I**

I2C, 30, 54, 78  
   Trigger, 83  
 I2C-Trigger  
   Trigger, 80  
 I2S, 30, 54, 78  
 Impedanz, 94  
 Impulsbreitentrigger, Definition, 75  
 Ink Saver, 137, 145  
 Innerer Drehknopf, 32, 120  
 Intensität, 92  
 Intensität (Taste), 92

Internes Dateiformat (.ISF), 139  
 Invertierung, 95  
 IRE-Raster, 91  
 ISF-Format, 139

**K**

Kalibrierung, 17, 18  
 Kalibrierungszertifikat, 1  
 Kanalanzeige, 39  
 Kanaltaste, 30  
 Kommunikation, 21, 24  
 Kompensieren des Signalpfads, 17  
 Kompensieren von Tastköpfen, 12  
 Kopplung, 94  
 Kopplung, Trigger, 72

**L**

LabView, 21  
 LAN-Anschluss, 41  
 LIN, 30, 54, 78  
   Triggern, 83  
 Links angeordnet, 78  
   Triggern, 83  
 Links angeordnet (LJ), 30, 54  
 Logik-Trigger, definiert, 76  
 Logikstastkopfschnittstelle, 9  
 Löschen von Setup- und  
   Referenzspeicher, 149  
 Luftfeuchtigkeit  
   DPO4000 und MSO4000, 6  
   P6139A, 7  
   P6516, 8

**M**

M (Taste), 31, 119, 120  
 MagniVu, xii, 70  
 MagniVu (Anzeige), 39  
 Markieren, 129  
 Markierung der Grundlinie des  
   Signals, 39  
 Markierung setzen/löschen  
   (Taste), 33, 129  
 Markierung, Grundlinie des  
   Signals, 39  
 Math  
   Doppel-Signal, 119  
   FFT, 120  
   Fortgeschritten, 123  
   Menü, 31  
   Taste, 31, 119, 120

Mathematische  
   Signale, 119  
 Max-Messung, 107, 108  
 Maximale Signalschwankung,  
   P6516, 7  
 Maximales zerstörungsfreies  
   Eingangssignal, P6516, 7  
 Mediam-Messung, 108  
 Mehrfunktions-Drehknopf, 29, 32,  
   51, 139, 163  
 Menü  
   Bus, 30, 55  
   Cursor, 112  
   Default Setup, 35  
   Math, 31  
   Messung, 29  
   Referenz, 30, 125  
   Save/Recall, 30, 34, 136  
   Trigger, 29, 74, 85, 164  
   Utility, 14, 15, 29, 34, 90, 102,  
     103, 144  
   Vertical, 30  
   Vertikal, 94  
 Menu Off (Taste), 36, 153  
 Menüs, 27  
 Menütasten  
   Schaltflächen, 29  
 Messen (Taste), 29, 104, 109, 110,  
   153, 155, 156, 157  
 Messung (Menü), 29  
 Messung bei negativem  
   Tastverhältnis, 105  
 Messung bei negativem  
   Überschwingen, 106  
 Messung bei negativer  
   Impulsbreite, 105  
 Messung bei positivem  
   Tastverhältnis, 105  
 Messung bei positivem Über-  
   schwingen, 106  
 Messung bei positiver  
   Impulsbreite, 105  
 Messung des Zyklus-  
   Effektivwerts, 107  
 Messungen  
   automatisch, 104  
   Cursor, 112  
   definiert, 105  
   Histogramm, 108  
   Referenzpegel, 111  
   Schnappschuss, 110  
   Statistik, 109  
 Min-Messung, 107, 108

Minimale Signalschwankung,  
P6516, 7  
Mittelwerterfassungsmodus, 50  
Mittelwertmessung, 107, 108  
Modus, Rollmodus, 53  
mV-Raster, 91

## N

Nachleuchten  
Anzeige, 88  
Unendlich, 90  
variabel, 90  
Nachtrigger, 71, 73  
Negative Impulszählung,  
Messung, 108  
Netzwerkdruck, 146  
NEX-HD2HEADER, 4  
NI LabVIEW SignalExpress, 1  
Niedrig-Messung, 107  
Normal (Triggermodus), 71

## O

Offset und Position, 98  
Offset vertikal, 96  
OpenChoice, xii, 1  
Overlay, 15

## P

Pan, 126, 127  
Drehknopf, 32, 127, 129  
Parallelbustrigger, 78, 79  
Paralleler Bus, xii, 54, 78  
Pause, 127  
Peak Hits-Messung, 108  
Pegel, Trigger, 73  
Periodenmessung, 105  
Phasenmessung, 106  
PictBridge, 24, 42, 143  
Position  
Bus, 98  
Digitale Kanäle, 99  
Horizontal, 72, 73, 93, 122,  
168  
Vertikal, 93  
Position und Offset, 98  
Positive Impulszählung,  
Messung, 107

