

Benutzerhandbuch



Digitalisierungszilloskope TDS 500B, 600B und TDS 700A

070-9581-00

Copyright© Tektronix, Inc. 1996. Alle Rechte vorbehalten.

Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete US- und Auslandspatente geschützt. In dieser Dokumentation enthaltene Informationen ersetzen jene in früheren Veröffentlichungen. Veränderungen bei Preisen und Spezifikationen vorbehalten.

Printed in the U.S.A.

Tektronix, Inc., P.O. Box 1000, Wilsonville, OR 97070-1000

TEKTRONIX, TEK, FastFrame[™], FlexFormat[™] und InstaVu[™] sind eingetragene Warenzeichen von Tektronix, Inc.

GEWÄHRLEISTUNG

Tektronix gewährleistet, daß dieses Produkt für einen Zeitraum von drei (3) Jahren ab Versanddatum frei ist von Sach- und Arbeitsmängeln. Sollte ein solches Produkt sich während dieser Gewährleistungsfrist als defekt erweisen, so wird Tektronix nach eigenem Ermessen entweder das defekte Produkt ohne Teile- und Arbeitskostenbelastung reparieren oder durch ein neues ersetzen.

Um die hier gewährleisteten Dienstleistungen zu beanspruchen, muß der Kunde Tektronix vor Ablauf der Gewährleistungsfrist über den Mangel unterrichten und für die Ausführung der Dienstleistung entsprechende Vorkehrungen treffen. Der Kunde ist für Verpackung und Versand des defekten Produkts an das von Tektronix designierte Service Center verantwortlich; Versandkosten sind im voraus zu bezahlen. Tektronix trägt die Kosten der Rücksendung an den Kunden, solange der Versand an einen Ort innerhalb des Landes, in dem sich das Tektronix Service Center befindet, stattfindet. Versandkosten, Zollgebühren, Steuerabgaben und sonstige Kosten, die mit einer Rücksendung an andere Standorte verbunden sind, sind die Verantwortlichkeit des Kunden.

Diese Gewährleistung gilt nicht für durch unsachgemäße Benutzung oder mangelhafte Wartung und Pflege entstandene Defekte, Versagen oder Schäden. Tektronix ist unter dieser Gewährleistung nicht dazu verpflichtet, a) Schäden zu reparieren, die durch Versuche anderer, d.h. nicht von der Firma Tektronix autorisiertem Personal, das Produkt zu installieren, zu reparieren oder zu warten, verursacht wurden; b) Schäden zu reparieren, die durch unsachgemäße Benutzung oder Anschluß an unpassende Geräte verursacht wurden; oder c) Wartungsarbeiten an einem Produkt vorzunehmen, das Modifizierungen oder Integration mit anderen Produkten unterzogen wurde, und solche Modifizierung oder Integration Zeitaufwand oder Schwierigkeitsgrad für die Wartung des Produkts erhöhen.

DIESE GEWÄHRLEISTUNG WIRD VON TEKTRONIX IN BEZUG AUF DIESES PRODUKT UND AN STELLE VON JEDLICHEN ANDEREN AUSDRÜCKLICHEN ODER STILLSCHWEIGENDEN GEWÄHRLEISTUNGEN GEGEBEN. DIE FIRMA TEKTRONIX UND IHRE LIEFERANTEN VERWEIGERN DIE ANERKENNUNG IMPLIZIERTER GEWÄHRLEISTUNGEN FÜR MARKTGÄNGIGKEIT ODER EIGNUNG ZU SPEZIELLEN ZWECKEN. BEI VERSTÖßEN GEGEN DIESE GEWÄHRLEISTUNG IST DIE VERANTWORTLICHKEIT DER FIRMA TEKTRONIX, DEFEKTE PRODUKTE ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN, ALLEINIGER UND AUSSCHLIESSLICHER IN ANSPRUCH NEHMBARER RECHTSBEHELF DES KUNDEN. TEKTRONIX UND SEINE LIEFERANTEN HAFTEN NICHT FÜR INDIREKTE, BESONDERE, BEILÄUFIG ENTSTEHENDE ODER MITTELBARE SCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB DIE FIRMA TEKTRONIX ODER DER LIEFERANT IM VORHINEIN ÜBER DIE MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN INFORMIERT WIRD.

EC Konformitätserklärung

Hiermit erklärt

Tektronix Holland N.V.
Marktweg 73A
8444 AB Heerenveen
Niederlande

alleinverantwortlich, daß die

Digitaloszilloskope TDS 520B, TDS 540B, TDS 724A und TDS 784A

die Bestimmungen der Direktive 89/336/EEC in bezug auf elektromagnetische Verträglichkeit und der Niederspannungsdirektive 73/23/EEC für Produktsicherheit erfüllen. Die Einhaltung dieser Bestimmungen wurde anhand der folgenden technischen Daten gemäß dem offiziellen Journal der Europäischen Union belegt:

EMC Direktive 89/336/EEC:

EN 55011 Strahlungs- und Leitmissionen der Klasse A

EN 50081-1 Emissionen:

EN 60555-2 Stromüberschwingungen

EN 50082-1 Immunität:

IEC 801-2 Electrostatische Entladung

IEC 801-3 HF-Störstrahlung

IEC 801-4 Kurzzeitige Transienten

IEC 801-5 Spannungsstöße

Niederspannungsdirektive 73/23/EEC:

EN 61010-1 Sicherheitsbestimmungen für den Gebieten Messung
und Steuerung und in Laboratorien eingesetzte
elektrische Ausrüstung

EC Konformitätserklärung

Hiermit erklärt

Tektronix Holland N.V.
Marktweg 73A
8444 AB Heerenveen
Niederlande

alleinverantwortlich, daß die

Digitaloszilloskope TDS 620B, TDS 644B, TDS 680B und TDS 684B

die Bestimmungen der Direktive 89/336/EEC in bezug auf elektromagnetische Verträglichkeit erfüllen. Die Einhaltung dieser Bestimmungen wurde anhand der folgenden technischen Daten gemäß dem offiziellen Journal der Europäischen Union belegt:

EMC Direktive 89/336/EEC:

EN 55011 Strahlungs- und Leitmissionen der Klasse A

EN 50081-1 Emissionen:

EN 60555-2 Stromüberschwingungen

EN 50082-1 Immunität:

IEC 801-2 Electrostatische Entladung

IEC 801-3 HF-Storstrahlung

IEC 801-4 Kurzzeitige Transienten

IEC 801-5 Spannungstöße

Inhalt

Zusammenfassende Sicherheitshinweise	ix
Vermeiden von Verletzungen	ix
Vorwort	xiii
Standardmodell	xiv
Bezugnahme auf die verschiedenen Modelle	xiv
Konventionen	xiv

Zu Beginn

Produktbeschreibung	1-1
Modellspezifische Unterschiede	1-2
Technische Daten	1-2
Inbetriebnahme	1-5
Vorbereitungen	1-5
Inbetriebnahme	1-6

Grundlegende Betriebsweise

Überblick	2-1
Betriebsschnittstellen-Illustrationen	2-3
Lernprogramm	2-9
Einstellung für die Lernbeispiele	2-9
Beispiel 1: Anzeige eines Signals	2-14
Beispiel 2: Anzeige von mehrfachen Signalen	2-17
Beispiel 3: Automatische Messungen	2-20
Beispiel 4: Speichern von Einstellungen	2-27

Referenzteil

Übersicht	3-1
Erfassen und Anzeigen von Signalen	3-3
Koppeln von Signalen an das Oszilloskop	3-3
Automatische Einstellung: Autoset und Zurücksetzen	3-6
Auswählen von Kanälen	3-9
Skalieren und Positionieren von Signalen	3-11
Auswählen eines Erfassungsmodus	3-19
Anpassen der Anzeige	3-33
Anpassen der Anzeigefarben	3-38
Zoomen von Signalen	3-43
Verwenden des InstaVuT-Erfassungsmodus (Nur für Modelle TDS 500B und 700A)	3-50
Verwenden von FastFrameT (Nur für Modelle TDS 500B und 700A)	3-53
Triggerung auf Signale	3-57
Der Begriff der Triggerung	3-57
Triggerung von der Frontplatte aus	3-62
Triggern auf eine Signalfanke	3-67

Triggerung auf logischer Basis	3-71
Triggern auf Impulse	3-82
Verzögerte Triggerung	3-95
Messen von Signalen	3-102
Durchführen von automatischen Messungen	3-102
Durchführen von Cursormessungen	3-114
Durchführen von Rastermessungen	3-120
Optimieren der Meßgenauigkeit: Signalwegkompensierung und Tastkopfkalibrierung	3-121
Speichern von Signalen und Einstellungen	3-131
Speichern und Abrufen von Einstellungen	3-131
Speichern und Abrufen von Signalen	3-134
Verwalten des Dateisystems	3-138
Druckausgabe	3-143
Kommunizieren mit entfernten Geräten	3-153
Bestimmen des Status und Zugreifen auf Hilfefunktion	3-157
Anzeigen des Status	3-157
Anzeigen des Info – Bildschirms	3-157
Anzeigen der Hilfe	3-159
Verwenden der Funktionen für höhere Anwendungen	3-161
Grenzbereichsprüfung	3-161
Kurvenberechnungen	3-166
Schnelle Fourier-Transformationen	3-169
Differenzieren von Signalen	3-188
Integrieren von Signalen	3-193

Anhang

Anhang A: Optionen und Zubehör	A-1
Anhang B: Algorithmen	B-1
Anhang C: Verpackung für den Versand	C-1
Anhang D: Werksseitige Initialisierungseinstellungen	D-1
Anhang E: Auswahl der Tastköpfe	E-1
Anhang F: Inspektion und Reinigung des Gerätes	F-1

Glossar

Index

Abbildungen

Abbildung 1–1: Einschalt–Bedienelemente der Rückplatte	1–7
Abbildung 1–2: ON/STBY–Taste	1–8
Abbildung 2–1: Anschluß eines Tastkopfes für die Lernbeispiele (abgebildeter Tastkopf: P6245)	2–10
Abbildung 2–2: Position der SETUP–Taste	2–11
Abbildung 2–3: Das Setup–Menü	2–11
Abbildung 2–4: Trigger–Bedienelemente	2–12
Abbildung 2–5: Die Anzeige nach einer Initialisierung der werksseitigen Vorgabeeinstellung	2–13
Abbildung 2–6: Die VERTICAL– und HORIZONTAL– Bedienelemente	2–14
Abbildung 2–7: TRIGGER–Bedienelemente	2–15
Abbildung 2–8: Position der AUTOSET–Taste	2–16
Abbildung 2–9: Die Anzeige, nachdem die Autaset–Taste gedrückt wurde	2–16
Abbildung 2–10: Anzeigesignale, die eine Kompensierung des Tastkopfes erfordern	2–17
Abbildung 2–11: Die Kanaltasten und –leuchtanzeigen	2–17
Abbildung 2–12: Das Vertikal–Hauptmenü und das seitliche Kopplungsmenü	2–19
Abbildung 2–13: Die Menüs nach dem Umschalten der Kanäle	2–20
Abbildung 2–14: Measure–Hauptmenü und seitliches Menü “Select Measurement”	2–22
Abbildung 2–15: Vier gleichzeitige Readoutwerte	2–23
Abbildung 2–16: Anzeigen des Allzweck–Reglers	2–24
Abbildung 2–17: Momentaufnahme von Kanal 1	2–26
Abbildung 2–18: Speichern/Aufrufen eines Einstellungsmenüs	2–28
Abbildung 3–1: Einfluß der Tastkopfkompensierung auf Signale ...	3–4
Abbildung 3–2: Justierung des Tastkopfs P6139A	3–5
Abbildung 3–3: Kanal–Readout	3–9
Abbildung 3–4: Auswahlpriorität von Signalen	3–10
Abbildung 3–5: Skalieren und Positionieren	3–12
Abbildung 3–6: Vertikal–Readouts und Menü Kanal	3–13
Abbildung 3–7: Aufzeichnungsausschnitt und Zeitbasis–Readouts	3–16

Abbildung 3–8: Horizontalsteuerung	3–17
Abbildung 3–9: Erfassung: Analoges Eingangssignal, Abtastung und Digitalisierung	3–20
Abbildung 3–10: Mehrere Abtastungen für Aufzeichnungspunkte sind möglich	3–20
Abbildung 3–11: Echtzeit–Abtastung	3–21
Abbildung 3–12: Äquivalenzzeit–Abtastung	3–22
Abbildung 3–13: Funktionsweise der Erfassungsmodi	3–25
Abbildung 3–14: Menü Acquisition und Erfassungs–Readout	3–27
Abbildung 3–15: Das Menü Acquire — Stop after	3–30
Abbildung 3–16: Der Aliasing–Effekt	3–32
Abbildung 3–17: Das Menü Display — Anzeigart	3–34
Abbildung 3–18: Anzeiger für Triggerpunkt und –pegel	3–36
Abbildung 3–19: Das Menü Display — Einstellung	3–39
Abbildung 3–20: Das Menü Display — Palettenfarben	3–41
Abbildung 3–21: Das Menü Display — Anzeigen der Bezugssignalfarben	3–42
Abbildung 3–22: Das Menü Display — Wiederherstellen von Farben	3–43
Abbildung 3–23: Zoom–Modus mit auf None eingestellter horizontaler Verriegelung	3–46
Abbildung 3–24: Doppelfenster– (Vorschau–)Modus	3–48
Abbildung 3–25: Zweifaches Zoomen — Doppelfenster– bzw. Vorschau–Modus	3–49
Abbildung 3–26: Normaler Erfassungs– und Anzeigemodus bei DSOs im Vergleich zum InstaVu–Modus	3–51
Abbildung 3–27: InstaVu–Anzeige	3–52
Abbildung 3–28: Fast Frame	3–54
Abbildung 3–29: Das Menü Horizontal — FastFrame–Einstellung .	3–55
Abbildung 3–30: Getriggerte im Vergleich zu ungetriggerten Anzeigen	3–58
Abbildung 3–31: Die Holdoff–Zeit stellt eine gültige Triggerung sicher	3–60
Abbildung 3–32: Festlegen des Triggerpunktes mit der Flanken– und Pegelsteuerung	3–62
Abbildung 3–33: TRIGGER–Steuerung und Statusleuchten	3–63
Abbildung 3–34: Beispiel eines Trigger–Readouts — Flankentriggerung	3–65
Abbildung 3–35: Aufzeichnungsausschnitt, Triggerpunktanzeiger und Triggerpegelcursor	3–66
Abbildung 3–36: Flankentrigger–Readouts	3–67

