PEWA
Messtechnik GmbH

Weidenweg 21
58239 Schwerte

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

Serien TBS1000B und TBS1000B-EDU Digitalspeicher-Oszilloskope

Benutzerhandbuch

077-0889-00

Tektronix

Serien TBS1000B und TBS1000B-EDU Digitalspeicher-Oszilloskope

Benutzerhandbuch

Tektronix

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

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

TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc.

OpenChoice™ ist ein eingetragenes Warenzeichen von Tektronix, Inc.

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

Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

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

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

Oszilloskope der Serien TBS1000B und TBS1000B-EDU

Garantie

Tektronix leistet auf das Produkt Garantie gegen Mängel in Werkstoffen und Herstellung für eine Dauer von fünf (5) Jahren ab Datum des tatsächlichen Kaufs von einem Tektronix-Vertragshändler. Wenn das Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, das fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz dafür zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

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

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

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

[W19 – 03AUG12]

TPP0051-, TPP0101-, TPP0201- und P2220-Tastköpfe

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, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

[W15 – 15AUG04]

Inhalt

Wichtige Sicherheitsinformationen iv
Allgemeine Sicherheitsinformationen iv
Allgemeine Sicherheitsinformationen für Wartungsarbeiten viii
In diesem Handbuch verwendete Begriffe viii
Symbole und Begriffe am Gerät ix
Informationen zur Einhaltung von Vorschriften x
Einhaltung der EMV-Vorschriften x
Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen xii
Umweltschutzgesichtspunkte xiv
Erste Schritte 1
Allgemeine Funktionen 1
Installation 2
Funktionstest 3
Tastkopfsicherheit 4
Manuelle Tastkopfkompensation 5
Tastkopfabschwächungseinstellung 6
Stromtastkopf-Skalierung 6
Selbstkalibrierung 7
Firmware-Aktualisierungen über das Internet 7
Bedienungsgrundlagen 9
Anzeigebereich 9
Verwenden des Menüsystems 12
Vertikale Bedienelemente 12
Horizontale Bedienelemente 12
Trigger-Bedienelemente 13
Menü- und Steuerungstasten 14
Eingangsstecker 16
Sonstige Elemente auf der Frontplatte 16
Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen 19
Einstellen des Oszilloskops 19
Triggerung 20
Signalerfassung 22
Skalierung und Positionierung von Signalen 23
Durchführen von Messungen 25
Anwendungsbeispiele 29
Durchführen einfacher Messungen 30
Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung 33
Durchführen von Cursor-Messungen 34
Analyse von Signaldetails 38

Erfassung eines Einzelschuss-Signals 40
Messung der Laufzeitverzögerung 41
Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite 43
Triggern auf Video-Signale 44
Analyse eines Differenzial-Kommunikationssignals 48
Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk 50
Datenprotokollierung (nicht bei EDU-Modellen) 52
Grenzwertprüfung (nicht bei EDU-Modellen) 53
FFT 55
Einrichten des Zeitbereichssignals 55
Anzeige des FFT-Spektrums 57
Auswahl eines FFT-Fensters 58
Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums 61
Messen eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursorn 61
USB-Anschlüsse für Flash-Laufwerk und externe Geräte 63
USB-Flash-Laufwerksanschluss 63
Konventionen für die Dateiverwaltung 65
Dateien mit einem USB-Flash-Laufwerk speichern und abrufen 65
Verwenden der Speicherfunktionen der Frontpaneel-Taste „Speichern“ 67
USB-Geräteanschluss 70
Installieren der PC-Kommunikationssoftware auf einem PC 70
Verbindung zu einem PC herstellen 71
Herstellen der Verbindung mit einem GPIB-System 73
Befehlseingabe 73
Referenz 75
Erfassen 75
Bereich 78
Auto-Setup 80
Zähler 83
Kurs (nur EDU-Modelle) 84
Cursor 86
Grundeinstellung 88
Anzeige 88
FFT 90
Funktion 90
Hilfe 92
Horizontal 92
Math 93
Messung 94
Mess-Gating 98
Menü aus 99

Druckfertige Screenshots 99
Menü „Ref“ 99
Speichern/Abrufen 100
Trendkurve (nicht bei EDU-Modellen): 105
Trigger-Bedienelemente 106
Dienstprogramm 112
Vertikale Bedienelemente 117
Zoomfunktion 119
Anhang A: Spezifikationen 121
Oszilloskop-Spezifikationen 121
Anhang B: Informationen zu den passiven 10-fach-Tastköpfen der TPP0051-, TPP0101- und TPP0201-Serien 125
Verbindung des Tastkopfs mit dem Oszilloskop 125
Kompensieren des Tastkopfes 125
Verbindung des Tastkopfs mit dem Schaltkreis 126
Standardzubehör 126
Optionales Zubehör 128
Spezifikationen 128
Leistungskurven 129
Sicherheitshinweise 130
Anhang C: Zubehör und Optionen 133
Anhang D: Reinigung 137
Allgemeine Pflege 137
Reinigung 137
Anhang E: Standardeinstellung 139
Anhang F: Schriftartlizenzen 141
Index

Wichtige Sicherheitsinformationen

Dieses Handbuch enthält Informationen und Warnhinweise, die vom Benutzer befolgt werden müssen, um einen sicheren Betrieb und Zustand des Geräts zu gewährleisten.

Zur sicheren Durchführung von Wartungsarbeiten an diesem Produkt finden Sie weitere Hinweise am Ende dieses Kapitels.(Siehe Seite viii, *Allgemeine Sicherheitsinformationen für Wartungsarbeiten*.)

Allgemeine Sicherheitsinformationen

Verwenden Sie das Produkt nur wie angegeben. Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an daran angeschlossenen Geräten die folgenden Sicherheitsvorkehrungen. Lesen Sie alle Anleitungen sorgfältig durch. Bewahren Sie diese Anleitungen zum späteren Nachschlagen auf.

Halten Sie regionale und nationale Sicherheitsvorschriften ein.

Zur Gewährleistung des korrekten und sicheren Betriebs des Produkts müssen Sie außer den in diesem Handbuch enthaltenen Sicherungsvorkehrungen alle allgemein anerkannten Sicherheitsvorschriften einhalten.

Das Produkt darf nur von geschulten Personen verwendet werden.

Das Gehäuse darf zur Reparatur, Wartung oder Einstellung nur von qualifizierten Personen entfernt werden, die die damit verbundenen Gefahren kennen.

Kontrollieren Sie das Produkt vor der Verwendung stets anhand einer bekannten Quelle, um sich zu vergewissern, dass das Gerät ordnungsgemäß arbeitet.

Dieses Produkt ist nicht zur Erkennung gefährlicher Spannungen vorgesehen.

Verwenden Sie eine persönliche Schutzausrüstung, um Stromschläge und Verletzungen durch Lichtbögen zu verhindern, wenn gefährliche spannungsführende Leiter freiliegen.

Während der Verwendung dieses Produkts müssen Sie eventuell Zugang zu anderen Teilen eines anderen Systems haben. Beachten Sie die Sicherheitsabschnitte in anderen Gerätehandbüchern bezüglich Warn- und Vorsichtshinweisen zum Betrieb des Systems.

Wenn Sie dieses Gerät an ein System anschließen, liegt die Sicherheit dieses Systems im Verantwortungsbereich der Montagefirma des Systems.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Ordnungsgemäßes Netzkabel verwenden. Verwenden Sie nur das mit diesem Produkt ausgelieferte und für das Einsatzland zugelassene Netzkabel.

Verwenden Sie keine Netzkabel, die für andere Produkte vorgesehen sind.

Gerät erden. Dieses Gerät ist über den Schutzleiter des Netzkabels geerdet. Zur Vermeidung von Stromschlägen muss der Schutzleiter mit der Erdung verbunden sein. Vergewissern Sie sich, dass das Gerät ordnungsgemäß geerdet ist, bevor Sie Verbindungen zu den Eingangs- oder Ausgangsanschlüssen des Geräts herstellen.

Umgehen Sie die Erdung des Netzkabels nicht.

Von der Stromversorgung trennen. Über den Netzschalter wird das Gerät von der Stromversorgung getrennt. Siehe die Anweisungen für den jeweiligen Einsatzort. Beachten Sie beim Aufstellen des Geräts, dass der Netzschalter für den Benutzer jederzeit mühelos erreichbar sein muss, damit sich das Gerät im Bedarfsfall rasch abschalten lässt.

Ordnungsgemäßes Anschließen und Trennen. Trennen Sie keine Tastköpfe oder Prüfleitungen und schließen Sie sie nicht an, während sie an eine Spannungsquelle angeschlossen sind.

Verwenden Sie nur isolierte Spannungstastköpfe, Prüfleitungen und Adapter, die mit dem Produkt geliefert wurden oder die von Tektronix als geeignetes Zubehör für das Produkt angegeben sind.

Alle Nennwerte der Anschlüsse beachten. Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Nennwertangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Informieren Sie sich im Gerätehandbuch über die Nennwerte, bevor Sie das Gerät anschließen. Überschreiten Sie nicht die Nennwerte der Messkategorie (CAT) und den Spannungs- und Stromnennwert der Einzelkomponente eines Produkts, Tastkopfs oder Zubehörteils mit dem niedrigsten Nennwert. Gehen Sie vorsichtig vor, wenn Sie 1:1-Prüfleitungen verwenden, da die Spannung der Tastkopfspitze direkt auf das Produkt übertragen wird.

Schließen Sie keine Spannung an Anschlüsse einschließlich des Masseanschlusses an, die den maximalen Nennwert des betreffenden Anschlusses überschreitet.

Schließen Sie keine potenzialfreie Spannung an den Masseanschluss an, die über der Nennspannung dieses Anschlusses liegt.

Gerät nicht ohne Abdeckungen betreiben. Betreiben Sie dieses Produkt nicht, wenn die Abdeckungen abgenommen sind oder das Gehäuse geöffnet ist. Dadurch besteht die Gefahr der Berührung gefährlicher Spannungen.

Freiliegende Leitungen und Anschlüsse vermeiden. Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

Gerät nicht betreiben, wenn ein Defekt vermutet wird. Wenn Sie vermuten, dass das Gerät beschädigt ist, lassen Sie es von qualifiziertem Servicepersonal überprüfen.

Setzen Sie das Gerät bei einer Beschädigung außer Betrieb. Verwenden Sie das Produkt nicht, wenn es beschädigt ist oder nicht ordnungsgemäß funktioniert. Falls Sie Zweifel an der Sicherheit des Produkts haben, schalten Sie es ab und trennen Sie das Netzkabel von der Stromversorgung. Kennzeichnen Sie das Produkt eindeutig, um den weiteren Betrieb des Geräts zu verhindern.

Vor der Verwendung müssen Spannungstastköpfe, Prüfleitungen und Zubehör auf mechanische Beschädigung untersucht und bei Bedarf ausgetauscht werden. Verwenden Sie Tastköpfe oder Prüfleitungen bei Beschädigung, freiliegenden Metallteilen oder Anzeichen von Verschleiß nicht.

Untersuchen Sie das Produkt von außen, bevor Sie es verwenden. Achten Sie auf Risse oder fehlende Teile.

Verwenden Sie nur die angegebenen Ersatzteile.

Verwenden Sie die richtige Sicherung. Verwenden Sie nur die Sicherung des für dieses Produkt angegebenen Typs.

Tragen Sie einen Augenschutz. Tragen Sie einen Augenschutz, wenn das Risiko von Strahlen mit hoher Intensität oder von Laserstrahlung besteht.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder bei Nässe betreiben. Berücksichtigen Sie, dass Kondensation auftreten kann, wenn das Gerät vom Kalten ins Warme transportiert wird.

Nicht in einer explosionsfähigen Atmosphäre betreiben.

Oberflächen des Geräts sauber und trocken halten. Trennen Sie die Eingangssignale, bevor Sie das Produkt reinigen.

Für ordnungsgemäße Belüftung sorgen. Weitere Informationen zur Aufstellung des Produkts, sodass eine ordnungsgemäße Belüftung gewährleistet ist, finden Sie im Handbuch.

Schlitze und Öffnungen sind zur Belüftung vorgesehen und dürfen keinesfalls abgedeckt werden. Auch darf die Belüftung nicht anderweitig behindert werden. Schieben Sie keine Gegenstände in die Öffnungen.

Für eine sichere Arbeitsumgebung sorgen. Stellen Sie das Produkt stets an einem Ort auf, an dem die Anzeige und die Kontrollleuchten gut zu sehen sind.

Vermeiden Sie den unsachgemäßen oder übermäßig langen Gebrauch von Tastaturen, Zeigegeräten und Tastenfeldern. Der unsachgemäße oder übermäßig lange Gebrauch einer Tastatur oder eines Zeigegerätes kann zu schweren Verletzungen führen.

Vergewissern Sie sich, dass Ihr Arbeitsbereich den geltenden ergonomischen Normen entspricht. Lassen Sie sich von einem Fachmann für Arbeitsplatzergonomie beraten, um belastungsbedingte Verletzungen zu vermeiden.

Tastköpfe und Testleiter

Bevor Sie Tastköpfe oder Testleiter anbringen, schließen Sie das Netzkabel mit dem Netzanschluss an einer ordnungsgemäß geerdeten Steckdose an.

Achten Sie darauf, dass die Finger hinter dem Fingerschutz an den Tastköpfen bleiben.

Nicht verwendete Tastköpfe, Prüfleitungen und Zubehör entfernen.

Verwenden Sie stets die korrekte Messkategorie (CAT), Spannung, Temperatur, Höhe und Tastköpfe, Prüfleitungen und Adapter mit entsprechender Nennstromstärke für eine Messung.

Vorsicht bei Hochspannungen. Prägen Sie sich die Nennspannungen für den verwendeten Tastkopf ein und überschreiten Sie diese in keinem Fall. Diese zwei Kennwerte sind wichtig und müssen eingehalten werden:

- Die maximale Messspannung zwischen Tastkopfspitze und Tastkopf-Referenzleiter
- Die maximale potenzialfreie Spannung zwischen dem Referenzleiter des Tastkopfs und Erdung

Diese beiden Nennspannungen hängen vom Tastkopf und der Anwendung ab. Im Abschnitt „Spezifikationen“ des Handbuchs finden Sie zusätzliche Informationen.

⚠ ***WARNUNG.*** *Um Stromschläge zu vermeiden, überschreiten Sie nicht die maximalen Mess- oder potenzialfreien Spannungen für den BNC-Eingangsstecker des Oszilloskops, die Tastkopfspitze und den Referenzleiter des Tastkopfs.*

Ordnungsgemäßes Anschließen und Trennen. Schließen Sie den Tastkopfausgang an das Messgerät an, bevor Sie den Tastkopf mit dem Prüfkreis verbinden. Verbinden Sie den Tastkopf-Referenzleiter mit dem Prüfkreis, bevor Sie den Tastkopf-Eingang anschließen. Trennen Sie den Anschluss des Tastkopfeingangs und den Tastkopf-Referenzleiter vom Prüfkreis, bevor Sie den Tastkopf vom Messgerät trennen.

Ordnungsgemäßes Anschließen und Trennen. Machen Sie den Stromkreis spannungsfrei, bevor Sie den Stromtastkopf anschließen.

Schließen Sie den Referenzleiter des Tastkopfs nur an die Erdung an.

Schließen Sie einen Stromtastkopf nicht an einem Draht an, der eine Spannung über der Nennspannung des Stromtastkopfs aufweist.

Überprüfen des Tastkopfs und des Zubehörs. Untersuchen Sie den Tastkopf und das Zubehör vor jedem Gebrauch auf Schäden (Schnitte, Risse oder Schäden am Tastkopfkörper, Zubehör oder Kabelummantelung usw.). Verwenden Sie den Tastkopf nicht, wenn er beschädigt ist.

Massenbezogene Oszilloskope verwenden. Mit der Referenzleitung dieses Tastkopfs dürfen keine Messungen in massefreien Schaltungen vorgenommen werden. Die Referenzleitung muss immer geerdet sein (0 V).

Allgemeine Sicherheitsinformationen für Wartungsarbeiten

Das Kapitel *Allgemeine Sicherheitsinformationen für Wartungsarbeiten* enthält weitere Informationen, die die sichere Durchführung von Wartungsarbeiten am Produkt betreffen. Wartungsarbeiten dürfen nur von qualifizierten Personen durchgeführt werden. Lesen Sie vor der Durchführung von Wartungsarbeiten die *Allgemeinen Sicherheitsinformationen für Wartungsarbeiten* und die *Allgemeinen Sicherheitshinweise*.

Stromschläge vermeiden. Freiliegende Anschlüsse nicht berühren

Wartungsarbeiten nicht allein durchführen. Führen Sie im Geräteinneren keine Wartungsarbeiten oder Einstellungen durch, wenn keine weitere Person anwesend ist, die erste Hilfe leisten oder Wiederbelebungsmaßnahmen durchführen kann.

Von der Stromversorgung trennen. Um Stromschläge zu vermeiden, schalten Sie die Stromversorgung des Geräts ab, und trennen Sie das Netzkabel von der Netzstromversorgung, bevor Sie zur Durchführung von Wartungsarbeiten Abdeckungen oder Verkleidungen entfernen oder das Gehäuse öffnen.

Vorsicht bei Wartungsarbeiten bei eingeschalteter Stromversorgung. In diesem Gerät können gefährliche Spannungen oder Ströme auftreten. Trennen Sie die Stromversorgung, entfernen Sie die Batterie (sofern zutreffend), und trennen Sie die Prüfleitungen vom Gerät, bevor Sie Schutzverkleidungen entfernen, Lötarbeiten durchführen oder Bauteile ersetzen.

Nach der Reparatur die Sicherheit überprüfen. Kontrollieren Sie nach der Durchführung einer Reparatur erneut den Durchgang zur Erdung und die Spannungsfestigkeit der Netzstromversorgung.

In diesem Handbuch verwendete Begriffe

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:

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

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

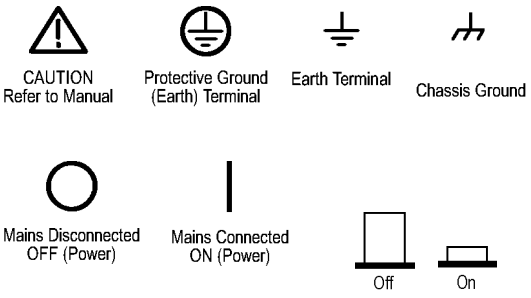
Symbole und Begriffe am Gerät

Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:

- DANGER (Gefahr) weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die unmittelbar an der Stelle besteht, an der der Hinweis angebracht ist.
- WARNING (Warnung) weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar an der Stelle besteht, an der der Hinweis angebracht ist.
- CAUTION (Vorsicht) weist auf mögliche Sachschäden einschließlich Geräteschäden hin.

Wenn dieses Symbol am Gerät angebracht ist, informieren Sie sich unbedingt im Handbuch über die Art der möglichen Gefahren und über alle Maßnahmen, die zu deren Vermeidung ergriffen werden müssen. (Dieses Symbol kann auch dazu dienen, den Anwender auf Nennwertangaben im Handbuch aufmerksam zu machen.)

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



Informationen zur Einhaltung von Vorschriften

In diesem Abschnitt finden Sie die vom Gerät erfüllten Normen hinsichtlich EMV (elektromagnetischer Verträglichkeit), Sicherheit und Umweltschutz.

Einhaltung der EMV-Vorschriften

EG-Konformitätserklärung – EMV

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

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

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

EN 61000-3-2:A1/A2 2009. Grenzwerte für Oberschwingungsströme

EN 61000-3-3:2008. Grenzwerte für Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flimmern

Einhaltung der EMV-Vorschriften

Entspricht der Richtlinie 2004/108/EG für elektromagnetische Verträglichkeit bei Verwendung mit dem/den in der Spezifikationstabelle aufgeführten Gerät/en. Lesen Sie in den für die angegebenen Geräte veröffentlichten EMV-Spezifikationen nach. Entspricht bei Verwendung mit anderen Geräten möglicherweise nicht der Direktive.

1 Dieses Gerät ist nur für den Betrieb außerhalb von Wohnbereichen vorgesehen. Der Betrieb dieses Geräts in Wohnbereichen kann elektromagnetische Störungen verursachen.

2 Emissionen, die diesen Standard überschreiten, sind dann möglich, wenn das Gerät an ein Testobjekt angeschlossen ist.

3 Um die Einhaltung der hier aufgeführten EMV-Normen zu gewährleisten, dürfen nur qualitativ hochwertige, abgeschirmte Kabel verwendet werden.

4 Das Gerät weist eine Divisions-Signalverschiebung von ≤ 3,0 und eine Divisions-Zunahme von ≤ 6,0 beim Peak-zu-Peak-Rauschen auf, wenn es gemäß IEC 61000-4-3 einer Störspannung ausgesetzt wird.

5 Das Gerät weist eine Divisions-Signalverschiebung von ≤ 2,0 und eine Divisions-Zunahme von ≤ 4,0 beim Peak-zu-Peak-Rauschen auf, wenn es gemäß IEC 61000-4-6 einer Störspannung ausgesetzt wird.

6 Leistungskriterium C bei Spannungseinbruch von 70 %/25 Zyklen und Spannungsunterbrechung von 0 %/250 Zyklen (IEC 61000-4-11). Schaltet sich das Instrument bei Spannungseinbruch, Kurzzeitunterbrechung oder Spannungsschwankung aus, dauert es länger als 10 Sekunden, bis sich das Gerät wieder im ursprünglichen Betriebszustand befindet.

Konformitätserklärung für Australien/Neuseeland – EMV

Entspricht der EMV-Bestimmung des Funkkommunikationsgesetzes gemäß:

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

FCC – EMV

Ausgenommen von FCC 47 CFR, Teil 15.

Russische Föderation

Dieses Produkt wurde durch die russische Regierung zertifiziert und darf die GOST-Kennzeichnung tragen.

Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen

Dieses Kapitel enthält die Sicherheitsnormen, denen das Gerät entspricht, sowie weitere Informationen zur Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen.

EU-Konformitätserklärung – Niederspannung

Die Einhaltung der im Amtsblatt der Europäischen Union aufgeführten folgenden Spezifikation wurde nachgewiesen:

Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG.

- EN 61010-1. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- EN 61010-2-030. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise
- EN 61010-031. Besondere Anforderungen an elektrische Mess- und Prüfgeräte mit Handprüfköpfen

Liste der in den USA landesweit anerkannten Prüflabore

- UL 61010-1. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- UL 61010-2-030. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise
- UL 61010-031. Besondere Anforderungen an elektrische Mess- und Prüfgeräte mit Handprüfköpfen

Kanadische Zertifizierung

- CAN/CSA C22.2 No. 61010-1. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- CAN/CSA C22.2 No. 61010-2-030. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-031. Besondere Anforderungen an elektrische Mess- und Prüfgeräte mit Handprüfköpfen

Weitere Konformitätserklärungen

- IEC 61010-1. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- IEC 61010-2-030. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise
- IEC 61010-031. Besondere Anforderungen an elektrische Mess- und Prüfgeräte mit Handprüfköpfen

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, nichtleitende Verunreinigungen. Geräte dieser Kategorie sind vollständig gekapselt, hermetisch abgeschlossen oder befinden sich in sterilen Räumen.
- Belastungsgrad 2. Normalerweise treten nur trockene, nichtleitende 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, nichtleitende 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.

Einstufung des Belastungsgrads

Belastungsgrad 2 (gemäß Definition nach IEC 61010-1). Nur zur Verwendung in trockenen Innenräumen.

Beschreibung der Mess- und Überspannungskategorien

Die Messanschlüsse an diesem Gerät können zum Messen von Netzspannungen einer oder mehrerer der folgenden Kategorien ausgelegt sein (die konkreten Nennwerte sind am Gerät angegeben und im Handbuch aufgeführt).

- Kategorie II. Stromkreise, die an den Stromentnahmepunkten (Steckdosen und ähnliche Punkte) direkt mit der Gebäudeverkabelung verbunden sind.
- Kategorie III. In der Gebäudeverkabelung und im Verteilungssystem.
- Kategorie IV. An der Quelle der Stromversorgung für das Gebäude.

HINWEIS. *Nur Stromkreise der Netzstromversorgung haben eine Einstufung der Überspannungskategorie. Nur Messstromkreise haben eine Einstufung der Messkategorie. Andere Stromkreise im Gerät haben keine Einstufung.*

Einstufung der Netzüberspannungskategorie

Überspannungskategorie II (gemäß Definition nach IEC 61010-1)

Umweltschutzgesichtspunkte

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

Umgang mit dem Gerät am Ende seiner Nutzung

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 Nutzungsende 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 für Elektro- und Elektronik-Altgeräte und Batterien entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (www.tektronix.com).

Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe

Dieses Produkt wird als industrielles Überwachungs- und Messgerät klassifiziert und muss deshalb bis 22. Juli 2017 nicht die Beschränkungen gefährlicher Stoffe der neu gefassten RoHS-Richtlinie 2011/65/EU erfüllen.

Erste Schritte

Digitalspeicher-Oszilloskope der Serien TBS1000B und TBS1000B-EDU sind kleine, handliche und leichte Tischgeräte, die für massebezogene Messungen eingesetzt werden können.

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

- Installation des Gerätes
- Durchführung eines kurzen Funktionstests
- Ausführung einer Tastkopfüberprüfung und Tastkopfkompensation
- Einstellen des Tastkopfabschwächungsfaktors
- Verwendung des Selbstkalibrierungsprogramms

HINWEIS. *Nach dem Einschalten des Oszilloskops können Sie eine Sprache auswählen, die auf dem Bildschirm angezeigt werden soll. Sie können eine Sprache jederzeit über die Option* ***Dienstprogramm ► Sprache*** *auswählen.*

Allgemeine Funktionen

Modell	Kanäle	Bandbreite	Abtastrate	Anzeige
TBS1052B-EDU	2	50 MHz	1 GS/s	Farbe
TBS1052B	2	50 MHz	1 GS/s	Farbe
TBS1072B-EDU	2	70 MHz	1 GS/s	Farbe
TBS1072B	2	70 MHz	1 GS/s	Farbe
TBS1102B-EDU	2	100 MHz	2 GS/s	Farbe
TBS1102B	2	100 MHz	2 GS/s	Farbe
TBS1152B-EDU	2	150 MHz	2 GS/s	Farbe
TBS1152B	2	150 MHz	2 GS/s	Farbe
TBS1202B-EDU	2	200 MHz	2 GS/s	Farbe
TBS1202B	2	200 MHz	2 GS/s	Farbe

- Kontextbezogenes Hilfesystem
- 7-Zoll-LCD-Farbbildschirm
- In das Gerät integrierte Lernsoftware (nur EDU-Modelle)
- Grenzwertprüfung, Datenprotokollierung und Trendkurven (nicht bei EDU-Modellen)
- Unabhängige Zweikanalzähler
- Auswählbare Bandbreitenbegrenzung 20 MHz

- Aufzeichnungslänge von 2.500 Punkten für jeden Kanal
- Auto-Setup
- Automatische Bereichseinstellung
- Einstellen und Speichern von Signalen
- USB-Flash-Laufwerksanschluss für die Dateispeicherung
- PC-Kommunikation über den USB-Geräteanschluss mit OpenChoice-PC-Kommunikationssoftware
- Stellen Sie die Verbindung zum GPIB-Controller über den optionalen TEK-USB-488-Adapter her
- Cursor mit Messwertanzeige
- Triggerfrequenzanzeige
- 34 automatische Messungen – und Mess-Gating
- Mittelwert- und Spitzenwerterfassung
- Math-Funktionen: Operationen +, - und ×
- Schnelle Fourier-Transformation (FFT)
- Impulsbreiten-Triggerfunktion
- Video-Triggerfunktion mit Triggerung nach Zeilenauswahl
- Externer Trigger
- Anzeige mit variablem Nachleuchten
- Benutzeroberfläche und Hilfethemen in 11 Sprachen
- Zoomfunktion

Installation

Netzkabel

Verwenden Sie nur das mit dem Oszilloskop mitgelieferte Netzkabel. *Anhang C: Zubehör* enthält eine Auflistung des standardmäßigen und des optionalen Zubehörs.

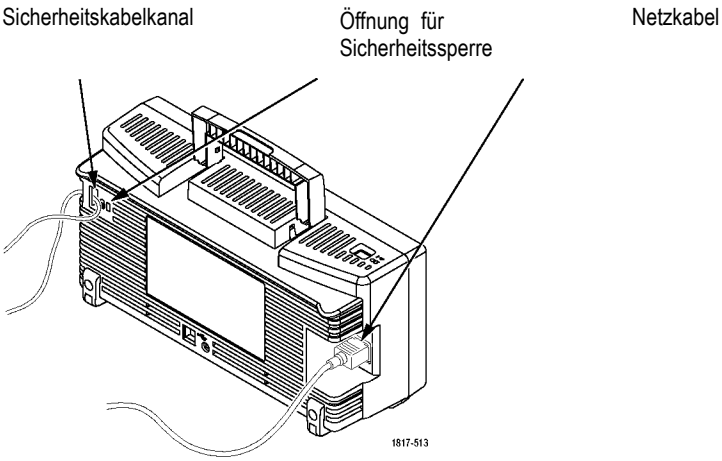
Stromversorgung

Verwenden Sie eine Stromversorgung mit 90 bis 264 VAC_{RMS} und 45 bis 66 Hz. Falls Sie eine Stromversorgung mit 400 Hz nutzen, muss diese 90 bis 132 VAC_{eff} und 360 bis 440 Hz bereitstellen.

Der maximale Stromverbrauch des Geräts beträgt 30 W.

Sicherheitsschlaufe

Verwenden Sie eine standardmäßige Laptop-Computersicherheitssperre, oder führen Sie ein Sicherheitskabel durch den integrierten Kabelkanal, um das Oszilloskop am Aufstellungsort zu sichern.



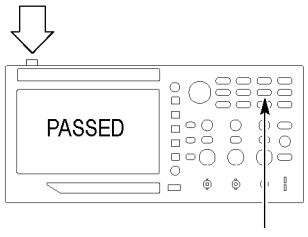
Kühlung

HINWEIS. *Das Oszilloskop wird durch Konvektion gekühlt. Halten Sie an den Seiten und oben einen Abstand von ca. 5 cm, um eine ausreichende Luftzirkulation zu gewährleisten.*

Funktionstest

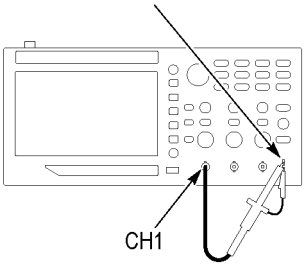
Führen Sie diesen Funktionstest durch, um zu überprüfen, ob das Oszilloskop ordnungsgemäß funktioniert.

EIN/AUS-Taste



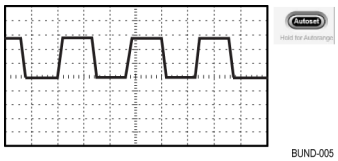
1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
   Drücken Sie die Taste **Grundeinstellung**.
   Die standardmäßige Tastkopfabschwächungseinstellung beträgt 10fach.

TASTKOPF-ABGL



2. Schließen Sie den TPP0051-, TPP0101- oder TP0201-Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Hierzu richten Sie den Steckplatz des Tastkopfsteckers am Gegenstück des BNC-Steckers von Kanal 1 aus, stecken ihn ein und drehen ihn nach rechts, bis er einrastet.

Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Referenzleiter an die TASTKOPF-ABGL.-Anschlüsse an.



3. Drücken Sie auf die Taste **Auto-Setup**. Innerhalb weniger Sekunden wird auf der Anzeige ein Rechtecksignal mit ca. 5 V Peak-zu-Peak bei 1 kHz angezeigt.

Drücken Sie zweimal auf die Menütaste für Kanal **1** auf dem Frontpaneel, um Kanal 1 zu entfernen. Drücken Sie auf die Menütaste für Kanal **2**, um Kanal 2 anzuzeigen. Wiederholen Sie Schritt 2 und 3.

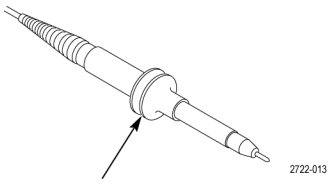
Kalibrierung: BESTANDEN

4. Überprüfen Sie, ob die Kalibrierung bestanden wurde. Drücken Sie auf **Dienstprogramm ► - Weiter - Seite 1 von 2** (Drücken Sie bei EDU-Modellen erneut auf **Weiter**) ► **System status ► Versch.** Suchen Sie nach **Kalibrierung BESTANDEN**.

Tastkopfsicherheit

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

Ein Schutz um das Tastkopfgehäuse des TPP0051, TPP0101 oder TPP0201 herum schützt vor Stromschlag.