## Q

Querformat, 137, 144

## R

Raster  
Fadenkreuz, 91  
Formen, 90  
Gitter, 91  
Intensität, 92  
IRE, 91  
mV, 91  
Rahmen, 91  
Voll, 91  
Rasterform „Fadenkreuz“, 91  
Rasterform „Gitter“, 91  
Rasterform „Rahmen“, 91  
Rasterform „Voll“, 91  
Rechts angeordnet, 78  
Triggern, 83  
Rechts angeordnet (RJ), 30, 54  
Rectangular (FFT-Fenster), 122  
Ref (Taste), 30, 124, 139  
Ref R, 139  
Referenz (Menü), 30, 125  
Referenzpegel, 111  
Referenzsignale, 124  
anzeigen, 139  
entfernen, 125, 140  
speichern, 139  
Speichern von 10  
M-Signalen, 125  
Reinigung, 8  
Rollmodus, 53  
RS-232, 30, 54  
Beispiel mit Bus, 177  
Byteüberprüfung, 84  
Cursor-Anzeige, 115  
Dekodierung, 66  
Triggern, 82  
RS-422, 30, 54  
RS-485, 30, 54  
Rückgängig  
Grundeinstellung, 47  
Rückwärtstaste, 32  
Runt-Trigger, definiert, 76

## S

Save/Recall (Menü), 30, 34, 136  
Save/Recall (Menütaste), 30  
Save/Recall (Speichertaste), 136  
Save/Recall(Speichertaste), 34  
Schalter, Stromversorgung, 34  
Schnappschuss, 110  
Schwellenwertgenauigkeit,  
P6516, 7

Sequentielle Triggerung, 85  
serieller Bus, 172  
Serieller Bus, 54, 78  
Setup  
default, 35  
Standard, 43, 46, 142  
Setup-and-Hold-Trigger,  
definiert, 77  
Sicherheitshinweise, v  
Sicherheitsschloss,  
Standardlaptop, 9  
Sicherheitssperre, 9  
Sichern des Speichers, 149  
Sigma1-Messung, 108  
Sigma2-Messung, 108  
Sigma3-Messung, 108  
Signal  
Aufzeichnung definiert, 49  
benutzerdefinierte  
Markierungen, 129  
Darstellart, 88  
entfernen, 88  
hinzufügen, 88  
Intensität, 92  
Pan, 126, 127  
Pause, 127  
Suchen und Markieren, 129  
Wiedergabe, 127  
Wiedergabe/Pause, 127  
Zoom, 126  
Signal-  
Histogramm-Messungen, 108  
Signalaufzeichnung, 49  
Signaldatensatzanzeige, 37  
Signalpfadkompensation, 17  
Signalzählung, Messung, 108  
Skala  
Digitale Kanäle, 99  
Horizontal, 33, 93, 122, 165,  
166, 168  
Vertikal, 93, 166  
Software "NI SignalExpress Tektronix  
Edition", xii  
Software, optional, 151  
Softwaretreiber, 21, 24  
Sp-Sp-Messung, 106  
Spannung, Ausgang, P6139A, 7  
Spannung, Eingang  
DPO4000 und MSO4000, 5  
P6139A, 7  
SPC, 17  
Speicher, löschen, 149