Abbildung 3-37: Das Menü Main Trigger — Flankentrigger	3-68
Abbildung 3-38: Verstoßbereiche für Setup/Halten-Triggerung	3-74
Abbildung 3-39: Readouts der logischen Trigger – Zustandstrigger ausgewählt	3-75
Abbildung 3-40: Das Menü Logic (Popup-Menü) Trigger	3-76
Abbildung 3-41: Das Menü Logic Trigger — Zeitgebundenes TRUE	3-78
Abbildung 3-42: Triggerung auf einen Setup-/Haltezeit-Verstoß ...	3-82
Abbildung 3-43: Impulstrigger-Readouts	3-83
Abbildung 3-44: Das Menü Main Trigger — Glitch	3-85
Abbildung 3-45: Das Menü Main Trigger — Runt-Impulse	3-88
Abbildung 3-46: Das Menü Main Trigger — Slewratentriggerung ..	3-92
Abbildung 3-47: Verzögerte Ausführung nach Haupttrigger	3-95
Abbildung 3-48: Verzögerte Triggerung	3-96
Abbildung 3-49: Funktionsweise der verzögerten Trigger	3-98
Abbildung 3-50: Das Menü Delayed Trigger	3-99
Abbildung 3-51: Raster-, Cursor- und automatische Messung	3-102
Abbildung 3-52: Messungs-Readouts	3-106
Abbildung 3-53: Das Menü Measure	3-107
Abbildung 3-54: Das Menü Measure — Gating-Funktion	3-108
Abbildung 3-55: Das Menü Measure — Bezugspegel	3-110
Abbildung 3-56: Das Menü Measure Delay — Verzögerung	3-111
Abbildung 3-57: Das Menü Snapshot und das Snapshot-Readout ..	3-113
Abbildung 3-58: Cursorarten	3-114
Abbildung 3-59: Cursormodi	3-115
Abbildung 3-60: H Bars Cursor: Menü und Readouts	3-117
Abbildung 3-61: Paired Cursor: Menü und Readouts	3-118
Abbildung 3-62: Durchführen einer Signalwegkompensierung	3-122
Abbildung 3-63: Das Menü Probe Cal und Verstärkungskompensierung	3-126
Abbildung 3-64: Das Menü Re-use Probe Calibration Data?	3-128
Abbildung 3-65: Das Menü Save/Recall Setup	3-133
Abbildung 3-66: Das Menü Save Waveform	3-136
Abbildung 3-67: Das Menü More	3-137
Abbildung 3-68: Das Menü File Utilities	3-140
Abbildung 3-69: Dateisystem — Das Menü Labeling	3-141
Abbildung 3-70: Das Menü Utility — System-I/O	3-145
Abbildung 3-71: Bildformate beim Druck	3-146
Abbildung 3-72: Anzeige von Datum und Uhrzeit	3-147

Abbildung 3-73: Direkter Anschluß des Oszilloskops an den Drucker	3-148
Abbildung 3-74: Verbindung des Oszilloskops und des Druckers über einen PC	3-151
Abbildung 3-75: Typische Konfiguration eines GPIB-Netzes	3-154
Abbildung 3-76: Stapeln von GPIB-Steckern	3-154
Abbildung 3-77: Anschließen des Oszilloskops an eine Steuereinheit	3-155
Abbildung 3-78: Das Menü Utility	3-156
Abbildung 3-79: Das Menü Status — Systemstatus	3-158
Abbildung 3-80: Info-Bildschirm	3-158
Abbildung 3-81: Hilfe-Modus – Eingangsbildschirm	3-159
Abbildung 3-82: Vergleichen eines Signals mit einer Grenzwertvorlage	3-162
Abbildung 3-83: Das Menü Acquire — Erzeugen der Grenzbereichsvorlage	3-163
Abbildung 3-84: Das Menü More	3-167
Abbildung 3-85: Haupt- und Seitenmenüs Dual Waveform Math ..	3-168
Abbildung 3-86: Systemantwort auf einen Impuls	3-171
Abbildung 3-87: Das Menü Define FFT Waveform	3-172
Abbildung 3-88: Errechnete FFT-Kuvenform in Math1	3-174
Abbildung 3-89: Cursormessung einer FFT-Kurvenform	3-176
Abbildung 3-90: Signalaufzeichnung gegenüber FFT-Zeitbereichsaufzeichnung	3-178
Abbildung 3-91: FFT-Zeitbereichsaufzeichnung gegenüber FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung	3-178
Abbildung 3-92: Wie rückgefaltete Frequenzen in einer FFT angezeigt werden	3-182
Abbildung 3-93: Ein Fensters wird über die FFT- Zeitbereichsaufzeichnung gelegt	3-186
Abbildung 3-94: FFT-Fenster und Bandpaß-Eigenschaften	3-188
Abbildung 3-95: Abgeleitete Kurvenform	3-190
Abbildung 3-96: Spitze-Spitze-Amplitudenmessung bei einer abgeleiteten Kurvenform	3-191
Abbildung 3-97: Integrierte Kurvenform	3-194
Abbildung 3-98: Horizontalcursor messen eine integrierte Kurvenform	3-195
Abbildung B-1: MCross-Berechnungen	B-4
Abbildung B-2: Abfallzeit	B-7
Abbildung B-3: Anstiegszeit	B-11

Abbildung B–4: Wahl der Minima bzw. Maxima für Hüllkurvenmessungen	B–14
Abbildung E–1: Typische Hochspannungstastköpfe	E–2
Abbildung E–2: Stromtastkopf A6303, hier mit dem AM 503S Opt. 03 abgebildet	E–4

Tabellen

Tabelle 1–1: Die wichtigsten Merkmale und modellspezifischen Unterschiede	1–2
Tabelle 1–2: Teilenummer von Sicherung und Sicherungsschutzkappe	1–7
Tabelle 3–1: Autoset–Standardwerte	3–7
Tabelle 3–2: Einfluß der Kanalverschachtelung auf die Abtastrate	3–23
Tabelle 3–3: Zusätzliche Auflösungsbits	3–27
Tabelle 3–4: TDS 500B, TDS 724A, 744A Auswählen des Abtastmodus (Wenn Fit to Screen auf Off geschaltet ist)	3–29
Tabelle 3–5: 784A Auswählen des Abtastmodus (Wenn Fit to Screen auf Off geschaltet ist)	3–29
Tabelle 3–6: XY–Formatpaare	3–38
Tabelle 3–7: Muster– und Zustandslogik	3–72
Tabelle 3–8: Definition der Impulstrigger	3–84
Tabelle 3–9: Definitionen der Meßverfahren	3–103
Tabelle 3–10: Status der Tastkopfkalibrierung	3–130
Tabelle A–1: Optionen	A–1
Tabelle A–2: Standardzubehör	A–5
Tabelle A–3: Sonderzubehör	A–5
Tabelle A–4: Optionale Software	A–7
Tabelle D–1: Werksseitige Initialisierungsvorgaben	D–1
Tabelle F–1: Liste für die Sichtprüfung	F–2

Zusammenfassende Sicherheitshinweise

Beachten Sie die nachstehenden Sicherheitshinweise, um Verletzungen zu vermeiden und Schäden an diesem Produkt und an daran angeschlossenen Geräten zu verhindern.

Wartungsarbeiten sind ausschließlich von qualifiziertem Wartungspersonal durchzuführen.

Vermeiden von Verletzungen

Verwendung des korrekten Netzkabels	Zur Vermeidung von Feuergefahr darf nur das für dieses Gerät spezifizierte Netzkabel verwendet werden.
Vermeidung einer elektrischen Überlastung	Zur Vermeidung von Feuergefahr oder eines elektrischen Schlags darf niemals eine Spannung an eine Klemme angelegt werden, die außerhalb des zulässigen Bereichs liegt.
Erdung des Gerätes	Dieses Gerät ist durch den Erdleiter des Netzkabels geerdet. Um einen elektrischen Schlag zu vermeiden, muß der Erdleiter mit der Masse verbunden sein. Das Gerät muß ordnungsgemäß geerdet sein, bevor an den Ein- und Ausgangsklemmen Verbindungen hergestellt werden.
Nicht ohne Abdeckungen betreiben!	Zur Vermeidung von Feuergefahr oder eines elektrischen Schlages darf dieses Gerät nicht bei abmontierter Abdeckung und/oder Frontplatte betrieben werden.
Verwendung der geeigneten Sicherung	Zur Vermeidung von Feuergefahr darf nur eine Sicherung des korrekten Typs und mit den für dieses Gerät spezifizierten Nennwerten eingesetzt werden.
Nicht in nasser/feuchter Umgebung betreiben!	Zur Verhütung eines elektrischen Schlages darf dieses Gerät nicht in nassen oder feuchten Umgebungen betrieben werden.
Nicht in explosionsgefährdeten Umgebungen betreiben!	Zur Vermeidung von Verletzungen und Feuergefahr darf dieses Gerät nicht in explosionsgefährdeter Umgebung betrieben werden.
Tastkopf sauber halten!	Zur Vermeidung eines elektrischen Schlages und falscher Meßwerte muß die Oberfläche des Tastkopfes stets sauber gehalten werden.

Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung von Geräteschäden

Verwendung des korrekten Netzkabels

Dieses Gerät darf nicht an eine Steckdose angeschlossen werden, deren Spannung die des Gerätes übersteigt.

Für gute Luftzirkulation sorgen!

Um zu vermeiden, daß sich das Gerät überhitzt, muß für gute Luftzirkulation gesorgt werden.

Möglicherweise beschädigtes Gerät nicht betreiben!

Wenn zu vermuten ist, daß das Gerät beschädigt ist, sollte es von qualifiziertem Wartungspersonal überprüft werden.

Nicht in Flüssigkeiten tauchen!

Den Tastkopf nur mit einem feuchten Tuch reinigen. Siehe Reinigungsanleitung.

Sicherheitsbezogene Begriffe und Symbole

Hinweise in diesem Handbuch

Die folgenden Hinweise sind ggf. in diesem Handbuch enthalten:



WARNUNG. Warnhinweise kennzeichnen Zustände oder Handlungsweisen, die Verletzungen oder Tod zur Folge haben können.



VORSICHT. Vorsichtshinweise kennzeichnen Zustände oder Handlungsweisen, die Geräteschäden oder anderweitige Sachschäden zur Folge haben können.

Bezeichnungen auf dem Gerät

Die folgenden Bezeichnungen befinden sich ggf. auf dem Gerät.

DANGER signalisiert eine Verletzungsgefahr, die unmittelbar beim Lesen der Bezeichnung besteht.

WARNING signalisiert eine Verletzungsgefahr, die nicht unmittelbar beim Lesen der Bezeichnung besteht.

CAUTION signalisiert eine Gefahr für Geräte- und Sachen.

Symbole auf dem Gerät Auf dem Gerät befinden sich ggf. die folgenden Symbole:



GEFAHR
Hochspannung



Schutzleiteranschluß
(Erde)



ACHTUNG
Siehe Benutzerhandbuch



doppelt
isoliert

Zertifizierungen und Zulassungen

CSA–zugelassene Netzkabel

Die CSA–Zertifizierung wurde für die in Nordamerika eingesetzten Produkte und Netzkabel erteilt. Alle anderen Netzkabel sind für das jeweilige Land, in dem sie eingesetzt werden, zugelassen.

Vorwort

Dieses Benutzerhandbuch ist für die Digitalisiereroszilloskope TDS 500B, TDS 600B und TDS 700A.

Im Kapitel *Zu Beginn* ist eine kurze Beschreibung des TDS-Oszilloskops, der Installationsvorbereitungen und der Inbetriebnahme enthalten.

Im Kapitel *Grundlegende Betriebsweise* werden die wesentlichen Funktionsmerkmale des Oszilloskops beschrieben und mit Abbildungen der Schnittstellen und Lernprogrammbeispielen erläutert.

Das Kapitel *Referenzteil* erläutert, wie bestimmte Aufgaben durchgeführt werden. Eine vollständige Auflistung der in diesem Kapitel enthaltenen betriebsbezogenen Funktionen ist auf Seite 3-1 aufgeführt.

Die *Anhänge* setzen sich aus einer Auflistung der Optionen und Zubehörkomponenten und weiteren nützlichen Informationen zusammen.

Literaturhinweise

Die folgenden Publikationen beziehen sich auf den Einsatz bzw. die Wartung des Oszilloskops.

- Im Programmierhandbuch *TDS Family Digitizing Oscilloscopes Programmer Manual* (Tektronix Teilenummer 070-9385-XX) wird der Einsatz eines Computers für die Steuerung des Oszilloskops über die GPIB-Schnittstelle beschrieben.
- Das Referenzhandbuch (Tektronix Teilenummer 070-9382-XX) gibt einen kurzen Überblick über die Funktionsweise des Oszilloskops.
- Das technische Referenzhandbuch *Technical Reference (Performance Verification and Specifications)*, (Tektronix Teilenummer 070-9384-XX) enthält eine Auflistung der technischen Daten und erläutert, wie die Oszilloskopleistungsmerkmale überprüft werden.
- In der Betriebsanleitung *TDS Family Option 05 Video Trigger Instruction Manual* (Tektronix Teilenummer 070-8748-XX) wird die optionale Videotriggerung (nur bei TDS-Oszilloskopen, die mit dieser Option ausgestattet sind) beschrieben.
- Das Wartungshandbuch (Tektronix Teilenummer 070-9386-XX) enthält Wartungs- und Reparaturhinweise für das Oszilloskop auf Modulebene.

Standardmodell

Dieses Handbuch bezieht sich auf die Digitalisierungsozilloskope TDS 500B, TDS 600B und TDS 700A. Beachten Sie bitte die folgenden Konventionen.

- Einige TDS-Modelle sind anstelle der Kanäle CH 3 und CH 4 mit zwei Hilfskanälen, AUX 1 und AUX 2, ausgestattet. Die Bezugnahme auf diese Kanäle erfolgt stets unter der Bezeichnung CH 3 und CH 4; bei den Oszilloskopmodellen TDS 520B, TDS 620B, TDS 680B und TDS 724A gelten alle in diesem Handbuch enthaltenen Bezugnahmen auf CH 3 und CH 4 stets für AUX 1 und AUX 2.
- Der Standardbildschirm in den Abbildungen in diesem Handbuch ist stets der Anzeigebildschirm des TDS 684B.

Bezugnahme auf die verschiedenen Modelle

In diesem Handbuch sind die Digitalisierungsozilloskope TDS 500B, TDS 600B und TDS 700A beschrieben. Bei der Bezugnahme auf die einzelnen Modelle werden die folgenden Konventionen angewandt:

- Bei Informationen, die sich auf die Oszilloskopmodelle TDS 520B und TDS 540B beziehen, wird die Bezeichnung "TDS 500B" verwendet.
- Bei Informationen, die sich auf die Oszilloskopmodelle TDS 620B, TDS 644B, TDS 680B und TDS 684B beziehen, wird die Bezeichnung "TDS 600B" verwendet.
- Bei Informationen, die sich auf die Oszilloskopmodelle TDS 724A, TDS 744A und TDS 784A beziehen, wird die Bezeichnung "TDS 700A" verwendet.

Konventionen

In diesem Handbuch sind verschiedene Anleitungen zur Vorgehensweise enthalten, deren Schritte der Benutzer ausführen muß. Zum leichteren Verständnis und zur Strukturierung dieser Anleitungen werden in diesem Handbuch die folgenden Konventionen verwendet:

- Bei Vorgehensweisen sind die Bezeichnungen der Bedienungselemente der Frontplatte fettgedruckt.
- Die Verwendung von Groß- und Kleinbuchstaben (d.h. es wird nur der Anfangsbuchstabe oder es werden alle Buchstaben groß geschrieben) entspricht der auf der Oszilloskop-Frontplatte und in den Menüs verwendeten Schreibweise. Die Bezeichnungen auf der Frontplatte enthalten nur Großbuchstaben, z.B. **VERTICAL MENU** und **CH 1**.

- Die Anleitungsschritte sind numeriert, wenn es sich nicht nur um einen einzigen Schritt handelt.
- Wenn bei der Ausführung der Anleitungen mit den Bedienungselementen der Frontplatte und den Menütasten eine Reihe von Funktionen/Elementen gewählt wird, wird jeder Übergang von einer Taste der Frontplatte zu einem Menü bzw. von einem Menü zum nächsten durch einen Pfeil (→) angezeigt. Ob es sich dabei um ein Hauptmenü oder ein Seitenmenü handelt, ist ebenfalls deutlich gekennzeichnet: Drücken Sie **VERTICAL MENU** → **Coupling** (Hauptmenü) → **DC** (seitliches Menü) → **Bandwidth** (Hauptmenü) → **250 MHz** (seitliches Menü).