Fingerschutzmanschette

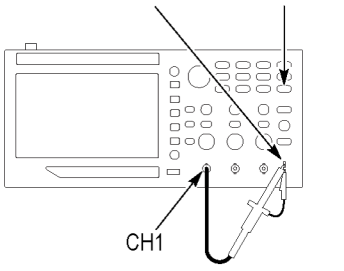
WARNUNG. *Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, halten Sie das Gerät immer am Tastkopfgehäuseschutz.*

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

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

Manuelle Tastkopfkompensation

Sie können diese Tastkopfeinstellung manuell vornehmen, um Ihren Tastkopf auf den Eingangskanal einzustellen.



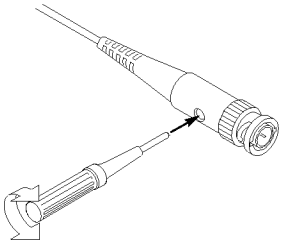
1. Drücken Sie die Tasten **1** ► **Tastkopf** ► **Spannung** ► **Dämfpung** und wählen Sie **10X** aus. Schließen Sie den TPP0051-, TPP0101- oder TP0201-Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Wenn Sie die Hakenspitze des Tastkopfs verwenden, stellen Sie einen ordnungsgemäßen Anschluss sicher, indem Sie die Spitze fest auf den Tastkopf stecken.
2. Schließen Sie die Tastkopfspitze an den PROBE COMP ~5 V/1 kHz-Stecker und den Referenzleiter an den PROBE COMP-Gehäuseerdungsanschluss an. Zeigen Sie den Kanal an, und drücken Sie anschließend die Taste **Auto-Setup**.

Überkompensiert

Unterkompensiert

Richtig kompensiert

3. Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals.



4. Ändern Sie, falls erforderlich, die Tastkopfeinstellung.

   Wiederholen Sie ggf. die oben beschriebenen Vorgänge.

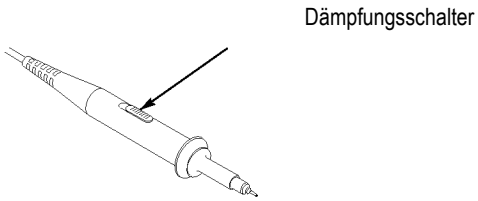
Tastkopfabschwächungseinstellung

Tastköpfe sind mit unterschiedlichen Abschwächungsfaktoren verfügbar, die sich auf die Vertikalskala des Signals auswirken.

Wählen Sie den Faktor aus, der der Dämpfung Ihres Tastkopfs entspricht. Um z. B. einen auf 10fach festgelegten und an CH 1 angeschlossenen Tastkopf abzugleichen, drücken Sie die Tasten **1 ► Tastkopf ► Spannung ► Dämfpung**, und wählen Sie **10X** aus.

HINWEIS. *Die Standardeinstellung der Dämpfungsoption ist 10fach.*

Wenn Sie den Dämpfungsschalter am Tastkopf P2220 verstellen, müssen Sie auch die Dämpfungsoption des Oszilloskops entsprechend ändern. Die Schaltereinstellungen lauten 1fach und 10fach.



HINWEIS. *Wird der Dämpfungsschalter auf 1fach gestellt, begrenzt der Tastkopf P2220 die Oszilloskopbandbreite auf 6 MHz. Um die volle Bandbreite des Oszilloskops zu verwenden, stellen Sie sicher, dass der Schalter auf 10fach gestellt ist.*

Stromtastkopf-Skalierung

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

Um z. B. die Skala für einen an Kanal 1 angeschlossenen Stromtastkopf festzulegen, drücken Sie die Option **1 ► Tastkopf ► Strom ► Skala**, und wählen Sie einen geeigneten Wert aus.

Selbstkalibrierung

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

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

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

Firmware-Aktualisierungen über das Internet

Aktualisieren Sie die Firmware Ihres TBS1000B, um von neuen Funktionen und Fehlerbehebungen zu profitieren. Zur Aktualisierung Ihres Oszilloskops benötigen Sie eine Internetverbindung und ein USB-Flash-Laufwerk. Falls Sie keinen Internet-Zugang haben, wenden Sie sich an Tektronix, um nähere Informationen zum Aktualisierungsverfahren zu erhalten.

Überprüfen der aktuellen Firmware-Version

1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
2. Beim TBDS1000B: Drücken Sie auf **Dienstprogramm ► - Weiter - Seite 1 von 2 ► System status ► Versch.**

   Beim TBDS1000B-EDU: Drücken Sie auf **Dienstprogramm ► - Weiter - Seite 1 von 3 ►- Weiter - Seite 2 von 3 ► System status ► Versch.**
3. Die Versionsnummer der Firmware wird auf dem Oszilloskop angezeigt.

Überprüfen der aktuellsten verfügbaren Firmware-Version

1. Öffnen Sie einen Webbrowser, und besuchen Sie die Website www.tektronix.com/software.
2. Geben Sie „TBS1000B“ in das Suchfeld ein.
3. Suchen Sie in der Liste der verfügbaren Software nach der aktuellsten TBS1000B-Firmware. Prüfen Sie die Versionsnummer.

Ist die aktuellste verfügbare Firmware neuer als die Ihres TBS1000B, aktualisieren Sie die Firmware Ihres Geräts.

1. Laden Sie die aktuellste Firmware von www.tektronix.com/software auf Ihren PC herunter. Entpacken Sie die Dateien, falls erforderlich, und kopieren Sie die gewünschte Firmware-Datei in das Stammverzeichnis eines USB-Flash-Laufwerks.
2. Setzen Sie das USB-Flash-Laufwerk in den USB-Anschluss auf der Vorderseite Ihres Oszilloskops ein.
3. Drücken Sie auf **Dienstprogramm ► - Weiter - Seite 1 von 2 ► Datei Dienstprogr. ► - Weiter - Seite 1 von 2 ► Firmware aktualisieren ► Firmware aktualisieren**.

Die Aktualisierung der Firmware dauert einige Minuten. Das Oszilloskop informiert Sie darüber, wann die Aktualisierung abgeschlossen ist. Das USB-Flash-Laufwerk darf nicht entfernt und das Oszilloskop nicht ausgeschaltet werden, bis die Firmware-Aktualisierung abgeschlossen ist.

Bedienungsgrundlagen

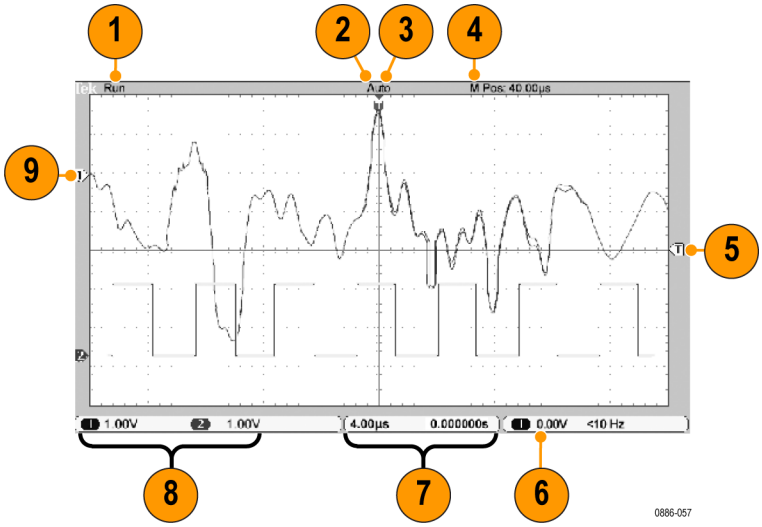
Das vordere Bedienfeld ist in benutzerfreundliche Funktionsbereiche unterteilt. Dieses Kapitel gibt Ihnen eine kurze Übersicht über die Bedienelemente des Oszilloskops und die auf dem Bildschirm angezeigten Informationen.

Anzeigebereich

Zusätzlich zur Anzeige des Signals selbst enthält der Anzeigebereich Informationen über das Signal sowie die Oszilloskopeinstellungen.

HINWEIS. *Einzelheiten zur Anzeige der FFT-Funktion,(Siehe Seite 57, Anzeige des FFT-Spektrums.)*

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



1. Die Erfassungs-Messwertanzeige zeigt an, wenn eine Erfassung durchgeführt oder gestoppt wird. Die Symbole bedeuten Folgendes:

   Start: Erfassung aktiviert

   Stop: Erfassung nicht aktiviert

2. Das Symbol für die Triggerposition gibt die Triggerposition in der Erfassung an. Drehen Sie den Drehknopf **Position** im Bereich „Horizontal“, um die Position des Markers einzustellen.

3. Die Trigger-Statusanzeige zeigt Folgendes:

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

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

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

   Stop: Das Oszilloskop hat die Erfassung der Signaldaten beendet.

   Erf. Abgeschlossen: Das Oszilloskop hat eine Einzelfolgeerfassung abgeschlossen.

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

   Abtastung: Signaldaten werden im Abtastmodus vom Oszilloskop kontinuierlich erfasst und angezeigt.

4. Die Rastermitten-Anzeige zeigt die Zeit auf der Rastermitte an. Die Triggerzeit ist Null.

5. Das Symbol für den Triggerpegel zeigt den Flanken- oder Impulsbreiten-Triggerpegel des Signals an. Die Symbolfarbe entspricht der Farbe der Triggerquelle.
6. Die Triggeranzeige gibt Triggerquelle, -pegel und -frequenz an. Die Triggeranzeigen für andere Triggertypen geben auch andere Parameter an.
7. Die Anzeige für die horizontale Position/Skala gibt die Einstellung der Hauptzeitbasis (einstellbar mit dem Knopf **Horizontale Skala**) an.
8. Die Kanalanzeige gibt den Faktor der vertikalen Skalierung (pro Division) jedes Kanals an. Die Einstellung erfolgt mit dem Knopf **Vertikale Skala** für jeden Kanal.
9. Die Markierung für die Signalgrundlinie zeigt die erdbezogenen Messpunkte (den Null-Volt-Pegel) von Signalen an (wobei die Offset-Wirkung ignoriert wird). Die Farben des Symbols entsprechen den Farben des Signals. Falls keine Markierung vorliegt, wird der Kanal nicht angezeigt.

Meldungsbereich

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

- Vorschläge, was Sie als Nächstes tun könnten, z. B. beim Drücken der Taste **Messen** und dann der Taste **Ch1**:

  `Verwendung des Mehrzweckknopfs zur Auswahl des Messtyps`

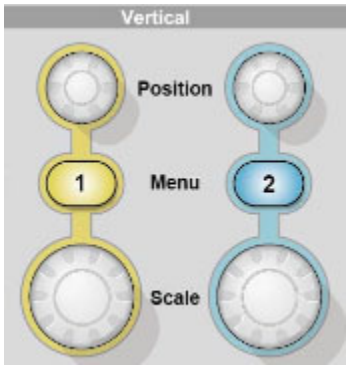
- Informationen zu den vom Oszilloskop durchgeführten Aktionen, z. B. beim Drücken der Taste **Grundeinstellung**:

  Grundeinstellung abgerufen

Verwenden des Menüsystems

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

Vertikale Bedienelemente



Position (1 und 2). Positioniert ein Signal vertikal.

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

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

Horizontale Bedienelemente

Position. Dient zur Einstellung der horizontalen Position aller Kanäle und berechneten Signale. Die Auflösung dieses Bedienelementes variiert je nach Zeitbasiseinstellung.

HINWEIS. *Um die horizontale Position stark zu verändern, drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich **Horizontal** auf einen größeren Wert, ändern die horizontale Position und drehen den Drehknopf anschließend wieder auf den vorherigen Wert zurück.*

HINWEIS. *Drücken Sie den Knopf für die horizontale Position, um die horizontale Position auf null zurückzusetzen.*

Erfassung. Auswahl des Erfassungsmodus – Abtastung, Spitzenwerterfassung und Durchschnitt.

Skala. Auswahl des horizontalen Skalenfaktors (Zeit/Div.).

Trigger-Bedienelemente

Trigger-Menü. Wird die Taste einmal gedrückt, wird das Trigger-Menü angezeigt. Wird sie länger als 1,5 Sekunden gedrückt, wird die Triggeransicht angezeigt, d. h. es wird das Triggersignal anstatt des Kanalsignals angezeigt. Mit der Triggeransicht, können Sie feststellen, welche Auswirkungen die Triggereinstellungen, z. B. Kopplung, auf das Triggersignal haben. Wenn Sie die Taste loslassen, wird die Triggeransicht beendet.

Pegel. Bei Verwendung eines Flanken- oder Impulstriggers wird mit dem Drehknopf **Pegel** die Amplitude festgelegt, die vom Signal für die Erfassung einer Kurve durchlaufen werden muss. Drücken Sie diesen Knopf, um den Triggerpegel auf den vertikalen Mittelpunkt zwischen den Peaks des Triggersignals (auf 50 % gesetzt) festzulegen.

Trigger erzwingen. Hiermit schließen Sie die Erfassung des aktuellen Signals ab, ganz gleich, ob das Oszilloskop einen Trigger erkennt oder nicht. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich bei Einzelfolge-Erfassungen und im Triggermodus „Normal“. (Im Triggermodus „Auto“ erzwingt das Oszilloskop die Trigger automatisch und periodisch, wenn kein Trigger erkannt wird.)

Menü- und Steuerungstasten

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

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

Aktives Menü oder aktive Option	Bedienung des Knopfs	Beschreibung
Cursor	Drehen	Scrollen zur Positionierung des ausgewählten Cursors
Hilfe	Drehen, drücken	Hervorheben von Einträgen im Index. Hervorheben von Links in einem Thema. Drücken, um das hervorgehobene Element auszuwählen.
Math	Drehen, drücken	Scrollen zur Positionierung und Skalierung des Mathematiksignals. Scrollen und drücken, um den Vorgang auszuwählen.
FFT	Drehen, drücken	Scrollen und drücken, um Quelle, Fenstertyp und Zoomwerte auszuwählen

Aktives Menü oder aktive Option	Bedienung des Knopfs	Beschreibung
Messen	Drehen, drücken	Scrollen zum Hervorheben und drücken, um den Typ der automatischen Messung für jede Quelle auszuwählen
	Drehen	Scrollen zur Positionierung des ausgewählten Gating-Cursors
Speichern/Abrufen	Drehen, drücken	Scrollen zum Hervorheben und drücken, um die Aktion und das Dateiformat auszuwählen. Durch die Dateiliste scrollen.
Trigger	Drehen, drücken	Scrollen zum Hervorheben und drücken, um Triggertyp, -quelle, -flanke, -modus-, -kupplung-, -polarität, -synchronisation, Videostandard, Trigger im Betrieb auszuwählen. Drehen, um den Trigger-Holdoff und Impulsbreitenwerte festzulegen.
Dienstprogramm	Scrollen, drücken	Scrollen zum Hervorheben und drücken, um verschiedene Menüelemente auszuwählen. Drehen, um den Wert der Hintergrundbeleuchtung festzulegen.
Vertikal	Scrollen, drücken	Scrollen zum Hervorheben und drücken, um verschiedene Menüelemente auszuwählen.
Zoom	Bildlauf	Scrollen, um die Skalierung und Position des Zoomfensters zu ändern.

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

Messen. Ruft das Menü für automatische Messungen auf.

Erfassung. Ruft das Menü Erfassung auf.

Ref. Ruft das Referenzmenü auf, um im nichtflüchtigen Speicher des Oszilloskops gespeicherte Referenzsignale schnell anzuzeigen und auszublenden.

Dienstprogramm. Ruft das Menü Dienstprogramm auf.

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

Hilfe. Ruft das Menü Hilfe auf.

Grundeinstellung. Ruft die werkseitige Einstellung ab.

Auto-Setup. Das Oszilloskop wird automatisch so eingestellt, dass eine verwertbare Anzeige der Eingangssignale stattfindet. Wird die Taste länger als 1,5 Sekunden gedrückt, wird das Menü „Automatische Bereichseinstellung“ angezeigt und die automatische Bereichseinstellung aktiviert oder deaktiviert.

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

Start/Stop. Das Oszilloskop erfasst Signaldaten kontinuierlich oder hält die Erfassung an.

Speichern. Speichert standardmäßig Daten auf das USB-Flash-Laufwerk.

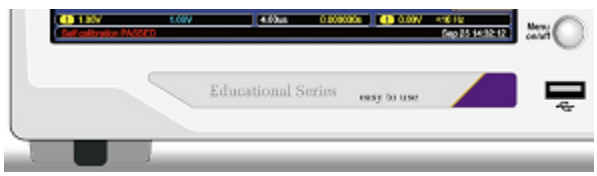
Eingangsstecker

1 & 2. Eingangsstecker für die Signalanzeige.

Ext Trig. Eingangsstecker für eine externe Triggerquelle. Verwenden Sie das Menü „Trigger“, um die Triggerquelle „Ext.“ oder „Ext/5“ auszuwählen. Drücken und halten Sie die Taste **Trigger-Menü**, um die Triggeransicht anzuzeigen. Hier sehen Sie, wie sich die Triggereinstellungen, z. B. Triggerkopplung, auf das Triggersignal auswirken.

PROBE COMP (TASTKOPFABGLEICH). Ausgang und Gehäuseerdung für den Spannungstastkopfabgleich. Wird verwendet, um den Spannungstastkopf mit der Eingangsschaltung des Oszilloskops abzugleichen. (Siehe Seite 5, *Manuelle Tastkopfkompensation*.)

Sonstige Elemente auf der Frontplatte



USB-Flash-Laufwerksanschluss

USB-Flash-Laufwerksanschluss. Setzen Sie ein USB-Flash-Laufwerk zum Speichern und Abrufen von Daten ein.

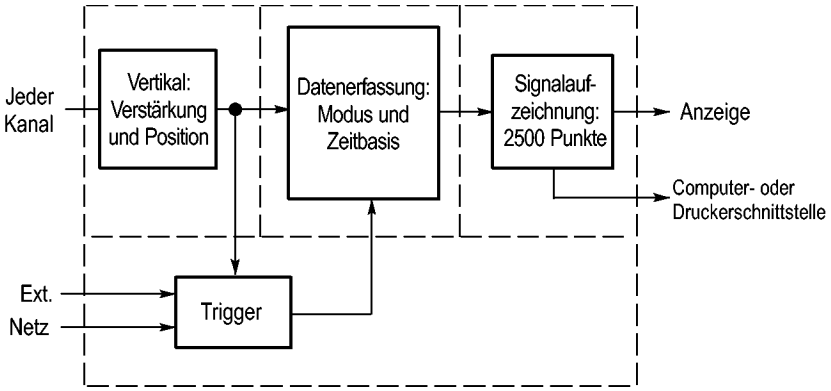
Bei Flash-Laufwerken mit LED blinkt die LED, wenn Daten gespeichert oder vom Laufwerk abgerufen werden. Warten Sie mit dem Entfernen des Laufwerks, bis die LED nicht mehr blinkt.

Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen

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

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

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



Einstellen des Oszilloskops

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

Verwendung von Auto-Setup

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

Verwenden der automatischen Bereichseinstellung

Die automatische Bereichseinstellung ist eine kontinuierliche Funktion, die aktiviert und deaktiviert werden kann. Mit der Funktion werden Einstellungswerte zum Verfolgen eines Signals eingestellt, wenn dieses große Änderungen aufweist oder wenn der Tastkopf physisch an einen anderen Punkt verschoben wird. Um die automatische Bereichseinstellung zu verwenden, halten Sie die Taste **Auto-Setup** länger als 1,5 Sekunden gedrückt.

Speichern eines Setups

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

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

Sie können Setups auch auf ein USB-Flash-Laufwerk speichern. Das Oszilloskop enthält einen entnehmbaren Massenspeicher in Form eines USB-Flash-Laufwerks für das Speichern und Abrufen von Daten. (Siehe Seite 63, *USB-Flash-Laufwerksanschluss*.)

Abrufen eines Setups

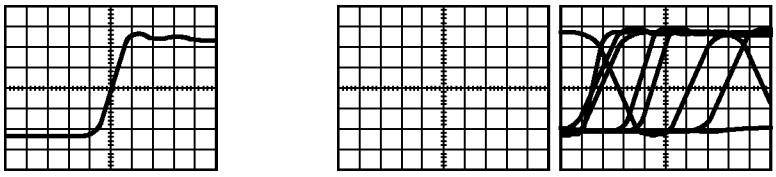
Das Oszilloskop kann das vor dem Ausschalten des Geräts zuletzt verwendete Setup, beliebige gespeicherte Setups oder die Grundeinstellung abrufen. (Siehe Seite 100, *Speichern/Abrufen*.)

Grundeinstellung

Bei der Lieferung ab Werk ist das Oszilloskop auf normalen Betrieb eingestellt. Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung. Zum Abrufen dieser Einstellung drücken Sie die Taste **Grundeinstellung**. Hinweise zur Anzeige der Grundeinstellungen finden Sie in *Anhang D: Grundeinstellung*.

Triggerung

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



Getriggertes Signal

Ungetriggerte Signale

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Bedienungsgrundlagen*. (Siehe Seite 13, *Trigger-Bedienelemente*.) Lesen Sie auch im Kapitel *Referenz* nach. (Siehe Seite 106, *Trigger-Bedienelemente*.)

Wenn Sie die Taste **Start/Stop** oder die Taste **Einzelfolge** drücken, um die Erfassung zu starten, geschieht auf dem Oszilloskop Folgendes:

1. Es werden genügend Daten erfasst, um den Teil der Signalaufzeichnung links vom Triggerpunkt auszufüllen. Dies wird als Vortrigger bezeichnet.
2. Es werden fortlaufend Daten erfasst, während das Oszilloskop auf das Auftreten der Triggerbedingung wartet.
3. Die Triggerbedingung wird erkannt.
4. Es werden weiterhin Daten erfasst, bis die Signalaufzeichnung abgeschlossen ist.
5. Das neu erfasste Signal wird angezeigt.

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

Quelle

Die Optionen der Triggerquelle werden benutzt, um das Signal auszuwählen, das das Oszilloskop als Trigger verwendet. Die Quelle kann die Wechselstromleitung (nur bei Flankentriggern verfügbar) oder ein beliebiges Signal sein, das über den Kanal-BNC-Stecker oder über den Ext Trig-BNC-Stecker eingespeist wird.

Arten

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

Modi

Sie können den Triggermodus Auto oder Normal auswählen, um festzulegen, wie Daten vom Oszilloskop erfasst werden, wenn keine Triggerbedingung erkannt wird. (Siehe Seite 106, *Verfügbare Modi*.)

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

Kopplung

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

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

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

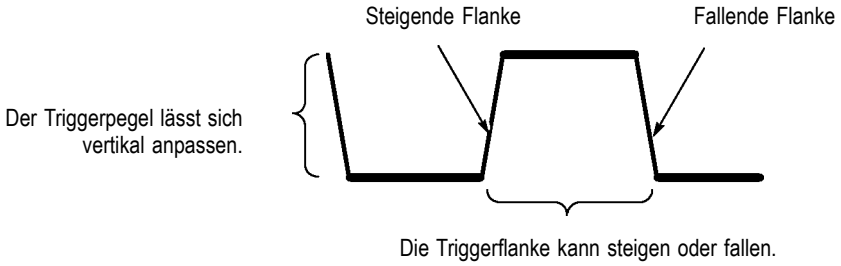
Um anzuzeigen, wie das aufbereitete Signal an die Triggerschaltung weitergeleitet wird, aktivieren Sie die Triggeransicht, indem Sie die Taste **Trigger-Menü** länger als 1,5 Sekunden gedrückt halten.

Position

Mi dem Bedienelement für die horizontale Position wird die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte festgelegt. Nähere Informationen über dieses Bedienelement zur Triggerpositionierung finden Sie unter *Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen*. (Siehe Seite 23, *Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen*.)

Flanke und Pegel

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



Signalerfassung

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

Erfassungsmodi

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

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

In diesem Modus werden jedoch keine schnellen Signalschwankungen erfasst, die zwischen den einzelnen Abtastungen auftreten können. Dies kann zu Aliasing führen, sodass schmale Impulse möglicherweise nicht vom Oszilloskop erfasst werden. In diesem Fall sollten Sie den Spitzenwerterfassungsmodus zur Erfassung der Daten verwenden. (Siehe Seite 24, *Zeitbereichs-Aliasing*.)

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

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

Zeitbasis

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

Zur Einstellung der Zeitbasis auf eine für Ihre Zwecke geeignete Horizontalskala verwenden Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“.

Skalierung und Positionierung von Signalen

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

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

Sie können den Anzeigebereich und die Messwertanzeigen ablesen. (Siehe Seite 9, *Anzeigebereich*.)

Vertikalskala und Position

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

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

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Bedienungsgrundlagen*. (Siehe Seite 12, *Vertikale Bedienelemente*.) Lesen Sie auch im Kapitel *Referenz* nach. (Siehe Seite 117, *Vertikale Bedienelemente*.)

Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen

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

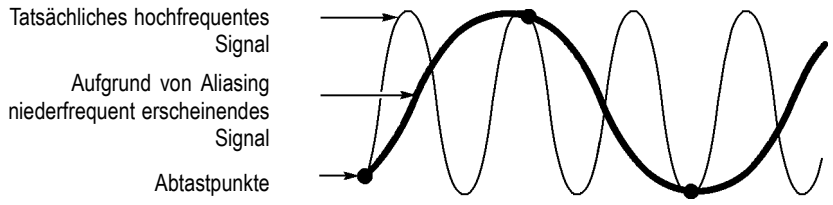
Beispiel: Sie möchten die Ursache für einen Glitch in Ihrer Messschaltung ermitteln. Hierzu könnten Sie auf den Glitch triggern und den Vortrigger-Zeitraum vergrößern, um Daten vor dem Glitch zu erfassen. Anschließend analysieren Sie die Vortriggerdaten und kommen den Ursachen für den Glitch so womöglich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

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

Das Oszilloskop zeigt die Horizontalskala als Zeit pro Skalenteil in der Skalenanzeige an. Da alle aktiven Signale dieselbe Zeitbasis verwenden, zeigt das Oszilloskop nur einen Wert für alle aktiven Kanäle an, es sei denn, Sie verwenden die Zoomfunktion.

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Bedienungsgrundlagen*. (Siehe Seite 13, *Position*.) Lesen Sie auch im Kapitel *Referenz* nach.(Siehe Seite 92, *Horizontal*.)

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



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

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

Die maximalen Abtastraten des Oszilloskops betragen mindestens das Zehnfache der Bandbreite. Dank dieser hohen Abtastraten wird die Möglichkeit für Aliasing deutlich verringert.

Es gibt verschiedene Verfahren, Aliasing zu erkennen:

- Drehen Sie den Drehknopf **Skala**, um die Horizontskala zu ändern. Wenn die Signalform sich stark verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.
- Wählen Sie den Spitzenwert-Erfassungsmodus aus. (Siehe Seite 23, *Spitzenwerterfassung*.) Bei diesem Modus werden die höchsten und niedrigsten Werte abgetastet, sodass das Oszilloskop schnellere Signale erkennen kann. Wenn die Signalform sich stark verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.
- Wenn die Triggerfrequenz höher ist als die Daten auf der Anzeige, liegt womöglich Aliasing oder ein Signal vor, das den Triggerpegel mehrfach schneidet. Durch eine Analyse des Signals können Sie feststellen, ob die Signalform eine einzelne Triggerdurchschreitung pro Zyklus auf dem ausgewählten Triggerpegel zulässt.

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

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

Durchführen von Messungen

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

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

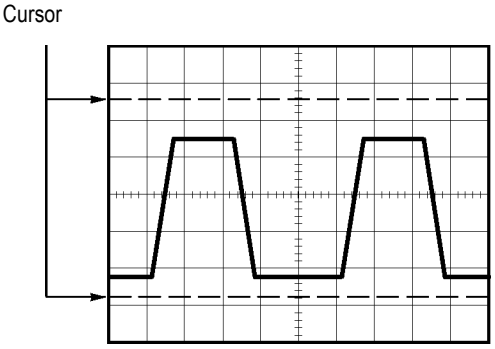
Raster

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

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

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

5 Skalenteile x 100 mV/Skalenteil = 500 mV



Cursor

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

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

Nachdem Sie **Gattersteu. für Messung** im Menü **Messung** aktiviert haben, können Sie die Cursor dazu verwenden, den Gatterbereich der Messung festzulegen. Das Oszilloskop beschränkt die Gattermessung auf die Daten zwischen den beiden Cursorn.

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

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

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

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

Automatische

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

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

Beschreibungen zu den Messungen finden Sie im Kapitel *Referenz*. (Siehe Seite 94, *Durchführen von Messungen*.)

Anwendungsbeispiele

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

- Durchführen einfacher Messungen

  Verwendung von Auto-Setup

  Durchführen automatischer Messungen mithilfe des Menüs Messung

  Messung zweier Signale und Berechnung der Verstärkung

- Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung

- Durchführen von Cursor-Messungen

  Messung der Schwingungsfrequenz und der Schwingungsamplitude

  Messung der Impulsbreite

  Messung der Anstiegszeit

- Analyse von Signaldetails

  Analyse von Störsignalen

  Verwendung der Mittelwertfunktion zur Trennung eines Signals vom Störrauschen

- Erfassung eines Einzelschusssignals

  Optimieren der Erfassung

- Messung der Laufzeitverzögerung

- Triggerung auf eine Impulsbreite

- Triggerung auf ein Videosignal

  Triggerung auf Videohalbbilder und Videozeilen

  Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails

- Analyse von Differenzialsignalen (Kommunikationssignalen) mithilfe mathematischer Funktionen

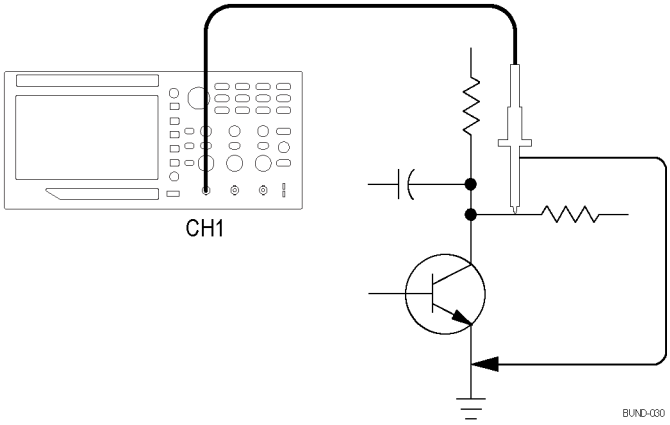
- Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk im XY-Modus und mit Nachleuchten

- Datenprotokollierung (nicht bei EDU-Modellen)

- Grenzwertprüfung (nicht bei EDU-Modellen)

Durchführen einfacher Messungen

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



Verwendung von Auto-Setup

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

1. Drücken Sie die Taste **1** (Menü für Kanal 1).
2. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ►Teilung ► 10X**.
3. Wenn Sie P2220-Tastköpfe verwenden, stellen Sie die Schalter auf **10X**.
4. Schließen Sie die Tastkopfspitze von Kanal 1 an das Signal an. Schließen Sie den Referenzleiter an den Referenzpunkt des Prüfkreises an.
5. Drücken Sie auf die Taste **Auto-Setup**.

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

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

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Referenz*. (Siehe Seite 80, *Auto-Setup*.)

Durchführen automatischer Messungen

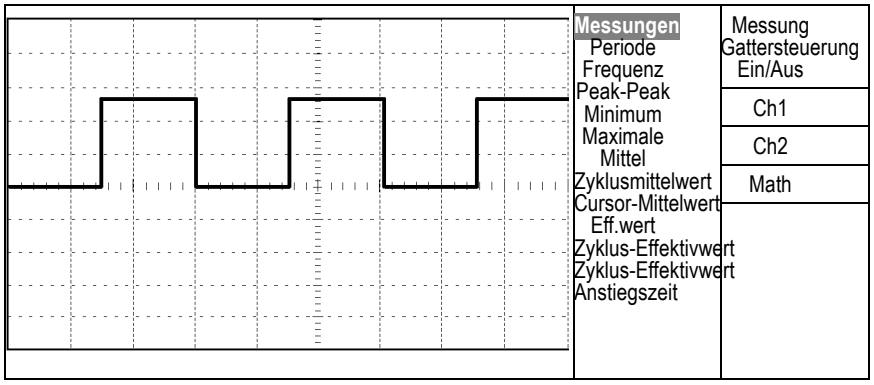
Die meisten angezeigten Signale können mit dem Oszilloskop automatisch gemessen werden.