- Speichern
    - Bildschirmdarstellungen, 136
    - Referenzsignale, 139
    - Setups, 140
    - Signale, 136
  - Speichern und Abrufen, Informationen, 134
  - Spezifikationen
    - Betrieb, 5
    - Stromversorgung, 10
  - SPI, 30, 54, 78
  - SPI-Trigger, 81
  - Spitze-zu-Spitze-Messung, 108
  - Spitzenwerterfassungsmodus, 50
  - Sprache
    - ändern, 14
    - Overlay, 15
  - Standardabweichungsmessung, 108
  - Standardeinstellung, 142
  - Start/Stop (Taste), 33, 53, 87
  - Starten einer Erfassung, 87
  - Statistik, 109
  - Steckverbinder
    - Seitenwand, 41
  - Steigende Flanken­zählung, Messung, 107
  - Strom
    - Stromversorgung, 10
  - Stromversorgung
    - aus, 11
    - Eingang, 42
    - Kabel, 2
    - Schalter, 34
    - trennen, 11
  - Suchen, 129
  - Suchen (Taste), 29, 130
  - Suchmarkierungen, 173
  - Symbol
    - Dehnungspunkt, 37
    - Triggerpegel, 38
    - Triggerposition, 37
- T**
- Tabelle, Ereignis, 57
  - Tastatur, USB, 26
  - Taste
    - Auf 50 % setzen, 33, 74
    - Auto-Setup, 12, 29, 33, 43, 47, 152
    - B1/B2, 30, 54, 78
    - B1/B2 (Bus), 55
    - Bus, 54, 55, 78
    - Cursor, 31, 112
    - D15 - D0, 35, 70
    - Default Setup, 35, 43, 46
    - Drucker, 148
    - Druckersymbol, 34
    - Einzel, 33, 87, 157, 167
    - Erfassen, 29, 51, 88, 159, 161
    - Fein, 29, 31, 32, 33, 34
    - Hardcopy, 34, 148
    - Intensität, 92
    - Kanal, 30
    - M, 31, 119, 120
    - Markierung setzen/löschen, 33, 129
    - Math, 31, 119, 120
    - Menu Off, 36, 153
    - Messen, 29, 104, 109, 110, 153, 155, 156, 157
    - Ref, 30, 124, 139
    - Rückwärts, 32
    - Save/Recall, 30, 34, 136
    - Start/Stop, 33, 53, 87
    - Suchen, 29, 130
    - Test, 29
    - Trigger, 29
    - Trigger erzwingen, 33, 71
    - Trigger-Menü, 74, 164
    - Triggerpegel, 33
    - Utility, 14, 15, 17, 29, 90, 91, 102, 103, 143
    - Vertical, 30
    - Vorwärts, 33
    - Wählen, 31
    - Wiedergabe/Pause, 32, 127
    - Zoom, 32
  - Taste B1 / B2 / B3 / B4, 30, 78
  - Taste D15 - D0, 35, 70
  - Taste im Trigger-Menü
    - Taste, 164
  - Tastkopf P6139A, 2
  - Tastkopf P6516, 2, 69
  - TASTKOPF-ABGL.-Anschluss, 40
  - Tastköpfe
    - anschießen, 8
    - BNC, 9
    - Erdungsleiter, 13
    - Logik, 9
    - P6139A, 2
    - P6516, 2
    - TEK-USB-488-Adapter, 4
    - TekVPI, 8
    - TPA-BNC-Adapter, 4, 8
  - Tastkopfkomp., 12
  - Tastkopfkompensation, 12
  - Tastkopfstecker
    - analog, 40
    - Logik, 40
  - TDM, 30, 54, 78
    - Triggern, 83
  - TEK-USB-488-Adapter, 4, 22, 23, 42
  - TekSecure, 149
  - TekVPI, 8
  - Temperatur
    - DPO4000 und MSO4000, 6
    - P6139A, 7
    - P6516, 7
  - Test (Test), 29
  - Tiefe, DPO4000 und MSO4000, 5
  - Timingauflösung (Anzeige), 39
  - TPA-BNC-Adapter, 4, 8
  - Transition-Trigger, definiert, 77
  - Transportkoffer, 4
  - Treiber, 21, 24

## Trigger

- Anstieg/Abfall, Definition, 77
- Anzeige, 38, 84
- B-Trigger nach
  - Verzögerungszeit, 86
- Bus, Definition, 78
- Busse, 78
- Byteüberprüfung, 83
- Byteüberprüfung bei
  - RS-232, 84
- CAN-Bus, 82
- Datenabgleich im
  - Rollfenster, 83
- Ereignis, definiert, 71
- erzwingen, 71
- Flanke, 73
- Flanke, Definition, 75
- Folge (B-Trigger),
  - Definition, 75
- Frequenz auslesen, 103
- Holdoff, 72
- I2C-Bus, 80, 83
- Impulsbreite, Definition, 75
- Konzepte, 71
- Kopplung, 72
- LIN-Bus, 83
- Links angeordneter Bus, 83
- Logik, Definition, 76
- Modi, 71, 74
- Nachtrigger, 71, 73
- Parallelbus-Datenabgleich, 84
- parallele Busse, 54, 79
- Pegel, 73
- Positionssymbol, 37
- Punkt, 49
- Rechts angeordneter Bus, 83
- RS-232-Bus, 82
- Runt, Definition, 76
- sequentiell, 85
- serielle Busse, 54, 79, 172
- Setup-and-Hold, Definition, 77
- SPI-Bus, 81
- Statusanzeige, 37
- TDM-Bus, 83
- Triggern auf B-Ereignisse, 86
- USB-Bus, 81
  - verzögerte, 85
- Video, Definition, 78
- Videozeilen, 165
- Vortrigger, 71, 73
- Trigger erzwingen (Taste), 33, 71