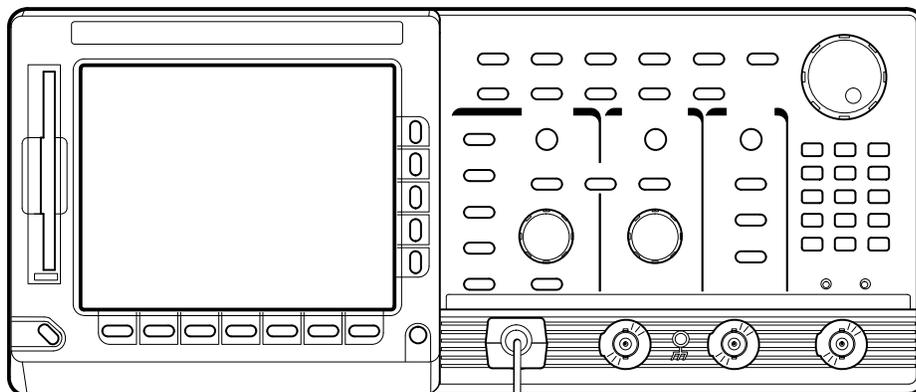
Die Verwendung der oben beschriebenen Konvention resultiert in graphisch intuitiven Anleitungen, die die Vorgehensweise vereinfachen. Beispiel: Die oben dargestellte Anleitung ersetzt die folgenden fünf Schritte:

1. Drücken Sie die Frontplatten-Taste **VERTICAL MENU**.
2. Drücken Sie die Hauptmenü-Taste **Coupling**.
3. Drücken Sie die Seitenmenü-Taste **DC**.
4. Drücken Sie die Hauptmenü-Taste **Bandwidth**.
5. Drücken Sie die Untermenü-Taste **250 MHz**.

Manchmal ist es erforderlich, eine Wahl in einem Pop-up-Menü zu treffen: Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (Hauptmenü) → **Edge** (pop-up). In diesem Beispiel muß die Hauptmenü-Taste **Type** wiederholt gedrückt werden, bis im Pop-up-Menü **Edge** markiert ist.

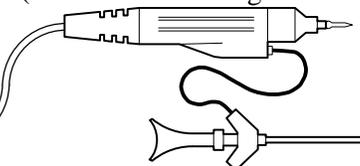
Zu Beginn

Produktbeschreibung



Das Tektronix TDS-Oszilloskop eignet sich hervorragend für die Erfassung, Anzeige und Messung von Signalen und kann sowohl als Tischgerät im Labor und als tragbares Gerät vor Ort eingesetzt werden. Die wichtigsten Funktionsmerkmale sind:

- maximale Abtastrate von bis zu 5 GS/s je Kanal, je nach Modell (siehe Tabelle 1–2 Die wichtigsten Funktionen und modellspezifische Unterschiede)
- analoge Bandbreite von 1 GHz bzw. 500 MHz, je nach Modell (siehe Tabelle 1–2)
- Aufzeichnungslängen von bis zu 50 K (standardmäßig) und, je nach Modell, 500 K mit Option 1M (siehe Tabelle 1–2)
- Vierkanal- oder Zwei-plus-Zwei-Kanalbetrieb, je nach Modell. (Im Zwei-plus-Zwei-Kanalbetrieb können zwei der vier Kanäle gleichzeitig angezeigt werden.) Alle Kanäle haben eine Auflösung von 8 Bit (siehe Tabelle 1–2.)
- Zu den Triggermodi gehören Flanken-, Logik- und Impulsmessungen. Videotriggerung ist nur mit Option 05 erhältlich und umfasst NTSC, SECAM, PAL, HDTV und FlexFormat™.
- Die Doppelfenster-Zoomfunktion zeigt gleichzeitig ein vergrößertes und ein nicht vergrößertes Signal an und ist in allen Oszilloskopen der Reihe TDS 600B und TDS 700A enthalten.
- Abtast-, Hüllkurven-, Mittelwert-, Hochauflösungs-, Spitzenerkennungs- und InstaVu™-Erfassungsmodus mit Anzeigenaktualisierungszeiten, die den schnellsten Analogoszilloskopen entsprechen. (Modelle und verfügbare Modi sind in Tabelle 1–2 enthalten.)



Modellspezifische Unterschiede

In Tabelle 1–1 sind einige der wichtigsten Merkmale der verschiedenen in diesem Handbuch beschriebenen TDS–Oszilloskopmodelle aufgeführt.

Tabelle 1–1: Die wichtigsten Merkmale und modellspezifischen Unterschiede

Merkmale	520B	540B	620B	644B	680B	684B	724A	744A	784A
Anzahl der Kanäle	2+2 ¹	4	2 + 2 ¹	4	2 + 2 ¹	4	2 + 2 ¹	4	
maximale Digitalisierungsrate	1 GS/s	2 GS/s ²	2.5 GS/s		5 GS/s		1 GS/s	2 GS/s ²	4 GS/s
Anzahl der Kanäle bei max.	1		2	4	2	4	1		
Analoge Bandbreite	500 MHz				1 GHz		500 MHz		1 GHz
maximale Aufzeichnungslänge	bis 50 K/Kanal ³		bis 15 K/Kanal				bis 50 K/Kanal ³		
InstaVu–Erfassungen	ja		nein				ja		
Hochauflösende Erfassungen	ja		nein				ja		
Erweiterte DSP–Arithmetikfunktion ⁴	std.	Opt. 2F	Opt. 2F	std.	Opt. 2F	std.			
Diskettenspeicher	Opt. 1F		Opt. 1F	std.	Opt. 1F	std.			
E/A einschließl. RS–232 und Centronics ⁵	Opt. 13		Opt. 13	Std.	Opt. 13	std.			
Anzeige	Mono			Farbe	Mono	Farbe			

¹ Die Zwei–plus–Zwei–Kanalfunktion ermöglicht, daß zwei von vier Kanälen gleichzeitig angezeigt werden. Über die nicht angezeigten Kanäle kann ein Triggersignal an das Oszilloskop gekoppelt werden.

² Dieses TDS–Modell ist mit Option 1G lieferbar. Die maximale Digitalisierungsrate wird dann auf 1 GS/s begrenzt. Diese Option ermöglicht den Verkauf in Ländern, denen eine Exportbegrenzung auferlegt ist. Siehe Option 1G, Seite A–1.

³ Dieses TDS–Modell ist mit Option 1M lieferbar, wodurch längere Einstellungen der Aufzeichnungslänge ermöglicht werden. Siehe Option 1M, Seite A–2.

⁴ Enthält erweiterte Digitalsignalverarbeitung zur Erstellung von FFT–Umwandlungen, Integral– und Differentialwerten von Signalen. Einige Modelle erfordern Option 2F; siehe Option 2F, Seite A–2.

⁵ Alle Modelle sind mit GPIB–E/A ausgestattet.

Technische Daten

Die technischen Daten der Produkte sind im technischen Referenzhandbuch *TDS 500B, TDS 600B, & TDS 700A Technical Reference (Performance Verification and Specifications)*, das als Standardzubehör im Lieferumfang des TDS-Oszilloskops enthalten ist, aufgeführt.

Inbetriebnahme

Vor der Verwendung des TDS–Oszilloskops muß sichergestellt werden, daß es richtig installiert und eingeschaltet ist.

Vorbereitungen

Damit bei kritischen Messungen möglichst exakte Ergebnisse erzielt werden können, sollten Sie mit der Signalpfadkompensierung und der sachgemäßen Anwendung der für den Einsatz mit dem Oszilloskop gewählten Tastköpfe vertraut sein.

Signalpfadkompensierung

Es muß sichergestellt werden, daß das Oszilloskop entsprechend der Umgebungstemperatur kompensiert wurde. Durch diese sogenannte *Signalpfadkompensierung (Signal Path Compensation – SPC)* wird sichergestellt, daß bei kritischen Messungen die bestmögliche Genauigkeit erzielt wird. Eine Beschreibung dieser Funktion und betriebsbezogene Hinweise sind im Abschnitt *Signalpfadkompensierung* auf Seite 3–122 enthalten.

Empfohlene Tastköpfe

Die Oszilloskope TDS 680B, 684B und 784A werden ohne Tastköpfe geliefert. Um die größere Bandbreite dieser Modelle zu nutzen, empfiehlt sich der aktive Tastkopf P6245.

Im Lieferumfang aller anderen Oszilloskope der Reihe TDS 500B, 600B und 700A sind Allzweck–Tastköpfe — je nach Modell entweder P6139A oder P6243, enthalten. Hinweise zu den Standardtastköpfen und der jeweils gelieferten Anzahl sind im Abschnitt *Standardzubehör* auf Seite A–4 enthalten.

Eine Auflistung der für alle Oszilloskopmodelle TDS 500B, 600B und 700A als optionales Zubehör erhältlichen Tastköpfe ist unter *Als Zubehör erhältliche Tastköpfe* auf Seite A–5A– aufgeführt.

Wahl des geeigneten Tastkopfes

Der verwendete Tastkopf muß für die jeweilige Anwendung geeignet sein. Beispielsweise eignet sich der aktive Tastkopf P6245 nicht für die Messung von Signalen, die größer als ± 8 V sind oder die ein Offset von mehr als ± 10 V aufweisen, da bei der Signalmessung Fehler auftreten. (Weitere Hinweise sind im Tastkopf–Benutzerhandbuch enthalten.) Vielmehr sollte zur Messung höherer Spannungen ein passiver Tastkopf, wie z.B. P6139A, verwendet werden. Dieser Tastkopf eignet sich für Messungen bis zu ± 500 V.



VORSICHT. Wenn die aktiven Tastköpfe P6243 und P6245 zur Messung von Signalen über ± 40 V verwendet werden, besteht die Gefahr, daß sie beschädigt werden.

Eingangskopplung

Bei der Kopplung von Signalleitern an das Oszilloskop muß für den Tastkopf und sonstige Kabel eine geeignete Eingangskopplung und Impedanz gewählt werden. Weitere Hinweise zur korrekten Kopplung des Eingangssignals sind im Abschnitt *Aspekte der Eingangsimpedanz* auf Seite 3–5 enthalten.

Inbetriebnahme

Die in den folgenden Abschnitten enthaltenen Schritte erläutern die Installation, den Zugang zur Frontplatte, den Einschaltvorgang, die Durchführung eines Selbsttests und den Ausschaltvorgang:

Installation

Die folgenden Schritte müssen durchgeführt werden, um das Oszilloskop ordnungsgemäß zu installieren und einzuschalten:

1. Stellen Sie sicher, daß die Umgebungsbedingungen für den Betrieb des Gerätes geeignet sind. Das technische Referenzhandbuch (Tektronix–Teilenummer 070–8990–xx) enthält die technischen Daten in bezug auf Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Höhenlage, Vibrationen und Emissionen.
2. Sorgen Sie für ausreichende Luftzirkulierung. Die Luftströmung der Lufteinlaß– und –auslaßöffnung an den Seiten des Gehäuses (wo sich das Gebläse befindet) wird nicht behindert. An jeder Seite des Gerätes sollte mindestens 5,1 cm Freiraum vorhanden sein.



WARNUNG. Um elektrische Schläge zu vermeiden, muß vor dem Überprüfen der Sicherung sichergestellt werden, daß der Netzstecker gezogen ist.

3. Überprüfen Sie, ob die Sicherung dem korrekten Typ und Nennwert entspricht (siehe Abbildung 1–1). Für das Oszilloskop sind zwei Sicherungen geeignet, wobei jede Sicherung eine eigene Schutzkappe (siehe Tabelle 1–2) erfordert. Ab Werk ist im Gerät eine UL–zugelassene Sicherung installiert.
4. Stellen Sie sicher, daß die erforderlichen elektrischen Anschlüsse vorhanden sind. Das Oszilloskop erfordert einen kontinuierlichen Bereich von 90 bis 250 V ACEFF, 45 Hz bis 440 Hz und bis zu 300 W.
5. Schließen Sie das Netzkabel an den Netzanschluß der Rückplatte (siehe Abbildung 1–1) und eine Netzsteckdose an.

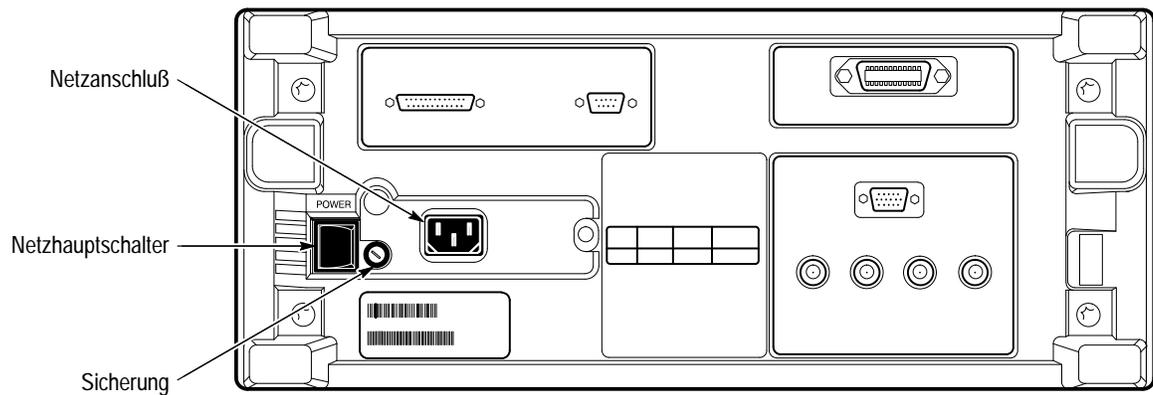


Abbildung 1-1: Einschalt-Bedienelemente der Rückplatte

Tabelle 1-2: Teilenummer von Sicherung und Sicherungsschutzkappe

Sicherung	Teilenummer, Sicherung	Teilenummer, Schutzkappe
0,25 Zoll y 1,25 Zoll (UL 198.6, 3AG): 6 A SCHNELL, 250 V	159-0013-00	200-2264-00
5 mm y 20 mm (IEC 127): 5 A (T), 250 V	159-0210-00	200-2265-00

Entfernen der Frontabdeckung

Fassen Sie die Frontabdeckung an der linken und rechten Kante, und nehmen Sie sie mit einer leichten Ruckbewegung ab. (Die Abdeckung kann wieder angebracht werden, indem Sie sie auf der Frontplatte ausrichten und andrücken, bis sie einrastet.)

Einschaltvorgang

Das Oszilloskop wird wie folgt in Betrieb genommen:

1. Stellen Sie sicher, daß der Hauptnetzschalter an der Rückplatte eingeschaltet ist (siehe Abbildung 1-1). Das Gerät wird nur dann mit Strom versorgt, wenn dieser Schalter eingeschaltet ist.
2. Wird das Oszilloskop dennoch nicht aktiviert, (d.h. auf dem Bildschirm erscheint keine Anzeige), drücken Sie die **ON/STBY**-Taste auf der Frontplatte, um das Gerät zu aktivieren (siehe Abbildung 1-2).