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

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

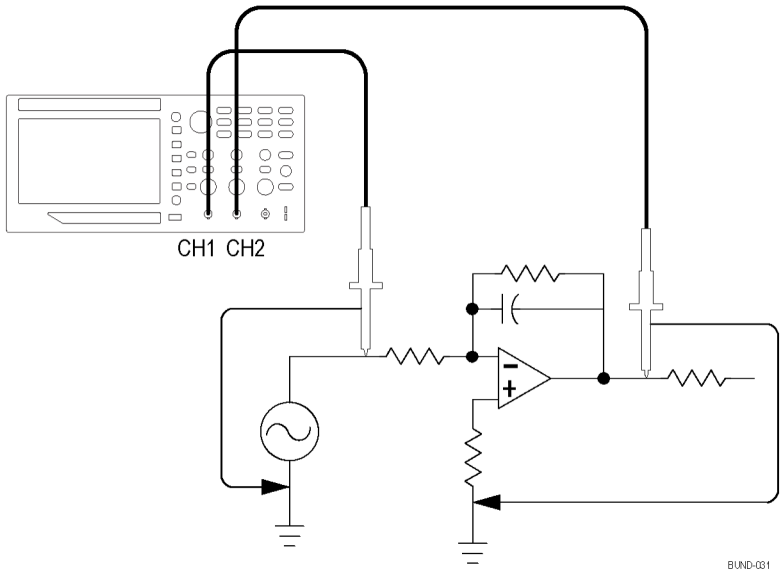
1. Drücken Sie auf die Taste **Messe**, um das Menü „Messung“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Taste Kanal **1** oder **2**. Links wird das Menü „Messung“ angezeigt.
3. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um die gewünschte Messung hervorzuheben. Drücken Sie den Knopf, um die gewünschte Messung auszuwählen.

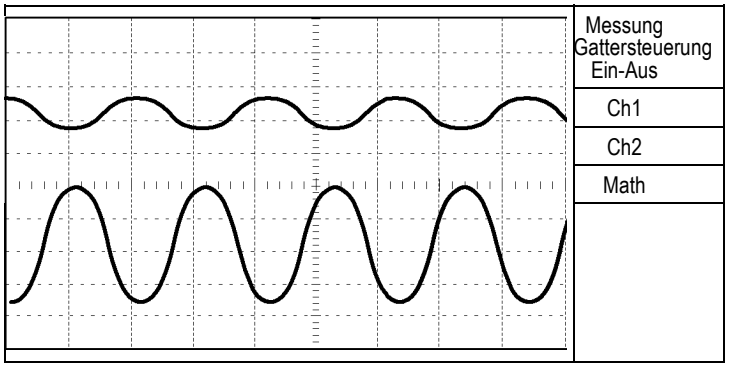
   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.
4. Drücken Sie die Taste Kanal **1** oder **2** , um eine andere Messung auszuwählen. Es können bis zu sechs Messungen gleichzeitig angezeigt werden.



Messen zweier Signale

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





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

1. Drücken Sie auf die Taste **Auto-Setup**.
2. Drücken Sie auf die Taste **Messen**, um das Menü „Messung“ anzuzeigen.
3. Drücken Sie auf das Seitenmenü von **Ch1**. Links wird das Popup-Menü der Messtypen angezeigt.
4. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Sp-Sp** hervorzuheben.
5. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Sp-Sp** auszuwählen. Neben dem Menüelement sollte ein Häkchen angezeigt werden und die Peak-zu-Peak-Messung für Kanal 1 am unteren unteren Bildschirmrand erscheinen.
6. Drücken Sie auf das Seitenmenü von **Ch1**. Links wird das Popup-Menü der Messtypen angezeigt.
7. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Sp-Sp** hervorzuheben.

8. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Sp-Sp** auszuwählen. Neben dem Menüelement sollte ein Häkchen angezeigt werden und die Peak-zu-Peak-Messung für Kanal 2 am unteren unteren Bildschirmrand erscheinen.
9. Lesen Sie die angezeigten Peak-zu-Peak-Amplituden für beide Kanäle ab.
10. Zur Berechnung der Spannungsverstärkung des Verstärker dienen folgende Gleichungen:

    Spannungsverstärkung = Ausgangsamplitude/Eingangsamplitude

    Spannungsverstärkung (dB) = 20 × log (Spannungsverstärkung)

Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung

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

1. Drücken Sie die Taste **1** (Menü für Kanal 1).
2. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ► Dämpfung**. Wählen Sie durch Drehen und Drücken des **Mehrzweckknopfs** die Dämpfung des an Kanal 1 angeschlossenen Tastkopfs aus der Popup-Liste aus.
3. Halten Sie die Taste **Auto-Setup** länger als 1,5 Sekunden gedrückt, um die automatische Bereichseinstellung zu aktivieren, und wählen Sie die Option **Vertikal und Horizontal** aus.
4. Drücken Sie auf die Taste **Messen**, um das Menü „Messung“ anzuzeigen.
5. Drücken Sie **Ch1**.
6. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Frequenz** auszuwählen.
7. Drücken Sie **Ch2**.
8. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Eff.wert Zyklus** auszuwählen.
9. Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Referenzleiter am ersten Testpunkt an. Lesen Sie die Messwerte für Frequenz und Zyklus-Effektivwert

am Bildschirm des Oszilloskops ab, und vergleichen Sie diese mit den Idealwerten.

10. Wiederholen Sie den vorherigen Schritt für jeden Testpunkt, bis Sie die Komponente mit der Fehlfunktion finden.

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

Durchführen von Cursor-Messungen

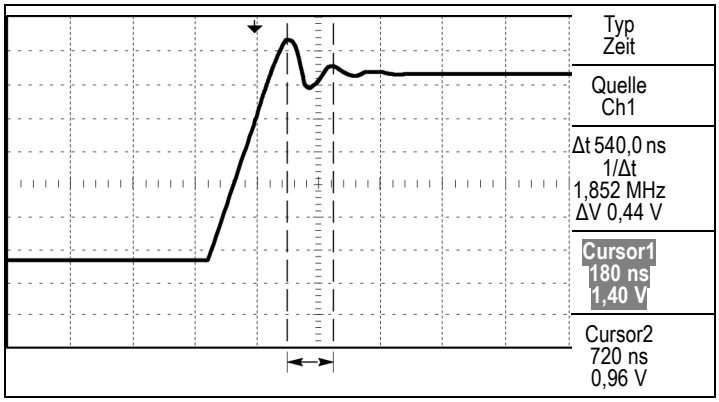
Mit den Cursorn können Sie schnelle Zeit- und Amplitudenmessungen am Signal durchführen.

Messung der Schwingungsfrequenz und -amplitude

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

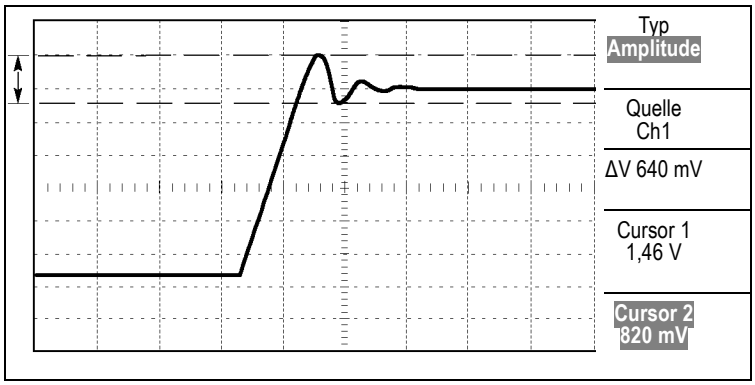
1. Drücken Sie auf dem Frontpaneel die Taste **Cursor**, um das Menü „Cursor“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Typ**. Es sollte ein Popup-Menü mit einer durchscrollbaren Liste verfügbarer Cursortypen angezeigt werden.
3. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Zeit** hervorzuheben.
4. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Zeit** auszuwählen.
5. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Quelle**. Es sollte ein Popup-Menü mit einer durchscrollbaren Liste verfügbarer Quellen angezeigt werden.
6. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Ch1** hervorzuheben.
7. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Ch1** auszuwählen.
8. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
9. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um einen Cursor auf das erste Peak der Schwingung zu setzen.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
11. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um einen Cursor auf das zweite Peak der Schwingung zu setzen.

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



12. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Typ**. Es sollte ein Popup-Menü mit einer durchscrollbaren Liste verfügbarer Cursortypen angezeigt werden.
13. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Amplitude** hervorzuheben.
14. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Amplitude** auszuwählen.
15. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
16. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um einen Cursor auf das erste Peak der Schwingung zu setzen.
17. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
18. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um Cursor 2 auf die tiefste Stelle der Schwingung zu setzen.

    Im Menü Cursor wird die Amplitude der Schwingung angezeigt.



Messung der Impulsbreite

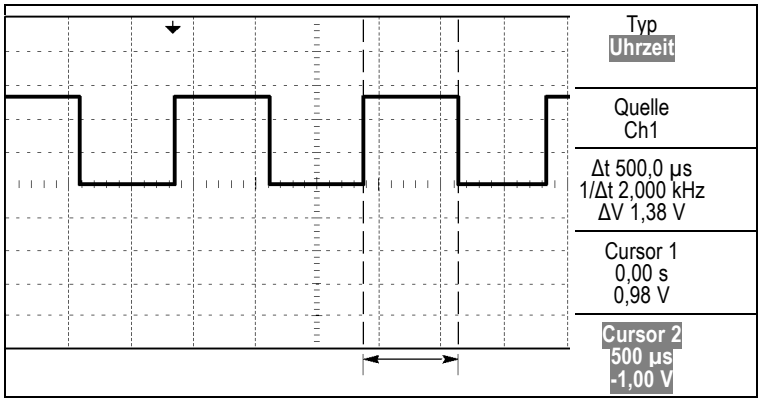
Wenn Sie ein Pulssignal analysieren und die Breite des Impulses ermitteln möchten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **Cursor**, um das Menü „Cursor“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Typ**. Es sollte ein Popup-Menü mit einer durchscrollbaren Liste verfügbarer Cursortypen angezeigt werden.

3. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Zeit** hervorzuheben.
4. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Zeit** auszuwählen.
5. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
6. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um einen Cursor auf die ansteigende Flanke des Impulses zu setzen.
7. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
8. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um einen Cursor auf die abfallende Flanke des Impulses zu setzen.

Im Menü Cursor werden die folgenden Messungen angezeigt:

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



HINWEIS. *Die Messung der positiven Impulsbreite steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung. (Siehe Seite 94, Durchführen von Messungen.)*

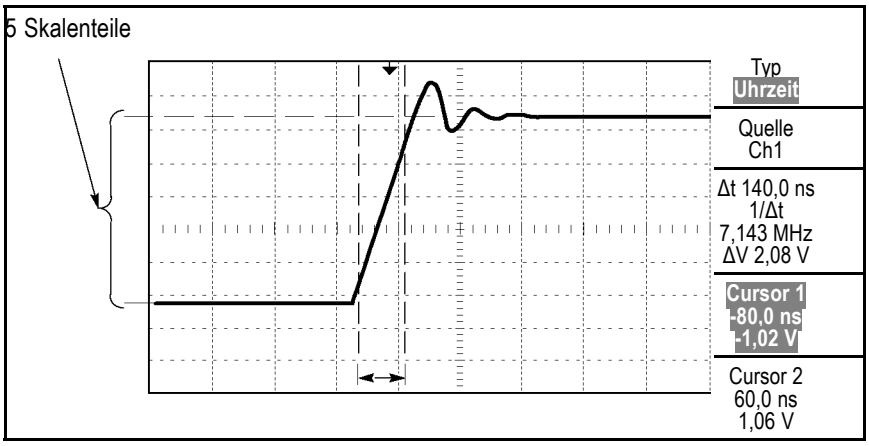
Messung der Anstiegszeit

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

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

4. Drücken Sie **Volt/Div ► Fein**.
5. Drücken Sie den Drehknopf **Vertikale Skala** (Volts/Div.), um die Signalamplitude exakt auf fünf Skalenteile einzustellen.
6. Drehen Sie den Drehknopf **Vertikale Position**, um das Signal zu zentrieren, und positionieren Sie die Grundlinie des Signals 2,5 Skalenteile unterhalb des mittleren Rasters.
7. Drücken Sie die Taste **Cursor**, um das Menü „Cursor“ anzuzeigen.
8. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Typ**. Es sollte ein Popup-Menü mit einer durchscrollbaren Liste verfügbarer Cursortypen angezeigt werden.
9. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Zeit** hervorzuheben.
10. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Zeit** auszuwählen.
11. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Quelle**. Es sollte ein Popup-Menü mit einer durchscrollbaren Liste verfügbarer Quellen angezeigt werden.
12. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Ch1** hervorzuheben.
13. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Ch1** auszuwählen.
14. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
15. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um einen Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie unterhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 10-%-Pegel des Signals.
16. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
17. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um einen Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie oberhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 90-%-Pegel des Signals.

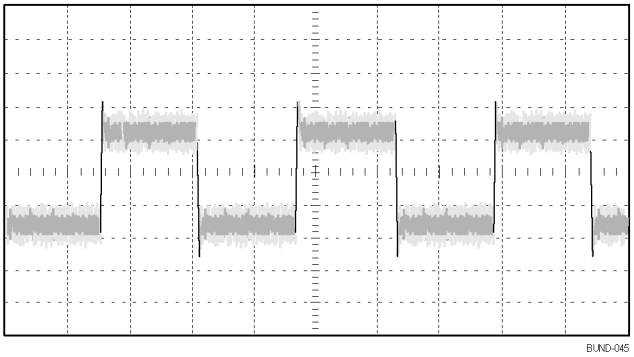
Die **Δt**-Anzeige im Menü Cursor ist die Anstiegszeit des Signals.



HINWEIS. *Die Messung der Anstiegszeit steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung. (Siehe Seite 94, Durchführen von Messungen.)*

Analyse von Signaldetails

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

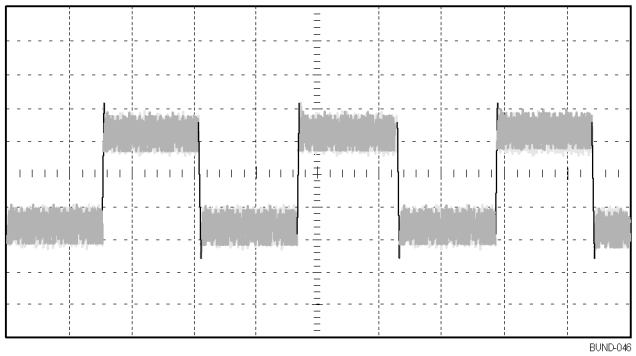


Analyse von Störsignalen

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

1. Drücken Sie die Taste **Erfassung**, um das Menü „Erfassung“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwert**.

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

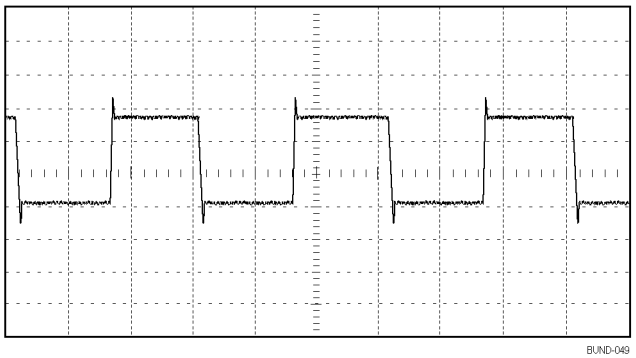


Trennung eines Signals vom Störrauschen

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

1. Drücken Sie die Taste **Erfassung**, um das Menü „Erfassung“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Mittelwert**.
3. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um unterschiedliche Mittelwerte aus dem Popup-Menü hervorzuheben. Bei der Auswahl unterschiedlicher Werte sehen Sie die Auswirkungen auf die Mittelwerte in der Signalanzeige.

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



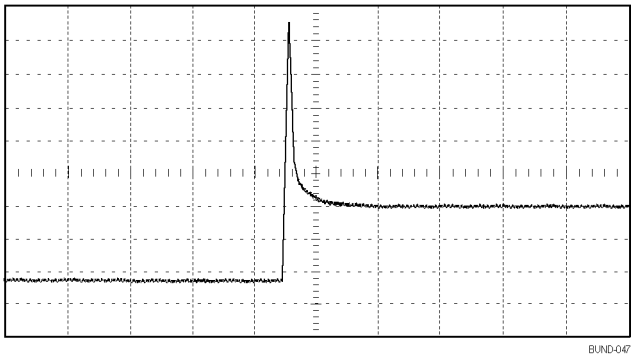
Erfassung eines Einzelschuss-Signals

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

Um eine Einzelschusserfassung einzurichten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie den Drehknopf **Vertikale Skala** (Volts/Div.) und den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“ (Sec/Div.) auf die Bereiche ein, in denen Sie das Signal erwarten.
2. Drücken Sie die Taste **Erfassung**, um das Menü „Erfassung“ anzuzeigen.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwert**.
4. Drücken Sie die Taste **Trigger-Menü**, um das Trigger-Menü anzuzeigen.
5. Drücken Sie auf **Flanke**.
6. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Ansteigend** aus dem Popup-Menü hervorzuheben. Drücken Sie den Knopf, um die Auswahl zu bestätigen.
7. Drehen Sie den Drehknopf **Pegel** auf dem Frontpaneel, um den Triggerpegel auf eine Spannung einzustellen, die genau zwischen der Öffnungs- und Schließspannung des Relais liegt.
8. Drücken Sie die Taste **Einzelfolge**, um mit der Erfassung zu beginnen.

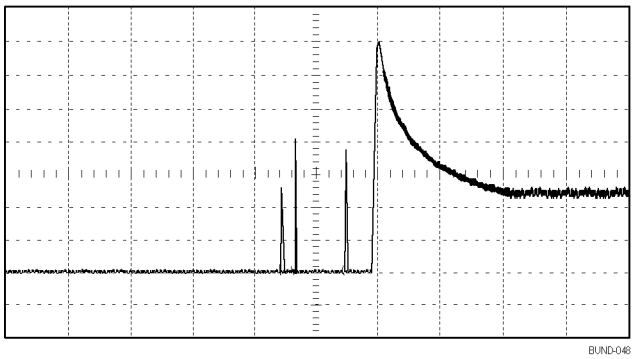
Wenn sich das Relais öffnet, triggert das Oszilloskop und erfasst das Ereignis.



Optimieren der Erfassung

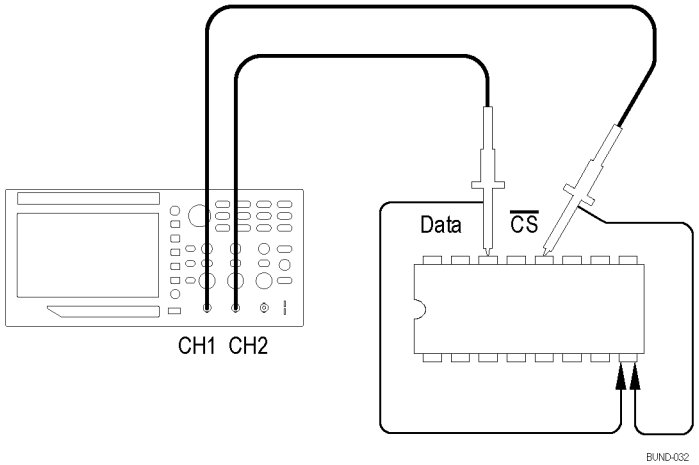
In der ursprünglichen Erfassung wird abgebildet, wie sich der Relaiskontakt am Triggerpunkt öffnet. Danach folgt eine große Spitze, die das Kontaktprellen und die Induktion im Schaltkreis anzeigt. Die Induktion kann zu einem durchgeschlagenen Kontakt und einem fehlerhaften vorzeitigen Öffnen des Relais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

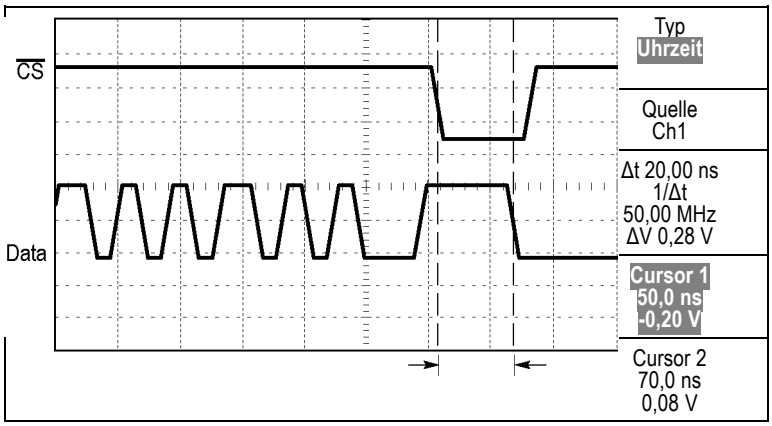
Sie können die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen verwenden, um die Einstellungen zu optimieren, bevor das nächste Einzelschussereignis erfasst wird. Wenn die nächste Erfassung mit den neuen Einstellungen aufgezeichnet wird (drücken Sie erneut die Taste **Einzelfolge**), ist zu erkennen, dass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



Messung der Laufzeitverzögerung

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



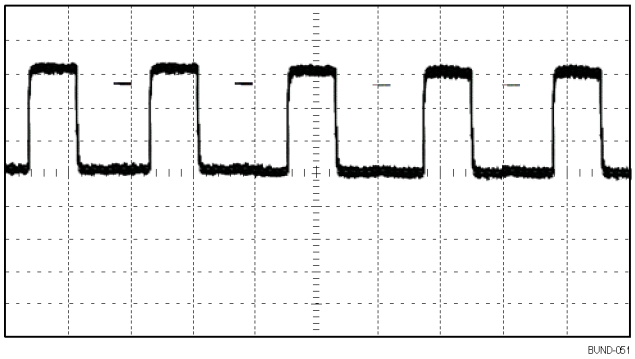


Zum Einrichten der Messung der Laufzeitverzögerung gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
2. Stellen Sie die horizontalen und vertikalen Bedienelemente ein, um die Anzeige zu optimieren.
3. Drücken Sie die Taste **Cursor**, um das Menü „Cursor“ anzuzeigen.
4. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Typ**. Es sollte ein Popup-Menü mit einer durchscrollbaren Liste verfügbarer Cursortypen angezeigt werden.
5. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Zeit** hervorzuheben.
6. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Zeit** auszuwählen.
7. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Quelle**. Es sollte ein Popup-Menü mit einer durchscrollbaren Liste verfügbarer Quellen angezeigt werden.
8. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Ch1** hervorzuheben.
9. Drücken Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Ch1** auszuwählen.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
11. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
12. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um einen Cursor auf die aktive Flanke des chip-select-Signals zu setzen.
13. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
14. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um den zweiten Cursor auf den Datenausgangsübergang zu setzen.

Bei der **Δt**-Anzeige im Menü „Cursor“ handelt es sich um die Laufzeitverzögerung zwischen den Signalen. Die Anzeige ist gültig, weil die beiden Signale die gleiche Einstellung der horizontalen Skala (Sec/Div.) aufweisen.

Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite

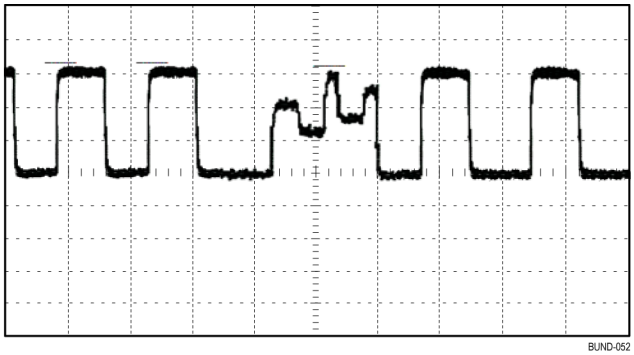


Um auf eine Verzerrung der Impulsbreite zu prüfen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **Auto-Setup**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
2. Drücken Sie im Menü „Auto-Setup“ die Optionstaste „Einzelzyklus“, um einen einzelnen Signalzyklus anzuzeigen und eine schnelle Messung der Impulsbreite vorzunehmen.
3. Drücken Sie die Taste **Trigger-Menü**, um das Trigger-Menü anzuzeigen.
4. Drücken Sie **Typ**.
5. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Impuls** aus dem Popup-Menü hervorzuheben. Drücken Sie den Knopf, um die Auswahl zu bestätigen.
6. Drücken Sie auf **Quelle**.
7. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um **Ch1** aus dem Popup-Menü hervorzuheben. Drücken Sie den Knopf, um die Auswahl zu bestätigen.
8. Drehen Sie den Triggerknopf **Pegel**, um den Triggerpegel nahe dem unteren Ende des Signals einzustellen.
9. Drücken Sie **Wenn ► =** (gleich).
10. Drücken Sie auf **Impulsbreite**.
11. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um die Impulsbreite auf den Wert einzustellen, der bei der Impulsbreitenmessung in Schritt 2 ausgegeben wurde.
12. Drücken Sie **Weiter ► Modus ► Normal**.

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

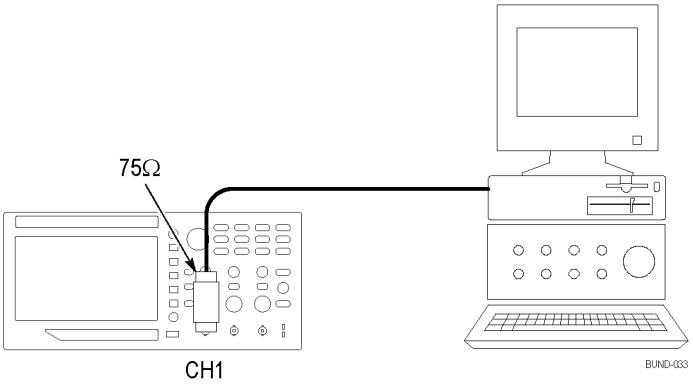
1. Drücken Sie die Optionstaste **Wenn**, um ≠, < oder > auszuwählen. Falls tatsächlich verzerrte Impulse vorkommen, auf die die angegebene Wenn-Bedingung zutrifft, dann triggert das Oszilloskop darauf.

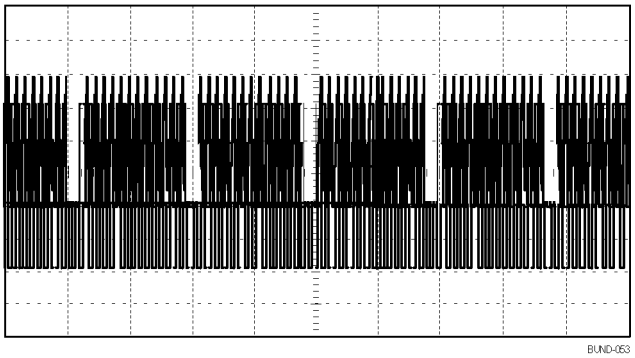


HINWEIS. *Die Triggerfrequenzanzeige zeigt die Frequenz von Ereignissen, die das Oszilloskop u.U. als Trigger auffasst. Sie kann niedriger sein als die Frequenz des Eingangssignals im Impulsbreiten-Triggermodus.*

Triggern auf Video-Signale

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





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

Triggerung auf Videohalbbilder

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

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

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

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

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

1. Drücken Sie die Taste **1** (Menü für Kanal 1).
2. Drücken Sie **Kopplung ► AC**.
3. Drücken Sie die Taste **Trigger-Menü**, um das Trigger-Menü anzuzeigen.
4. Drücken Sie die obere Optionstaste, und wählen Sie **Video** aus.
5. Drücken Sie auf **Quelle ► Ch1**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Synchr.**, und wählen Sie **Alle Halbbilder**, **Unger. Halbbild** oder **Gerad. Halbbild** aus.
7. Drücken Sie auf Seite 2 des Seitenmenüs auf **Standard ► NTSC**.

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

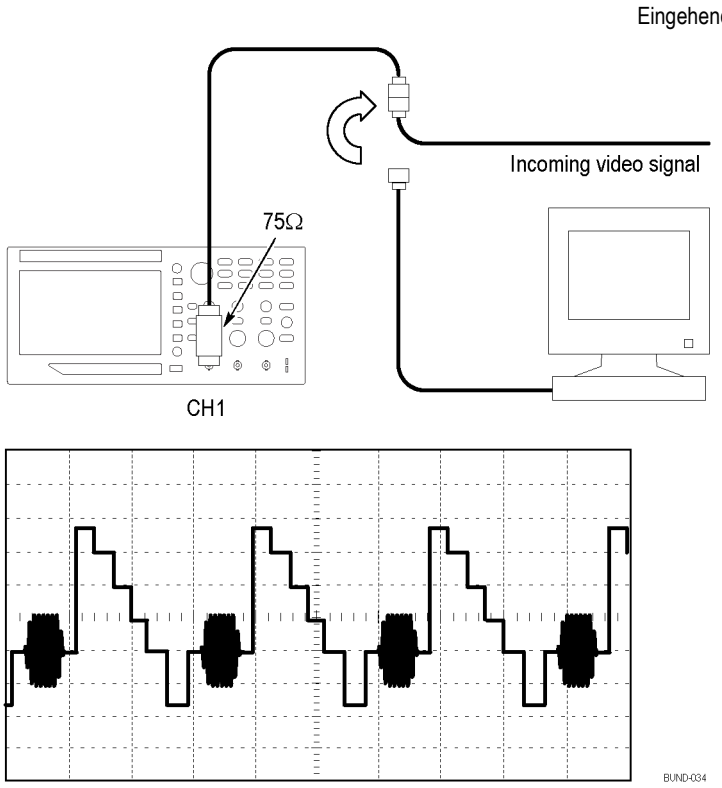
Triggerung auf Videozeilen

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

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

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

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



Verwendung der Zoomfunktion zur Anzeige von Signaldetails

Um einen bestimmten Signalteil zu überprüfen, ohne die Hauptanzeige zu verändern, können Sie die Zoomfunktion einsetzen.

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

1. Drücken Sie auf die Taste **Zoom** auf dem Frontpaneel.

   Wenn Sie auf die Taste **Zoom** drücken, werden in der Signalanzeige das ursprüngliche Signal (etwa ¼) und das vergrößerte Signal (etwa ¾) angezeigt. Das Menü im Menübereich ändert sich dabei nicht. Werden beide Kanäle gleichzeitig eingeschaltet, erscheinen zwei vergrößerte Signale im oberen Fensterbereich.

2. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Skala**, und drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um die Zoomskalierung zu ändern.

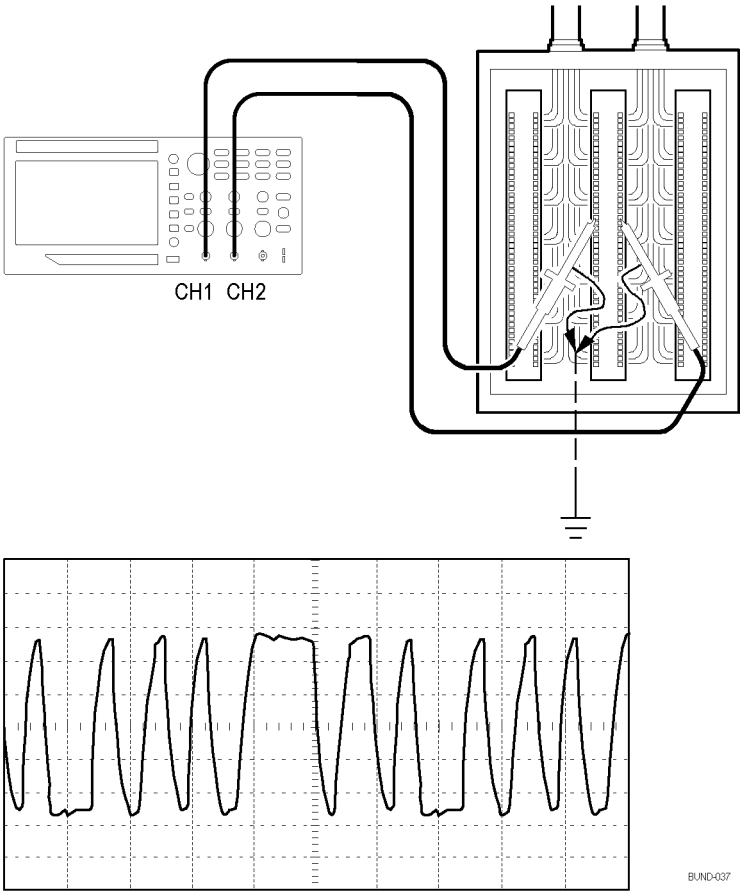
3. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Position**, und drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um die Zoomposition zu ändern.

4. Drehen Sie den Drehknopf **Skala** im Bereich „Horizontal“ (Sec/Div.) und wählen Sie 500 ns. Hierbei handelt es sich um die Sec/Div.-Einstellung der erweiterten Ansicht.
5. Drehen Sie den Drehknopf **Horizontale Position**, um das Zoomfenster auf dem Bereich des Signals zu positionieren, der vergrößert werden soll.

Analyse eines Differenzial-Kommunikationssignals

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

Da es sich hierbei um ein Differenzialsignal handelt, können Sie die Mathematikfunktion des Oszilloskops nutzen, um das Signal optimiert darzustellen.