## Trigger-Ausgangsanschluss, 41

Trigger-Menü, 29, 74, 85, 164

## Trigger-Menü (Taste)

Taste, 74

## Triggermodi

Auto, 71

Normal, 71

## Triggern auf Busse, 78

## Triggerpegel

Drehknopf, 74

Pegel-Taste, 33

Symbol, 38

## Triggertypen, definiert, 75

## U

UART, 30, 54

Über, 21

Unendliche Nachleuchtdauer, 90

Unschärfe Flanken, 101

USB, xii, 4, 54, 78, 134, 143

Hostanschlüsse, 34

Triggern, 81

USB-Flash-Laufwerk, 4, 24

## USB-Geräteanschluss

Geräteanschluss, 42

## USB-Hostanschlüsse

Hostanschlüsse, 42

USBTMC, 42

Utility (Menü), 14, 15, 29, 34, 90,

102, 103

Utility (Taste), 14, 15, 17, 29, 90, 91,

102, 103, 143

## V

Variable Nachleuchtzeit, 90

Verbindung zu einem PC

herstellen, 21

## Verfahren

- analoge Kanäle einrichten, 43
- Anschließen an einen
  - Computer, 21
- auf Bussen triggern, 78
- automatische Messungen
  - auswählen, 105
- automatische Messungen
  - durchführen, 104
- Bildschirmdarstellungen
  - speichern, 136
- digitale Kanäle einrichten, 67
- drucken, 143
- e\*Scope verwenden, 24
- Eingangsparameter
  - festlegen, 94
- Firmware aktualisieren, 18
- Funktionsprüfung
  - durchführen, 11
- Kanäle und Busse
  - beschriften, 44
- MagniVu verwenden, 70
- manuelle Messungen mit
  - Cursorn vornehmen, 112
- Oszilloskop ausschalten, 11
- Oszilloskop einschalten, 10
- Sequenztrigger verwenden, 85
- Setups abrufen, 140
- Setups speichern, 140
- Signale abrufen, 136
- Signale speichern, 136
- Signalpfad kompensieren, 17
- Spannungstastkopf
  - kompensieren, 12
- Speicher löschen, 149
- Suchen in und Hinzufügen von
  - Marken zu Signalen, 129
- Tastköpfe und Adapter
  - verbinden, 8
- Trigger auswählen, 75
- Verwalten von Signalen
  - mit größerer
    - Aufzeichnungslänge, 126
- Verwenden von
  - Wave Inspector, 126
- VISA-Kommunikation
  - einrichten, 21
- Versatile Probe Interface, 8
- Version, Firmware, 21

- Vertical
    - Menü, 30
    - Position (Drehknopf), 34
    - Skala (Drehknopf), 34
    - Taste, 30
  - Vertikal
    - Menü, 94
    - Menüknopf, 34
    - Offset, 96, 98
    - Position, 93
    - Position (Drehknopf), 44
    - Position und Auto-Setup, 48
    - Position und Offset, 98
    - Skala, 93, 166
  - Vertikale
    - Skala (Drehknopf), 44
  - Vertikales Kanalmenü, 94
  - Vertrauliche Daten, 149
  - Verzögerter Trigger, 85
  - Verzögerungsmessung, 105
  - Verzögerungszeit, 52
- Video
    - Anschluss, 41
    - Auto-Setup, 48
    - Halbbilder, 164
    - Trigger, 164
    - Zeilen, 165
  - Videotrigger, definiert, 78
  - VISA, 21
  - Vor der Installation, 1
  - Vordefinierte Math-Ausdrücke, 119
  - Vorgehensweise
    - Busparameter einrichten, 55
    - zum Einrichten eines Histogramms, 116
  - Vortrigger, 71, 73
  - Vorwärtstaste, 33
- W**
- Wählen (Taste), 31
  - Wave Inspector, xii, 126
  - Weißer Flanken, 101
  - Werkseitige Kalibrierung, 18
  - Wiedergabe, 127
- Wiedergabe-/Pause-Taste, 127
  - Wiedergabe-/Pausen-Modus, 127
  - Wiedergabe/Pause-Taste, 32
- X**
- XY
    - Anzeige, 90
    - Cursor, 116
- Z**
- Zoom, 126
    - Drehknopf, 32, 126
    - Horizontal, 168
    - Rastergröße, 127
    - Taste, 32
  - Zubehör, 1
  - zurücksetzen
    - Autoset, 47
  - Zusatzanzeige, 39
  - Zyklus-Mittelwertmessung, 107
  - Zyklusflächenmessung, 108