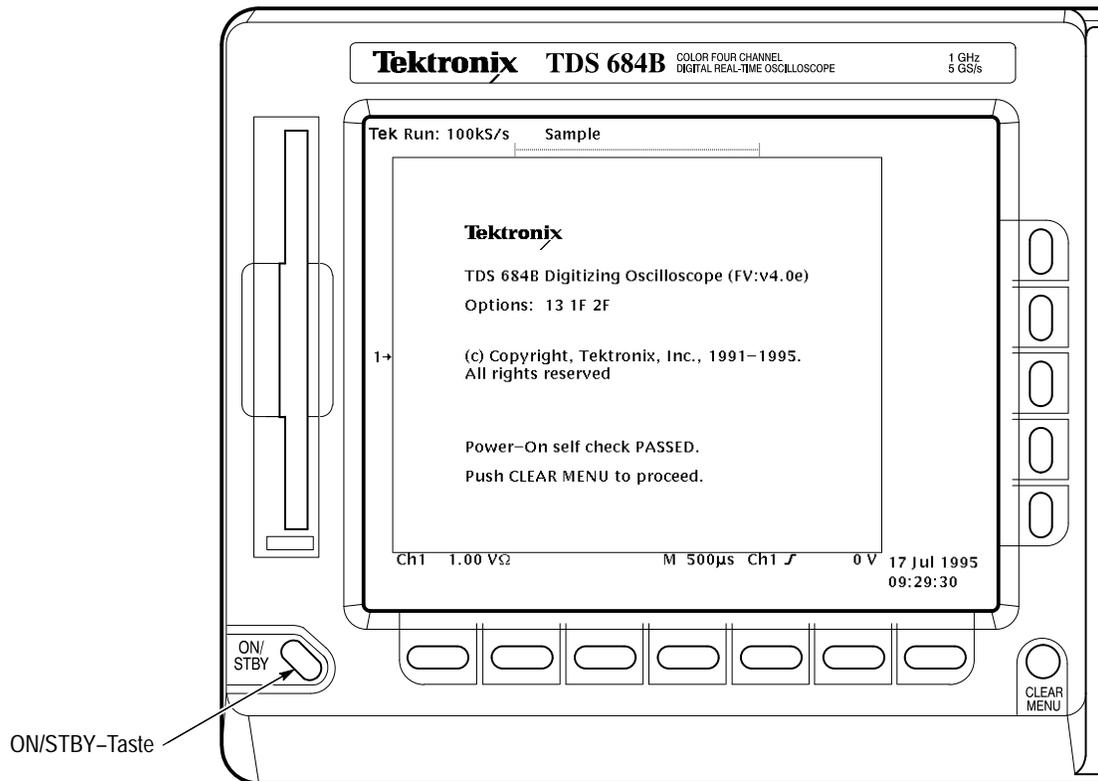


Abbildung 1-2: ON/STBY-Taste

Mit der ON/STBY-Taste wird die Stromversorgung der meisten Geräteschaltkreise gesteuert. Auch wenn dieser Schalter auf STBY eingestellt ist, werden bestimmte Komponenten weiterhin mit Strom versorgt.

Nachdem das Oszilloskop installiert ist, wird der Hauptnetzschalter gewöhnlich in der eingeschalteten Position belassen und das Gerät mit der ON/STBY-Taste ein- und ausgeschaltet.

Selbsttest

Jedesmal, wenn das Oszilloskop eingeschaltet wird, führt es automatisch mehrere Selbsttests durch. Die anschließende Anzeige auf dem Bildschirm besagt, ob der Test erfolgreich durchgeführt wurde oder nicht. Entsprechende Ergebnisse können der Anzeige entnommen werden. (Bei erfolgreich durchgeführtem Selbsttest wird die Statusanzeige nach einigen Sekunden wieder ausgeblendet.)

Konnte der Selbsttest nicht erfolgreich abgeschlossen werden, setzen Sie sich bitte mit Ihrem Tektronix-Kundendienst in Verbindung. Je nach Art der Störung kann das Oszilloskop u.U. weiterhin verwendet werden, bevor eine Wartung/Reparatur durchgeführt werden muß.

Ausschaltvorgang Drücken Sie die **ON/STBY**-Taste, um das Oszilloskop auszuschalten.

Grundlegende Betriebsweise

Überblick

In diesem Kapitel wird die grundsätzliche Funktionsweise des TDS-Oszilloskops beschrieben. Kenntnisse über die wesentlichen Konzepte ermöglichen den effektiven Einsatz des Oszilloskops.

Im ersten Abschnitt, *Abbildungen der Bedienerchnittstellen*, ist ein Überblick über die Anordnung der Bedienelemente des Oszilloskops mit der jeweiligen Seitenangabe enthalten. Ferner sind die allgemeinen Verfahrensweisen zur Bedienung des Menüsystems erläutert. Dieser Abschnitt ist in die folgenden Bereiche untergliedert:

- *Abbildung der Frontplatte*
- *Abbildung der rückwärtigen Anschlüsse*
- *Abbildung der Anzeige*
- *Bedienung des Menüsystems*
- *Bedienung eines Pop-up-Menüs*

Der zweite Abschnitt, *Lernprogramm*, enthält Beispiele der wichtigsten Aufgaben, die zur Anzeige eines Signalmeßwertes durchgeführt werden müssen. Außerdem wird anhand eines Beispiels erläutert, wie die Oszilloskopkonfiguration für den späteren Gebrauch gespeichert werden kann. Dieser Abschnitt enthält die folgenden Lernbeispiele:

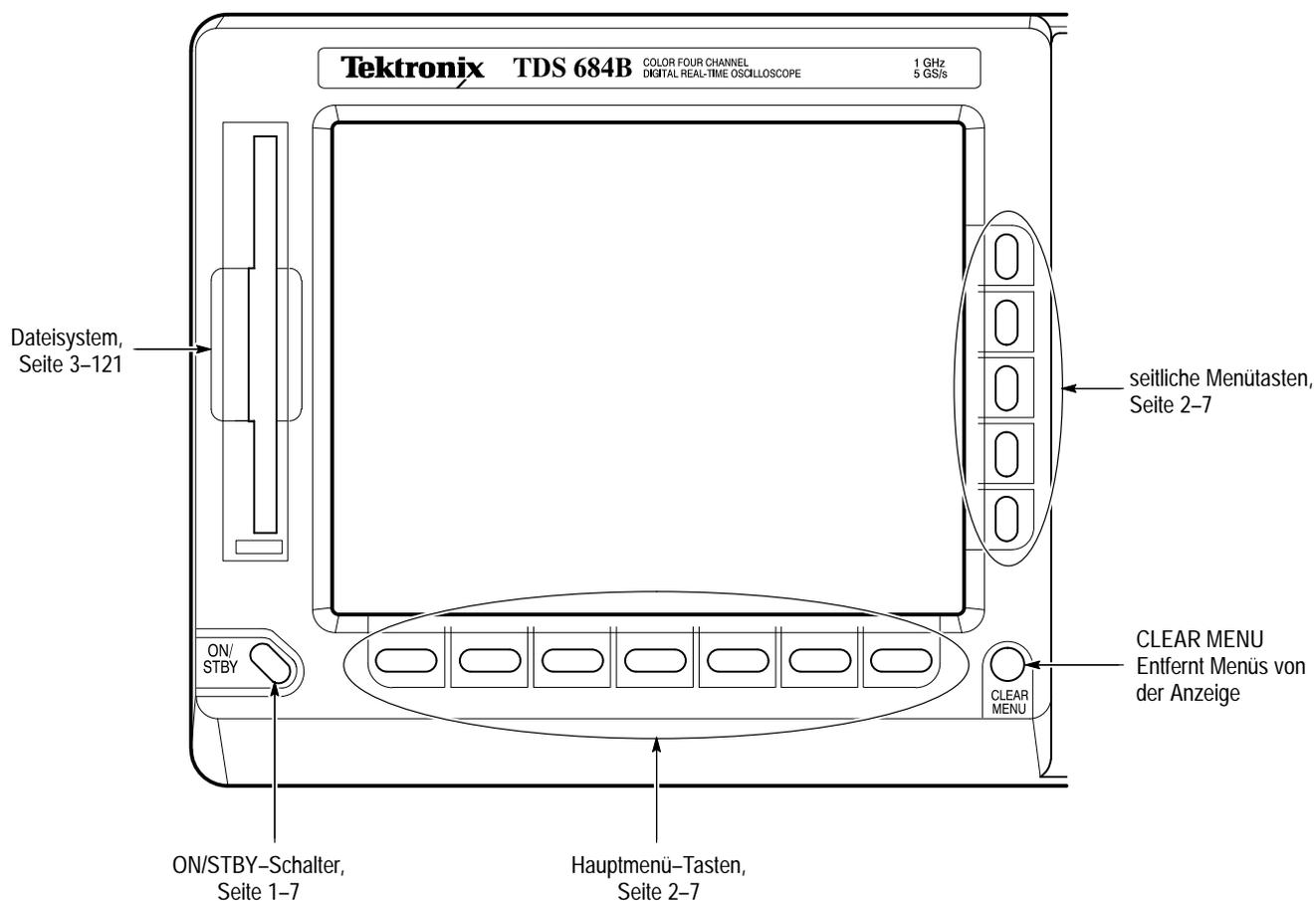
- *Einstellung für die Lernbeispiele*
- *Beispiel 1: Anzeige eines Signals*
- *Beispiel 2: Anzeige mehrerer Signale*
- *Beispiel 3: Durchführung automatischer Messungen*
- *Beispiel 4: Speichern der Konfiguration*

Eine detailliertere Beschreibung dieser Themen sowie eine Erörterung der Themen, die hier nicht enthalten sind, ist im *Referenzteil* enthalten. Eine Auflistung der Themen beginnt auf Seite 3-1.

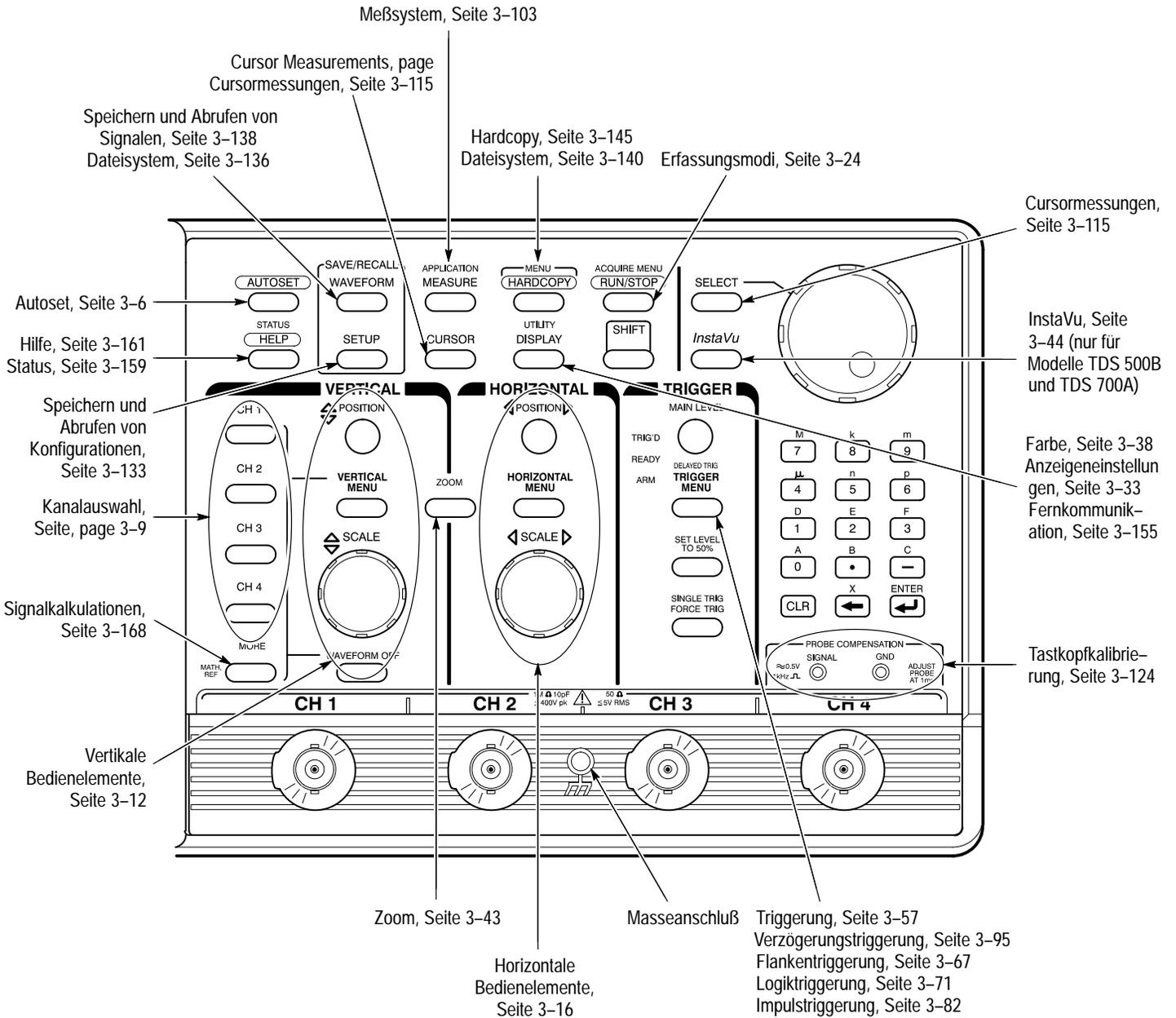
Betriebsschnittstellen-Illustrationen

Dieser Abschnitt enthält Illustrationen (oder Karten) der Anzeige, Vorder- und Rückplatten sowie das Menüsystem des TDS-Oszilloskops. Diese Karten helfen Ihnen, das Oszilloskop zu verstehen und zu bedienen. Hier finden Sie ebenfalls einen visuellen Führer zum Verwenden des Menüsystems.