HINWEIS. *Stellen Sie zunächst sicher, dass beide Tastköpfe kompensiert sind. Unterschiede bei der Tastkopfkompensation führen dazu, dass Fehler im Differenzialsignal angezeigt werden.*

Zur Aktivierung der an Kanal 1 und Kanal 2 anliegenden Differenzialsignale verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **1** (Menü für Kanal 1) und stellen Sie die Option unter **Tastkopf ► Spannung► Teilung** auf **10X**.
2. Drücken Sie die Taste **2** (Menü für Kanal 2) und stellen Sie die Option unter **Tastkopf ► Spannung► Teilung** auf **10X**.
3. Wenn Sie P2220-Tastköpfe verwenden, stellen Sie die Schalter auf 10X.
4. Drücken Sie auf die Taste **Auto-Setup**.
5. Drücken Sie die Taste **Math.**, um das Menü „Math.“ anzuzeigen.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Operation**, und wählen Sie **-** aus.

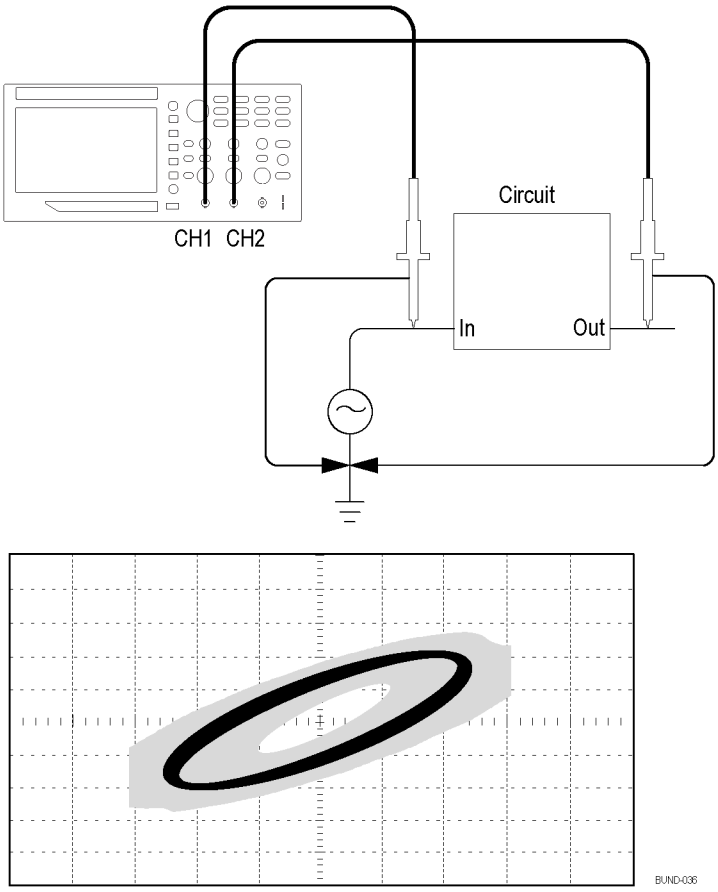
7. Drücken Sie die Optionstaste **Quellen Ch1-Ch2**, um ein neues Signal anzuzeigen, das die Differenz zwischen den angezeigten Signalen darstellt.
8. Zum Anpassen der vertikalen Skala und Position des berechneten Signals gehen Sie wie folgt vor:
   a. Entfernen Sie die Signale auf Kanal 1 und 2 vom Bildschirm.
   b. Drehen Sie den Drehknopf **Vertikale Skala** und den Drehknopf **Position** im Bereich „Vertikal“ der Kanäle 1 und 2, um vertikale Skala und Position des Math-Signals einzustellen.

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

Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk

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

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



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

1. Drücken Sie die Taste **1** (Menü für Kanal 1).
2. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ►Teilung ► 10X**.
3. Drücken Sie die Taste **2** (Menü für Kanal 2).
4. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ►Teilung ► 10X**.
5. Wenn Sie P2220-Tastköpfe verwenden, stellen Sie die Schalter auf **10X**.
6. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 1 an den Netzwerkeingang und den Tastkopf von Kanal 2 an den Ausgang an.
7. Drücken Sie auf die Taste **Auto-Setup**.
8. Drehen Sie den Drehknopf **Vertikale Skala** (Volts/Div.), um auf jedem Kanal ungefähr die gleiche Signalamplitude anzuzeigen.
9. Drücken Sie die Taste **Dienstprogramm ► Anzeige**, um das Menü „Anzeige“ aufzurufen.
10. Drücken Sie **Format ► XY**.

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

11. Drehen Sie die Drehknöpfe **Vertikale Skala** und **Vertikale Position**, um die Anzeige zu optimieren.

12. Drücken Sie **Nachleuchten ► unendl**.

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

Datenprotokollierung (nicht bei EDU-Modellen)

Sie möchten das Oszilloskop zum zeitabhängigen Aufzeichnen von Daten von einer Quelle verwenden. Dazu können Sie die Triggerbedingungen konfigurieren und das Oszilloskop so einstellen, dass alle getriggerten Signale zusammen mit Zeitinformationen über einen bestimmten Zeitraum auf einem USB-Speichergerät gespeichert werden.

Der USB-Hostanschluss auf dem Frontpaneel unterstützt Datenprotokollierung. Sie können das Oszilloskop so einrichten, dass benutzerspezifische getriggerte Signale bis zu 24 Stunden auf einem USB-Gerät gespeichert werden. Ständige Signalüberwachung ist mit der Unendlich-Option möglich. Im Modus „Unendlich“ können Sie Ihre getriggerten Signale auf einem externen USB-Speichergerät ohne zeitliche Begrenzung speichern, bis das Speichergerät voll ist. Das Oszilloskop fordert Sie dann auf, ein anderes USB-Speichergerät anzuschließen, um das Speichern von Signalen fortzusetzen.

1. Konfigurieren Sie das Oszilloskop so, dass die gewünschten Triggerbedingungen zum Ermitteln der Daten verwendet werden. Schließen Sie außerdem ein USB-Speichergerät am USB-Anschluss an der Frontplatte an.

2. Drücken Sie auf dem Frontpaneel die Taste **Funktion**.

3. Wählen Sie im daraufhin angezeigten seitlichen Menü **Protokoll** aus, um das Datenprotokollierungsmenü anzuzeigen.

4. Drücken Sie die Taste **Quelle**, um die Signalquelle, von der die Daten aufgezeichnet werden sollen, auszuwählen. Sie können entweder einen der Eingangskanäle oder das Math-Signal verwenden.

5. Drücken Sie die Taste **Dauer**, und wählen Sie durch Drehen und Drücken des **Mehrzweckknopfs** die Dauer der Datenprotokollierung. Die Auswahlmöglichkeiten umfassen 0,5 bis 8 Stunden in 30-Minuten-Abständen oder 8 bis 24 Stunden in 60-Minuten-Abständen. Wenn Sie **Unendlich** auswählen, wird die Datenprotokollierung ohne Zeitlimit ausgeführt.

6. Drücken Sie die Taste **Verzeichnis auswählen**, um zu definieren, wo die ermittelten Daten gespeichert werden sollen. In den daraufhin angezeigten

Menüauswahlmöglichkeiten können Sie entweder einen vorhandenen Ordner auswählen oder einen neuen Ordner festlegen. Drücken Sie anschließend **Zurück**, um zum Hauptmenü der Datenprotokollierung zurückzukehren.

7. Starten Sie die Datenerfassung, z. B. durch Drücken der Taste **Einzelfolge** oder **Start/Stop** auf der Frontplatte.
8. Drücken Sie im seitlichen Menü auf **Protokoll** und wählen Sie **Ein**. Dadurch wird die Datenprotokollierungsfunktion aktiviert. Bevor Sie die Datenprotokollierungsfunktion einschalten können, müssen Sie zunächst die Quelle, die Zeitdauer und das Verzeichnis auswählen, wie in den oben aufgeführten Schritten beschrieben.
9. Wenn das Oszilloskop die gewünschte Datenprotokollierung abgeschlossen hat, wird die Meldung „Datenprotokollierung abgeschlossen“ angezeigt und die Datenprotokollierungsfunktion wird ausgeschaltet.

Grenzwertprüfung (nicht bei EDU-Modellen)

Sie möchten das Oszilloskop zum Überwachen eines aktiven Eingangssignals im Vergleich zu einer Toleranzmaske und zum Ausgeben von Pass- oder Fehlerergebnissen verwenden, wobei beurteilt wird, ob sich das Eingangssignal innerhalb der Grenzen der Toleranzmaske bewegt.

Mit der Grenzwertprüfung können Sie Pass-/Fehlertests durchführen, um die Güte eines Signals zu bestimmen. Sie können das Oszilloskop so einrichten, dass Quellsignale automatisch überwacht und Pass- oder Fehlerergebnisse ausgegeben werden, wenn das erfasste Signal bestimmte Bedingungen erfüllt. Die Grenzwertprüfung ermöglicht Ihnen die Erstellung von Vorlagen auf der Grundlage von ein oder zwei unabhängigen Referenzsignalen. Wird ein Fehler erkannt, kann eine Reihe von spezifischen Aktionen ausgelöst werden.

1. Drücken Sie auf dem Frontpaneel die Taste **Funktion**.
2. Wählen Sie im daraufhin angezeigten seitlichen Menü **Grenzwertprüfung** aus, um das Grenzwertprüfungsmenü anzuzeigen.
3. Wählen Sie im seitlichen Menü **Quelle** aus, um die Quelle des Signals festzulegen, das mit der Grenzwertprüfungs-Toleranzmaske verglichen werden soll.
4. Wählen Sie **Referenz** aus, um die Grenzwertprüfungs-Toleranzmaske festzulegen, mit der die in der Menüoption **Quelle** ausgewählten Prüfsignale verglichen werden sollen.
5. Drücken Sie im seitlichen Menü auf **Toleranzmsk. einrichten**, um den Grenzwert festzulegen, mit dem die eingespeisten Quellensignale verglichen werden sollen.

   Wenn Sie **Vorlage einrichten** gedrückt haben, können Sie die Vorlage mit spezifischen horizontalen und vertikalen Toleranzen erstellen. Diese können

Sie aus dem Signal von Kanal 1, von Kanal 2 oder aus dem berechneten Signal erstellen. Auf Seite 2 des darauffolgenden Menüs können Sie **Vorlage anzeigen** auswählen und eine gespeicherte Vorlage mit **Ein** und **Aus** einblenden oder ausblenden. Drücken Sie auf Seite 2 **Zurück**, um zur Übersicht des Menüs für Grenzwertprüfungen zurückzukehren.

6. Drücken Sie **- Weiter - Seite 1 von 2**, um die Seitenmenü-Taste **Aktion bei Verletzung** anzuzeigen. Wählen Sie sie aus, und wählen Sie dann eine Aktion aus dem darauffolgenden Seitenmenü aus, um festzulegen, welche Aktion das Oszilloskop nach dem Erkennen einer Verletzung durchführen soll. Sie haben die Wahl zwischen **Signal speichern** und **Bild speichern**. Drücken Sie **Zurück**, um zur Übersicht des Menüs für Grenzwertprüfungen zurückzukehren.

7. Drücken Sie die Taste **Anhalten nach** auf Seite 2 der Übersicht des Menüs für Grenzwertprüfungen. Drücken Sie im darauffolgenden Menü die Taste mit demselben Namen. Drehen und drücken Sie den **Mehrzweckknopf** im darauffolgenden Menü, um die Bedingungen festzulegen, unter denen die Grenzwertprüfung angehalten wird. Wenn Sie **Signale**, **Verletzungen** oder **Zeit** auswählen, drücken Sie auf die entsprechenden Seitenmenü-Elemente, und drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um die gewünschte Anzahl von Signalen, Anzahl von Verletzungen oder Zeit in Sekunden festzulegen, nach der die Grenzwertprüfung angehalten werden soll. Sie können die Prüfung über **Manuell** auch manuell anhalten.

8. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **Start/Stop Test** auf Seite 1 der Übersicht des Menüs für Grenzwertprüfungen, um die Grenzwertprüfung zu starten oder zu beenden. Nachdem der Test beendet ist, zeigt das Oszilloskop die Teststatistik in der unteren Ecke des Bildschirms an. Dazu zählen die Gesamtanzahl der geprüften Fälle, der Fälle, die bestanden haben und derjenigen, die durchgefallen sind.

FFT

FFT konvertiert ein Zeitbereichssignal (YT) in seine Frequenzanteile (Spektrum). Das Oszilloskop kann das Quellsignal und FFT-Signal bei Bedarf gleichzeitig anzeigen. Verwenden Sie FFT für die folgenden Arten von Analyse:

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

Um FFT zu verwenden, verfahren Sie wie folgt:

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

Einrichten des Zeitbereichssignals

Vor der Verwendung von FFT müssen Sie das Zeitbereichssignal (YT) einrichten. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie **Auto-Setup**, um ein YT-Signal anzuzeigen.
2. Drehen Sie den Knopf **Vertikale Position**, um das YT-Signal senkrecht in der Bildmitte zu zentrieren (Nulllinie).

   Dadurch wird sichergestellt, dass die FFT einen echten Gleichstromwert anzeigt.
3. Drehen Sie den Drehknopf **Position** im Bereich „Horizontal“, um den zu analysierenden Teil des YT-Signals in den acht mittleren Bildschirm-Skalenteilen zu positionieren.

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

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

   Wenn Sie den Knopf **Horizontale Skala** drehen, um eine schnellere Einstellung (weniger Zyklen) auszuwählen, wird ein größerer Frequenzbereich des FFT-Spektrums angezeigt und die Wahrscheinlichkeit von FFT-Aliasing verringert. (Siehe Seite 59, *FFT-Aliasing*.) Allerdings zeigt das Oszilloskop dann auch eine niedrigere Frequenzauflösung an.

Zum Einrichten der FFT-Anzeige verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **FFT** auf dem Frontpaneel, um das FFT-Seitenmenü aufzurufen.
2. Drücken Sie **Quelle** im Seitenmenü.
3. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um den Quellkanal hervorzuheben. Drücken Sie den Knopf, um den Kanal auszuwählen.

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

Nyquist-Frequenz

Die höchste Frequenz, die ein digitales Echtzeit-Oszilloskop überhaupt fehlerfrei messen kann, beträgt die Hälfte der Abtastrate. Diese Frequenz wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Frequenzdaten oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst, wodurch es zu FFT-Aliasing kommt. (Siehe Seite 59, *FFT-Aliasing*.)

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

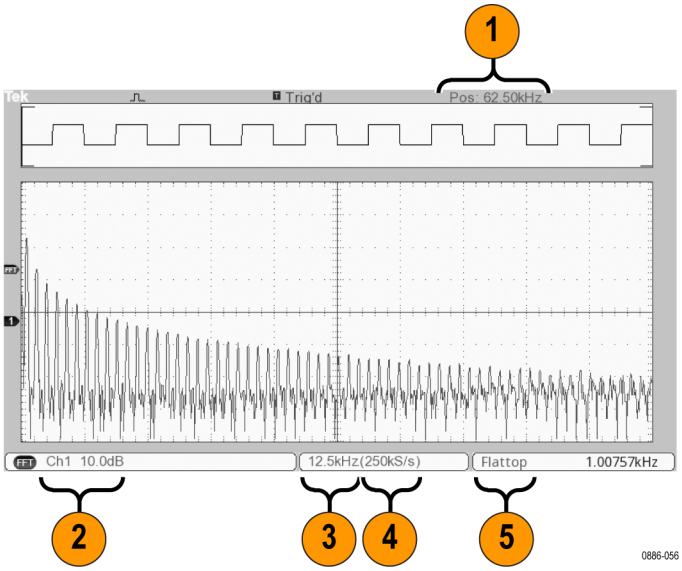
Normalerweise wird das FFT-Spektrum bei der Anzeige horizontal auf 250 Punkte komprimiert. Zur Vergrößerung des FFT-Spektrums können Sie allerdings auch die Zoomfunktion nutzen, um die Frequenzanteile detaillierter zu betrachten, und zwar an jedem der 1024 Datenpunkte des FFT-Spektrums.

HINWEIS. *Die vertikale Reaktion des Oszilloskops läuft oberhalb seiner Bandbreite langsam ab (je nach Modell 50 MHz, 70 MHz, 100 MHz, 150 MHz oder 200 MHz, bzw. 20 MHz bei eingeschalteter Bandbreitenbegrenzung). Folglich kann das FFT-Spektrum gültige Frequenzdaten aufweisen, die höher als die Bandbreite des Oszilloskops sind. Dennoch sind die Betragsdaten nahe oder oberhalb der Bandbreite nicht präzise.*

Anzeige des FFT-Spektrums

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

FFT-Option	Einstellungen	Anmerkung
Quelle Ein/Aus	On (Ein), Off (Aus)	Gibt an, ob Quellsignal und FFT-Signal gleichzeitig auf dem Bildschirm angezeigt werden.
Quelle	Ch1, Ch2	Zur Auswahl des als FFT-Quelle verwendeten Kanals
Fenster	Hanning, Flattop, Rectangular	Wählt den FFT-Fenstertype aus;(Siehe Seite 58, *Auswahl eines FFT-Fensters*.)
FFT-Zoom	X1, X2, X5, X10	Ändert die horizontale Vergrößerung der FFT-Anzeige; (Siehe Seite 61, *Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums*.)

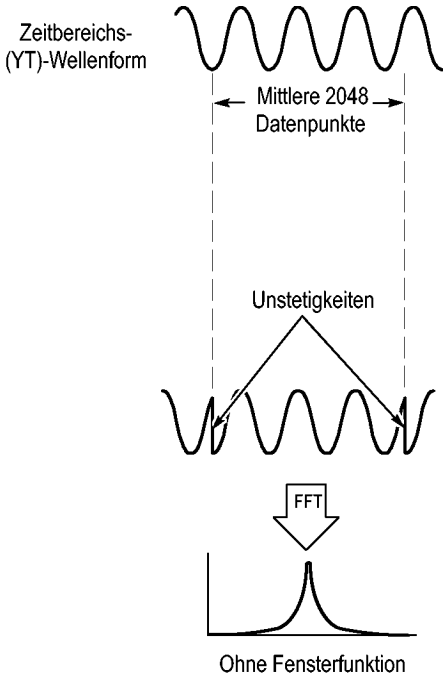


1. Frequenz auf der mittleren Rasterlinie
2. Vertikalskala in dB pro Skalenteil (0 dB = 1 V_{eff}).
3. Horizontalskala in Frequenz pro Skalenteil.
4. Abtastrate in Anzahl der Abtastwerte pro Sekunde.
5. FFT-Fenstertyp

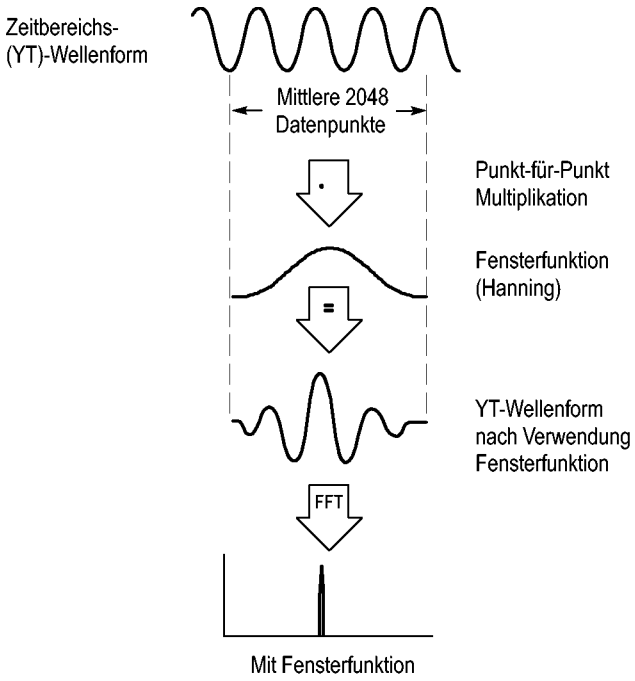
Auswahl eines FFT-Fensters

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

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



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

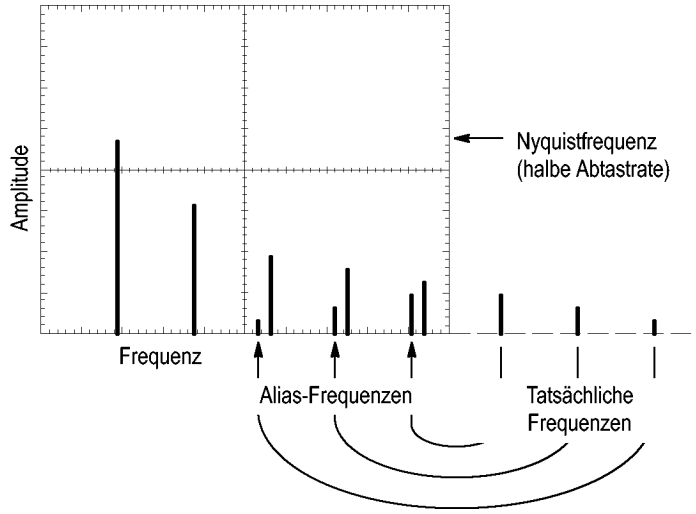


Die FFT-Funktion umfasst drei FFT-Fensteroptionen. Bei jedem Fenstertyp muss zwischen Frequenzauflösung und Amplitudengenauigkeit abgewogen werden. Die zu messenden Parameter und die Eigenschaften des Quellsignals helfen Ihnen bei der Auswahl des Fensters.

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

FFT-Aliasing

Probleme treten auf, wenn das Oszilloskop ein Zeitbereichssignal erfasst, das höhere Frequenzanteile als die Nyquist-Frequenz aufweist. (Siehe Seite 56, *Nyquist-Frequenz*.) Frequenzanteile oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst und werden als niedrigere Frequenzanteile dargestellt, die um die Nyquist-Frequenz herum „zurückgefaltet“ werden. Diese nicht korrekten Anteile werden Aliase genannt.



Ausschalten von Aliasing

Um Aliasing auszuschalten, versuchen Sie es mit folgenden Maßnahmen:

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

Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums

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

Horizontalzoom und Position

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

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

Drehen Sie den Knopf **Horizontale Position** im Uhrzeigersinn, um das FFT-Spektrum nach rechts zu verschieben. Drücken Sie den Knopf, um die Spektrumsmitte auf die Rastermitte zu setzen.

Vertikalzoom und Position

Wenn das FFT-Spektrum angezeigt wird, werden die Kanal-Drehknöpfe im Bereich „Vertikal“ zu vertikalen Zoom- und Positionssteuerungen für den jeweiligen Kanal.

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

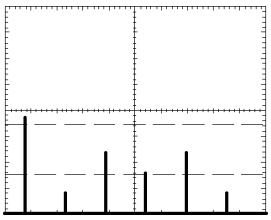
Messen eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursorn

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

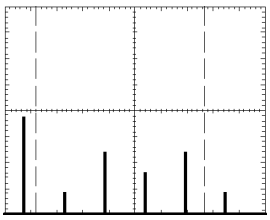
Mit den Cursorn können Sie Messungen mit jedem Zoomfaktor durchführen. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **Cursor**, um das Seitenmenü „Cursor“ anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Quelle ► FFT**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Typ**, und wählen Sie mit dem **Mehrzweckknopf Betrag** oder **Frequenz** aus.
4. Wählen Sie **Cursor 1** oder **Cursor 2**.
5. Bewegen Sie den ausgewählten Cursor mit dem **Mehrzweckknopf**.

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



Betrag-Cursor



Frequenzcursor

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

USB-Anschlüsse für Flash-Laufwerk und externe Geräte

In diesem Kapitel wird die Verwendung der USB-Anschlüsse (Universal Serial Bus) am Oszilloskop für die Ausführung der folgenden Aufgaben beschrieben:

- Speichern und Wiederabrufen von Signaldaten oder Setupdaten oder Speichern in einer Bildschirmgrafik
- Übertragen von Signaldaten, Setupdaten oder eines Bildschirmbildes auf einen PC
- Steuern des Oszilloskops über Remote-Befehle

Wenn Sie die PC-Kommunikationssoftware einsetzen möchten, starten Sie die Online-Hilfe aus der Software heraus, und lesen Sie dort nach.

USB-Flash-Laufwerksanschluss

An der Vorderseite des Oszilloskops befindet sich ein USB-Flash-Laufwerksanschluss, an dem ein USB-Flash-Laufwerk für die Datenspeicherung eingesetzt werden kann. Daten können auf dem Flash-Laufwerk gespeichert und von diesem abgerufen werden.

USB-Flash-Laufwerksanschluss

HINWEIS. *Das Oszilloskop unterstützt nur Flash-Laufwerke mit einer Speicherkapazität von max. 64 GB.*

Um ein USB-Flash-Laufwerk anzuschließen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Richten Sie das USB-Flash-Laufwerk mit dem USB-Flash-Laufwerksanschluss auf dem Oszilloskop aus. Flash-Laufwerke sind so geformt, dass sich die Art der Anbringung von selbst erklärt.
2. Schieben Sie das Flash-Laufwerk in den Anschluss, bis es vollständig eingesteckt ist.

   Bei Flash-Laufwerken, die ein LED aufweisen, "blinkt" das Laufwerk, während Daten ein- oder ausgelesen werden. Das Oszilloskop zeigt ein Uhrensymbol an, wenn das Flash-Laufwerk aktiv ist.

Nach dem Speichern oder Abrufen einer Datei hört die LED auf dem Laufwerk (wenn überhaupt vorhanden) auf zu blinken, und das Oszilloskop entfernt die Uhr. Eine Hinweiszeile wird angezeigt, die mitteilt, dass das Speichern oder Abrufen abgeschlossen ist.

Um ein USB-Flash-Laufwerk zu entfernen, warten Sie, bis die LED auf dem Laufwerk (falls überhaupt vorhanden) mit Blinken aufhört oder bis die Hinweiszeile aussagt, dass der Vorgang abgeschlossen ist, fassen Sie die Kante des Laufwerks, und entfernen Sie das Laufwerk von dem Anschluss.

Dauer des Einlesevorgangs für Flash-Laufwerke

Das Oszilloskop liest bei jeder Installation eines Laufwerks die interne Struktur eines USB-Flash-Laufwerks. Die Lesedauer hängt von der Größe des Flash-Laufwerks ab, von der Art der Laufwerksformatierung und von der Anzahl der Dateien, die auf dem Laufwerk gespeichert ist.

HINWEIS. *Um die Dauer des Einlesevorgangs von USB-Flash-Laufwerken mit einer Größe von 64 MB und mehr zu verkürzen, formatieren Sie das Laufwerk auf dem PC.*

Formatieren eines Flash-Laufwerks

Die Format-Funktion löscht alle Daten auf dem USB-Flash-Laufwerk. Um ein Flash-Laufwerk zu formatieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie das USB-Flash-Laufwerk in den USB-Flash-Laufwerksanschluss am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops ein.
2. Drücken Sie die Taste **Dienstprogramm**, um das Menü „Dienstprogramm“ anzuzeigen.
3. Drücken Sie **Datei Dienstprogr. ► Weiter ► Formatieren**.
4. Wählen Sie die Option **Ja** aus, um das Flash-Laufwerk zu formatieren.

Flash-Laufwerk-Kapazitäten

Vom Oszilloskop können die folgenden Dateitypen und die folgende Anzahl von Dateien pro 1 MB USB-Flash-Laufwerksspeicher gespeichert werden:

- 5 Alle-speichern-Aktionen; (Siehe Seite 68, *Speichert alles*.) (Siehe Seite 100, *Alle speichern*.)
- 16 Bildschirm-Grafikdateien (Kapazität hängt vom Grafikformat ab); (Siehe Seite 69, *Bild speichern*.) (Siehe Seite 101, *Bild speichern*.)
- 250 Oscilloskopeinstellungs- (.SET) Dateien; (Siehe Seite 101, *Setup speichern*.)
- 18 Signal (.CSV) -Dateien; (Siehe Seite 102, *Signal speichern*.)

Konventionen für die Dateiverwaltung

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

- Der verfügbare Speicherplatz auf dem USB-Flash-Laufwerk wird geprüft, bevor Dateien geschrieben werden. Falls nicht mehr genügend Speicherplatz zum Speichern der Dateien vorhanden ist, wird eine Warnmeldung angezeigt.
- Der Begriff „Ordner“ verweist auf einen Verzeichnisort auf dem USB-Flash-Laufwerk
- Das Standardverzeichnis für die Funktionen zum Speichern und Abrufen von Dateien ist das aktuelle Verzeichnis.
- /usb0/ ist das Stammverzeichnis.
- Beim Einschalten des Oszilloskops oder beim Einsetzen eines USB-Flash-Laufwerks nach dem Einschalten wird das aktuelle Verzeichnis auf /usb0/ zurückgesetzt.
- Dateinamen können bis zu acht Zeichen enthalten, gefolgt von einem Punkt und der Dateinamenerweiterung mit bis zu drei Zeichen.
- Auf dem Oszilloskop werden vom Betriebssystem des PC erstellte lange Dateinamen mit dem vom Betriebssystem gekürzten Dateinamen angezeigt.
- Dateinamen unterscheiden nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung und werden in Großbuchstaben angezeigt.

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

- Den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auflisten
- Eine Datei oder ein Verzeichnis auswählen
- In andere Verzeichnisse gelangen
- Dateien und Verzeichnisse erstellen, umbenennen und löschen
- Das USB-Flash-Laufwerk formatieren

(Siehe Seite 115, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)

Dateien mit einem USB-Flash-Laufwerk speichern und abrufen

Mit dem USB-Flash-Laufwerk kann auf zweierlei Weise die Speicherung von Dateien vorgenommen werden.

- über das Menü Speichern/Abrufen
- über die alternative Speicherfunktion der Frontpaneel-Taste „Speichern“

Mithilfe der folgenden Optionen des Menüs Speichern/Wiederabrufen können Sie Daten auf ein USB-Flash-Laufwerk schreiben oder von dort abrufen:

- Bild speichern
- Setup speichern
- Signal speichern
- Setup abrufen
- Signal abrufen

HINWEIS. *Die Frontpaneel-Taste „Speichern“ kann als Speichertaste bei einer Schnellspeicherung von Dateien auf ein Flash-Laufwerk verwendet werden. Informationen zum gleichzeitigen Speichern vieler Dateien oder Speichern von Grafiken nacheinander finden Sie unter „Verwenden der Speicherfunktionen der Frontpaneel-Taste „Speichern““. (Siehe Seite 67, Verwenden der Speicherfunktionen der Frontpaneel-Taste „Speichern“.)*

Optionen Bild speichern, Setup speichern und Signal speichern

Über das Menü Speichern/Abrufen können Sie ein Bildschirmbild, die Oszilloskopeinstellungen oder die Signaldaten in eine Datei auf dem USB-Flash-Laufwerk speichern.

Die Speichervorgänge laufen ähnlich ab. Um z. B. eine Bildschirmbild-Datei auf einem Flash-Laufwerk zu speichern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie ein USB-Flash-Laufwerk in den USB-Flash-Laufwerksanschluss ein.
2. Drücken Sie **Dienstprogramm ► Optionen ► Drucker einrichten**, und legen Sie die folgenden Optionen fest:

Ink Saver	Ein, Aus	Bei Auswahl von „Ein“ wird das Bildschirmbild auf weißem Hintergrund gespeichert.
Format	Hochformat, Querformat	Richtet den Screenshot aus

3. Greifen Sie auf die Bildschirmdarstellung zu, die Sie speichern möchten.
4. Drücken Sie die Taste **Speichern/Abrufen** auf dem Frontpaneel.
5. Wählen Sie die Option **Aktion ► Bild speichern ► Speichern** aus.

   Das Oszilloskop speichert das Bildschirmbild in dem aktuellen Ordner und generiert automatisch den Dateinamen. (Siehe Seite 100, *Speichern/Abrufen*.)

Die Optionen Setup abrufen und Signal abrufen

Über das Menü Speichern/Abrufen können Sie die Oszilloskopeinstellungen oder die Signaldaten von einer Datei auf dem USB-Flash-Laufwerk abrufen.

Die Abrufvorgänge laufen ähnlich ab. Um z. B. eine Signaldatei von einem USB-Flash-Laufwerk abzurufen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie das USB-Flash-Laufwerk, das das gewünschte Dateisignal enthält, in den USB-Flash-Laufwerksanschluss am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops ein.
2. Drücken Sie die Taste **Speichern/Abrufen** auf der Frontplatte.
3. Wählen Sie die Option **Aktion ► Signal abrufen ► Datei auswählen** aus.

   Mithilfe der Option Verzeichnis wechseln können Sie zu einem anderen Ordner auf dem Flash-Laufwerk navigieren.
4. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um die abzurufende Signaldatei auszuwählen.

   Bei der Durchführung des Bildlaufs ändern sich in der Option Abrufen der Dateiname.
5. Wählen Sie die Option **In**, und geben Sie an, an welchem Referenzspeicherort (Ref A oder Ref B) das Signal abgerufen werden kann.
6. Drücken Sie die Optionstaste **FnnnnCHx.CSV abrufen**, wobei FnnnnCHx.CSV der Name der Signaldatei ist.

HINWEIS. *Bei Ordnern auf dem Flash-Laufwerk, die eine Signaldatei enthalten, wählen Sie die Tasten **Speichern/Abrufen ► Aktion ► Signal abrufen ► In**, und geben Sie den Referenzspeicherort an, um die Wellenform abzurufen. Der Name der Datei wird in der Option **Abrufen** angezeigt.(Siehe Seite 100, Speichern/Abrufen.)*

Verwenden der Speicherfunktionen der Frontpaneel-Taste „Speichern“

Die Frontpaneel-Taste „Speichern“ kann so festgelegt werden, dass als alternative Funktion die Daten auf ein USB-Flash-Laufwerk geschrieben werden. Um die Funktion der Taste auf das Speichern von Daten festzulegen, greifen Sie auf die folgenden Optionen zu:

- **Speichern/Abrufen ► Aktion - Alle speichern**
- **Dienstprogramm ► - Weiter - Seite 1 von 2 ► Optionen ► Drucker einrichten**

Speichert alles

Mit der Option Speichert alles können Sie die aktuellen Oszilloskopinformationen in Dateien auf dem USB-Flash-Laufwerk speichern. Für eine einzelne "Speichert alles"-Aktion wird normalerweise weniger als 700 KB Speicherplatz auf dem USB-Flash-Laufwerk benötigt.

Bevor Daten auf dem USB-Flash-Laufwerk gespeichert werden können, müssen Sie die Frontpaneel-Taste „Speichern“ für die alternative Funktion „Speichern“ konfigurieren. Wählen Sie dazu die Option **Speichern/Abrufen ► Alle speich. ► Taste Drucken ► Sp. alles in Dateien**.

Um alle Oszilloskopdateien auf ein USB-Flash-Laufwerk zu speichern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie ein USB-Flash-Laufwerk in den USB-Flash-Laufwerksanschluss ein.
2. Um den Ordner, der als aktuelle Verzeichnis vorgesehen ist, zu wechseln, drücken Sie die Optionstaste **Verzeichnis auswählen**.

   Das Oszilloskop erstellt einen neuen Ordner im aktuellen Ordner jedes Mal, wenn Sie die Frontpaneel-Taste „Speichern“ drücken, und generiert automatisch einen Ordnernamen.
3. Einrichten des Oszilloskops zum Erfassen Ihrer Daten
4. Drücken Sie die Taste „Speichern“.

   Das Oszilloskop erstellt einen neuen Ordner im Flash-Laufwerk und speichert den Bildschirminhalt, die Signaldaten und die Einstellungsdaten in separaten Dateien in dem neuen Ordner unter Verwendung der aktuellen Einstellungen für das Oszilloskop und die Dateiformate. Das Verzeichnis wird ALLnnnn benannt. (Siehe Seite 100, *Speichern/Abrufen*.)

Um die mit der Funktion „Speichert alles“ erstellte Dateienliste anzuzeigen, greifen Sie auf das Menü **Dienstprogramm ►Datei Dienstprogr.** zu.

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

Dateityp	Inhalt und Verwendung
.CSV	Enthält ASCII-Textzeichenfolgen, in denen die Zeit (in Bezug auf den Trigger) sowie die Amplitudenwerte für jeden der 2500 Signaldatenpunkte aufgeführt sind. Sie können CSV-Dateien in eine Vielzahl von Anwendungen für Tabellenkalkulationen und mathematische Analyse importieren.
.SET	Enthält eine ASCII-Textzeichenauflistung der Oszilloskopeinstellungen. Informationen zum Dekodieren von Zeichenketten finden Sie unter *Programmieranleitung der Digitaloszilloskope der Serien TBS1000B, TDS2000C und TPS2000*.
Bildschirmdarstellungen	Importieren von Dateien in Tabellenkalkulations- und Textverarbeitungsanwendungen. Der Typ der Bilddatei hängt von der jeweiligen Anwendung ab.

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

Bild speichern

Mit dieser Option können Sie den Oszilloskopbildschirm in einer Datei namens TEKnnnn.??? speichern, wobei .??? für das aktuelle Bild speichern-Format steht. In der folgenden Tabelle sind die Dateiformate aufgeführt.

Dateiformat	Erweiterung	Anmerkung
BMP	BMP	Bei diesem Bitmap-Format wird ein verlustfreier Kompressionsalgorithmus verwendet. Das Format ist mit den meisten Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogrammen kompatibel. Dies ist das Standardformat.
JPEG	JPG	Dieses Bitmapformat verwendet einen verlustreichen Komprimierungsalgorithmus. Es ist allgemein gebräuchlich bei Digitalkameras und anderen digitalen fotografischen Anwendungen.

Bevor Daten auf dem USB-Flash-Laufwerk gespeichert werden können, müssen Sie die Taste „Speichern“ für die alternative Funktion „Speichern“ konfigurieren. Wählen Sie dazu die Option **Speichern/Abrufen ► Alle speich. ► Taste Drucken ► Speichert Bild in Datei**.

Um den Bildschirminhalt auf ein USB-Flash-Laufwerk zu speichern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie ein USB-Flash-Laufwerk in den USB-Flash-Laufwerksanschluss ein.
2. Um den Ordner, der als aktuelle Verzeichnis vorgesehen ist, zu wechseln, drücken Sie die Optionstaste **Verzeichnis auswählen**.

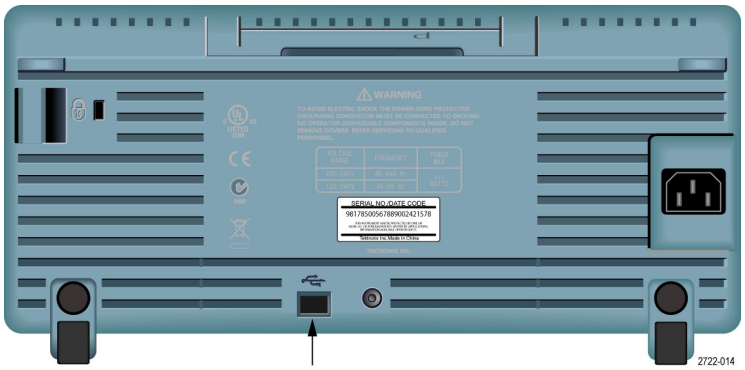
3. Greifen Sie auf die Bildschirmdarstellung zu, die Sie speichern möchten.
4. Drücken Sie die Frontpaneel-Taste „Speichern/Abrufen“.

   Das Oszilloskop speichert den Bildschirminhalt und generiert automatisch den Dateinamen.

Um die mit der Funktion „Bild speichern“ erstellte Dateienliste anzuzeigen, greifen Sie auf das Menü **Dienstprogramm ► Datei Dienstprogr.** zu.

USB-Geräteanschluss

Sie können ein USB-Kabel verwenden, um das Gerät an einen PC anzuschließen. Der USB-Geräteanschluss befindet sich auf der Rückseite des Oszilloskops.



USB-Geräteanschluss

Installieren der PC-Kommunikationssoftware auf einem PC

Bevor Sie das Oszilloskop mit einem PC mit der PC-Kommunikationssoftware „OpenChoice“ von Tektronix verbinden, müssen Sie die Software unter www.tektronix.com/software herunterladen und auf Ihrem PC installieren.

VORSICHT. *Wenn Sie das Oszilloskop an den PC anschließen, ohne zuvor die Software installiert zu haben, erkennt der PC das Oszilloskop nicht. Der PC bezeichnet das Oszilloskop als Unbekanntes Gerät und kommuniziert mit ihm nicht. Um dies zu vermeiden, installieren Sie die Software auf dem PC, bevor Sie das Oszilloskop an den PC anschließen.*

HINWEIS. *Vergewissern Sie sich, dass die aktuelle Version der PC-Kommunikationssoftware installiert wurde.*

Die Software für Ihr Oszilloskop ist über die Softwaresuche auf der Tektronix-Website verfügbar.

Um die PC-Kommunikationssoftware zu installieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Führen Sie die OpenChoice Desktop-Software auf Ihrem PC aus. Der InstallShield-Assistent wird auf dem Bildschirm angezeigt.
2. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm.
3. Beenden Sie den InstallShield-Assistenten.

Verbindung zu einem PC herstellen

Nach der Installation der Software auf dem PC können Sie das Oszilloskop mit dem PC verbinden.

HINWEIS. *Sie müssen die Software installieren, bevor sie das Oszilloskop an den PC anschließen. (Siehe Seite 70, Installieren der PC-Kommunikationssoftware auf einem PC.)*

Um das Oszilloskop mit dem PC zu verbinden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
2. Stecken Sie das eine Ende des USB-Kabels in den USB-Geräteanschluss an der Rückseite des Oszilloskops.
3. Schalten Sie den PC ein.
4. Stecken Sie das andere Kabelende in den gewünschten USB-Anschluss am PC.
5. Wenn die Meldung Found New Hardware (Neue Hardware gefunden) angezeigt wird, befolgen Sie die Anweisungen des Assistenten für gefundene neue Hardware auf dem Bildschirm.

   Suchen Sie die zu installierende Hardware NICHT im Web.
6. Bei einem Windows XP-System befolgen Sie diese Schritte:
   a. Wenn das Dialogfeld für Tektronix PictBridge angezeigt wird, klicken Sie auf „Abbrechen“.
   b. Bei Aufforderung wählen Sie die Option aus, die Windows anweist, NICHT mit Windows Update die Verbindung herzustellen, und klicken Sie auf Weiter.
   c. Im nächsten Fenster sollte angezeigt werden, dass Software für ein USB-Test- und Messgerät installiert wird. Wenn die Software für das USB-Test- und Messgerät nicht angezeigt wird, ist die OpenChoice Desktop-Software nicht ordnungsgemäß installiert.

d. Wählen Sie die Option aus, die die Software automatisch installiert (empfohlene Option), und klicken Sie auf Weiter.

Windows installiert für das Oszilloskop den Treiber.

e. Wenn in Schritt c das USB-Test- und Messgerät nicht angezeigt wird oder wenn Windows den Softwaretreiber nicht finden kann, ist die OpenChoice Desktop-Software nicht ordnungsgemäß installiert.

Klicken Sie in solchen Situationen auf Abbrechen, um den Assistenten für gefundene neue Hardware zu beenden. VERHINDERN Sie, dass der Assistent die Installation fertig stellt.

Trennen Sie das USB-Kabel vom Oszilloskop, und installieren Sie die OpenChoice Desktop-Software.

Schließen Sie das Oszilloskop erneut an den PC an, und befolgen Sie die Schritte 6a, 6b, 6c und 6d.

f. Klicken Sie auf „Fertig stellen“

g. Wenn das Dialogfeld „Test- und Messgerät“ angezeigt wird, wählen Sie die von Windows gewünschte Aktion aus, und klicken Sie auf OK.

7. Für Systeme mit Windows 2000:

a. Bei Aufforderung wählen Sie die Option aus, die Windows anweist, eine Liste bekannter Treiber anzuzeigen, und klicken Sie auf Weiter.

b. Wählen Sie im nächsten Fenster USB-Test- und Messgerät aus. Wenn keine Auswahl für das USB-Test- und Messgerät angezeigt wird, wurde die OpenChoice Desktop-Software nicht ordnungsgemäß installiert.

c. Klicken Sie im nächsten Fenster auf Weiter, damit Windows den Treiber für das Oszilloskop installiert.

Windows installiert für das Oszilloskop den Treiber.

d. Wenn in Schritt b das USB-Test- und Messgerät nicht angezeigt wird oder wenn Windows den Softwaretreiber nicht finden kann, ist die Software nicht ordnungsgemäß installiert.

Klicken Sie in solchen Situationen auf Abbrechen, um den Assistenten für gefundene neue Hardware zu beenden. VERHINDERN Sie, dass der Assistent die Installation fertig stellt.

Trennen Sie das USB-Kabel vom Oszilloskop, und installieren Sie die Software.

Schließen Sie das Oszilloskop erneut an den PC an, und befolgen Sie die Schritte 7a, 7b und 7c.

8. Wählen Sie bei Aufforderung „Fertig stellen“.

9. Wenn Sie von Windows aufgefordert werden, eine CD einzulegen, klicken Sie auf „Abbrechen“.
10. Führen Sie die PC-Kommunikationssoftware auf dem PC aus.
11. Wenn das Oszilloskop und der PC nicht miteinander kommunizieren, schlagen Sie in der Online-Hilfe und Dokumentation zur PC-Kommunikationssoftware nach.

Herstellen der Verbindung mit einem GPIB-System

Wenn Sie zwischen dem Oszilloskop und einem GPIB-System kommunizieren möchten, verwenden Sie einen TEK-USB-488-Adapter und gehen folgendermaßen vor:

1. Schließen Sie das Oszilloskop mit einem USB-Kabel an einen TEK-USB-488-Adapter an.

   Im Anhang Zubehör finden Sie Informationen zum Bestellen von Adaptern. (Siehe Seite 133, *Zubehör und Optionen*.)
2. Schließen Sie den TEK-USB-488-Adapter mit einem GPIB-Kabel an das GPIB-System an.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Dienstprogramm ► Optionen ► GPIB-Einstellung ► Adresse**, um die entsprechende Adresse für den Adapter auszuwählen, oder verwenden Sie den Mehrzweckknopf. Die Standard-GPIB-Adresse lautet 1.
4. Führen Sie die GPIB-Software auf dem GPIB-System aus.
5. Wenn das Oszilloskop und das GPIB-System nicht miteinander kommunizieren, lesen Sie die Informationen über die Software für das GPIB-System und im Benutzerhandbuch für den TEK-USB-488-Adapter nach, um das Problem zu lösen.

Befehlseingabe

HINWEIS. *Die Befehlsinformationen finden Sie in der Programmieranleitung für die Digitaloszilloskope der Serien TBS1000B, TDS2000C und TPS2000 (Bestellnummer 077-0444-XX). Handbücher können unter www.tektronix.com/manuals heruntergeladen werden.*

Referenz

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

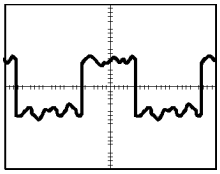
Erfassen

Drücken Sie die Taste **Erfassung**, um die Erfassungsparameter festzulegen.

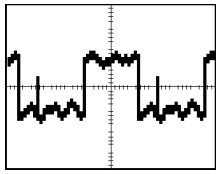
Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Normale Abtastung		Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung, die sich zur Erfassung und präzisen Anzeige der meisten Signale eignet.
Spitzenwert		Wird zur Erkennung von Glitches und zur Reduzierung von Aliasing eingesetzt.
Mittelwert		Reduziert unkorreliertes Rauschen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

Wichtige Punkte

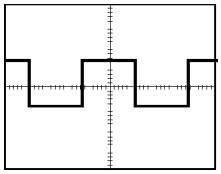
Wenn Sie ein rauschendes Rechtecksignal mit intermittierenden, schmalen Glitches testen, wird das Signal je nach ausgewähltem Erfassungsmodus unterschiedlich dargestellt.



Normale Abtastung



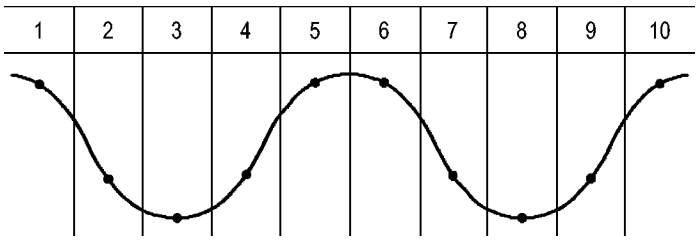
Spitzenwert



Mittelwert

Normale Abtastung. Verwenden Sie den Modus für normale Abtastung, um 2500 Punkte zu erfassen und mit der horizontalen Skala-Einstellung (Sec/Div.) anzuzeigen. Dieser Modus ist der Standardmodus.

Erfassungsintervalle im Abtastmodus (2500)



• Abtastpunkte

Im Abtastmodus wird in jedem Intervall ein einzelner Abtastpunkt erfasst.

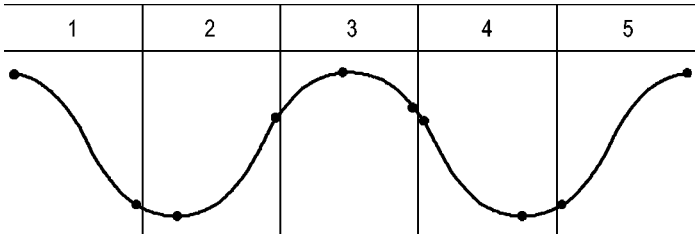
Das Oszilloskop weist folgende Abtastraten auf:

- Maximal 2 GS/s bei Modellen mit 100, 150 und 200 MHz
- Maximal 1 GS/s bei Modellen mit 50 und 70 MHz

Bei einer Einstellung von 100 ns oder mehr werden in diesem Abtastmodus keine 2500 Punkte erfasst. In diesem Fall interpoliert der digitale Signalprozessor die Punkte zwischen den Abtastpunkten, um einen Kurvenzug mit 2500 Punkten zu erstellen.

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

Erfassungsintervalle im Spitzenwerterfassungsmodus (1250)

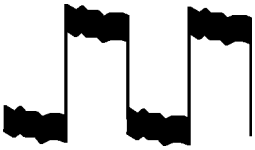


• Angezeigte Abtastpunkte

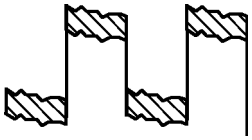
Beim Spitzenwerterfassungsmodus werden die höchsten und niedrigsten in einem Intervall erfassten Spannungen angezeigt.

HINWEIS. *Wenn Sie die horizontale Skala-Einstellung (Sec/Div.) auf 2,5 ms/div oder schneller einstellen, wechselt der Erfassungsmodus auf „Normale Abtastung“, da die Abtastrate hoch genug ist, sodass keine Spitzenwerterfassung erforderlich ist. Allerdings zeigt das Oszilloskop keine Meldung an, um auf den geänderten Modus hinzuweisen.*

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



Typische Spitzenwertanzeige



Peak-Wertanzeige beim Modell TBS1000B

Mittelwert. Verwenden Sie den Mittelwerterfassungsmodus, um unkorreliertes Rauschen eines Signals, das Sie anzeigen möchten, zu reduzieren. Die Daten werden im Abtastmodus erfasst, und anschließend wird daraus der Mittelwert gebildet.

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

Taste Start/Stop. Drücken Sie die Taste **Start/Stop**, wenn das Oszilloskop kontinuierlich Signale erfassen soll. Drücken Sie die Taste erneut, um die Erfassung zu beenden.

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

Erfassungsmodus	Taste „Einzelfolge“
Normale Abtastung, Spitzenwert	Nach Abschluss einer Erfassung ist die Erfassungssequenz beendet.
Mittelwert	Die Erfassungssequenz ist beendet, wenn die definierte Anzahl von Erfassungen erreicht ist; (Siehe Seite 75, *Erfassen*.)

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

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

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

Anhalten der Erfassung. Während die Erfassung läuft, wird das Signal „live“ angezeigt. Wenn Sie die Taste **Start/Stop** drücken und die Erfassung anhalten,

wird die Anzeige eingefroren. Das angezeigte Signal lässt sich beide Male über die vertikalen und horizontalen Bedienelemente skalieren und positionieren.

Bereich

Wenn Sie die Taste **Auto-Setup** länger als 1,5 Sekunden gedrückt halten, aktiviert bzw. deaktiviert das Oszilloskop die automatische Bereichseinstellung.

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

Optionen	Anmerkung
Automatische Bereichseinstellung	Aktiviert oder deaktiviert die automatische Bereichseinstellung
Vertikal und horizontal	Verfolgung und Anpassung beider Achsen.
Nur vertikal	Verfolgung und Anpassung der vertikalen Skala; die horizontalen Einstellungen bleiben unverändert.
Nur horizontal	Verfolgung und Anpassung der horizontalen Skala; die vertikalen Einstellungen bleiben unverändert.
Autom. Bereich rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Unter folgenden Bedingungen werden die Einstellungen automatisch angepasst:

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

Wenn Sie die Taste **Auto-Setup** länger als 1,5 Sekunden gedrückt halten, wird das Oszilloskop in den Modus für die automatische Bereichseinstellung versetzt und stellt sich selbst so ein, dass eine brauchbare Anzeige des Eingangssignals auf dem Bildschirm erscheint.

Funktion	Einstellung
Erfassungsmodus	Abtastwert
Anzeigeformat	YT
Nachleuchten der Darstellung	Aus
Horizontale Position	Eingestellt
Horizontalansicht	Haupt-
Start/Stop	AUSFÜHREN
Horizontale Skala (Sec/Div.)	Eingestellt

Funktion	Einstellung
Triggerkopplung	Gleichstrom
Trigger-Holdoff	Minimum
Triggerpegel	Eingestellt
Triggermodus	Flanke
Vertikale Bandbreite	Voll
Vertikale Bb-Begrenzung	Aus
Vertikale Kopplung	Gleichstrom
Vertikales Invertieren	Aus
Vertikale Skala (Volts/Div.)	Eingestellt

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

- Durch die vertikale Skala wird die vertikale automatische Messbereichseinstellung deaktiviert.
- Durch die horizontale Skala wird die horizontale automatische Messbereichseinstellung deaktiviert.
- Anzeigen oder Entfernen eines Kanalsignals
- Triggereinstellungen
- Erfassungsmodus für Einzelfolge
- Abrufen eines Setups
- XY-Anzeigeformat
- Nachleuchten

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

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

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

Auto-Setup

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

Wenn Sie die Taste länger als 1,5 Sekunden gedrückt halten, führt es die automatische Bereichseinstellung aus. Es zeigt das Menü „Auto.B.einst.“ an und aktiviert bzw. deaktiviert die Funktion zur automatischen Bereichseinstellung.

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

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

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

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

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

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

Sinussignal

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

Sinussignal	Details
Multi-Zyklus-Sinussignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Zyklus-Effektivwert, Frequenz, Periode und Spitze-zu-Spitze an.
Einzelzyklus-Sinussignal	Hier wird die Horizontalskala so eingestellt, dass ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Mittelwert und Spitze-zu-Spitze an.
FFT	Wandelt das Zeitbereichs-Eingangssignal in seine Frequenzanteile um und zeigt das Ergebnis als Graph der Frequenz gegenüber dem Betrag (Spektrum) an. Weitere Informationen erhalten Sie im Kapitel *FFT*. (Siehe Seite 55, *FFT*.)
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Rechtecksignal oder Impuls

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

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

Videosignal

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

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

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

Aktivieren (nur EDU-Modelle)

Damit EDU-Modelle noch besser zu Schulungszwecken eingesetzt werden können, kann die Funktion „Auto-Setup“ bei EDU-Oszilloskopen deaktiviert werden. Bei Laboren für Einsteiger ist es beispielsweise wichtig, dass die Teilnehmer den grundlegenden Betrieb des Oszilloskops erlernen. Durch die Deaktivierung des Auto-Setups müssen sie das erlernte Wissen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Oszilloskops anwenden und können sich dabei nicht auf die Funktion „Auto-Setup“ verlassen.

Die Funktion ist kennwortgeschützt. So können Sie Auto-Setup aktivieren oder deaktivieren, indem Sie auf dem Frontpaneel **Dienstprogramm**, auf Seite 1 des Seitenmenüs **- Weiter - Seite 1 von 3** und auf Seite 2 des Seitenmenüs **Auto-Setup Einstellung aktivieren** drücken. Drücken Sie dann im Seitenmenü entweder **Auto-Setup aktivieren** oder **Auto-Setup deaktivieren**, und geben Sie das richtige Kennwort ein.

Das werkseitige Kennwort lautet „1946“. Das Kennwort muss vier Zeichen oder Ziffern umfassen. Über das Element **Kennwort ändern** im Seitenmenü „Auto-Setup“ kann das Kennwort geändert werden.

Zähler

Die Zählerfunktion aus dem Tastenmenü **Funktion** kann zur gleichzeitigen Überwachung von zwei verschiedenen Signalfrequenzen verwendet werden. Diese Funktion ermöglicht eine präzisere Anzeige als die Frequenzmessung des Oszilloskops.

Optionen	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Ch1	On (Ein), Off (Aus)	
Ch2	On (Ein), Off (Aus)	
Ch1-Trigger		Legen Sie den Triggerpegel mit dem Mehrzweckknopf fest.
Ch2-Trigger		Legen Sie den Triggerpegel mit dem Mehrzweckknopf fest.

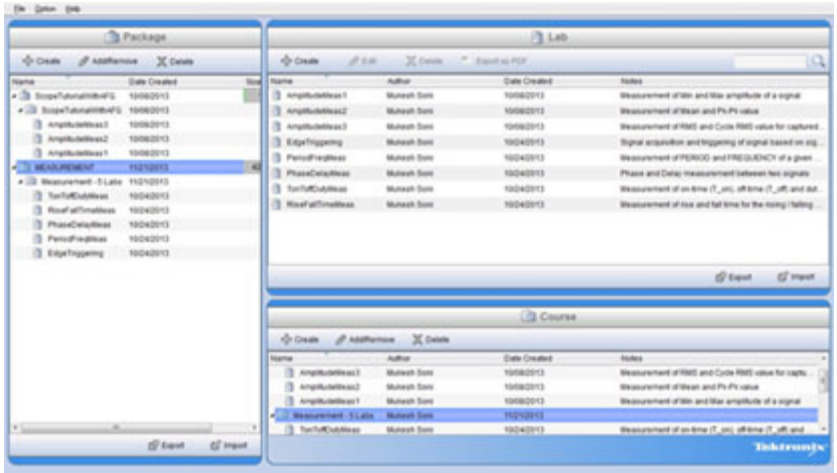
Kurs (nur EDU-Modelle)

Hiermit können Sie Labore auf dem Oszilloskop ausführen. Darüber hinaus können Sie hier Theorien und Abläufe lesen sowie Ihre Laborergebnisse erfassen.

Erstellung Ihres Kurses auf einem PC:

Mit einer separaten PC-basierten Software können Sie neue Kursunterlagen auf einem PC erstellen. Die Software finden Sie entweder unter www.tektronix.com/software oder auf einer Ihrem Oszilloskop beiliegenden CD. Nachdem Sie die Unterlagen erstellt haben, können Sie diese an mittels eines USB-Flash-Geräts an TBS1000B-EDU-Oszilloskope verteilen.

Auf der Webseite für die Lernsoftware auf www.tektronix.com erhalten Sie außerdem Kopien von Laboren, die andere Personen erstellt und hochgeladen haben.



Laden Ihres Kurses auf Ihr TBS1000B-EDU:

Gehen Sie folgendermaßen vor, um einen neuen Kurs auf ein TBS1000B-EDU-Oszilloskop zu laden:

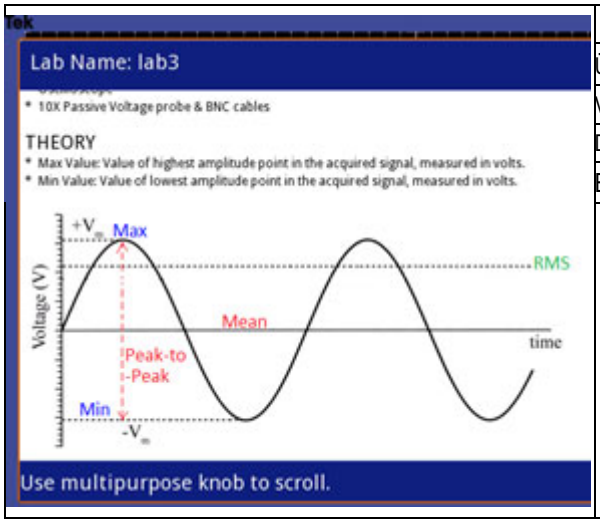
1. Stecken Sie das USB-Speichergerät mit Ihrem Kurs in den USB-Anschluss auf dem Frontpaneel Ihres TBS1000B-EDU.
2. Drücken Sie **Dienstprogramm ► - Weiter - Seite 1 von 3 ► Kurs aktualisieren**.
3. Mit dem **Mehrzweckknopf** können Sie durch die entsprechende Dateiliste scrollen und den gewünschten Kursordner hervorheben. Kursordner enden auf das Suffix .xpkg.
4. Drücken Sie **Kurs hochladen**, um den Kurs auf Ihr Oszilloskop zu laden.

Ausführen von Laboren auf Ihrem TBS1000B-EDU:

Über die dafür vorgesehene Taste **Kurs** auf dem Frontpaneel können Sie auf Kursinhalte zugreifen. Über die Softkey-Tasten und den Mehrzweckknopf können Sie auf bis zu acht Kurse zugreifen, die jeweils bis zu 30 Labore enthalten können. Sie können bis zu 100 MB an Kursunterlagen auf dem Oszilloskop speichern. Sobald Sie ein Labor ausgewählt haben, können Sie die Übersicht prüfen, das Labor Schritt für Schritt durchführen, Daten erfassen, Datenergebnisse prüfen und speichern sowie Berichte generieren, die die bei jedem Schritt erstellten Signale darstellen.

Ausführen des gewünschten Labors:

1. Drücken Sie die Taste **Kurs** auf dem Frontpaneel, um den Betrieb der Lernsoftware unmittelbar auf dem Oszilloskop zu aktivieren.
2. Drücken Sie ein Element des seitlichen Rahmenmenüs, um den gewünschten Kurs aus der Liste auszuwählen.
3. Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um das auszuführende Labor hervorzuheben. Drücken Sie den Knopf, um das gewünschte Labor auszuwählen.
4. Wählen Sie im darauffolgenden Bildschirm die gewünschten Inhalte aus dem seitlichen Rahmenmenü aus. Lesen Sie die **Übersicht** und das Schritt-für-Schritt-**Verfahren**. Drücken Sie **Datenerfassung**, und speichern Sie die Ergebnisse auf ein USB-Speichergerät.
5. Wenn Sie mit dem Labor fertig sind, wählen Sie **Bericht** aus dem seitlichen Rahmenmenü aus. Geben Sie im darauffolgenden seitlichen Rahmenmenü Ihre Studentenidentifikationsnummer ein.
6. Drücken Sie **OK** auf dem seitlichen Rahmenmenü.
7. Drücken Sie in dem darauffolgenden Kursbericht auf dem seitlichen Rahmenmenü auf **Speichern**. Damit wird der Bericht auf dem angeschlossenen USB-Speichergerät gespeichert.



Cursor

Drücken Sie die Taste **Cursor**, um die Mess-Cursor und das Cursor-Menü anzuzeigen. Drehen Sie dann den **Mehrzweckknopf**, um die Position eines Cursors zu ändern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ [1]	Zeit, Amplitude, Aus	Dient zur Auswahl und Anzeige der Messcursor; bei Zeit wird die Zeit und Frequenz gemessen, bei Amplitude die Amplitude, zum Beispiel von Stromstärke oder Spannung.
Quelle	Ch1, Ch2, FFT, Math, Ref A, Ref B	Hiermit wird das Signal ausgewählt, an dem Cursormessungen vorgenommen werden sollen. Die Messung erscheint in den Cursoranzeigen.
Δ		Zeigt den Absolutwert der Differenz (Delta) zwischen den Cursorn an.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Cursor 1 Cursor 2		Zeigt die gewählte Cursorposition an (Zeit wird auf den Triggerpunkt bezogen, Amplitude wird in Bezug auf die Masse gemessen).

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

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

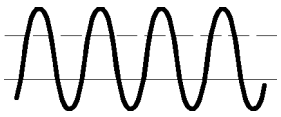
- Zeitcursor zeigen Δt, 1/ Δt und ΔV (oder ΔI, ΔVV usw.) an
- Amplituden- und Betrags-Cursor (FFT-Quelle) zeigen ΔV, ΔI, ΔVV usw. an
- Frequenz-Cursor (FFT-Quelle) zeigen 1/ΔHz und ΔdB an

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

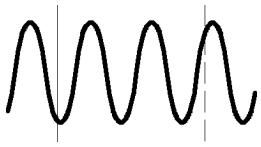
HINWEIS. *Bei Verwendung von Zeit-Cursorn zeigt das Oszilloskop die Zeit- und Amplitudenwerte für jedes Signal an.*

Wichtige Punkte

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



Amplituden-Cursor



Zeit-Cursor

Grundeinstellung

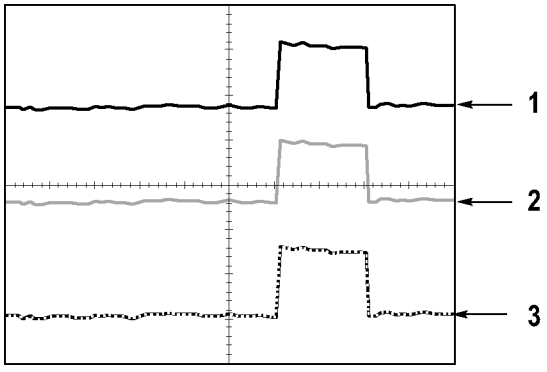
Drücken Sie die Taste **Grundeinstellung**, um die meisten (jedoch nicht alle) Werkseinstellungen und -optionen wiederherzustellen. Eine Liste der Grundeinstellungen, die wiederhergestellt werden, finden Sie in Anhang D.