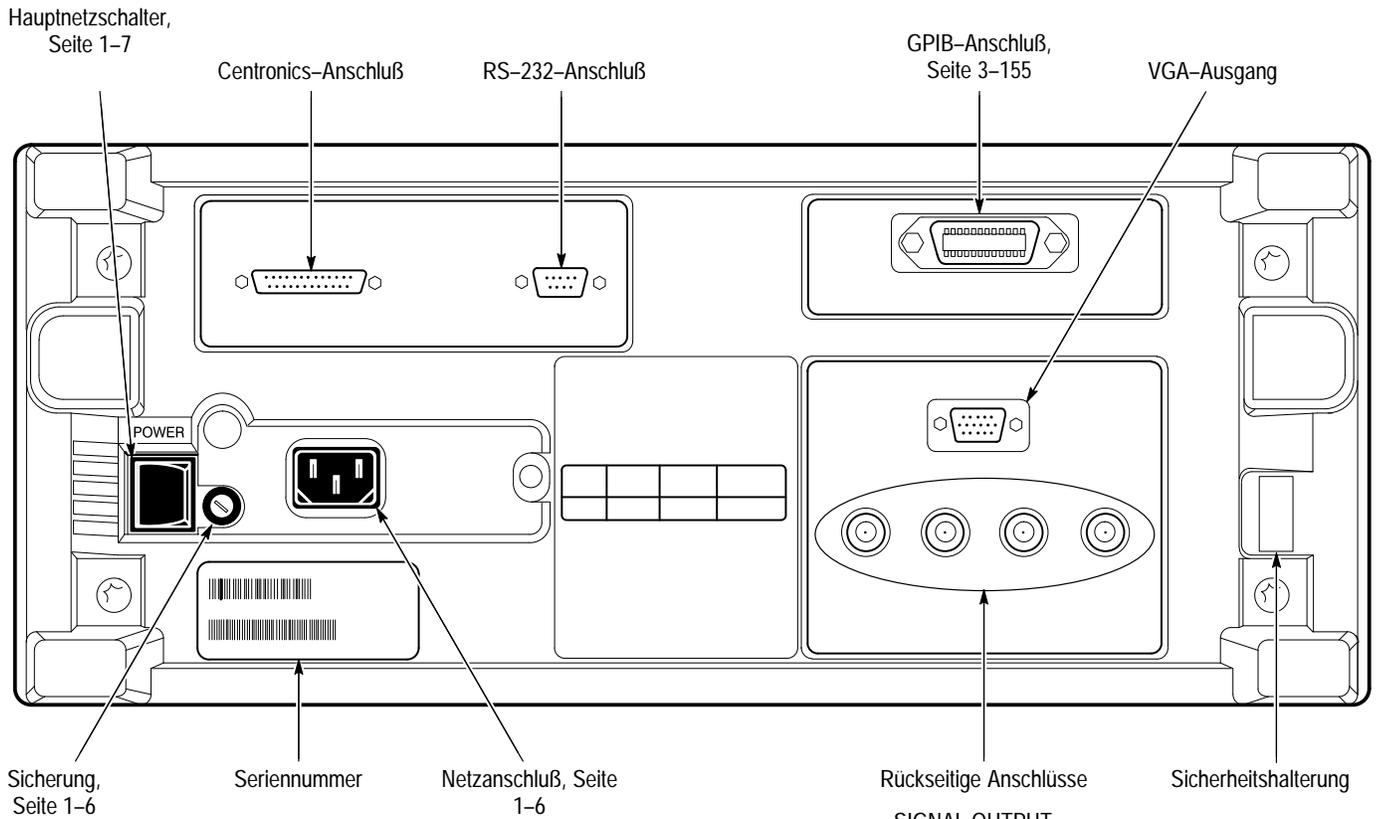
Vorderplatte — Links



Vorderplatte – Rechts



Rückplatte



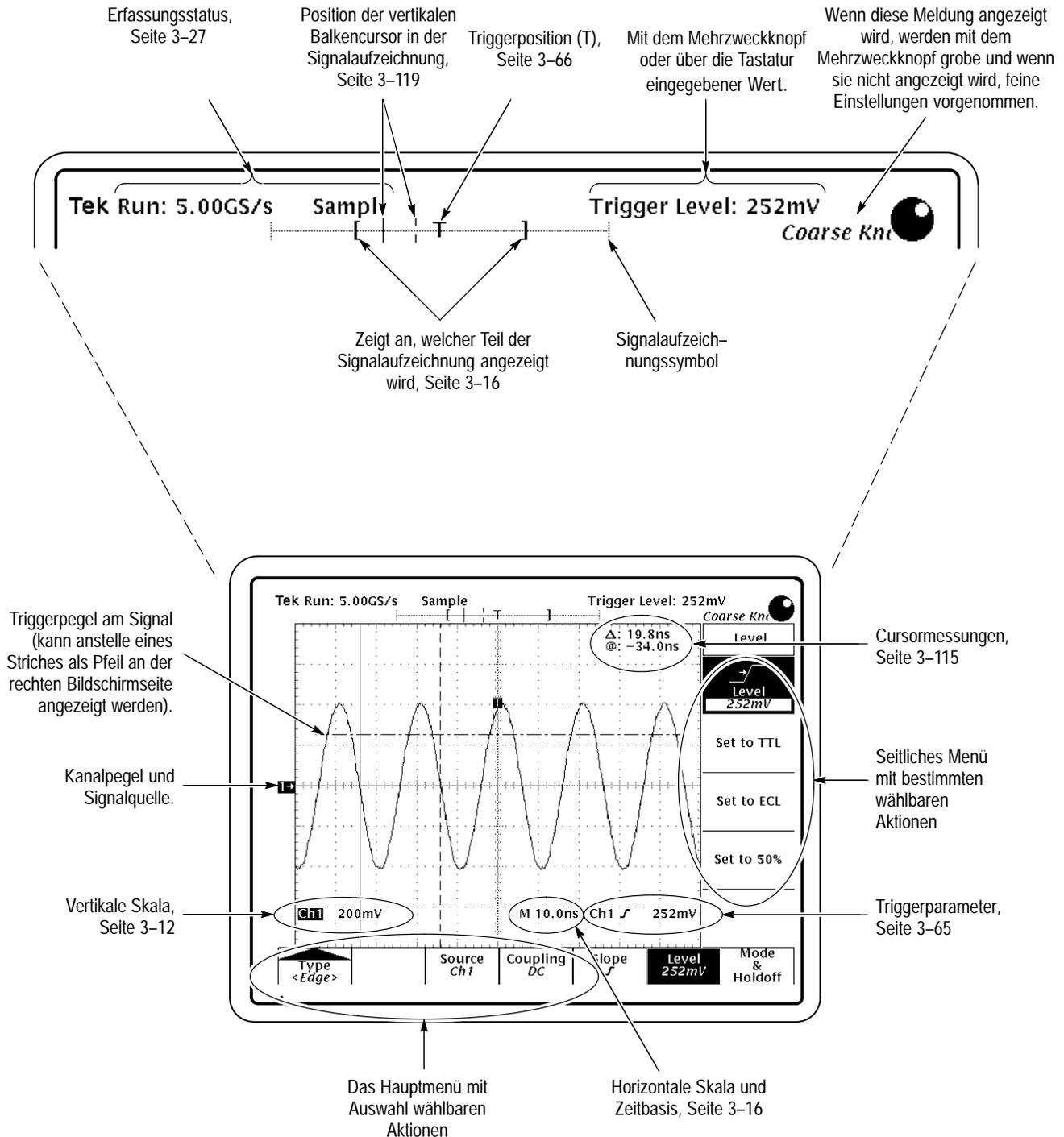
SIGNAL OUTPUT -
(Analogsignalausgang von CH3 - oder AX1 -
@ 10 mV/Teilung)

AUX TRIGGER INPUT -
(Haupttriggerungs- (TTL-) Ausgang)

MAIN TRIGGER OUTPUT -
(Haupttriggerungs- (TTL-) Ausgang)

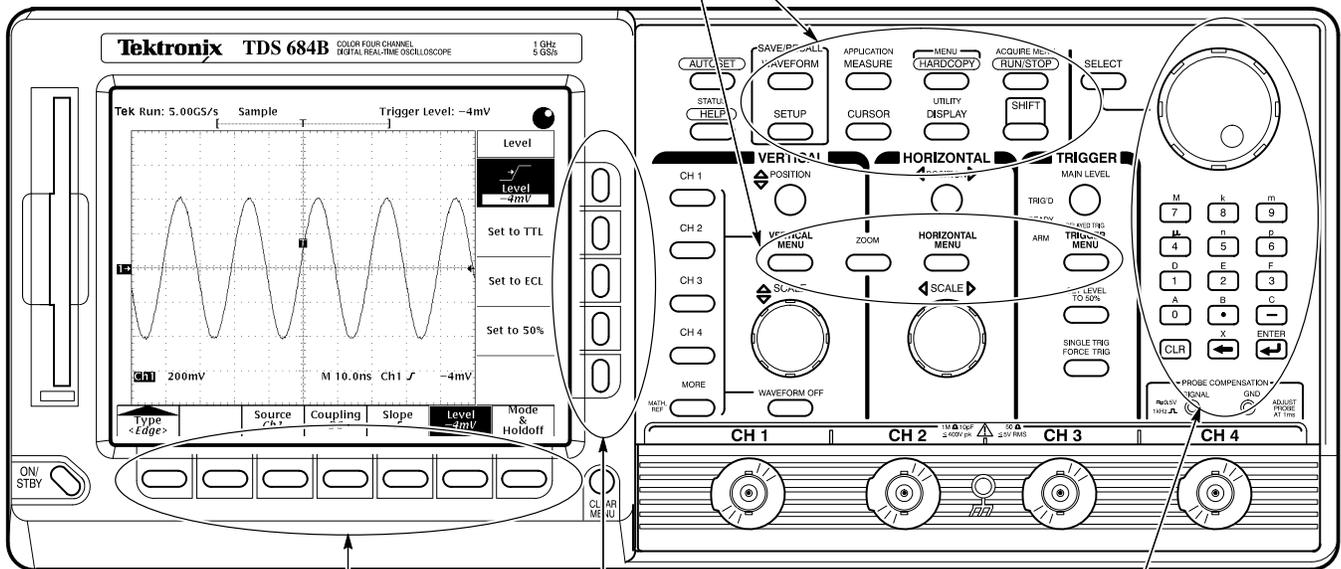
DELAYED TRIGGER OUTPUT -
(Triggerungs- (TTL-) Ausgang für die
verzögerte Triggerung)

Anzeige



Bedienung eines Menüs

1 (Drücken Sie zuerst **SHIFT**, wenn die Tastenbezeichnung in blau angezeigt wird.)

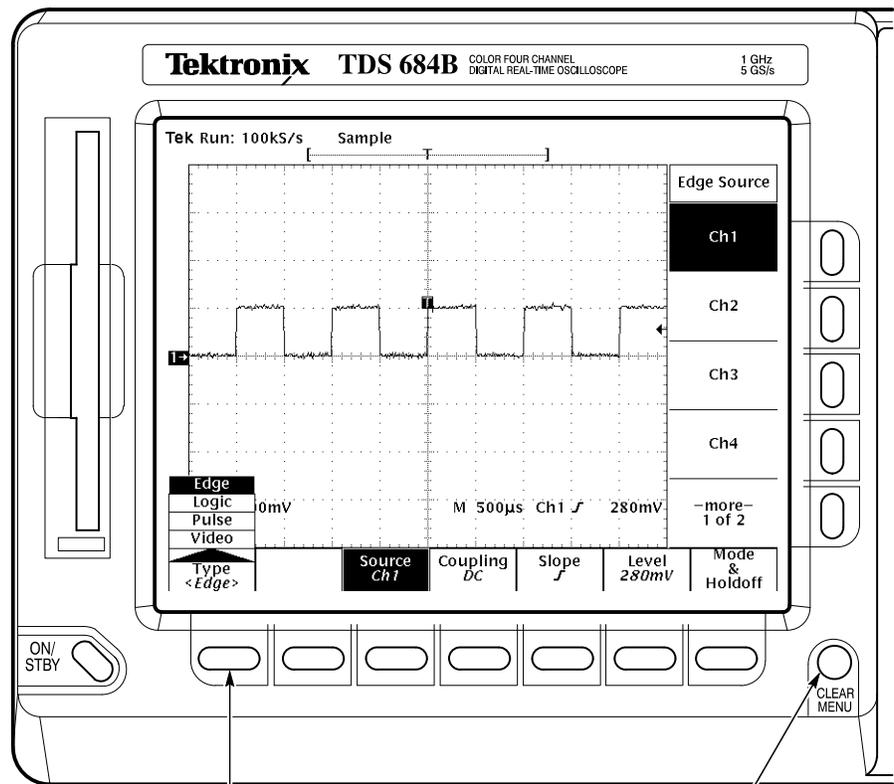


2 Drücken Sie eine dieser Tasten, um eine Wahl im Hauptmenü zu treffen.

3 Drücken Sie eine dieser Tasten, um eine Wahl im seitlichen Menü zu treffen.

4 Wenn das Element des seitlichen Menüs einen veränderlichen Wert enthält (invertierte Darstellung), kann er mit dem Mehrzweck-Knopf oder mit der Tastatur justiert werden.

Bedienung eines Pop-Up-Menüs



Drücken Sie diese Taste, um
Pop-up-Menü aufzurufen.

Drücken Sie diese Taste erneut, um ein
Element zu wählen.

Oder Drücken Sie zuerst SHIFT, um
eine andere Funktion zu wählen.

Bei Wahl eines
Pop-up-Menüelements ändern sich
die Bezeichnungen der restlichen
Hauptmenüs.

Drücken Sie diese
Taste, um die
Menüs vom
Bildschirm zu
entfernen.

Lernprogramm

In diesem Abschnitt werden Sie schnell mit einigen grundlegenden Funktionen vertraut gemacht, die für die Durchführung von Messungen mit dem TDS-Oszilloskop erforderlich sind. Beginnen Sie dieses Lernprogramm mit der *Einstellung für die Lernbeispiele* auf dieser Seite.

Einstellung für die Lernbeispiele

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um das Eingangssignal an das TDS-Oszilloskop anzuschließen, das Gerät zurückzusetzen und eine Einführung in den Anzeigebildschirm zu erhalten. Nach Abschluß dieser Aufgaben ist das Oszilloskop für die folgenden Beispiele einsatzbereit.

Anschluß des Eingangssignals

Entfernen Sie sämtliche Tastköpfe und Signaleingänge von den BNC-Anschlüssen an der unteren rechten Seite der Frontplatte. Stellen Sie anschließend mit einem entsprechenden Tastkopf (z.B. P6245) eine Verbindung zwischen dem Anschluß **CH 1** des Oszilloskops und den Anschlüssen **PROBE COMPENSATION** her (siehe Abbildung 2-1.)

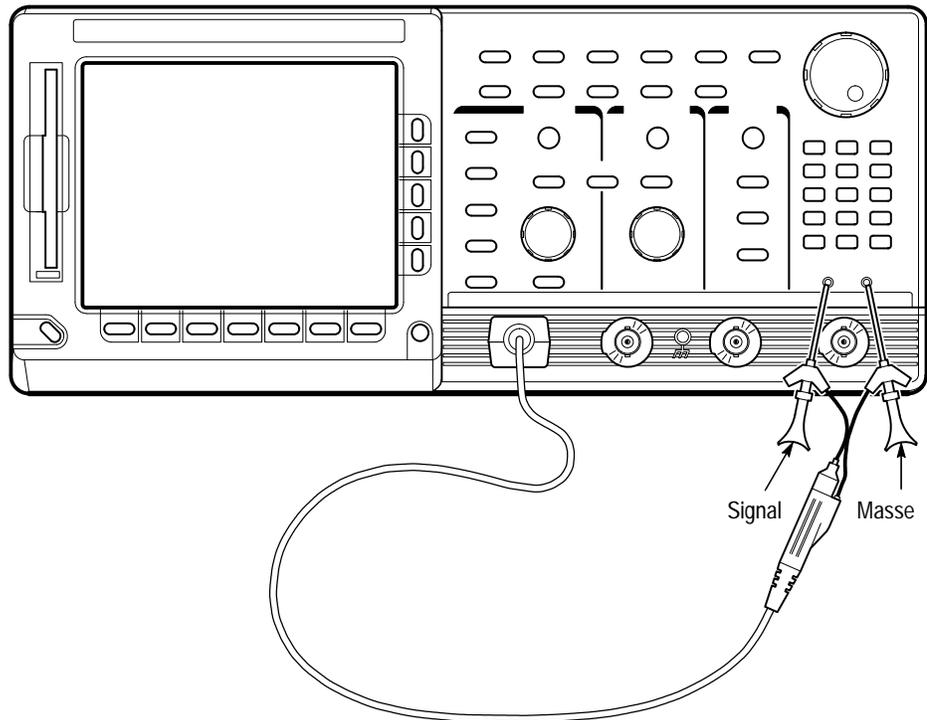


Abbildung 2-1: Anschluß eines Tastkopfes für die Lernbeispiele (abgebildeter Tastkopf: P6245)

HINWEIS. Siehe Anhang A: Optionen und Zubehör für optionale Tastköpfe, die zusätzlich bestellt und mit diesem Gerät verwendet werden können.

Zurücksetzen des Oszilloskops

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um das Oszilloskop vor der Durchführung dieser Beispiele auf eine bekannte werksseitige Vorgabeeinstellung zurückzusetzen. (Das Gerät kann vor der Durchführung einer neuen Messung und immer dann zurückgesetzt werden, wenn ein "neuer Start" mit bekannten Vorgabeeinstellungen erwünscht ist.)

1. Drücken Sie die **SETUP**-Taste save/recall, um das Setup-Menü anzuzeigen (siehe Abbildung 2-2).

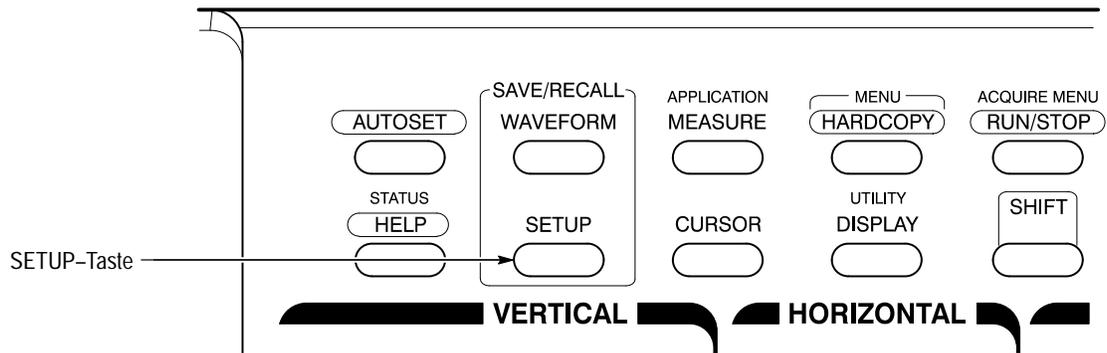


Abbildung 2-2: Position der SETUP-Taste

Am unteren Rand des Oszilloskop-Bildschirms werden *Hauptmenüs* angezeigt. In Abbildung 2-3 ist das Setup-Hauptmenü dargestellt.