Anzeige

Drücken Sie die Taste **Dienstprogramm**, und wählen Sie im Seitenmenü **Anzeigen** aus, um die Darstellung von Signalen oder der gesamten Anzeige zu ändern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ	Interpol., Punkte	Vektoren füllen den Zwischenraum zwischen benachbarten Abtastpunkten in der Anzeige. Punkte stellen jeweils nur einzelne Abtastpunkte dar.
Nachleuchten	AUS, 1 s, 2 s, 5 s, unendl.	Dient zur Einstellung der Zeitdauer, die jeder Abtastpunkt angezeigt wird.
Format	YT, XY	Im YT-Format wird die vertikale Spannung in Bezug auf die Zeit angezeigt (Horizontalskala). Im XY-Format wird jedes Mal ein Punkt angezeigt, wenn ein Abtastpunkt auf Kanal 1 und 2 erfasst wird. Die Spannung oder Stromstärke auf Kanal 1 bestimmt die X-Koordinate des Punktes (horizontal), die Spannung oder Stromstärke auf Kanal 2 die Y-Koordinate (vertikal).
Hintergrundbeleuchtung	0 bis 100 %	Mit dem **Mehrzweckknopf** können Sie die Hintergrundbeleuchtung anpassen.

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



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

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

2. Referenzsignale werden weiß und Signale mit aktiviertem Nachleuchten in der gleichen Farbe, aber heller dargestellt als das Hauptsignal.

3. Eine gestrichelte Linie weist darauf hin, dass die Signalanzeige nicht mehr mit den Einstellungen übereinstimmt. Das passiert, wenn die Erfassung angehalten und eine Einstellung geändert wird, die das Oszilloskop dann nicht auf das angezeigte Signal anwenden kann. So wird beispielsweise ein Signal gestrichelt dargestellt, wenn die Triggeroptionen nach dem Anhalten der Erfassung verändert werden.

Wichtige Punkte

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

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

XY-Format. Verwenden Sie das XY-Format zum Analysieren der (beispielsweise durch Lissajousfiguren dargestellten) Phasenunterschiede. Bei diesem Format wird die Spannung auf Kanal 1 mit der Spannung auf Kanal 2 verglichen, wobei Kanal 1 auf der horizontalen und Kanal 2 auf der vertikalen Achse dargestellt wird. Das Oszilloskop arbeitet im ungetriggerten Abtastmodus und zeigt die Daten als Punkte an. Die Abtastrate ist fest auf 1 MS/s eingestellt.

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

Im XY-Format haben die Bedienelemente folgende Funktionen:

- Mit den Bedienelementen **Vertikale Skala** und **Position** im Bereich „Vertikal“ für Kanal 1 können die horizontale Skala und Position eingestellt werden.
- Mit den Bedienelementen **Vertikale Skala** und **Position** im Bereich „Vertikal“ für Kanal 2 können die vertikale Skala und Position weiterhin eingestellt werden.

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

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

FFT

Optionen	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Quellsignal	Ein oder Aus	
Quelle	Ch1 oder Ch2	
Fenster	Hanning, Flattop oder Rechteck	Verwenden Sie Hanning für die beste Frequenzauflösung, Flattop für die beste Betragsgenauigkeit und Rechteck für die beste Transientenanalyse.
FFT-Zoom	1x, 2x, 5x oder 10x	

Funktion

Die Taste **Funktion** ermöglicht Zugriff auf (nicht bei EDU-Modellen): Grenzwertprüfung, Datenprotokollierung, Zähler und Trendkurve.

Bei EDU-Modellen erfolgt der Zugriff auf den Zähler mit der Taste **Funktion**.

Nicht-EDU-Modelle

Optionen	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Grenzwertprüfung	Quelle	Definiert die Signalquelle, die mit dem Toleranzmaskensignal verglichen werden soll.
	Referenz	Legt die Grenzwertprüfungs-Toleranzmaske fest, mit der die in der Menüoption „Quelle“ definierten Signale verglichen werden sollen.
	Start/Stop Test	Hier können Sie die Grenzwertprüfung starten bzw. beenden.
	Toleranzmsk. einrichten	Richtet eine Grenzwertprüfungs-Toleranzmaske ein. Dies ist das Toleranzmaskensignal, das Sie als Grenzwert für den Vergleich mit dem eingespeisten Quellensignal definieren. Diese Einstellungen sollten Sie vor der Grenzwertprüfung vornehmen.
	Aktion bei Verletzung	Definiert die Aktionen des Oszilloskops nach dem Erkennen einer Verletzung.
	Anhalten nach	Definiert die Bedingungen, bei deren Eintreten das Oszilloskop die Grenzwertprüfung beendet.
Datenprotokollierung	Datenprotokollierung	Schaltet die Datenprotokollierungsfunktion ein oder aus.
	Quelle	Legt die Signalquelle fest, von der Daten aufgezeichnet werden sollen.
	Dauer	Legt die Dauer der Datenprotokollierung von 0,5 bis 8 Stunden in 30-Minuten-Schritten oder von 8 bis 24 Stunden in 60-Minuten-Schritten oder bis unendlich fest
	Verzeichnis auswählen	Legt das Verzeichnis fest, in dem die Signaldaten gespeichert werden sollen.
Zähler	Ch1, Ch2, Ch1-Trigger, Ch2-Trigger	
Trendkurve	Start/Stop, Quelle 1, Typ 1, Quelle 2, Typ 2	Diagramm einer oder zweier Messungen in Abhängigkeit der Zeit.

EDU-Modelle

Optionen	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Zähler	Ch1, Ch2, Ch1-Trigger, Ch2-Trigger	

Hilfe

Zum Aufrufen des Hilfemenüs drücken Sie die Taste **Hilfe**. In den Hilfethemen werden alle Menüoptionen und Bedienelemente des Oszilloskops beschrieben.

Horizontal

Verwenden Sie die horizontale Steuerung zur Anpassung der Triggerposition relativ zum erfassten Signal und zur Anpassung der horizontalen Skalierung (Zeit/Division).

Nahe der oberen rechten Bildschirmecke wird die aktuelle horizontale Position in Sekunden angezeigt. Die horizontale Position wird auf dem Oszilloskop auch mit einem Pfeilsymbol oben im Raster versehen.

Drehknöpfe und Tasten

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

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

Drücken, um den Trigger auf dem Bildschirm zu zentrieren.

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

Wichtige Punkte

Horizontale Skala. Wenn die Signalerfassung (mit der Taste **Start/Stop** oder **Einzelfolge**) angehalten wird, lässt sich das Signal über das Bedienelement **Skala** im Bereich „Horizontal“ vergrößern oder verkleinern. Hiermit vergrößern Sie ein Detail des Signals.

Abtastmodus-Darstellung (Rollmodus). Wird das Bedienelement **Skala** im Bereich „Horizontal“ auf 100 ms/div oder langsamer und der Triggermodus auf „Auto“ eingestellt, arbeitet das Oszilloskop im Abtastmodus. In diesem Modus wird die Signalanzeige von links nach rechts aktualisiert. Während des Abtastmodus kann der Trigger oder die Horizontalposition von Signalen nicht verstellt werden. (Siehe Seite 77, *Abtastmodus-Anzeige*.)

Math

Durch Drücken der Taste **Math** (**M**) wird die Anzeige mathematischer Signaloperationen aufgerufen. Durch erneutes Drücken der Taste **Math** werden berechnete Signale entfernt. (Siehe Seite 117, *Vertikale Bedienelemente*.)

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

Das Menü Math umfasst Quellenoptionen für jede Operation.

Operation	Option Quellen	Anmerkung
+ (Addition)	CH1 + CH2	Kanal 1 und 2 werden addiert.
- (Subtraktion)	CH1 - CH2	Das Signal auf Kanal 2 wird vom Signal auf Kanal 1 subtrahiert.
	CH2 - CH1	Das Signal auf Kanal 1 wird vom Signal auf Kanal 2 subtrahiert.
× (Multiplikation)	CH1×CH2	Kanal 1 und 2 werden multipliziert.

Wichtige Punkte

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

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

Messung

Drücken Sie die Taste **Messen**, um die automatischen Messungen aufzurufen. 34 Messungen stehen zur Wahl. Bis zu sechs Messungen lassen sich gleichzeitig anzeigen. Das Oszilloskop zeigt die Messungen am unteren Rand des Bildschirms an, nachdem Sie sie ausgewählt haben.

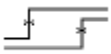
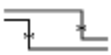
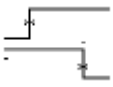
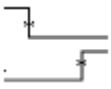
Wichtige Punkte

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

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

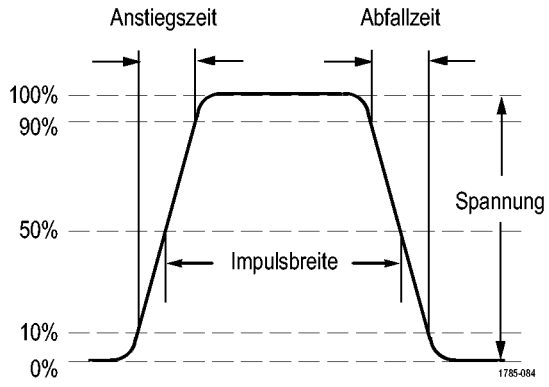
In der folgenden Tabelle werden die automatischen Messungen nach Kategorie aufgelistet: Zeit oder Amplitude.

Zeitmessungen

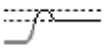
Messung		Beschreibung
Periode		Die erforderliche Zeit, um den ersten Zyklus eines Signals oder eines getorten Bereichs abzuschließen. Die Periode ist der Kehrwert der Frequenz und wird in Sekunden gemessen.
Frequenz		Der erste Zyklus eines Signals oder eines getorten Bereichs. Die Frequenz ist der Kehrwert der Periode. Sie wird in Hertz (Hz) gemessen, wobei ein Hz einem Zyklus pro Sekunde entspricht.
Verzög.-RR (ansteigend zu ansteigend)		Die Zeit zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) von zwei verschiedenen ansteigenden Signalen. Informationen hierzu finden Sie auch unter *Phase*.
Verzög.-FF (abfallend zu abfallend)		Die Zeit zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) von zwei verschiedenen abfallenden Signalen.
Verzög.-RF (ansteigend zu abfallend)		Die Zeit zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) von den ansteigenden und abfallenden Signalen.
Verzög.-FR (abfallend zu ansteigend)		Die Zeit zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) von den abfallenden und ansteigenden Signalen.
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.

Zeitmessungen (Fortsetzung)

Messung	Beschreibung
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.
Burstbreite	Die Dauer eines Bursts (eine Reihe von einmaligen Ereignissen). Sie wird über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gemessen.
Phase	Der Phasenwinkelunterschied zwischen Signalen von zwei verschiedenen Kanälen, indem die ansteigende Flanke des ersten Signals mit der ansteigenden Flanke des zweiten Signals verglichen wird.

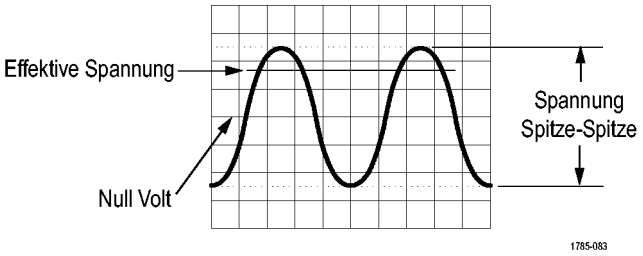


Amplitudenmessungen

Messung		Beschreibung
Positives Überschwingen		Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als: Positives Überschwingen = (Maximum – Hoch) / Amplitude x 100 %.
Negatives Überschwingen		Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als: Negatives Überschwingen = (Niedrig – Minimum) / Amplitude x 100 %.
Sp-Sp		Die absolute Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Amplitude des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs.
Amplitude		Der niedrige Wert abgezogen vom hohen Wert während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs.
Hoch		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.
Nieder		Dieser Wert wird als 0 % verwendet, wenn hohe Referenzwerte, mittlere Referenzwerte oder niedrige Referenzwerte benötigt werden, z. B. bei Abfallzeit- oder Anstiegszeitmessungen. Wird entweder mit der Min/Max- oder der Histogramm-Methode ermittelt. Bei der Min/Max-Methode wird der gefundene Minimalwert verwendet. Bei der Histogramm-Methode wird der am häufigsten unterhalb der Mitte gefundene Wert verwendet. Dieser Wert wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
Max		Die größte positive Spitzenspannungswert. Max wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
Min		Die größte negative Spitzenspannungswert. Min wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
Mittel		Der über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gebildete arithmetische Mittelwert der Amplitude.
Zyklusmittelwer		Der über den ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gebildete arithmetische Mittelwert.

Amplitudenmessungen (Fortsetzung)

Messung	Beschreibung
Eff.wert	Die über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gemessene echte Effektivwertspannung.
Zyklus-Effektivw	Die über den ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gemessene echte Effektivwertspannung.



Verschiedene Messungen

Messung	Beschreibung
Steigende Flankenzählung	Die Anzahl der positiven Übergänge von einem niedrigen Referenzwert zu einem hohen Referenzwert im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich.
Fallende Flankenzählung	Die Anzahl der negativen Übergänge von einem hohen Referenzwert zu einem niedrigen Referenzwert im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich.
Positive Impulszählung	Die Anzahl der positiven Impulse, die über den mittleren Referenzübergang im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich hinausgeht.
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 zeitabhängige Spannungsmessung. 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.

Verschiedene Messungen (Fortsetzung)

Messung		Beschreibung
Cursor-Mittelwe		Der arithmetische Mittelwert der Signaldaten vom ausgewählten Startpunkt zum Endpunkt
CEff.wert		Berechnet den echten Effektivwert der Signaldaten vom ausgewählten Startpunkt bis zum Endpunkt

Mess-Gating

Gating beschränkt die Messung auf einen durch die Cursor festgelegten Teil des Signals. Um Gating zu verwenden, führen Sie folgende Schritte aus:

1. Drücken Sie die Taste **Messen** auf dem Frontpaneel.
2. Drücken Sie die seitliche Rahmentaste **Mess-Gating ein/aus**.

Menü aus

Drücken Sie **Menü aus**, um angezeigte Menüs aus dem Bildschirm auszublenden.

Druckfertige Screenshots

Über das Menü **Dienstprogramm ► - Weiter - Seite 1 von 2** (Seite 1 von 3 bei EDU-Modellen) ► **Optionen ► Drucker einrichten** können Sie das Oszilloskop für das Speichern von druckfertigen Bildern einrichten.

Option	Einstellung	Anmerkung
Ink Saver	Ein, Aus	Bei Auswahl von Ein wird das Bildschirmbild auf weißem Hintergrund gedruckt.
Format [1]	Hochformat, Querformat	Legt die Seitenausrichtung des bedruckten Mediums fest.
Dateiformat	BMP, JPG	Druckdateiformat

[1] Möglicherweise überschreibt der Drucker Ihre Auswahl, um eine optimale Ausgabe zu ermöglichen.

Menü „Ref“

Im Referenzmenü lassen sich die Referenzspeichersignale von der Anzeige aus ein- und ausschalten. Die Signale werden im nichtflüchtigen Speicher gespeichert und weisen die folgenden Bezeichnungen auf: Ref A und Ref B.

Um ein Referenzsignal anzuzeigen (aufzurufen) oder auszublenden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Taste **Ref** auf der Frontplatte.
2. Drücken Sie die seitliche Menütaste, die dem Referenzsignal, das Sie anzeigen bzw. ausblenden möchten, entspricht.

Referenzsignale weisen die folgenden Charakteristika auf:

- Werden Referenzsignale in Weiß angezeigt
- Es können zwei Referenzsignale gleichzeitig angezeigt werden
- Vertikale und horizontale Skalenanzeigen werden im unteren Bildschirmbereich angezeigt
- Allerdings können die Referenzsignale nicht gezoomt oder verschoben werden

Ein oder zwei Referenzsignale können gleichzeitig als "Live"-Kanalsignale angezeigt werden. Bei der Anzeige von zwei Referenzsignalen müssen Sie ein Signal ausblenden, bevor Sie ein anderes anzeigen können.

Weitere Informationen zum Speichern von Referenzsignalen finden Sie unter *Signal speichern*. (Siehe Seite 102, *Signal speichern*.)

Speichern/Abrufen

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

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

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

Alle speichern

Mit der Aktion „Alle speichern“ wird die Taste „Drucken“ so konfiguriert, dass Daten auf einem USB-Flash-Laufwerk gespeichert oder an einen Drucker übertragen werden.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Taste „Drucken“	Speichert alles	(Siehe Seite 68.)
	Bild speichern	(Siehe Seite 69.)
	Druckt	
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses des USB-Flash-Laufwerks auf
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 65, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 115, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	Neues Verzeichnis	
	Zurück	Bringt Sie zurück zum Menü Alle speichern
Info Alle speichern		Zeigt das Hilfethema an

Bild speichern

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

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Dateiformat	BMP, PCX, TIFF, RLE, EPSIMAGE, JPEG	Stellt das Dateiformat der Bildschirmdateien ein.
Info Bilder speichern		Zeigt das Hilfethema an.
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Ordners des USB-Flash-Laufwerks auf und zeigt die Verzeichnisoptionen an
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 65, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 115, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	Neues Verzeichnis	
	Format [1], Hochformat, Querformat	Hier wird das Format des Bildschirminhalts eingestellt, entweder Quer- oder Hochformat
	Ink Saver [1], Ein, Aus	Aktiviert bzw. deaktiviert den Tintensparmodus.
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.TIF)	Speichert den Bildschirminhalt unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis des USB-Flash-Laufwerks.

1 (Siehe Seite 99, *Druckfertige Screenshots*.)

Wenn die Taste „Drucken“ auf „Bild speichern“ eingestellt ist, speichert das Oszilloskop beim Drücken dieser Taste Bildschirmdarstellungen auf dem USB-Flash-Laufwerk. (Siehe Seite 69, *Bild speichern*.)

Setup speichern

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

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

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses des USB-Flash-Laufwerks auf.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 65, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 115, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	Neues Verzeichnis	
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.SET)	Speichert die Einstellungen unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis des USB-Flash-Laufwerks

Wenn die Taste „Drucken“ auf „Speichert alles“ eingestellt ist, speichert das Oszilloskop beim Drücken dieser Taste die Oszilloskop-Setup-Dateien auf dem USB-Flash-Laufwerk. (Siehe Seite 68, *Speichert alles*.)

Signal speichern

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

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

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses des USB-Flash-Laufwerks auf.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 65, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 115, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	Neues Verzeichnis	
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.CSV)	Speichert die Signaldaten unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis des USB-Flash-Laufwerks

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

Setup abrufen

Mit der Aktion Setup abrufen wird eine Oszilloskop-Setup-Datei von einem USB-Flash-Laufwerk oder von einem Speicherort in einem nicht flüchtigen Setup-Speicher abgerufen.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Abrufen von	Setup	Gibt an, dass ein Setup aus dem nicht flüchtigen Speicher abgerufen werden soll.
	Datei	Wird zum Abrufen eines Setups von einem USB-Flash-Laufwerk angegeben
Setup	1 bis 10	Gibt an, welcher Setup-Speicherort im nicht flüchtigen Setup-Speicher abgerufen werden soll.
Datei auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf dem USB-Flash-Laufwerk auf, aus dem eine Datei ausgewählt werden soll.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 65, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 115, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
Abrufen		Ruft die Einstellungen vom angegebenen Speicherort im nicht flüchtigen Speicher ab.
	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.SET)	Ruft die Oszilloskopeinstellungen aus der angegebenen Datei auf dem USB-Flash-Laufwerk ab.

Signal abrufen

Mit der Aktion Signal abrufen wird eine Signaldatei von einem USB-Flash-Laufwerk abgerufen und an einem Speicherort im Referenzspeicher gespeichert.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
In	Ref(x)	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, in den das Signal geladen werden soll.
Von Datei		Ruft die Datei von einem USB-Flash-Laufwerk ab
Datei auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Ordners des USB-Flash-Laufwerks auf und zeigt die nächste Verzeichnisoption an
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 65, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 115, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	In	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, in den das Signal gespeichert werden soll.
Abrufen	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.CSV)	Lädt das Signal aus der angegebenen Datei in das Verzeichnis im Referenzspeicher und zeigt das Signal an.

Wichtige Punkte

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

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

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

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

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

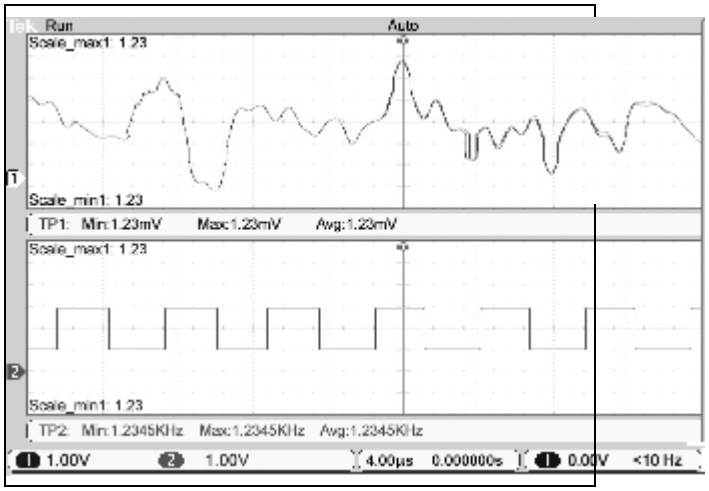
Trendkurve (nicht bei EDU-Modellen):

Mit der Trendfunktion können Sie Messgraphen als Funktion der Zeit darstellen. Sie können bis zu zwei Trendkurven gleichzeitig darstellen.

Die TrendPlot™-Funktion hilft bei der Suche nach intermittierenden Störungen. Um die Funktion auszuführen, wählen Sie den Typ der von einem oder von beiden Kanälen zu erfassenden Messung aus, und richten Sie das Oszilloskop so ein, dass es Signale kontinuierlich überwacht, die Daten auf der Anzeige darstellt und die Informationen gleichzeitig auf einem USB-Speichergerät speichert. Sie können Daten über Minuten, Stunden oder Tage hinweg erfassen. Prüfen Sie Ihre Anforderungen und die Größe Ihres USB-Speichergeräts, und passen Sie die Einstellungen des Oszilloskops entsprechend an.

Bedienung:

Optionen	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Start, Stop	Start, Stop	
Quelle 1	Ch1, Ch2	
Typ 1	Minimum, Maximum	
Quelle 2	Ch1, Ch2	
Typ 2	Minimum, Maximum	



Trigger-Bedienelemente

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

Triggerarten

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

Option	Details
Flanke (Vorgabe)	Triggert das Oszilloskop auf der steigenden oder fallenden Flanke des Eingangssignals, sobald der Triggerpegel (d.h. die Triggerschwelle) erreicht wird.
Video	Zeigt Composite-Videosignale des NTSC- bzw. PAL/SECAM-Standards an. Es kann auf Halbbilder oder Zeilen des Videosignals getriggert werden. (Siehe Seite 108, *Videotrigger*.)
Impuls	Triggert auf verzerrte Impulse. (Siehe Seite 109, *Impulsbreiten-Trigger*.)

Flankentrigger

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

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Flanke		Wenn Flanke aktiviert ist, triggert das Oszilloskop auf die steigende oder fallende Flanke des Eingangssignals.
Quelle	Ch1, Ch2, Ext, Ext/5, Stromnetz (AC)	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal (Siehe Seite 107.)
Flanke	Positiv, Negativ	Dient zur Auswahl des Triggers auf der steigenden oder fallenden Signalflanke.
Modus	Auto, Normal	Zur Auswahl der Trigger-Art (Siehe Seite 106.)
Kopplung	AC, DC, Noise reject, HF reject, LF reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden (Siehe Seite 107.)

Wichtige Punkte

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

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

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

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

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

Quelle-Optionen.

Quelle-Option	Details
Ch1, Ch2	Triggert auf einen Kanal, ganz gleich, ob das Signal angezeigt wird oder nicht.
Ext	Das Triggersignal wird nicht angezeigt. Bei der Option „Ext." wird das über den Ext Trig-BNC-Stecker auf der Frontplatte eingespeiste Signal verwendet. Der Triggerpegel muss zwischen +1,6 V und –1,6 V liegen.
Ext/5	Im Prinzip wie Option Ext., nur dass hier das Signal um den Faktor fünf abgeschwächt wird und ein erweiterter Triggerpegelbereich zwischen +8 V und -8 V zulässig ist.
Netz [1]	Verwendet ein vom Stromnetz abgeleitetes Signal als Triggerquelle. Die Triggerkopplung ist auf Gleichstrom und der Triggerpegel auf 0 V festgelegt. Eine Wechselstromleitung kann verwendet werden, wenn Sie von der Frequenz des Leitungsnetzes abhängige Signale analysieren müssen wie beispielsweise Beleuchtungsausrüstung und Geräte zur Stromversorgung. Das Oszilloskop erzeugt automatisch den Trigger, stellt die Trigger-Kopplung automatisch auf DC und den Triggerpegel automatisch auf Null Volt ein.

1 Nur bei Auswahl des Triggertyps Flanke verfügbar.

HINWEIS. *Um ein Ext.-, Ext/5- oder Netz-Triggersignal anzuzeigen, halten Sie die Taste* ***Trigger-Menü*** *länger als 1,5 Sekunden gedrückt, um die Triggeransicht zu aktivieren.*

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

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

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

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

Videotrigger

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Video		Ist Video aktiviert, wird auf die Standard-Videosignale NTSC, PAL oder SECAM getriggert. Die Triggerkopplung wird auf AC voreingestellt.
Quelle	CH1, CH2, Ext, Ext/5	Die Eingangsquelle wird als Triggersignal ausgewählt. Die Auswahl „Ext.“ bzw. „Ext/5“ verwendet das Signal, das als Quelle am Ext Trig-Stecker anliegt.
Polarität	Normal, Invertiert	Normale Trigger auf der negativen und invertierte Trigger auf der positiven Flanke des Synchronimpulses

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Synchronisation	Alle Zeilen, Zeilennummer, Ungerades Halbbild, Gerades Halbbild, Alle Halbbilder	Dient zur Auswahl der passenden Videosynchronisation. Verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um eine bestimmte Zeilennummer auszuwählen, nachdem Sie die Synchronisationsoption Zeilennummer aktiviert haben.
Standard	NTSC, PAL/SECAM	Hierüber wird der Videostandard für die Synchronisation und die Zählung der Zeilennummern ausgewählt.

Wichtige Punkte

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

Impulsbreiten-Trigger

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

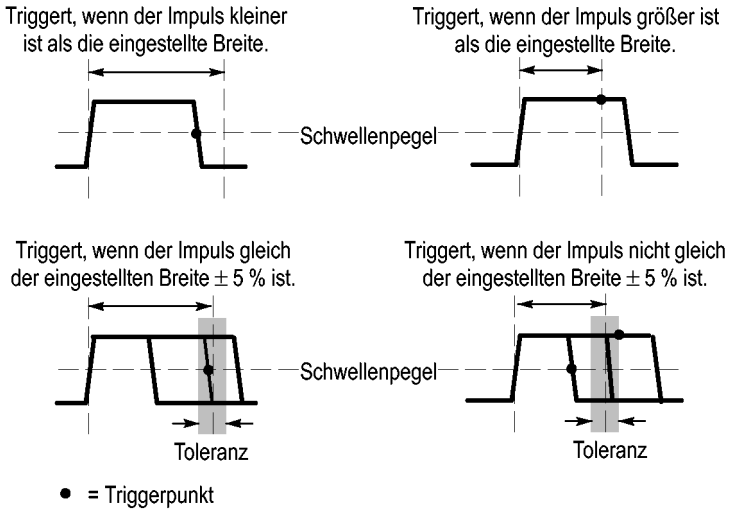
Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Impuls		Ist Impuls eingestellt, dann wird auf Impulse getriggert, die die in den Optionen Quelle, Wenn und Impulsbreite einstellen festgelegten Triggerbedingungen erfüllen.
Quelle	CH1, CH2, Ext, Ext/5	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal.
Wenn	=, ≠, <, >	Hier wird festgelegt, auf welche Weise der Trigger-Impuls mit dem in der Option Impulsbreite einstellen ausgewählten Wert verglichen werden soll.
Impulsbreite	33 ns bis 10,0 s	Die Breite wird mit dem Mehrfunktions-Drehknopf eingestellt.
Polarität	Positiv, Negativ	Zur Triggerung auf einen positiven oder negativen Impuls.
Modus	Auto, Normal	Zur Auswahl der Triggerart. Für die meisten Anwendungen mit Impulsbreiten-Trigger empfiehlt sich der Normalmodus.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Kopplung	AC, DC, Noise Reject, HF Reject, LF Reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden (Siehe Seite 106, *Flankentrigger*.)
Weiter		Zum Umblättern zwischen den Seiten eines Untermenüs.

Wichtige Punkte

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

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



Ein Beispiel für die Triggerung auf verzerrte Impulse finden Sie unter *Anwendungsbeispiele*. (Siehe Seite 43, *Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite*.)

Triggerfrequenz-Anzeige

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

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

Drehknöpfe und Tasten

Drehknopf „Pegel“. Dient zum Einstellen des Triggerpegels.

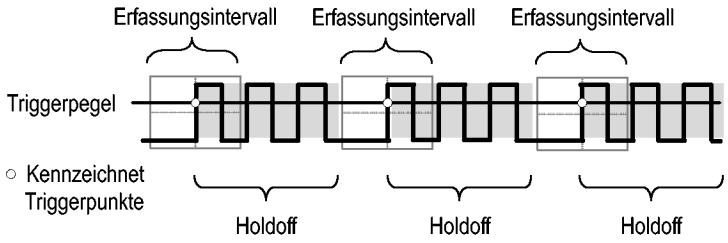
Drücken sie diesen Knopf, um den Triggerpegel automatisch etwa auf die Mitte zwischen dem niedrigsten und höchsten Spannungspegel festzulegen. Dieses Vorgehen hilft oft dabei, ein Signal schnell zu stabilisieren.

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

Triggeransicht. Halten Sie die Taste **Trigger-Menü** länger als 1,5 Sekunden gedrückt, um die Triggeransicht zu aktivieren und das aufbereitete Triggersignal auf dem Oszilloskop anzuzeigen. In diesem Modus werden folgende Informationen angezeigt:

- Auswirkungen der Option Trigger-Kopplung
- Wechselstromnetz als Triggerquelle (Nur bei Flankentrigger)
- Über den Ext Trig-BNC-Stecker eingespeistes Signal

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



Triggersignale werden während der Holdoffzeit nicht erkannt.

Um Trigger-Holdoff zu verwenden, drücken Sie die Optionstaste **Trigger ► - Weiter - Seite 1 von 2 ► Trigger-Holdoff festlegen**, und drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um den Holdoff anzupassen. Die Auflösung des Trigger-Holdoffs variiert je nach der horizontalen Skala-Einstellung.

Dienstprogramm

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

EDU-Modelle:

Optionen	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Anzeige	Typ (Vektoren, Punkte), Nachleuchten (1 s, 2 s, 5 s, Unendlich, Aus), Format (YT, XY), H.beleucht. 1 % bis 100 %)	
Sprache	Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Spanisch, Japanisch, Portugiesisch, Chinesisch (vereinfacht), Chinesisch (traditionell), Koreanisch, Russisch	Hier wählen Sie die gewünschte Sprache des Oszilloskops aus.
Selbst-Kalibr.		Nimmt eine Selbstkalibrierung vor.
Tastkopfüberprüfung		
Datei Dienstprogr.		Zeigt Ordner-, Datei- und USB-Flash-Laufwerkoptionen an (Siehe Seite 115.)
Optionen	Hint. USB-Anschluss (Auto. Erfass., Drucker, Computer), Drucker einrichten, GPIB-Einstellung, Datum und Uhrzeit einstellen, Fehlerpr.	
Kurs aktualisieren		
Auto-Setup aktivieren	Aktivieren, Deaktivieren Kennwort ändern	Um den Lernprozess bei EDU-Oszilloskopen zu verbessern, können Sie (der Dozent) die Funktion **Auto-Setup** deaktivieren. Bei Laboren für Einsteiger ist es beispielsweise wichtig, dass die Teilnehmer den grundlegenden Betrieb des Oszilloskops erlernen. Durch die Deaktivierung des Auto-Setups müssen sie das erlernte Wissen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Oszilloskops anwenden und können sich dabei nicht auf die Funktion „Auto-Setup“ verlassen.
System status	Horizontal, Vertikal, Trigger, Verschiedenes	

Nicht-EDU-Modelle:

Optionen	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Anzeige	Typ (Vektoren, Punkte), Nachleuchten (1 s, 2 s, 5 s, Unendlich, Aus), Format (YT, XY), H.beleucht. 1 % bis 100 %)	
Sprache	Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Spanisch, Japanisch, Portugiesisch, Chinesisch (vereinfacht), Chinesisch (traditionell), Koreanisch, Russisch	Hier wählen Sie die gewünschte Sprache des Oszilloskops aus.
Selbst-Kalibr.		Nimmt eine Selbstkalibrierung vor.
Tastkopfüberprüfung		
Datei Dienstprogr.		Zeigt Ordner-, Datei- und USB-Flash-Laufwerkoptionen an (Siehe Seite 115.)
Optionen	Hint. USB-Anschluss (Auto. Erfass., Drucker, Computer), Drucker einrichten, GPIB-Einstellung, Datum und Uhrzeit einstellen, Fehlerpr.	
System status	Horizontal, Vertikal, Trigger, Verschiedenes	

Anzeige	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Typ	Vektoren oder Punkte	
Nachleuchten	1 s, 2 s, 5 s, Unendlich oder Aus	
Format	YT oder XY	YT ist der normale Oszilloskop-Betriebsmodus. Es wird die Spannung (vertikal) über die Zeit (horizontal) dargestellt. Bei XY wird die Spannung von Kanal 1 über die Spannung von Kanal 2 angezeigt.
Hintergrundbeleuchtung		

Dateidienstprogramme	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Verzeichnis wechseln		
Neues Verzeichnis		
Löschen		
Umbenennen		Änderung des Namens einer Datei auf dem angeschlossenen USB-Flash-Laufwerk.

Dateidienstprogramme	Settings (Einstellungen)	Anmerkungen
Format		Formatieren des angeschlossenen USB-Flash-Laufwerks. Hierdurch werden alle auf dem Laufwerk gespeicherten Dateien gelöscht.
Firmware aktualisieren		

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Systemstatus		Zusammenfassung der Oszilloskopeinstellungen
	Versch.	Zeigt das Modell, die Seriennummer des Herstellers, angeschlossene Adapter, die GPIB-Setup-Adresse, Firmware-Version und andere Informationen an.
Optionen	Hint. USB-Anschluss: Computer, Auto., Erfass., Drucker	
	Drucker einrichten	Ändert die Ausgabeeinstellung
	GPIB-Einstellung ► Adresse	Legt die GPIB-Adresse für den TEK-USB-488-Adapter fest (Siehe Seite 73.)
	Datum und Uhrzeit einstellen	Legt Datum und Uhrzeit fest (Siehe Seite 114.)
	Fehlerprotokoll	Zeigt eine Liste aller protokollierten Fehler sowie den Betriebsstundenzähler an. Dieses Protokoll sollten Sie parat haben, wenn Sie sich an den Tektronix-Kundendienst wenden.

Wichtige Punkte

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

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

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

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

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

Optionen	Anmerkung
Datum	Drücken Sie die Seitenmenü-Taste, und drehen und drücken Sie den Mehrzweckknopf, um Tag, Monat und Jahr festzulegen.
Zeit	Drücken Sie die Seitenmenü-Taste, und drehen und drücken Sie den Mehrzweckknopf, um die Uhrzeit festzulegen.

Selbstkalibrierung. Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie das Oszilloskop im Hinblick auf die Umgebungstemperatur auf eine maximale Messgenauigkeit optimieren. Um eine maximale Genauigkeit zu gewährleisten, führen Sie die Selbstkalibrierung durch, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5°C oder mehr verändert. Um die Genauigkeit der Kalibrierung zu gewährleisten, schalten Sie das Oszilloskop ein, und warten Sie ca. 20 Minuten, damit das Gerät seine Betriebstemperatur erreicht. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm.

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

Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk

Ein Verzeichnis ist immer als aktuelles Verzeichnis gekennzeichnet. Das aktuelle Verzeichnis ist der vorgegebene Speicherort zum Speichern und Abrufen von Dateien.

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

- Den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auflisten
- Eine Datei oder ein Verzeichnis auswählen
- In andere Verzeichnisse gelangen
- Dateien und Verzeichnisse erstellen, umbenennen und löschen
- Formatieren eines USB-Flash-Laufwerks

Optionen	Anmerkung
Verzeichnis wechseln	Wechselt in das ausgewählte Verzeichnis des USB-Flash-Laufwerks. Wählen Sie mithilfe des Multifunktions-Drehknopfes eine Datei oder ein Verzeichnis aus, und wählen Sie dann die Menüoption Verzeichnis wechseln.
	Um wieder in das vorherige Verzeichnis zurückzukehren, wählen Sie das übergeordnete Verzeichnis (↑) und dann die Menüoption Verzeichnis wechseln.
Neues Verzeichnis	Erstellt am aktuellen Verzeichnisort ein neues Verzeichnis mit dem Namen NEW_FOL und zeigt das Menü Umbenennen zum Ändern des Standardverzeichnisnamens an.

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

Datei oder Verzeichnis umbenennen. Die Namen von Dateien und Verzeichnissen auf einem USB-Flash-Laufwerk können geändert werden.

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

Vertikale Bedienelemente

Sie können die vertikalen Bedienelemente verwenden, um Signale anzuzeigen und zu entfernen, die vertikale Position und Skalierung einzustellen und Eingangsparameter festzulegen sowie für vertikale mathematische Operationen. (Siehe Seite 93, *Math*.)

Vertikale Kanalmenüs

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

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

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

1 Die effektive Bandbreite beträgt 6 MHz bei einem auf 1fach eingestellten P2220-Tastkopf.

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

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

Drehknöpfe

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

Drehknöpfe „Vertikale Skala" (Volts/Div.). Mit den Drehknöpfen **Vertikale Skala** wird gesteuert, wie das Oszilloskop das Quellensignal von Kanalsignalen verstärkt oder dämpft. Wenn Sie einen der Drehknöpfe **Vertikale Skala** drehen, wird die vertikale Größe des Signals auf dem Oszilloskop-Bildschirm vergrößert oder verkleinert.

Vertikale Messungsüberschreitung (Signalamplitudenbegrenzungen). Ein **?** im angezeigten Messergebnis kennzeichnet einen ungültigen Wert. Dieser wird möglicherweise durch Signale verursacht, die über die Anzeige hinausreichen (Bereichsüberschreitung). Passen Sie die vertikale Skalierung an, damit das Messergebnis gültig ist.

Wichtige Punkte

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

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

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

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

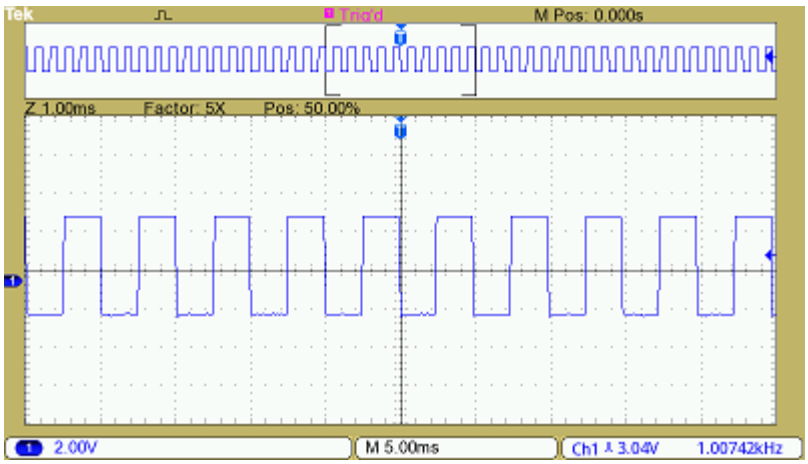
HINWEIS. *Sie müssen ein Kanalsignal anzeigen, um Messungen daran durchzuführen, Cursor darauf zu setzen oder es als Referenzsignal oder in einer Datei zu speichern.*

Zoomfunktion

Drücken Sie die Taste **Zoom**, um ein vergrößertes Signal über etwa drei Viertel des Bildschirms anzuzeigen. Das ursprüngliche Signal wird im verbleibenden oberen Viertel des Bildschirms weiterhin angezeigt. Durch den Zoom wird das Signal horizontal vergrößert.

Drücken Sie den **Mehrzweckknopf** oder die Seitenmenü-Elemente **Skala** oder **Position**, um entweder die Skalierungs- oder die Positionierungsfunktionen auszuwählen.

Drehen Sie den **Mehrzweckknopf**, um den Skalierungsfaktor anzupassen oder den zu vergrößernden Teil (Position) des Signals auszuwählen.



Anhang A: Spezifikationen

Eine vollständige Liste der TBS1000B- und TBS1000B-EDU-Produktspezifikationen erhalten Sie in den Handbüchern der Oszilloskope der Serie TBS1000B und TBS1000B-EDU.

Oszilloskop-Spezifikationen

Tabelle 1: Modellübersicht

	TBS1052B/EDU	TBS1072B/EDU	TBS1102B/EDU	TBS1152B/EDU	TBS1202B/EDU
Bandbreite	50 MHz	70 MHz	100 MHz	150 MHz	200 MHz
Kanäle	2	2	2	2	2
Abtastrate jedes Kanals	1,0 GS/s	1,0 GS/s	2,0 GS/s	2,0 GS/s	2,0 GS/s
Aufzeichnungslänge	2.500 Punkte an allen Zeitbasen				

Tabelle 2: Eingangsspezifikationen

Eigenschaft	Beschreibung
Eingangs-kopplung	DC, AC oder Ground
Eingangsempfindlichkeitsbereich	1 MΩ ±2 % parallel zu 20 pF ±3 pF
DC-Verstärkungsgenauigkeit	±3 % von 10 mV/div bis 5 V/div
Maximale Eingangsspannung	300 V_{eff} CAT II; herabgesetzt bei 20 dB/Dekade über 100 kHz bis 13 $V_{Sp\text{-}Sp}$ AC bei 3 MHz
Offset-Bereich	2 mV bis 200 mV/div bei 1,8 V >200 mV bis 5 V/div, ±45 V
Bandbreitenbegrenzung	20 MHz
Eingangskopplung	AC, DC, Erde
Eingangsimpedanz	1 MΩ parallel zu 20 pF
Vertikaler Zoom	Vertikales Vergrößern oder Verkleinern von Live- oder angehaltenen Signalen

Tabelle 3: Horizontalsystem – Analogkanäle

Merkmal	Beschreibung
Zeitbasis-Einstellbereich	5 ns bis 50 s/div
Zeitbasisgenauigkeit	50 ppm
Horizontaler Zoom	Horizontales Vergrößern oder Verkleinern von Live- oder angehaltenen Signalen

Tabelle 4: Eingangs-/Ausgangsanschlüsse

Merkmal	Beschreibung
USB-Schnittstelle	Der USB-Hostanschluss auf dem Frontpaneel unterstützt USB-Flash-Laufwerke. Der USB-Geräteanschluss auf der Rückseite des Geräts unterstützt die Verbindung mit einem PC.
GPIB-Schnittstelle	Optional

Tabelle 5: Datenspeicher – nichtflüchtig

Merkmal	Beschreibung
Referenz-Signalanzeige	Referenzsignale mit 2.500 Punkten
Signalspeicherung ohne USB-Flash-Laufwerk	2.500 Punkte
Max. Größe von USB-Flash-Laufwerken	64 GB
Signalspeicherung mit USB-Flash-Laufwerk	96 oder mehr Referenzsignale pro 8 MB
Setups ohne USB-Flash-Laufwerk	10 Frontpaneel-Setups
Setups mit USB-Flash-Laufwerk	4.000 oder mehr Frontpaneel-Setups pro 8 MB
Bildschirminhalte mit USB-Flash-Laufwerk	128 oder mehr Bildschirminhalte pro 8 MB (die genaue Zahl hängt vom ausgewählten Dateiformat ab)
„Alle speichern“ mit USB-Flash-Laufwerk	12 oder mehr Bildschirminhalte pro 8 MB Bei jedem Vorgang „Alle speichern“ werden 3 bis 9 Dateien erstellt (Setup, Bild sowie eine Datei für jedes angezeigte Signal)
Kursinhalte (EDU-Modelle)	100 MB

Tabelle 6: Erfassungssystem

Merkmal	Beschreibung
Peak-Werterfassung	Erfassung von Hochfrequenz- und zufälligen Glitches. Selbst Glitches mit einer Breite von nur 12 ns (typisch) werden bei allen Zeitbasiseinstellungen von 5 µs/div bis 50 s/div erfasst.
Abtastung	Nur Abtastdaten
Mittelwert	Auswählbares Signal, gemittelt: 4, 16, 64, 128
Einzelfolge	Mithilfe der Taste EINZELFOLGE lässt sich eine getriggerte Einzelfolgeerfassung erfassen.
Rollen	Mit den Erfassungszeitbasiseinstellungen von >100 ms/Skalenteil

Tabelle 7: Triggersystem

Merkmal	Beschreibung
Externer Triggereingang	Bei allen Modellen vorhanden
Triggermodi	Auto, Normal, Einzelfolge
Triggerarten	Flanke: (Ansteigend/Abfallend): Herkömmlicher pegelgesteuerter Trigger. Positive oder negative Steigung auf jedem Kanal. Kopplungsarten: AC, DC, Rauschunterdrückung, HF-Unterdrückung, NF-Unterdrückung Video: Triggern auf alle Zeilen oder einzelne Zeilen, auf ungerade/gerade oder alle Felder von Composite-Video oder Sendestandards (NTSC, PAL, SECAM) Pulsbreite (oder Glitch): Triggern auf eine Pulsbreite kleiner als, größer als, gleich oder ungleich einer wählbaren Zeitbeschränkung im Bereich von 33 ns bis 10 s.
Trigger-Quelle	Zweikanalmodelle: Ch1, Ch2, Ext, Ext/5, Stromnetz (AC)
Triggeransicht	Zeigt das Triggersignal bei gedrückter Triggeransicht-Taste an
Triggersignalfrequenzanzeige	Bietet eine Frequenzanzeige der Triggerquelle

Tabelle 8: Signalmessungen

Merkmal	Beschreibung
Cursor	Arten: Amplitude, Zeit Messungen: ΔT, 1/ΔT, ΔV
Automatische Messungen	Periode, Frequenz, positive Breite, negative Breite, Anstiegszeit, Abfallzeit, Maximum, Minimum, Peak-Peak, Mittelwert, Effektivwert, Zyklus-Effektivwert, Cursor-Effektivwert, Phase, positive Impulszählung, negative Impulszählung, steigende Flankenzählung, abfallende Flankenzählung, positives Tastverhältnis, negatives Tastverhältnis, Amplitude, Zyklus-Mittelwert, Cursor-Mittelwert, Burstbreite, positives Überschwingen, negatives Überschwingen, Fläche, Zyklusfläche, Hoch, Niedrig, Verzög.-RR, Verzög.-RF, Verzög.-FR, Verzög.-FF

Tabelle 9: Signalberechnung

Merkmal	Beschreibung
Arithmetisch	Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren
Mathematische Funktionen	FFT
FFT	Fenster: Hanning, Flattop, Rechteck. 2.048 Abtastpunkte.
Quellen	Ch1 – Ch2, Ch2 – Ch1, Ch1 + Ch2, Ch1 * Ch2

Tabelle 10: Auto-Setup

Merkmal	Beschreibung
Auto-Setup-Menü	Automatisches Setup aller Kanäle per Tastendruck, geeignet für vertikales, horizontales und Triggersystem, wobei das Auto-Setup auch rückgängig gemacht werden kann.
Rechtecksignal	Einzelzyklus, Mehrfachzyklus, ansteigende bzw. abfallende Flanke
Sinussignal	Einzelzyklus, Mehrfachzyklus, FFT-Spektrum
Video (NTSC, PAL, SECAM)	Halbbild: Alle, Ungerade oder Gerade Zeile: alle oder auswählbare Zeilennummer

Tabelle 11: Automatischer Bereich

Merkmal	Beschreibung
Automatischer Bereich	Mit dieser Funktion können die vertikalen und/oder horizontalen Oszilloskopeinstellungen angepasst werden, wenn der Tastkopf von Punkt zu Punkt bewegt wird oder wenn das Signal erhebliche Veränderungen aufweist.

Tabelle 12: Frequenzzähler

Merkmal	Beschreibung
Auflösung	6 Stellen
Genauigkeit (typisch)	+51 ppm einschließlich aller Frequenzreferenzfehler und +1 Zählfehler
Frequenzbereich	AC-gekoppelt, mindestens 10 Hz der Nennbandbreite
Frequenzzähler-Signalquelle	Ausgewählte Triggerquelle Impulsbreite oder -flanke. Der Frequenzzähler misst die ausgewählte Triggerquelle im Impulsbreiten- bzw. Flankenmodus ständig, auch dann, wenn die Signalerfassung aufgrund einer Änderung des Betriebsstatus angehalten oder die Erfassung eines Einzelschussereignisses abgeschlossen wird. Der Frequenzzähler misst keine Impulse, die nicht als berechtigte Triggerereignisse qualifiziert sind. Impulsbreiten-Modus: Misst Impulse ausreichender Größe, die als triggerbare Ereignisse gelten, im 250 ms-Messfenster (z. B. schmale Impulse in einer PWM-Impulsfolge, wenn der <-Modus ausgewählt und der Grenzwert auf einen relativ kleinen Wert eingestellt wurde). Flankentriggermodus: Misst alle Impulse ausreichender Größe.

Tabelle 13: Anzeigesystem

Merkmal	Beschreibung
Interpolation	Sin(x)/x
Signalformen	Punkte, Vektoren
Nachleuchten	Aus, 1 s, 2 s, 5 s, unendlich
Format	YT oder XY

Tabelle 14: Lernsoftware: Minimalanforderungen zur Installation der Lernsoftware

Merkmal	Beschreibung
Betriebssystem	Windows XP, Windows 7, Windows 8, Linux (Ubuntu 12.04, 12.10, 13.04 oder Fedora 18, 19)
RAM	512 Megabyte (MB)
Freier Speicherplatz	1 Gigabyte freier Festplattenspeicher
Anzeige	XVGA 1024 * 768 mit 120 DPI Schriftgröße empfohlen
Wechselmedien	CD-ROM- oder EVE-Laufwerk
Peripheriegeräte	Tastatur und Microsoft-Maus oder anderes kompatibles Zeigegerät

Tabelle 15: Maße und Gewichte

		mm	Zoll
Abmessungen	Höhe	158,0	6,22
	Breite	326,3	12,85
	Tiefe	124,2	4,89
		mm	**Zoll**
Verpackungsabmessungen	Höhe	266,7	10,5
	Breite	476,2	18,75
	Tiefe	228,6	9,0
		kg	**lbs**
Gewicht	Nur Gerät	2,0	4,4
	Gerät mit Zubehör	2,2	4,9
		mm	**Zoll**
RM2000B-Gestelleinbau	Breite	482,6	19,0
	Höhe	177,8	7,0
	Tiefe	108,0	4,25

Tabelle 16: Umgebung

Merkmal	Beschreibung
Temperatur	Betrieb: 0 bis +50 °C
	Lagerung: -40 bis +71 °C
Luftfeuchtigkeit	Betrieb und Lagerung:
	Bis zu 85 % rel. Luftfeuchtigkeit bei max. +40 °C
	Bis zu 45% rel. Luftfeuchtigkeit bei max. +50 °C
Höhe über NN	Betrieb und Lagerung:
	Bis zu 3.000 m

Anhang B: Informationen zu den passiven 10-fach-Tastköpfen der TPP0051-, TPP0101- und TPP0201-Serien

Die passiven 10-fach-Tastköpfe der Serien TPP0051, TPP0101 und TPP0201 haben eine hohe Impedanz und 10-fache-Dämpfung. Sie sind für die Verwendung mit den Oszilloskopen der TBS1000B-Serie vorgesehen. Diese Oszilloskope verfügen über eine Eingangskapazität von 20 pF.

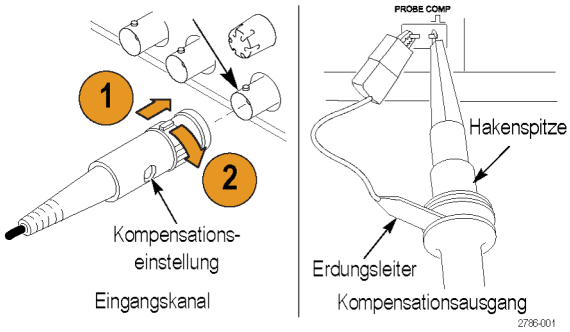
Der Kompensationsbereich dieser Tastköpfe liegt bei 15–25 pF.

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

WARNUNG. *TPP0051-, TPP0101- und TPP0201-Tastköpfe sind für einen potenzialfreien Anschluss an Oszilloskope nicht geeignet.*

Verbindung des Tastkopfs mit dem Oszilloskop

Verbinden Sie den Tastkopf wie unten gezeigt mit dem Oszilloskop.



Kompensieren des Tastkopfes

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

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

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

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

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

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

Verbindung des Tastkopfs mit dem Schaltkreis

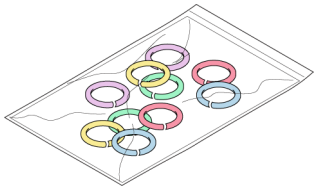
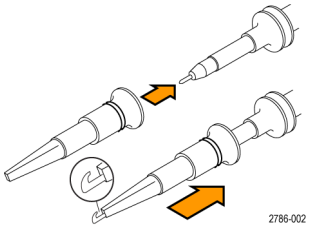
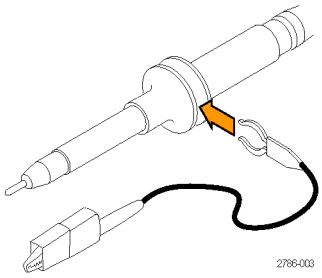
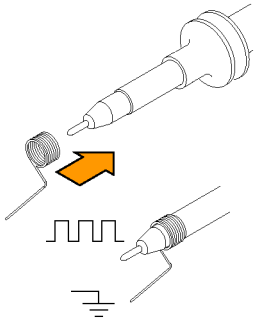
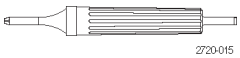
Verwenden Sie das mitgelieferte Standardzubehör, um den Tastkopf mit dem Schaltkreis zu verbinden.

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

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

Standardzubehör

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

Element	Beschreibung
	**Farbstreifen** Verwenden Sie diese Streifen, um den Oszilloskopkanal am Tastkopf zu identifizieren. Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 016-0633-xx (5 Paar)
	**Hakenspitze** Drücken Sie die Hakenspitze auf die Tastkopfspitze und hängen Sie den Haken dann am Leiter ein. Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 013-0362-xx
	**Erdungsleiter, mit Krokodilklemme** Befestigen Sie den Leiter an der Erdung des Tastkopfs und dann an der Schaltkreiserdung. Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 196-3521-xx
	**Erdungsfeder** Die Erdungsfeder minimiert Verzerrungen bei Hochfrequenzsignalen, die durch die Induktion des Erdungspfads entstehen. Dadurch sind Messungen mit einer guten Signalgenauigkeit möglich. Verbinden Sie die Feder mit dem Erdungsband an der Tastkopfspitze. Sie können die Feder bis zu ~1,9 cm vom Signalprüfpunkt wegbiegen. Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 016-2028-xx (je 2)
	**Justierwerkzeug** Neubestellung: Tektronix-Teilenummer 003-1433-xx

Optionales Zubehör

Sie können für Ihren Tastkopf das folgende Zubehör bestellen.

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

Spezifikationen

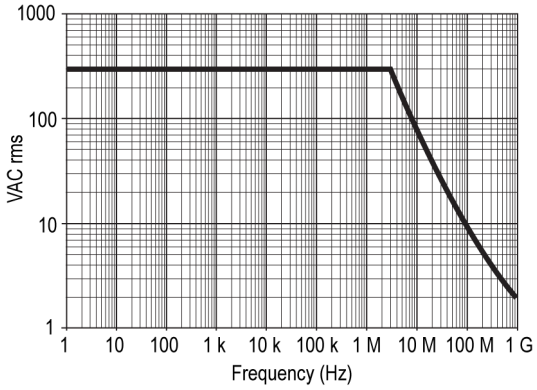
Tabelle 17: Elektrische und mechanische Spezifikationen

Merkmal	TPP0051	TPP0101	TPP0201
Bandbreite (-3 dB)	DC bis 50 MHz	DC bis 100 MHz	DC bis 200 MHz
Systemdämpfungsgenauigkeit	10:1 ±3.2%	10:1 ±3.2%	10:1 ±3,2%
Kompensationsbereich	15 pF–25 pF	15 pF – 25 pF	15 pF – 25 pF
Systemeingangswiderstand bei Gleichstrom	10 MΩ ±1,5 %	10 MΩ ±1,5%	10 MΩ ±1,5%
Systemeingangskapazität	<12 pF	<12 pF	<12 pF
Systemanstiegszeit (typisch)	<3,5 ns	<3,5 ns	<2,3 ns
Ausbreitungsverzögerung	~6,1 ns	~6,1 ns	~6,1 ns
Maximale Eingangsspannung	300 V_{eff} CAT II	300 V_{eff} CAT II	300 V_{eff} CAT II
Kabellänge	1,3 m	1,3 m	1,3 m

Tabelle 18: Umgebungsspezifikationen

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

Leistungskurven



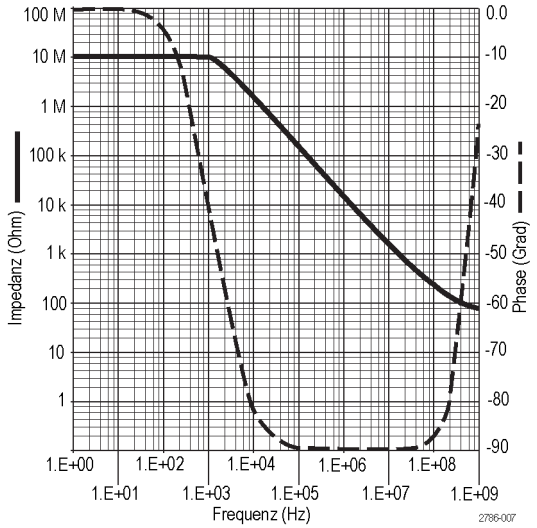


Tabelle 19: Zertifizierungen und Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften

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

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

Sicherheitshinweise

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

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Massenbezogene Oszilloskope verwenden. Mit der Referenzleitung dieses Tastkopfs dürfen keine Messungen in massefreien Schaltungen vorgenommen werden, wenn massebezogene Oszilloskope verwendet werden (z. B. Oszilloskope der Serie TBS). Die Referenzleitung muss immer geerdet sein (0 V).

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Schließen Sie den Tastkopfausgang am Messgerät an, bevor Sie den Tastkopf mit dem Messpunkt verbinden. Trennen Sie den Anschluss des Tastkopfeingangs und den Tastkopf-Referenzleiter vom Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf vom Messgerät trennen.

Vermeiden Sie Stromschläge. Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüfleitungen an, während diese in Betrieb sind.

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

Vermeiden Sie Stromschläge. Überschreiten Sie den Grenzwert des Tastkopf oder seines Zubehörs einschließlich Messkategorie und Nennspannung nicht, wenn Sie Tastkopfzubehör verwenden. Dabei ist der niedrigere der beiden Werte ausschlaggebend.

Überprüfen Sie den Tastkopf und das Zubehör. Untersuchen Sie den Tastkopf und das Zubehör vor jedem Gebrauch auf Schäden (Schnitte, Risse, Schäden am Tastkopfkörper, Zubehör, Kabelummantelung etc.). Verwenden Sie den Tastkopf nicht, wenn er beschädigt ist.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sicherheitshinweise und Symbole in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:

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

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

Symbole am Gerät. Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:

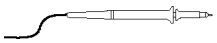
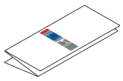
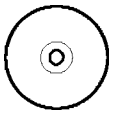
VORSICHT Beachten Sie die Hinweise im Handbuch

Erdungsanschluss

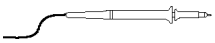
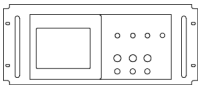
Anhang C: Zubehör und Optionen

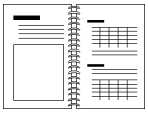
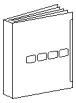
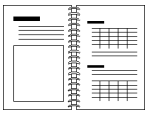
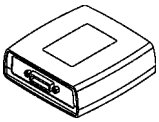
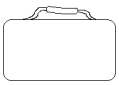
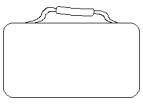
Über ein Tektronix-Regionalbüro in Ihrer Nähe können Sie sämtliches Zubehör beziehen.

Standardzubehör

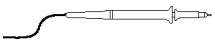
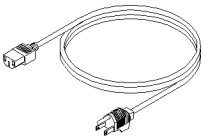
	**Passiver 10-fach-Spannungstastkopf TPP0051 (TBS1052B und TBS1052B–EDU).** Die TPP0051-Tastköpfe verfügen über eine Gleichstrom-Systembandbreite bis 50 MHz bei -3 dB und werden standardmäßig mit den Oszilloskopmodellen der TBS1000B-Serie mit Bandbreiten von bis zu 50 MHz geliefert. **Passiver 10-fach-Spannungstastkopf TPP0101 (TBS1072B, TPS1072B-EDU, TBS1102B, TBS1102B-EDU).** Die TPP0101-Tastköpfe verfügen über eine Gleichstrom-Systembandbreite bis 100 MHz bei -3 dB und werden standardmäßig mit den Oszilloskopmodellen der TBS1000B-Serie mit Bandbreiten von bis zu 100 MHz geliefert. **Passiver 10-fach-Spannungstastkopf TPP0201 (TBS1152B, TBS1152B–EDU, TBS1202B, TBS1202B–EDU).** Die TPP0201-Tastköpfe verfügen über eine Gleichstrom-Systembandbreite bis 200 MHz bei -3 dB und werden standardmäßig mit den Modellen der TBS1000-Serie mit Bandbreiten von mehr als 100 MHz geliefert.
	**Konformitäts- und Sicherheitshinweise für TBS1000B-Oszilloskope.** (Englisch, Japanisch, Chinesisch (vereinfacht)) (071-3223-XX) Im Lieferumfang ist ein gedrucktes Dokument enthalten. Eine Liste aller verfügbaren Handbuchsprachen finden Sie unter „Optionales Zubehör“.
	**Kundendokumentations-CD.** Diese CD bietet zusätzliche Produktinformationen (063-4512-XX).
Netzkabel	Anschlussoption angeben
NIM/NIST	Rückführbares Kalibrierungszertifikat
5-Jahres-Garantie	Umfasst Arbeitsleistung und Teile für Material- und Verarbeitungsfehler für 5 Jahre, ausschließlich Tastköpfen und Zubehör. Die Garantie und Serviceleistungen für das Oszilloskop erstrecken sich nicht auf Tastköpfe und Zubehör. Die jeweiligen Garantie- und Kalibrierungsbedingungen finden Sie im Datenblatt für die betreffenden Tastköpfe und Zubehörmodelle.

Optionales Zubehör

	**P2220.** Passiver Tastkopf, 1-fach-/10-fach, Bandbreite von 200 MHz. **P6101B.** Passiver Tastkopf, 1-fach (15 MHz, 300 V_{eff} CAT II-Einstufung). **P6015A.** Passiver Hochspannungstastkopf, 1000-fach (75 MHz). **P5100A.** Passiver Hochspannungstastkopf, 100-fach (500 MHz) **P5200A.** Hochspannungs-Differentialtastkopf, 50-fach/500-fach, 50 MHz **P6021A.** Wechselstromtastkopf, 15 A, 60 MHz **P6022.** Wechselstromtastkopf, 6 A, 120 MHz. **A621.** Wechselstromtastkopf, 2.000 A, 5 bis 50 kHz **A622.** Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf/BNC, 100 A, 100 kHz. **TCP303/TCPA300.** Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf/Verstärker, 150 A, 15 MHz. **TCP305A/TCPA300.** Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf/Verstärker, 50 A, 50 MHz. **TCP312A/TCPA300.** Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf/Verstärker, 30 A, 100 MHz. **TCP404XL/TCPA400.** Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf/Verstärker, 500 A, 2 MHz.
	**19-Zoll-Adapter-Kit RM2000B.** Mit dem 19-Zoll-Adapter-Kit RM2000B können Sie die Oszilloskope der TBS1000B-Serie bequem in ein 19-Zoll-Industriestandardgehäuse einsetzen. Hierzu ist eine vertikale Höhe von 18 cm erforderlich. An der Vorderseite des Gestells lässt sich das Oszilloskop ein- und ausschalten. Der Adapter bietet keine Einschubfunktion, lässt sich also nicht herausziehen.