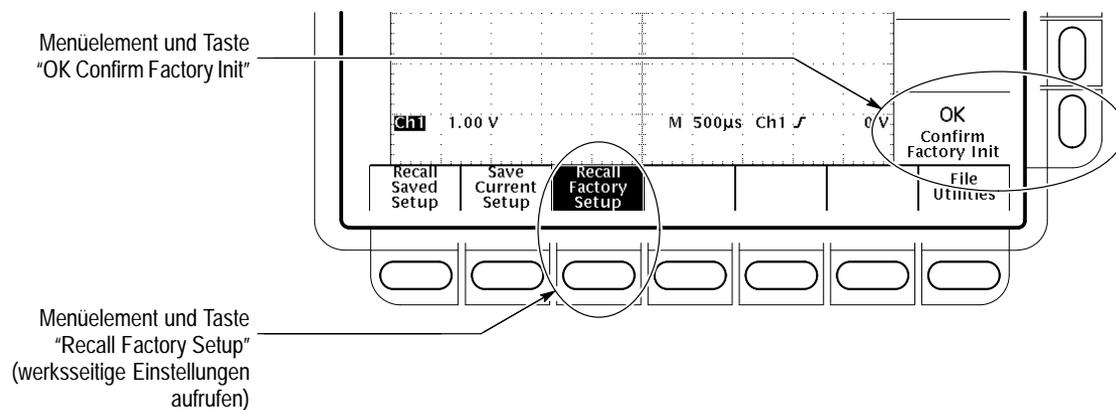


Abbildung 2-3: Das Setup-Menü

2. Drücken Sie die Taste direkt unter dem Menüelement **Recall Factory Setup**.

An der rechten Seite der Anzeige sind *seitliche Menüs* dargestellt. Die dazugehörigen Tasten befinden sich zur rechten Seite dieser Menüs.

Da durch ein versehentliches Rücksetzen des Gerätes eine Einstellung gelöscht werden kann, deren Konfigurierung viel Zeit in Anspruch genommen hat, werden Sie vom Oszilloskop aufgefordert, die Rücksetzung auf die werksseitigen Vorgabeeinstellungen zu bestätigen (siehe Abbildung 2-3).

3. Drücken Sie die Taste zur rechten Seite des seitlichen Menüelements **OK Confirm Factory Init**.

HINWEIS. In diesem Handbuch wird der in Schritt 1, 2 und 3 gewählte Ablauf wie folgt dargestellt: Drücken Sie save/recall **SETUP** → **Recall Factory Setup (Hauptmenü)** → **OK Confirm Factory Init (seitliches Menü)**.



Auf dem Bildschirm erscheint ein Uhrensymbol. Dieses Symbol wird angezeigt, wenn das Oszilloskop eine Funktion durchführt, die länger als einige Sekunden dauert.

4. Drücken Sie **SET LEVEL TO 50%** (siehe Abbildung 2–4), um sicherzustellen, daß das Oszilloskop das Eingangssignal antriggert.

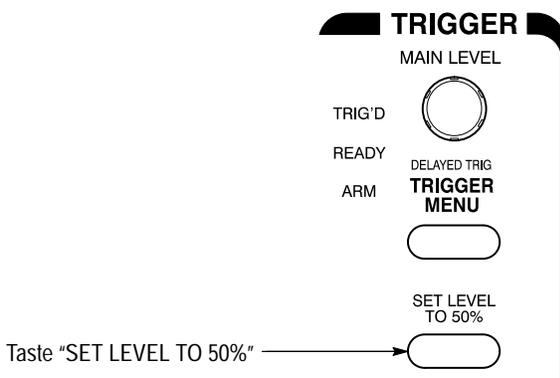


Abbildung 2–4: Trigger-Bedienelemente

Untersuchung der Anzeigeelemente

Lesen Sie den folgenden Abschnitt, um sich mit der Anzeige des Oszilloskops vor der Durchführung der Beispiele vertraut zu machen.

In Abbildung 2–5 ist die Anzeige dargestellt, die durch das Rücksetzen des Gerätes aufgerufen wird. Beachten Sie bitte die folgenden wichtigen Punkte:

- Die *Triggerpegellinie* zeigt an, daß das Signal in der Nähe des 50%–Pegels seiner Amplitude (aus Schritt 4) angetriggert wird.
- Aus der *Triggerpositionsanzeige* ist ersichtlich, daß sich die Triggerposition des Signals in der horizontalen Mitte des Rasters befindet.
- Die *Kanalanzeige* kennzeichnet die vertikale Position von Kanal 1 ohne Eingangssignal. Diese Anzeige signalisiert den Massepegel des Kanals, wenn sein vertikales Offset im Vertikalmenü auf 0 V eingestellt ist. Wenn das vertikale Offset *nicht* auf 0 V eingestellt ist, kennzeichnet sie den Pegel des vertikalen Offsets.
- Aus dem *Trigger-Readout* ist ersichtlich, daß das Oszilloskop Kanal 1 (Ch1) an einer steigenden Flanke antriggert und daß der Triggerpegel ungefähr 200–300 mV beträgt.

- Das *Zeitbasis-Readout* zeigt an, daß die Hauptzeitbasis auf eine Horizontalkala von $500\ \mu\text{s}/\text{div}$ eingestellt ist.
- Aus dem *Kanal-Readout* ist ersichtlich, daß Kanal 1 (Ch1) mit DC-Kopplung angezeigt ist. (Bei AC-Kopplung erscheint nach dem Volts/div-Readout das Zeichen \sim . Bei einer Rücksetzung zeigt das Oszilloskop immer Kanal 1 an.

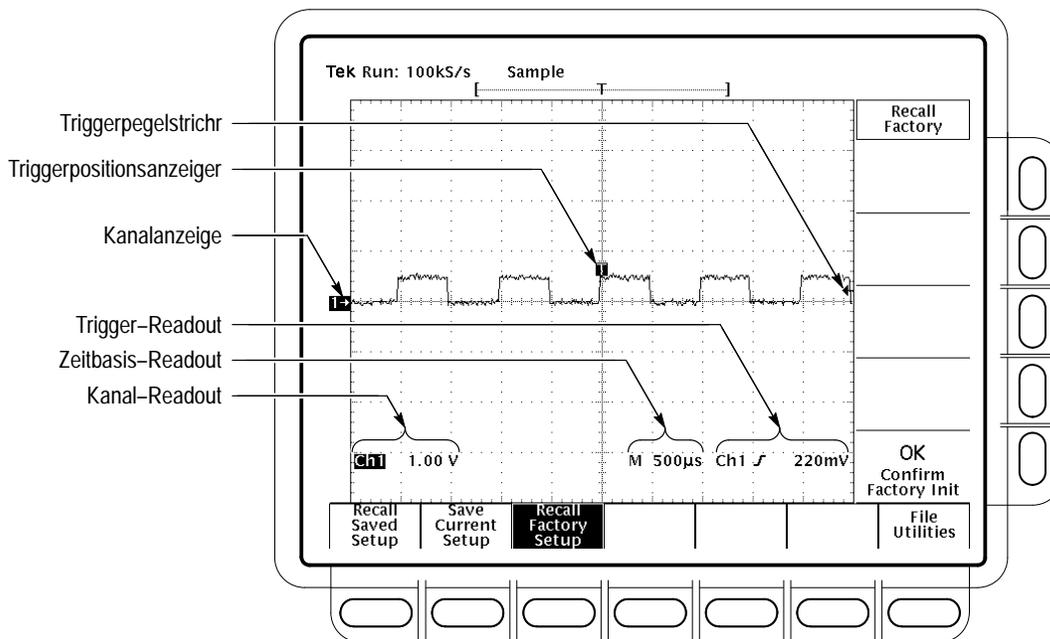


Abbildung 2-5: Die Anzeige nach einer Initialisierung der werksseitigen Vorgabeeinstellung

Auf dieser Anzeige sind die Kanal-, Zeitbasis- und Trigger-Readoutwerte im Rasterbereich dargestellt, weil ein Menü aufgerufen ist. Die CLEAR MENU-Taste kann jederzeit gedrückt werden, um die Menüs auszublenden und die Readoutwerte unterhalb des Rasters anzuzeigen.

Beispiel 1: Anzeige eines Signals

Die Frontplatte des TDS-Oszilloskops ist mit Reglern ausgestattet, die eine manuelle Justierung des Signals ermöglichen. Die Bedienelemente können auch automatisch eingestellt werden, um ein Signal anzuzeigen. Anhand der folgenden Aufgaben lernen Sie, wie ein Signal justiert werden kann und wie das TDS-Oszilloskop für die automatische Einstellung (autoset) konfiguriert wird.

Justierung der Signalanzeige

Auf der Anzeige wird das Tastkopf-Kompensierungssignal in Form einer Rechteckwelle (1kHz) mit einer Amplitude von ca. 0,5 V dargestellt.

In Abbildung 2-6 sind die VERTICAL- und HORIZONTAL-Hauptbereiche der Frontplatte dargestellt. Jeder Bereich verfügt über einen SCALE- und einen POSITION-Regler. Justieren Sie die Größe und Positionierung des Signals mit diesen Reglern wie folgt:

1. Drehen Sie den vertikalen **SCALE**-Regler im Uhrzeigersinn. Beachten Sie, wie sich die Anzeige des Signals und des Kanal-Readouts am unteren Bildschirmrand verändert.

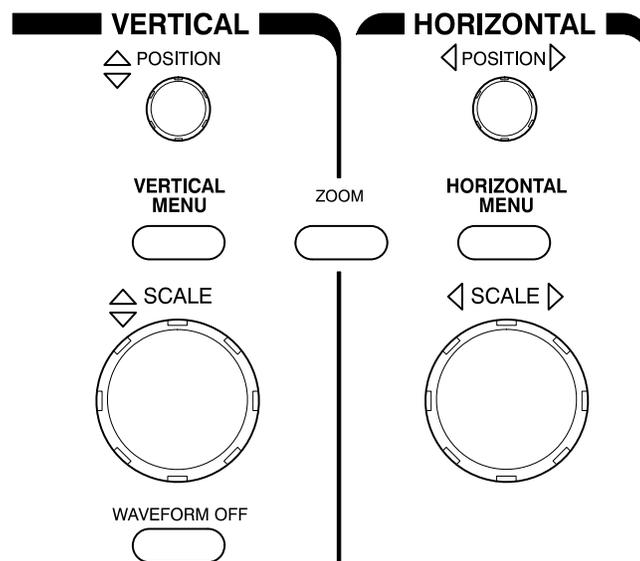


Abbildung 2-6: Die VERTICAL- und HORIZONTAL-Bedienungselemente

2. Drehen Sie den vertikalen **POSITION**-Regler zuerst in eine Richtung und anschließend in die entgegengesetzte Richtung. Beachten Sie, wie sich die Signalanzeige verändert. Positionieren Sie das Signal anschließend wieder in der Mitte des Rasters.

3. Drehen Sie den horizontalen **SCALE**-Regler um eine Raststellung im Uhrzeigersinn. Beachten Sie das Zeitbasis-Readout am unteren Bildschirmrand. Sie sollte nun auf $200 \mu\text{s}/\text{Teilg.}$ eingestellt sein, und auf der Anzeige sollten zwei vollständige Signalzyklen vorhanden sein.

Automatische Einstellung des Oszilloskops

Wenn ein Signal erstmals an einen Kanal angeschlossen und auf dem Bildschirm dargestellt wird, ist seine Anzeige u.U. nicht korrekt skaliert und wird nicht ordnungsgemäß angetriggert. In diesem Fall kann mit der Autoset-Funktion schnell eine brauchbare Anzeige erstellt werden.

Die Anzeige des Tastkopf-Kompensierungssignals wurde bereits im letzten Schritt justiert und sollte stabilisiert sein. Führen Sie die folgenden Schritte durch, um zuerst eine nicht stabilisierte Anzeige zu erstellen und diese dann mit der Autoset-Funktion zu justieren:

1. Zur Erstellung einer nicht stabilisierten Anzeige drehen Sie den **MAIN LEVEL**-Regler des Triggerbereichs (siehe Abbildung 2-7) zuerst in eine Richtung und anschließend in die entgegengesetzte Richtung. Beachten Sie, wie sich die Anzeige verändert, wenn der Triggerpegel über dem obersten Abschnitt des Signals positioniert wird. Belassen Sie den Triggerpegel in diesem ungetriggerten Zustand.

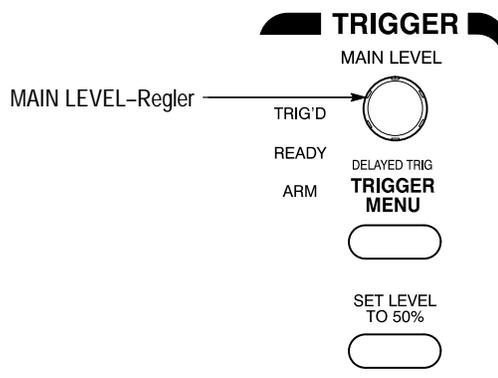


Abbildung 2-7: TRIGGER-Bedienungselemente

2. Drücken Sie **AUTOSET** (siehe Abbildung 2-8), und beobachten Sie die Anzeige des stabilisierten Signals.

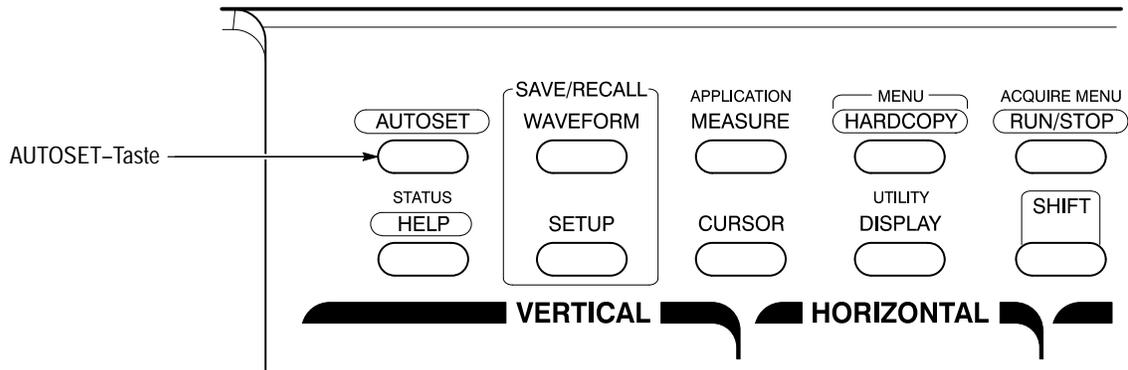


Abbildung 2-8: Position der AUTOSET-Taste

Abbildung 2-9 zeigt, wie die Anzeige aussieht, nachdem die AUTOSET-Taste gedrückt wurde. Falls erforderlich, kann das Signal nun mit den Reglern, die weiter vorne in diesem Beispiel erläutert wurden, justiert werden.

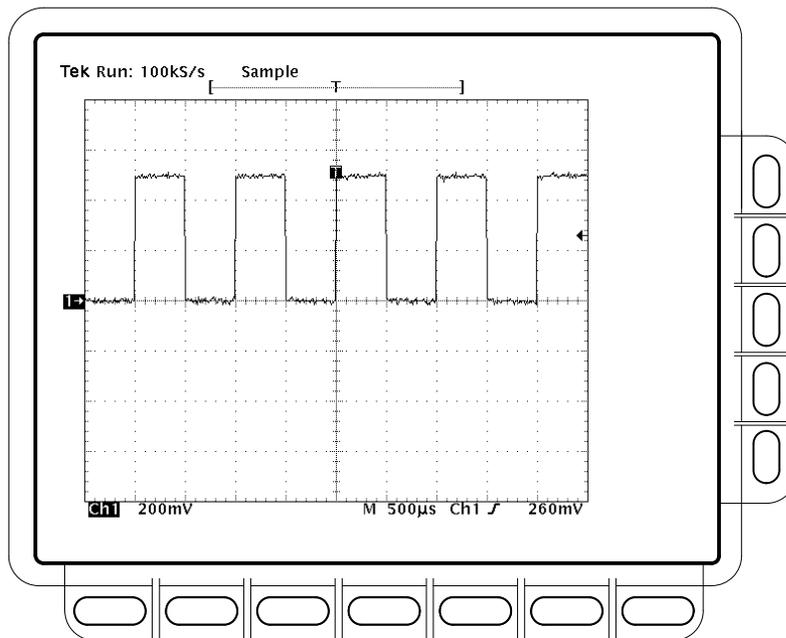


Abbildung 2-9: Die Anzeige, nachdem die Autoset-Taste gedrückt wurde

HINWEIS. Bei Verwendung eines passiven Tastkopfes, z.B. P6139A, sind die Ecken des dargestellten Signals möglicherweise abgerundet oder zugespitzt (siehe Abbildung 2–10). Wenn dies der Fall ist, muß der Tastkopf ggf. kompensiert werden. Siehe Kompensierung passiver Tastköpfe auf Seite 3–4.



Abbildung 2–10: Anzeigesignale, die eine Kompensierung des Tastkopfes erfordern

Beispiel 2: Anzeige von mehrfachen Signalen

Das TDS–Oszilloskop kann bis zu vier Kanäle, drei berechnete Signale und vier Bezugssignale gleichzeitig darstellen. Bei der Durchführung der folgenden Aufgaben lernen Sie, wie mehrere Signale gleichzeitig angezeigt und gesteuert werden.

Hinzufügen eines Signals

Der VERTICAL–Bereich der Frontplatte enthält die Kanalwahltasten CH 1, CH 2, CH 3, CH 4 und MORE (siehe Abbildung 2–11). (Bei einigen Modellen sind CH 3 und CH 4 durch AUX1 und AUX2 ersetzt; siehe *Standardmodell* auf Seite xiv und *Modellspezifische Unterschiede* auf Seite 1–2.)

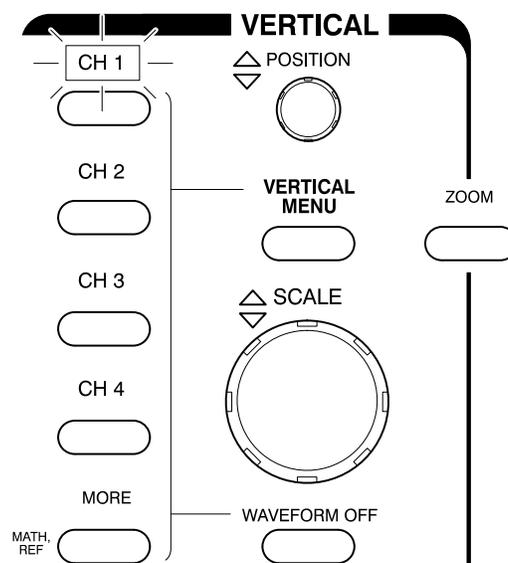


Abbildung 2–11: Die Kanaltasten und -leuchtanzeigen

Hinter der Beschriftung jeder Kanaltaste (CH) befindet sich eine Leuchtanzeige. Auf dieser Abbildung leuchtet die Anzeige CH 1, um zu signalisieren, daß die vertikalen Bedienungselemente zur Justierung von Kanal 1 eingestellt werden. Führen Sie die folgenden Schritte aus, um ein weiteres Signal anzuzeigen:

1. Wenn dieser Schritt nicht als Fortsetzung des vorhergehenden Beispiels durchgeführt wird, sind die Anleitungen im Abschnitt *Einstellung für die Lernbeispiele* auf Seite 2–9 zu beachten.
2. Drücken Sie **SETUP → Recall Factory Setup → OK Confirm Factory Init.**
3. Drücken Sie **AUTOSET.**
4. Drücken Sie **CH 2.**

Auf der Anzeige erscheint eine zweite Signalaufzeichnung, die das über Kanal 2 erfaßte Signal repräsentiert. Da am Eingang für CH 2 keine Verbindung hergestellt wurde, ist dieses Signal eine flache Linie. Die folgenden weiteren wichtigen Aspekte sind zu berücksichtigen:

- Das Kanal–Readout auf der Anzeige zeigt nun die Einstellungen für Ch1 und Ch2.
 - Auf der linken Seite des Rasters befinden sich zwei Kanalanzeigen, die sich gegenseitig überlappen.
 - Die Leuchte oberhalb der CH–2–Taste ist nun eingeschaltet, während die Leuchte der CH–1–Taste erloschen ist. Da mit den Reglern jeweils nur ein Kanal gesteuert werden kann, sind die vertikalen Bedienungselemente nun für die Justierung von Kanal 2 eingestellt.
 - Das Trigger–Readout zeigt weiterhin an, daß Triggerereignisse an Ch1 erfaßt werden. Die Triggerquelle wird durch das Hinzufügen eines Kanals nicht geändert. (Die Triggerquelle kann durch Aufrufen des Triggermenüs mit der TRIGGER–MENU–Taste geändert werden.)
5. Drehen Sie den vertikalen **POSITION**–Regler im Uhrzeigersinn, um das Signal von Kanal 2 auf dem Raster nach oben zu verschieben. Die Kanalanzeige für Kanal 2 wird hierbei ebenfalls verschoben.
 6. Drücken Sie **VERTICAL MENU → Coupling.**

Mit der Taste VERTICAL MENU wird ein Menü angezeigt, mit dem viele vertikale Kanalparameter gesteuert werden können (siehe Abbildung 2–12). Obwohl mehrere Kanäle angezeigt werden können, wird mit dem Vertikalmenü und den Tasten stets nur der gewählte Kanal eingestellt.

Für jedes Menüelement des Vertikalmenüs wird ein seitliches Menü angezeigt. In der folgenden Abbildung ist das Element Coupling des Hauptmenüs markiert, d.h. im seitlichen Menü sind die Kopplungsoptionen

enthalten. Über dem seitlichen Menü wird in der Menübezeichnung der von den Menüoptionen betroffene Kanal angezeigt. Dieser Kanal stimmt stets mit dem Kanal, dessen Taste erleuchtet ist, überein.

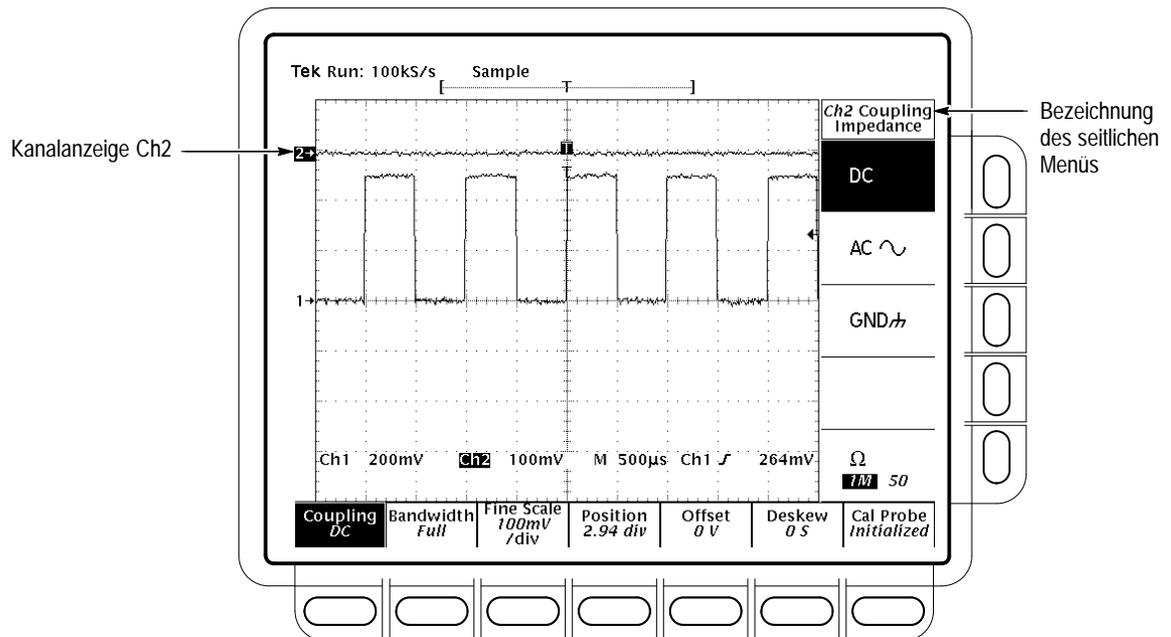


Abbildung 2–12: Das Vertikal-Hauptmenü und das seitliche Kopplungsmenü

7. Drücken Sie Ω , um 50Ω zu wählen. Die Eingangskopplung für Kanal 2 wird nun von $1 M\Omega$ auf 50Ω geändert. Das Kanal-Readout für Kanal 2 (am unteren Rand des Rasters) enthält nun eine Ω -Anzeige.

Zuordnung der Bedienungselemente für einen anderen Kanal

Wenn eine Kanaltaste (CH) gedrückt wird, werden die vertikalen Bedienungselemente diesem Kanal zugeordnet. Wenn das über diesen Kanal angeschlossene Signal nicht bereits angezeigt wird, wird die Kanalanzeige dem Bildschirm hinzugefügt. Machen Sie sich durch Ausführung der folgenden Schritte mit der Zuordnung der Bedienungselemente für verschiedene Kanäle vertraut:

1. Drücken Sie **CH 1**.

Nun ist in der Bezeichnung des seitlichen Menüs Ch1 enthalten (siehe Abbildung 2–13), und die Leuchtanzeige oberhalb der Taste CH 1 leuchtet. Das markierte Menüelement des seitlichen Menüs wurde von der für Kanal 2 konfigurierten Einstellung 50Ω in die für Kanal 1 konfigurierte Impedanzeinstellung $1 M\Omega$ geändert.

2. Drücken Sie **CH 2** → Ω , um $1 M\Omega$ zu wählen. Dadurch wird die Kopplungsimpedanz von Kanal 2 in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt.

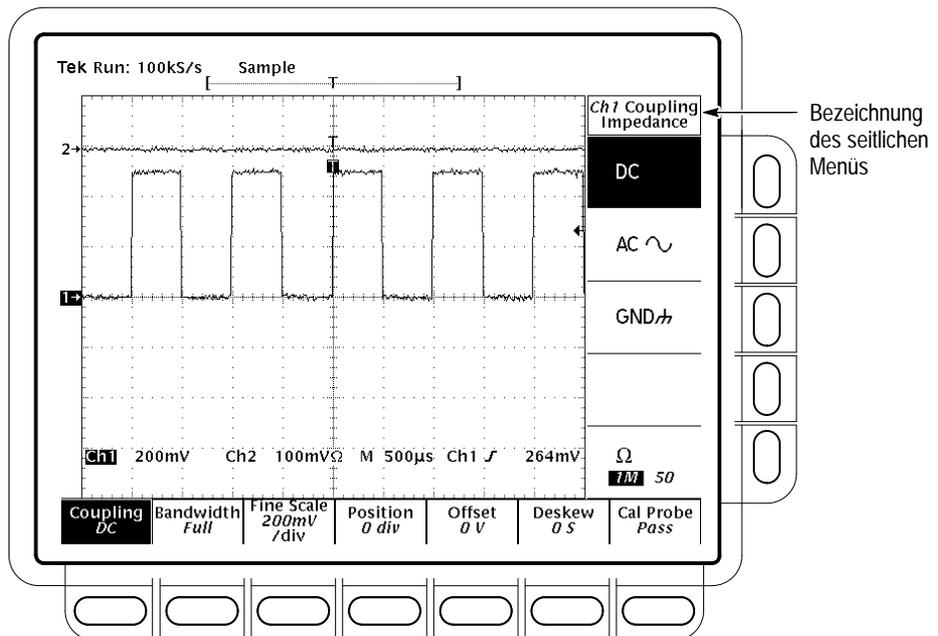


Abbildung 2–13: Die Menüs nach dem Umschalten der Kanäle

Entfernen eines Signals

Mit der Taste WAVEFORM OFF wird das Signal des gewählten Kanals entfernt. Ist das Signal nicht bereits gewählt, wird der entsprechende Kanal mit der Kanaltaste (CH) aktiviert.

1. Drücken Sie **WAVEFORM OFF** (unterhalb des vertikalen **SCALE**-Reglers).

Da CH 2 aufleuchtete, als die Taste WAVEFORM OFF gedrückt wurde, wurde das Signal von Kanal 2 entfernt.

Nun ist Kanal (CH) 1 erleuchtet. Dies ist jetzt der gewählte Kanal. Nachdem das letzte Signal entfernt wird, erlöschen alle CH-Leuchtanzeigen.

2. Drücken Sie **WAVEFORM OFF** erneut, um das Signal von Kanal 1 zu entfernen.

Beispiel 3: Automatische Messungen

Das TDS-Oszilloskop kann viele Signalparameter automatisch messen und die Ergebnisse auf dem Bildschirm anzeigen. In den folgenden Schritten wird erläutert, wie das Oszilloskop für die Durchführung automatischer Signalmessungen eingestellt wird.

Automatische Anzeige von Messungen

Die Signalanzeige muß stabilisiert sein, bevor das automatische Meßsystem angewandt werden kann. Außerdem muß das Signal alle Segmente enthalten, die für die gewünschte Messung erforderlich sind. Beispiel: Die Messung der Anstiegszeit erfordert mindestens eine steigende Flanke, und eine Frequenzmessung erfordert mindestens einen vollständigen Zyklus. Automatische Messungen werden wie folgt durchgeführt:

1. Wenn dieser Schritt nicht als Fortsetzung des vorhergehenden Beispiels durchgeführt wird, sind die Anleitungen im Abschnitt *Einstellung für die Lernbeispiele* auf Seite 2–9 zu beachten.
2. Drücken Sie **SETUP** → **Recall Factory Setup** → **OK Confirm Factory Init**.
3. Drücken Sie **AUTOSET**.
4. Drücken Sie **MEASURE**, um das Meßhauptmenü anzuzeigen (siehe Abbildung 2–14).
5. Sofern das Menü **Select Measrmnt** nicht bereits gewählt ist, drücken Sie diese Taste. Das Readout dieses Menüs zeigt an, an welchem Kanal die Messung vorgenommen wird. Alle automatischen Messungen werden am gewählten Kanal vorgenommen.

Im seitlichen Menü “Select Measurement” sind einige der verfügbaren Meßarten aufgelistet, die an Signalen durchgeführt werden können; maximal können gleichzeitig vier Messungen vorgenommen und angezeigt werden. Wenn die Taste neben dem Menüelement **–more–** gedrückt wird, werden die weiteren Meßoptionen angezeigt.



6. Drücken Sie **Frequency**. Wenn das Menüelement **Frequency** nicht sichtbar ist, drücken Sie wiederholt **–more–**, bis es auf der Anzeige erscheint. Drücken Sie anschließend **Frequency**.

Beachten Sie, daß die Frequenzmessung auf der rechten Seite des Rasterbereichs dargestellt wird. Das Meßwert–Readout enthält die Bezeichnung **Ch1**, d.h. daß die Messung am Signal von Kanal 1 vorgenommen wird. (Zur Durchführung einer Messung an einem anderen Kanal muß der entsprechende Kanal und anschließend die Messung gewählt werden.)