	**Programmieranleitung der Digitaloszilloskope der Serien TBS1000B, TBS1000B-EDU, TDS2000C und TPS2000.** Die PDF-Programmieranleitung (077-0444-XX, Englisch) enthält Informationen über Befehle und Syntax. Handbücher können unter www.tektronix.com/manuals heruntergeladen werden.
	**Wartungshandbuch für die Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TBS1000B und TBS1000B-EDU.** Das Wartungshandbuch (077-0897-XX, Englisch) enthält Informationen zur Reparatur des Geräts auf Modulebene. Handbücher können unter www.tektronix.com/manuals heruntergeladen werden.
	**Benutzerhandbücher für die Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TBS1000B und TBS1000B-EDU.** Das PDF-Benutzerhandbuch ist in den folgenden Sprachen erhältlich: Handbücher können unter www.tektronix.com/manuals heruntergeladen werden. Englisch, 077-0886-XX Französisch, 077-0887-XX Italienisch, 077-0888-XX Deutsch, 077-0889-XX Spanisch, 077-0890-XX Japanisch, 077-0891-XX Portugiesisch, 077-0892-XX Chinesisch (vereinfacht), 077-0893-XX Chinesisch (traditionell), 077-0894-XX Koreanisch, 077-0895-XX Russisch, 077-0896-XX
	**TEK-USB-488-Adapter.** Mithilfe eines GPIB-Adapters können Sie das Oszilloskop an einen GPIB-Controller anschließen.
	**Tasche.** Die Transporttasche (AC2100) schützt das Oszilloskop vor Beschädigungen und bietet Stauraum für Tastköpfe, Netzkabel und Handbücher.
	**Transportkoffer** Der robuste Transportkoffer (HCTEK4321) für unterwegs schützt das Oszilloskop vor Stößen, Erschütterungen, Vibrationen und Feuchtigkeit. Die passende Tasche kann bequem im Transportkoffer untergebracht werden.

Optionen

	**Tastkopfoption: TBS1XX2B P2220.** Standardtastköpfe werden durch P2220-Tastköpfe (passiver Spannungstastkopf, 1-fach-/10-fach-Dämpfung, 200 MHz) ersetzt
	Serviceoption: Option D1: Kalibrierungsdatenbericht Die Garantie und Serviceleistungen für das Oszilloskop erstrecken sich nicht auf Tastköpfe und Zubehör. Die jeweiligen Garantie- und Kalibrierungsbedingungen finden Sie im Datenblatt für die betreffenden Tastköpfe und Zubehörmodelle.
	Frontpaneel-Overlays. Zusätzlich zu dem zusammen mit Ihrem Oszilloskop standardmäßig gelieferten englischen Frontpaneel können Sie folgende Overlays bestellen: Option L1: Französisches Frontpaneel-Overlay Option L2: Italienisches Frontpaneel-Overlay Option L3: Deutsches Frontpaneel-Overlay Option L4: Spanisches Frontpaneel-Overlay Option L5: Japanisches Frontpaneel-Overlay Option L6: Portugiesisches Frontpaneel-Overlay Option L7: Chinesisches (vereinfacht) Frontpaneel-Overlay Option L8: Chinesisches (traditionell) Frontpaneel-Overlay Option L9: Koreanisches Frontpaneel-Overlay Option L10: Russisches Frontpaneel-Overlay
	**Internationale Netzkabel.** Zusätzlich zu dem zusammen mit Ihrem Oszilloskop gelieferten Netzkabel können Sie folgende Kabel bestellen: Option A0, Nordamerika 120 V, 60 Hz, 161-0066-00 Option A1, Europa 230 V, 50 Hz, 161-0066-09 Option A2, Vereinigtes Königreich 230 V, 50 Hz, 161-0066-10 Option A3, Australien 240 V, 50 Hz, 161-0066-13 Option A5, Schweiz 230 V, 50 Hz, 161-0154-00 Option A6, Japan 100 V, 50/60 Hz, 161–0342–00 Option A10, China 220 V, 50 Hz,161-0304-00 Option A11, Indien 230 V, 50 Hz, 161-0400-00 Option A12, Brasilien, 127/220 V, 60 Hz, 161-0357-00

Anhang D: Reinigung

Allgemeine Pflege

Bewahren Sie das Oszilloskop nicht an einem Ort auf, an dem die LCD-Anzeige über einen längeren Zeitraum direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist.

VORSICHT. *Um eine Beschädigung des Oszilloskops und der Tastköpfe zu vermeiden, verwenden Sie keine Sprays, Flüssigkeiten oder Lösungsmittel zur Reinigung.*

Reinigung

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

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

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

Anhang E: Standardeinstellung

In diesem Anhang werden die Optionen, Tasten und Bedienelemente erläutert, bei denen sich die Einstellungen durch Drücken der Taste **Grundeinstellung** verändern. Auf der letzten Seite dieses Anhangs sind die Einstellungen aufgelistet, die sich nicht ändern.

HINWEIS. *Beim Drücken der Taste* ***Grundeinstellung*** *zeigt das Oszilloskop das Signal auf Kanal 1 an und löscht alle anderen Signale.*

Menü oder System	Option, Taste oder Drehknopf	Grundeinstellung
Erfassung	(drei verfügbare Modi)	Abtastwert
	Mittelwerte	16
	Start/Stop	Ausführen
Automatischer Bereich	Bereich	Aus
	Modus	Vertikal und horizontal
Cursor	Typ	Aus
	Quelle	Ch1
Anzeige	Typ	Interpol.
	Nachleuchten	Aus
	Format	YT
	Hintergrundbeleuchtung	60%
FFT	Quelle	Ch1
	Fenster	Hanning
	FFT-Zoom	X1
Horizontal	Position	0,00 s
	Skala (Sec/Div.)	500 µs
Math	Operation	-
	Quellen	CH1 - CH2
	Position	0 divs
	Vertikale Skala	2 V
Messung (alle)	Quelle	Ch1
	Typ	Kein

Menü oder System	Option, Taste oder Drehknopf	Grundeinstellung
Trigger	Typ	Flanke
	Quelle	Ch1
	Flanke	Positiv
	Modus	Auto
	Kopplung	DC
	Holdoff	500,0 ns
Vertikalsystem, alle Kanäle	Kopplung	DC
	Bandbreite	Voll
	Vertikale Skala (Volts/Div.)	Grob
	Tastkopf	Spannung
	Spannungstastkopf-dämpfung	10fach
	Stromtastkopfskala	10 A/V
	Invertierung	Aus
	Position	0,00 divs (0,00 V)
	Skala (Volts/Div.)	1,00 V

Folgende Einstellungen werden bei Drücken der Taste **Grundeinstellung** nicht zurückgesetzt:

- Sprachoption
- Gespeicherte Einstellungen
- Gespeicherte Referenzsignale
- Kalibrierdaten
- GPIB-Einstellung
- Tastkopfeinstellung (Typ und Dämpfungsfaktor)
- Datum und Uhrzeit
- Aktuelles Verzeichnis auf dem USB-Flash-Laufwerk

Anhang F: Schriftartlizenzen

Die folgenden Lizenzvereinbarungen gelten für die asiatischen Schriftarten, die in den Oszilloskopen der TBS1000B-Serie verwendet werden.

Copyright © 1988 The Institute of Software, Academia Sinica.+

Adresse für Schriftverkehr: P.O.Box 8718, Beijing, China 100080.

Sie dürfen diese Software und die dazugehörige Dokumentation für beliebige Zwecke und ohne jedwede Gebühr verwenden, kopieren, verändern und verbreiten, sofern Sie den obenstehenden Urheberrechtshinweis in Kopien der Software und dieser Urheberrechtshinweis und dieser Berechtigungshinweis in der Dokumentation enthalten ist. Der Name des "Institute of Software, Academia Sinica" darf nur nach ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung in Werbemaßnahmen oder Veröffentlichung bezüglich des Vertriebs dieser Software genannt werden. Das Institute of Software, Academia Sinica, gewährleistet keine Eignung dieser Software zu jeglichem Zweck. Sie wird im Ist-Zustand ohne vertragliche oder gesetzliche Gewährleistung zur Verfügung gestellt.

DAS INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA, SCHLIESST DIE GEWÄHRLEISTUNG DER HANDELSGÄNGIGKEIT UND DER EIGNUNG DIESER SOFTWARE FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. DAS INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA, HAFTET IN KEINEM FALL FÜR KONKRETE UND MITTELBARE SCHÄDEN, ZUFÄLLIGE SCHÄDEN, FORDERUNGEN AUS GESETZLICH FESTGELEGTEN SCHADENSERSATZANSPRÜCHEN ODER FOLGESCHÄDEN JEGLICHER ART, DIE IN VERBINDUNG MIT DIESER SOFTWARE ENTSTEHEN.

© Copyright 1986-2000, Hwan Design Inc.

Hwan Design erteilt gemäß der Eigentumsrechte hiermit die Erlaubnis, die 4 Baekmuk TrueType Outline-Schriftarten zu jeglichem Zweck und ohne Einschränkung zu verwenden, kopieren, verändern, verkaufen, verbreiten sowie Unterlizenzen dafür zu vergeben, solange dieser Hinweis auf allen Kopien dieser Schriftarten vollständig vorhanden ist und die Marke der Hwan Design Int. wie unten gezeigt auf allen Kopien der 4 Baekmuk TrueType-Schriftarten anerkannt wird.

BAEKMUK BATANG ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc.
BAEKMUK GULIM ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc.
BAEKMUK DOTUM ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc.
BAEKMUK HEADLINE ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc.

© Copyright 2000-2001 /efont/ The Electronic Font Open Laboratory. Alle Rechte vorbehalten.

Weiterverbreitung in kompilierter oder nichtkompilierter Form, mit oder ohne Veränderung, sind unter den folgenden Bedingungen zulässig:

- Weiterverbreitete nichtkompilierte Exemplare müssen das obere Copyright, die Liste der Bedingungen und den folgenden Verzicht im Sourcecode enthalten:
- Weiterverbreitete kompilierte Exemplare müssen das obere Copyright, die Liste der Bedingungen und den folgenden Verzicht in der Dokumentation und/oder anderen Materialien, die mit dem Exemplar verbreitet werden, enthalten.
- Weder der Name des Teams noch die Namen der Beitragsleistenden dürfen zum Kennzeichnen oder Bewerben von Produkten, die von dieser Schriftart abgeleitet wurden, ohne spezielle vorherige schriftliche Genehmigung verwendet werden.

DIESE SCHRIFTARTEN WERDEN IM IST-ZUSTAND VOM TEAM UND DEN MITWIRKENDEN ZUR VERFÜGUNG GESTELLT. ES WIRD KEINE VERTRAGLICHE ODER GESETZLICHE GEWÄHRLEISTUNG ÜBERNOMMEN, EINSCHLIESSLICH ABER NICHT AUSSCHLIESSLICH DER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNG DER HANDELSEIGNUNG ODER DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. DIESE SOFTWARE WIRD VOM TEAM UND DEN BEITRAGSLEISTENDEN OHNE JEGLICHE SPEZIELLE ODER IMPLIZIERTE GARANTIEN ZUR VERFÜGUNG GESTELLT, DIE UNTER ANDEREM EINSCHLIESSEN: DIE IMPLIZIERTE GARANTIE DER VERWENDBARKEIT DER SOFTWARE FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. AUF KEINEN FALL SIND DIE VERWALTUNGSRÄTE ODER DIE BEITRAGSLEISTENDEN FÜR IRGENDWELCHE DIREKTEN, INDIREKTEN, ZUFÄLLIGEN, SPEZIELLEN, BEISPIELHAFTEN ODER FOLGENDEN SCHÄDEN (UNTER ANDEREM VERSCHAFFEN VON ERSATZGÜTERN ODER -DIENSTLEISTUNGEN; EINSCHRÄNKUNG DER NUTZUNGSFÄHIGKEIT; VERLUST VON NUTZUNGSFÄHIGKEIT; DATEN; PROFIT ODER GESCHÄFTSUNTERBRECHUNG), WIE AUCH IMMER VERURSACHT UND UNTER WELCHER VERPFLICHTUNG AUCH IMMER, OB IN VERTRAG, STRIKTER VERPFLICHTUNG ODER UNERLAUBTE HANDLUNG (INKLUSIVE FAHRLÄSSIGKEIT) VERANTWORTLICH, AUS WELCHEM WEG SIE AUCH IMMER DURCH DIE BENUTZUNG DIESER SOFTWARE ENTSTANDEN SIND, SOGAR, WENN SIE AUF DIE MÖGLICHKEIT EINES SOLCHEN SCHADENS HINGEWIESEN WORDEN SIND.

Index

Symbole und Zahlen

1 oder 2
  Kanalanschlüsse, 16
  Kanalmenütasten, 12
19-Zoll-Adapter-Kit RM2000B, 134

A

Abfallzeitmessung, 95
Ablenkung
  Horizontalskala, 92
  verzögerte, 92
Abrufen
  Setups, 20, 104
  Signale, 104
  Werkseinstellung (Grundeinstellung), 20
Abtastmodus, 22, 75, 77, 92
Abtastrate
  Maximum, 76
AC-Kopplung
  Trigger, 106
  vertikal, 117
Aktuelles Verzeichnis, 65, 115
Aliasing
  FFT, 59
  nachprüfen, 25
  Zeitbereich, 24
Amplituden-Cursor, 26, 86
Amplitudenmessung, 96
Amplitudenmessungen
  Verwenden von Cursorn, 34
Anschlüsse
  Ext Trig, 16
  Kanal 1 und 2, 16
  TASTKOPF-ABGL., 16
  USB-Flash-Laufwerk, 63
  USB-Flash-Laufwerksanschluss, 63
  USB-Geräteanschluss, 70
Anwendungsbeispiele
  Analyse eines Differenzial-Kommunikationssignals, 48
  Analyse von Signaldetails, 38
  Analyse von Störsignalen, 38
  Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk, 50
  Auto-Setup, verwenden, 30
  automatische Messungen, 30
  Berechnung der Spannungsverstärkung, 33
  Cursor, verwenden, 34
  Datenprotokollierung, 52
  Durchführen automatischer Messungen, 31
  Durchführen von Cursor-Messungen, 34
  Erfassen eines Einzelschusssignals, 40
  Grenzwertprüfung, 53
  Messung der Anstiegszeit, 36
  Messung der Impulsbreite, 35
  Messung der Laufzeitverzögerung, 41
  Messung der Schwingungsamplitude, 34
  Messung der Schwingungsfrequenz, 34
  Mittelwertbildung, verwenden, 39
  Nachleuchten, 52
  Optimieren der Erfassung, 40
  Spitzenwerterfassung, verwenden, 38
  Triggerung auf ein Videosignal, 44
  Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite, 43
  Triggerung auf Videohalbbilder, 45
  Triggerung auf Videozeilen, 46
  Untersuchen von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung, 33
  Untersuchen von Testpunkten mithilfe des Menüs Bereich, 33
  Verringern von Störrauschen, 39
  Verwendung der Zoomfunktion, 47
  Verwendung des XY-Modus, 51
  zwei Signale messen, 31
Anzeige
  allgemein, 9
  Art (Invertierung), 117
  Darstellart der Signale, 88
  Erfassung, 10
  FFT, 58
  Horizontale Position/Skala, 11
  Intensität, 88
  Kanal, 11
  Menü, 88
  Messwertanzeigen, 9
  Nachleuchten, 88
  Rastermittenzeit, 10
  Trigger, 11
  Triggerstatus, 10
  Typ: Vektoren oder Punkte, 88
  XY-Format, 88
  YT-Format, 88
Anzeige der Rastermittenzeit, 10
Anzeige für horizontale Position/Skala, 11
Anzeigen von Signalen, 117
  Referenz, 99
Anzeigetyp Punkte, 88
Auf 50% setzen, 13
Auf Null setzen, 13
Auflösung
  Fein, 118
Austauschbarer Datenspeicher
  USB-Flash-Laufwerk, 63
Auto (Triggermodus), 106

Auto-Setup
Taste, 15
Auto-Setup-Funktionen, 19
FFT, 81
Gleichspannungspegel, 80
Impuls, 82
Rauschen, 81
Rechtecksignal, 82
Rückgängig, 81
Sinussignale, 81
Übersicht, 80
Verwendung, 81
Videosignal, 82
Auto-Setup-Menü, 80
Automatische
Bereichseinstellungsfunktionen, 20
ausschalten, 79
Übersicht, 78
Automatische Messungen, 94
Grundsätzliches, 26

B

Bandbreitenbegrenzung
Trigger, 106
vertikal, 117
Bb-Begrenzung vertikal, 117
Bedienelement „Position“
horizontal, 13
vertikal, 12
Bedienelement „Skala“ im Bereich „Horizontal“, 13, 92
Benutzerhandbuch, 135
Beschreibung
allgemein, 1
Bestellen der Tasche, 135
Bestellen des
Transportkoffers, 135
Betrag-Cursor, 26
FFT-Spektrum, 62
Betriebsstundenzähler, 114
Bilddateiformate, 69
Bildschirminhalt
in Datei speichern, 69
Burstbreitenmessung, 95

C

Cursor
Amplitude, 26, 86
Betrag für FFT, 86
einstellen, 86
Frequenz für FFT, 86
Grundsätzliches, 26
Messen eines
FFT-Spektrums, 61
Messungsbeispiele, 34
Uhrzeit, 26, 86
Verwendung, 86

D

Dämpfung
Spannungstastkopf, 6, 118
Dämpfungsschalter, 6
Datei-Dienstprogramme
Löschen von Dateien oder Verzeichnissen, 111
Dateiformat BMP, 69
Dateiformat CSV, 102
Dateiformat JPG, 69
Dateiformate für Bilder, 69
Dateihilfsprogramme, 115
Auswählen von Dateien oder Verzeichnissen, 115
Erstellen von Dateien oder Verzeichnissen, 115
Inhalt des
USB-Flash-Laufwerks, 115
Löschen von Dateien oder Verzeichnissen, 111, 116
Navigieren in der Verzeichnisstruktur, 115
Umbenennen von Dateien oder Verzeichnissen, 116
Datenprotokollierung
Anwendungsbeispiel, 52
Datum, 114
Datum und Uhrzeit einstellen, 114
DC-Kopplung
Trigger, 106
vertikal, 117
Delta-Anzeigen im Menü
Cursor, 87
Diagonallinien im Signal
Spitzenwerterfassung, 76

E

Effektivwertmessung, 97
Einzelschusssignal
Anwendungsbeispiel, 40
Entfernen von
Referenzsignalen, 99
Erfassen (Taste), 13
Erfassung
Anhalten, 77
Beispiel Einzelschuss, 40
Live-Anzeige, 77
Erfassung von Signalen
Grundsätzliches, 22
Erfassungs-Messwertanzeige, 10
Erfassungsmodi, 22, 75
Abtastwert, 22
Mittelwert, 23, 77
Normale Abtastung, 75
Spitzenwert, 76
Spitzenwerterfassung, 22
Ext Trig-Anschluss, 16

F

Fehlerprotokoll, 114
Feine Auflösung, 117
Fenster
FFT-Spektrum, 58
Fernsteuerung über eine
GPIB-Schnittstelle, 73
FFT, 55, 57, 90
FFT-Aliasing, 59
Maßnahmen, 60
FFT-Fenster
Flattop, 59
Hanning, 59
Rectangular, 59

FFT-Spektrum
Anwendungen, 55
anzeigen, 57
Fenster, 58
Messen von Betrag und Frequenz mithilfe von Cursorn, 61
Messwertanzeigen, 58
Nyquist-Frequenz, 56
Verfahren, 55
vergrößern, 61
FFT-Zoom
horizontal, 57
vertikal, 57
Firmware-Aktualisierungen, 116
Firmware-Update
Internet, 7
Flächenmessung, 97
Flanke, 22
Flankentrigger, 106
Flattop-Fenster, 59
Force trigger (Trigger erzwingen), 13
Format
Anzeige, 88
Bilddatei, 69
USB-Flash-Laufwerk, 64
Frequenz
Triggeranzeige, 110
Frequenzcursor, 26
FFT-Spektrum, 62
Frequenzmessung, 94
Frequenzmessungen
FFT-Cursor, 61
Verwenden von Cursorn, 34
Funktion, 90
Funktionen
Übersicht, 1
Funktionstest, 3

G

Gestelleinbausatz, 134
GPIB-Adapter
bestellen, 135
GPIB-System
Anschließen an ein Oszilloskop, 73
Grenzwertprüfung
Anwendungsbeispiel, 53
Grobe Auflösung, 117

H

Halbbild-Videotrigger, 109
Handbuch
Benutzer, 135
Programmierer, 135
Wartung, 135
Hanning-Fenster, 59
Hilfe, 92
Hoch-Messung, 96
Holdoff, 111
Horizontal
Abtastmodus, 77, 92
Aliasing, Zeitdomäne, 24
Menü, 92
Position, 23
Skala, 24
Status, 114

I

Impuls
Auto-Setup-Funktion, 82
Impulsbreiten-Triggerung, 109
Impulsbreitenmessungen
Verwenden von Cursorn, 35
Installation
OpenChoice-Software auf einem PC, 70
Intensität, 88
Interpolation, 76

K

Kalender, 114
Kalibrierung, 112, 113
Automatikprogramm, 7
Kanal
Kopplung, 117
Menü, 117
Kanalanzeige, 11
Kommunikation
Installation der OpenChoice-Software, 70
Kompensation
Spannungstastkopf, manuell, 5
TASTKOPF-ABGL.-Anschluss, 16
Konvektionskühlung, 3
Kopplung
Trigger, 21, 107
vertikal, 117, 118
Kühlung, 3
Kurs
Kurs laden, 85
Labore ausführen, 85

L

Lissajousfiguren
XY-Format, 89
Löschen
Dateien oder Verzeichnisse, 116
Löschen von Dateien und Verzeichnissen, 111

M

Markierung der Grundlinie des Signals, 11
Massekopplung, 117
Math
Funktionen, 93
Menü, 93
mathematisches Signal
zulässige Einheiten, 93
Max-Messung, 96
Mehrfunktions-Drehknopf, 14
Meldungen, 11
Menü Alle speichern, 100
Menü Bereich, 78
Menü Bild speichern, 101
Menü Cursor, 86
Menü Dienstprogramm, 112
Menü Erfassung, 75
Menü Messung, 94
Menü Ref, 99
Menü Setup abrufen, 103
Menü Setup speichern, 101
Menü Signal abrufen, 104
Menü Signal speichern, 102

Menüs
Anzeige, 88
Auto-Setup, 80
Bereich, 78
Cursor, 86
Dienstprogramm, 112
Erfassen, 75
FFT, 57
Hilfe, 92
Horizontal, 92
Math, 93
Messung, 94
Ref, 99
Speichern/Abrufen, 100
Trigger, 106
Vertikal, 117
Menüsystem
Verwendung, 12
Menütaste „Math.“, 12
Messen der Anstiegszeit, 94
Verwenden von Cursorn, 36
Messung bei negativem Tastverhältnis, 95
Messung bei negativem Überschwingen, 96
Messung bei negativer Impulsbreite, 95
Messung bei positivem Tastverhältnis, 95
Messung bei positivem Überschwingen, 96
Messung bei positiver Impulsbreite, 95
Messung des Zyklus-Effektivwerts, 97
Messung mit fallender Flankenzählung, 97
Messung mit negativer Impulszählung, 97
Messung mit positiver Impulszählung, 97
Messung mit steigender Flankenzählung, 97
Messungen
Abfallzeit, 95
Amplitude, 96
Anstiegszeit, 94
Arten, 94
automatisch, 26, 94
Burstbreite, 95
Cursor, 26, 34
definiert, 94
Eff.wert, 97
Fallende Flankenzählung, 97
FFT-Spektrum, 61
Fläche, 97
Frequenz, 94
Grundsätzliches, 25
Hoch, 96
Max, 96
Min, 96
Mittel, 96
Negative Impulsbreite, 95
Negative Impulszählung, 97
Negatives Tastverhältnis, 95
Negatives Überschwingen, 96
Nieder, 96
Peak-zu-Peak, 96
Periode, 94
Phase, 95
Positive Impulsbreite, 95
Positive Impulszählung, 97
Positives Tastverhältnis, 95
Positives Überschwingen, 96
Raster, 25
Steigende Flankenzählung, 97
Verzög.-FF, 94
Verzög.-FR, 94
Verzög.-RF, 94
Verzög.-RR, 94
Zyklus-Effektivwert, 97
Zyklusfläche, 97
Zyklusmittelwert, 96
Min-Messung, 96
Mittelwert
Erfassungsmodus, 75
Mittelwerterfassungsmodus, 23, 77
Mittelwertmessung, 96
Multiplizieren von Signalen
Menü Math, 93

N

Nachleuchten, 88, 89
Navigation
Dateisystem, 115
Netzkabel, 2
Optionen, 136
Nicht flüchtiger Speicher
Referenzsignaldateien, 100
Setup-Dateien, 100
Niedrig-Messung, 96
Normal (Triggermodus), 106
Normaler Betrieb
Abrufen der Grundeinstellung, 20
NTSC-Videostandard, 108
Nyquist
Frequenz, 56

O

OpenChoice-Software
Installation, 70
Option der Taste „Speichern“
Speichern auf ein USB-Flash-Laufwerk, 67
Option Selbst- Kalibr., 7
Optionen
Netzkabel, 136
Sprachen für das Frontpaneel-Overlay, 136
Tastkopf, 136
Wartung, 136
Oszilloskop
Datum und Uhrzeit einstellen, 114
Funktionsweise, 19
Herstellen der Verbindung mit einem GPIB-System, 73
Verbindung zu einem PC herstellen, 71
Vordere Bedienfelder, 9

P

PAL-Videostandard, 108
PC
  Anschließen an ein Oszilloskop, 71
Peak-zu-Peak-Messung, 96
Pegel, 13, 22
Pegelsteuerung, 13
Periodenmessung, 94
Phasenmessung, 95
Phasenunterschiede, 89
Polarität
  Impulsbreiten-Trigger, 109
  Videotrigger-Synchronisation, 108
Position
  horizontal, 23, 92
  Trigger, 108
  vertikal, 117
PROBE COMP-Anschlüsse (Tastkopfabgleich), 16
Programmieranleitung, 135

Q

Quelle
  Ext, 107
  Ext/5, 107
  Netz, 108
  Trigger, 21, 106, 108, 109

R

Raster, 25, 88
Rauschunterdrückung
  mathematische Subtraktion, 93
  Mittelwert, 75
  Triggerkopplung, 106
  vertikale Bandbreitenbegrenzung, 117
Rechtecksignal
  Auto-Setup-Funktion, 82
Rectangular-Fenster, 59
Referenz
  anschluss, 16
  Leiter für Tastkopf, 5
  Tastkopfanschluss, 5
Referenzsignale
  Anzeigen und Entfernen, 99
  speichern und abrufen, 104
Reinigung, 137
Rollmodus *Siehe* Abtastmodus

S

Schaltfläche „Single“ (Einzelfolge), 16
SECAM-Videostandard, 108
Selbstkalibrierung, 7
Seltene Ereignisse
  unendliche Nachleuchtdauer, 89
Service
  Fehlerprotokoll als Referenz, 114
Setups
  Grundsätzliches, 19
  speichern und abrufen, 100
Sicherheitsschlaufe, 3
Signalabtastung, 92
Signaladdition
  Menü Math, 93
Signale
  abtasten, 77
  Bedeutung der Darstellart, 88
  Datenerfassung, 22
  digitalisiert, 22
  Messungen durchführen, 25
  Position, 23
  Skala, 23
  Vergrößerung, 92
  Verkleinerung, 92
  vom Bildschirm entfernen, 118
  Zeitbereich, 55
Signale entfernen, 117
Signalsubtraktion
  Menü Math, 93
Sinussignale
  Auto-Setup-Funktion, 81
Skala
  Bedienelement, 12
  Fein, 117
  Grob, 117
  horizontal, 23
  Stromtastkopf, 6, 118
  vertikal, 23
Skalierung von Signalen
  Grundsätzliches, 23
Speicher
  Bildschirmdarstellungen, 100
  Setups, 100
  Signale, 100
  USB-Flash-Laufwerk, 63
Speichern
  alle Dateien in ein USB-Flash-Laufwerk, 67
  Bilddateien in ein USB-Flash-Laufwerk, 69
  Setups, 20, 104
  Signale, 104
Speichern (Taste), 16
Speichern auf ein USB-Flash-Laufwerk, 64
Speichern/Abrufen (Menü), 100
  Speichern auf ein USB-Flash-Laufwerk, 65
Spezifikationen
  Oszilloskop, 121
Spitze-zu-Spitze-Rauschen, 89
Spitzenwert, 75
Spitzenwerterfassungsmodus, 22, 76
Sprachen, 112, 113
Sprachoptionen für das Frontpaneel-Overlay, 136
Standardeinstellung
  abrufen, 104
Standardeinstellungen, 88
Status
  System, 112
  Verschiedenes, 114
Stromtastköpfe
  Skaleneinstellung, 6, 118
Stromversorgung, 2
Synchronimpuls, 109

Synchronisation
Videopolarität, 108
Videotrigger-Zeile oder -Halbbild, 109

T

Takt
Datum und Uhrzeit einstellen, 114
Taste „Cursor“, 15, 86
Taste „Einzelfolge“, 77
Vorgänge auf dem Oszilloskop nach dem Drücken der Taste, 21
Taste „Erfassung“, 15, 75
Taste „Grundeinstellung“, 15
beibehaltene Optionseinstellungen, 140
Optionen und Einstellungen, 139
Taste „Hilfe“, 15
Taste „Messen“, 15
Taste „Ref“, 15
Taste „Speichern/Abrufen“, 15
Taste „Start/Stop“, 16, 77
Taste „Start/Stop“ (Ausführen/Anhalten)
Vorgänge auf dem Oszilloskop nach dem Drücken der Taste, 21
Tastköpfe
abgleich, 16
Dämpfungsschalter, 6
manuelle Spannungstastkopf-Kompensation, 5
Sicherheit, 4
Spannung und Dämpfung, 118
Strom und Skala, 6
Tastköpfe, optional, 134
Tastkopfoption, 136
anpassen an Spannungstastkopfdämpfung, 6
anpassen an Stromtastkopfskala, 6
TEK-USB-488-Adapter
anschließen, 73
bestellen, 135
Trendkurve, 105
Trigger
Anzeige, 111
Arten, 21
Definition, 20
erzwingen, 111
Flanke, 22, 106
Force trigger (Trigger erzwingen), 13
Frequenzanzeige, 110
Holdoff, 111
Kopplung, 21, 106, 107
Menü, 106
Modi, 21
Modi: Automatisch, 106
Modi: Normal, 106
Pegel, 13, 22, 106
Polarität, 109
Position, 22
Positionssymbol, 10
Quelle, 21, 106, 109
Status, 114
Synchronisation, 109
Video, 108, 109
Vortriggerinformationen, 108
Trigger, Statusanzeigen, 10
Trigger-Menü (Taste), 13
Triggeransicht, 13
Triggeranzeige, 11
Triggerpegel-Symbol, 11

U

Umbenennen von Dateien oder Verzeichnissen, 116
USB-Flash-Laufwerk
Anschlussort, 17, 63
Dateihilfsprogramme, 115
Dateiverwaltung, 65
formatieren, 64
Indikator für Speichervorgang, 64
Installation, 63
Speicherkapazität, 64
Speichern (Taste), 67
Speichern von allen Dateien, 68
Speichern von Dateien, Bildern, 69
Speichern von Dateien, Setups, 68
Speichern von Dateien, Signalen, 68
Speichern/Abrufen (Menü), 65
USB-Flash-Laufwerksanschluss, 63
USB-Geräteanschluss, 70
Utility (Taste), 15

V

Vektoren, 88
Verfahren
automatische Messungen auswählen, 94
Verschiebung
horizontal, 23
vertikal, 23
Vertikal
Drehknopf für die Position, 12
Menü, 117
Position, 23
Skala, 23
Status, 114
Verzeichnisse
erstellen, 115
löschen, 111, 116
umbenennen, 116
Verzögerte Ablenkung, 92

Verzögerungsmessung
Abfallend zu abfallend, 94
Abfallend zu ansteigend, 94
Ansteigend zu abfallend, 94
Ansteigend zu ansteigend, 94
Video-Trigger, 108
Anwendungsbeispiel, 44
Videosignal
Auto-Setup-Funktion, 82
Volt/Div
Fein, 117
Grob, 117
Volts/Div.
Bedienelement, 12
Vortrigger, 21
Vortriggeranzeige, 108

W

Wartungshandbuch, 135
Wartungsoptionen, 136
Werkseinstellungen, 139
abrufen, 104
Werkseitige Kalibrierung, 115

X

XY
Anwendungsbeispiel, 51
Anzeigeformat, 88, 89

Y

YT
Anzeigeformat, 88

Z

Zähler, 83
Zeilen-Videotrigger, 108
Zeit-Cursor, 26, 86
Zeitbasis, 13, 23
Zeitbereich
Signal, 55
Zoom, 47
FFT, 61
Zubehör, 133
Zyklusflächenmessung, 97
Zyklusmittelwertmessung, 96