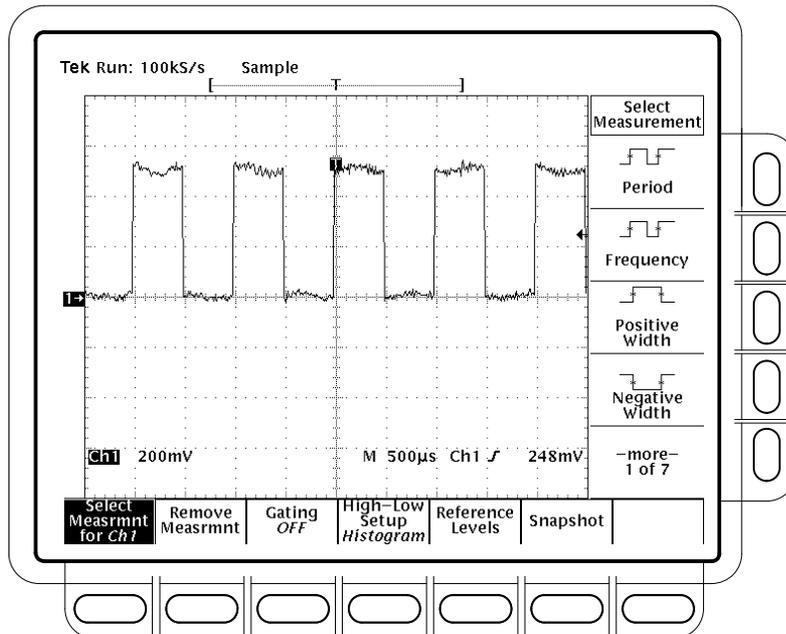


Abbildung 2-14: Measure-Hauptmenü und seitliches Menü "Select Measurement"



7. Drücken Sie **Positive Width** → **-more-** → **Rise Time** → **Positive Duty Cycle**.

Alle vier Messungen werden angezeigt. Zu diesem Zeitpunkt verdecken sie einen Teil des Rasterbereichs einschließlich der angezeigten Signale.

8. Durch Drücken der Taste **CLEAR MENU** werden die Readoutwerte außerhalb des Rasterbereichs angezeigt (siehe Abbildung 2-15).

Entfernen von Readoutwerten

Signale, die nicht länger benötigt werden, können mit dem Measure-Menü entfernt werden. Die folgenden Schritte beschreiben, wie ein einzelner Meßwert entfernt wird (Meßwerte können auch gruppenweise entfernt werden):

1. Drücken Sie **MEASURE** → **Remove Measrmt** → **Measurement 1**, **Measurement 2** und **Measurement 4**, um diese Meßwerte zu entfernen. Belassen Sie den Meßwert der Anstiegszeit auf der Anzeige.

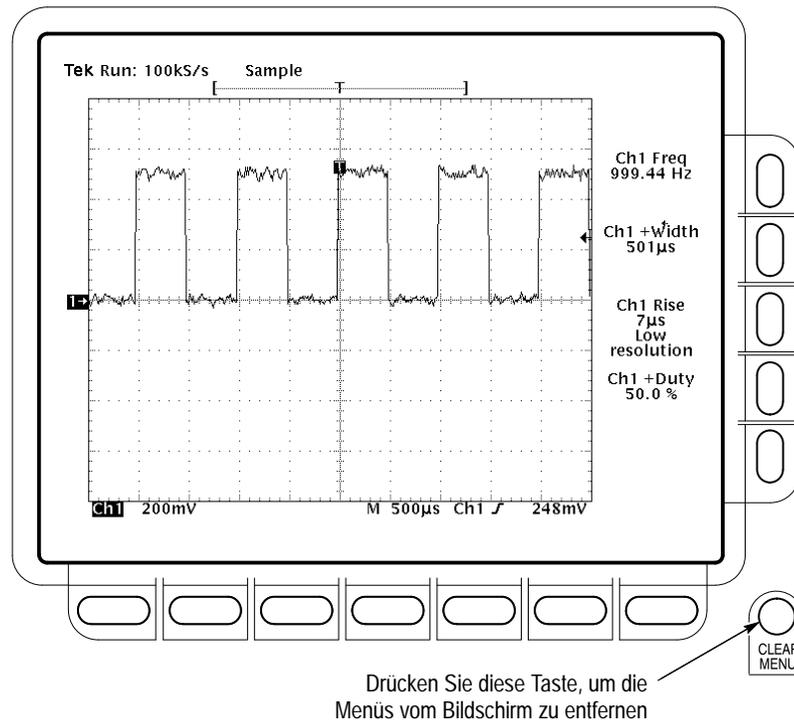


Abbildung 2–15: Vier gleichzeitige Readoutwerte

Änderung der Meßwert-Bezugspegel



Standardmäßig werden vom Meßsystem zur Messung der Anstiegszeit die Signalpegel 10% und 90% verwendet. Diese Werte können in andere Prozentualwerte oder in absolute Spannungspegel geändert werden.

Zur Überprüfung der aktuellen Werte drücken Sie **Reference Levels** → **High Ref**.

Der Allzweck-Regler. Mit diesem (großen) Regler kann nun der obere Bezugspegel eingestellt werden (siehe Abbildung 2–16).

Beachten Sie bitte die folgenden wichtigen Anzeigen auf dem Bildschirm:

- Das Reglersymbol wird am oberen Bildschirmrand angezeigt, um darauf hinzuweisen, daß soeben der Allzweck-Regler zur Justierung eines Parameters eingestellt wurde.
- In der oberen rechten Bildschirmcke ist das Readout des oberen Bezugswertes “High Ref: 90%” dargestellt.
- Das Element “High Ref” des seitlichen Menüs ist markiert, und dessen Wert 90% ist in einem Kästchen dargestellt. Das Kästchen weist darauf hin, daß der Allzweck-Regler zur Justierung eines Parameters eingestellt ist.

Drehen Sie den Allzweck-Regler nach links und nach rechts, und stellen Sie den oberen Pegel auf 80% ein. Somit wird der obere Bezugswert der Messung auf 80% eingestellt.

Tip: Zur schnellen Durchführung von großen Änderungen mit dem Allzweck-Regler drücken Sie die **SHIFT**-Taste, bevor Sie den Regler drehen. Wenn die Anzeigeleuchte oberhalb der **SHIFT**-Taste leuchtet und in der oberen rechten Ecke des Bildschirms die Meldung **Coarse Knobs** erscheint, wird die Geschwindigkeit des Allzweck-Reglers bedeutend erhöht.

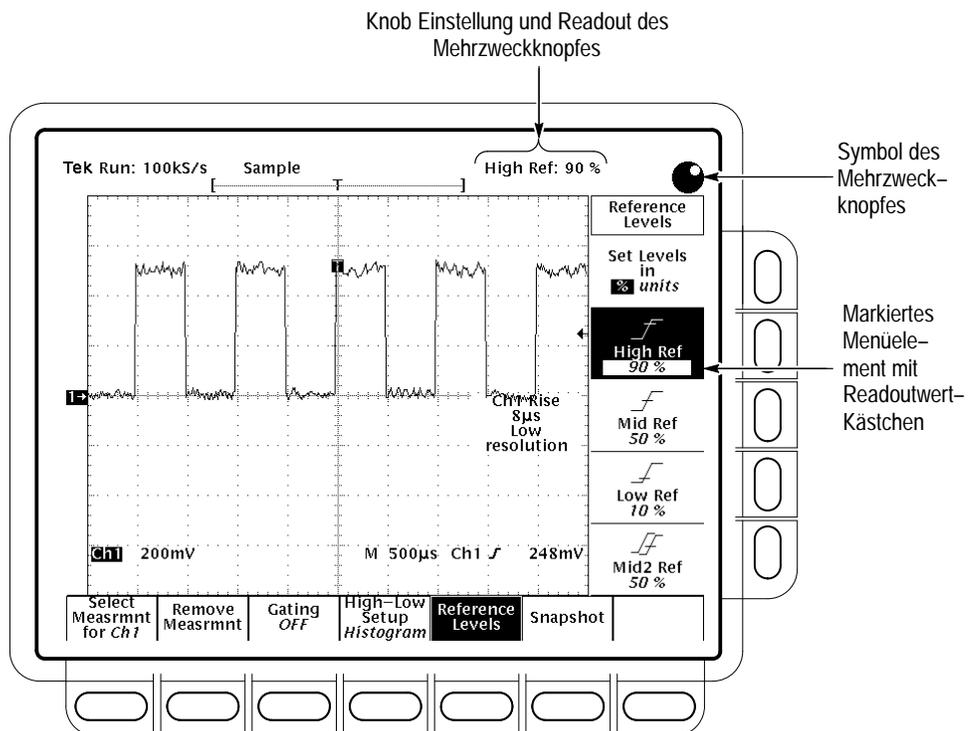


Abbildung 2-16: Anzeigen des Allzweck-Reglers

Die numerische Tastatur. Immer dann, wenn der Allzweck-Regler zur Justierung eines Parameters eingestellt wird, kann ein numerischer Wert nicht nur mit dem Regler, sondern über die Tastatur eingegeben werden. Die Eingabe wird stets durch Drücken der ENTER-Taste (↵) bestätigt.

Die numerische Tastatur enthält auch Multiplikatoren für technische Exponenten, z.B. m für Milli-, M für Mega- und μ für Mikro-. Zur Eingabe dieser Werte muß zuerst die SHIFT-Taste und anschließend der Multiplikator gedrückt werden.



1. Drücken Sie **Low Ref**.

2. Geben Sie auf der numerischen Tastatur **2** und **0** ein, und drücken Sie anschließend die **ENTER**-Taste (↵), um den unteren Meßbezugswert auf 20% einzustellen. Beachten Sie, daß sich die Anstiegszeit verändert hat.
3. Drücken Sie **Remove Measrmnt All Measurements**. Die ursprüngliche Anzeige wird nun wieder dargestellt.

Anzeige einer Momentaufnahme der automatischen Messungen

Im vorherigen Abschnitt wurde erläutert, wie bis zu vier einzelne, automatische Messungen auf dem Bildschirm dargestellt werden können. Darüber hinaus können fast alle automatischen Messungen des seitlichen Menüs "Select Measrmnts" in Form eines Pop-up-Fensters angezeigt werden. Diese Momentaufnahme der Messungen bezieht sich auf das jeweils mit den Kanalwahltasten gewählte Signal.

Wie bei der Anzeige einzelner Messungen ist auch hier eine stabilisierte Signalanzeige erforderlich. Außerdem muß das Signal alle Segmente enthalten, die für die gewünschte Messung erforderlich sind.

1. Drücken Sie **Snapshot**, um eine Momentaufnahme aller verfügbaren einzelnen Signalmessungen darzustellen (siehe Abbildung 2-17).

Die Momentaufnahme enthält die Bezeichnung Ch1, d.h., die angezeigten Messungen werden am Signal von Kanal 1 durchgeführt. Zur Erstellung einer Momentaufnahme eines Signals, das an einen anderen Kanal angeschlossen ist, muß der entsprechende Kanal zuerst mit den Kanalwahltasten gewählt werden.

Die in der Momentaufnahme dargestellten Meßwerte werden nicht kontinuierlich aktualisiert, sondern stellen vielmehr eine momentane Erfassung aller Meßwerte dar, die erst mit einer neuen Momentaufnahme aktualisiert werden.

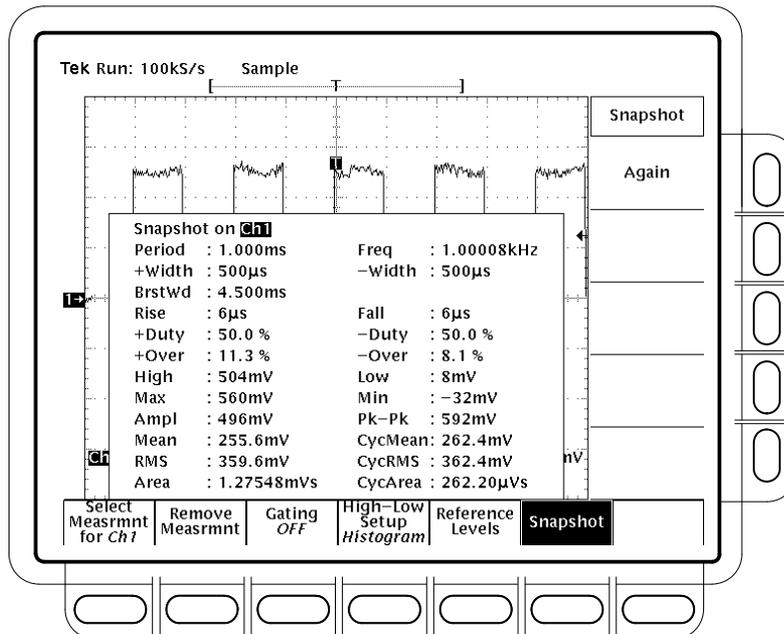


Abbildung 2-17: Momentaufnahme von Kanal 1

2. Drücken Sie **Again**, um eine weitere Momentaufnahme zu erhalten. Die enthaltenen Meßwerte sind nun aktualisiert.
3. Drücken Sie **Remove Measrmt**, um die Anzeige der Momentaufnahme auszublenden. (Alternativ hierzu kann auch **CLEAR MENU** gedrückt werden. In diesem Fall wird jedoch eine neue Momentaufnahme gemacht, wenn das Meßmenü erneut angezeigt wird.)

Beispiel 4: Speichern von Einstellungen

Das TDS-Oszilloskop kann die Einstellungen der Bedienelemente speichern und zu einem späteren Zeitpunkt schnell wieder aufrufen. Es enthält zehn Speicherbereiche, in denen bis zu zehn Einstellungen abgelegt werden können. Ferner enthält es ein Dateisystem, so daß Einstellungen auch auf einer Diskette gespeichert werden können. Im folgenden Abschnitt lernen Sie, wie eine Einstellung gespeichert und anschließend wieder aufgerufen wird.

HINWEIS. *Mit dem Oszilloskop können nicht nur mehrere vollständige Einstellungen, sondern auch alle Parametereinstellungen beim Ausschalten des Gerätes gespeichert werden. Somit muß das Gerät lediglich wieder eingeschaltet werden, um die Messungen an der zuletzt bearbeiteten Stelle fortzusetzen, ohne die beim Ausschalten vorhandene Einstellung neu zu konfigurieren.*

Speichern einer Einstellung

Zuerst muß die zu speichernde Geräteeinstellung erstellt werden. Die nächsten Schritte befassen sich mit der Erstellung und Speicherung einer Einstellung, die aufgrund ihrer Komplexität nicht jedesmal neu erstellt werden soll:

1. Wenn dieser Schritt nicht als Fortsetzung des vorhergehenden Beispiels durchgeführt wird, sind die Anleitungen im Abschnitt *Einstellung für die Lernbeispiele* auf Seite 2–9 zu beachten.
2. Drücken Sie **SETUP** → **Recall Factory Setup** → **OK Confirm Factory Init**.
3. Drücken Sie → **AUTOSET**.
4. Drücken Sie **MEASURE** → **Select Measrmt** → **Frequency**. (Wenn die Option **Frequency** nicht im seitlichen Menü sichtbar ist, drücken Sie **–more–** im seitlichen Menü.)
5. Drücken Sie **CH 2CLEAR MENU**.
6. Drücken Sie **SAVE/RECALL SETUP** → **Save Current Setup**, um das Einstellungshauptmenü (Setup) anzuzeigen (siehe Abbildung 2–18).





VORSICHT. Die Einstellungsadressen im seitlichen Menü sind mit der Bezeichnung *user* gekennzeichnet, wenn sie eine gespeicherte Einstellung enthalten. Wenn sie keine gespeicherte Einstellung enthalten, tragen sie die Bezeichnung *factory*. Um zu verhindern, daß eine gespeicherte Einstellung überschrieben (und somit permanent gelöscht) wird, empfiehlt es sich, eine Speicheradresse mit der Bezeichnung *factory* zu wählen. (Diese Adressen enthalten die werksseitige Einstellung als Vorgabe und können zum Speichern von aktuellen Einstellungs-konfigurationen verwendet werden, ohne daß bereits gespeicherte Einstellungen überschrieben werden.)

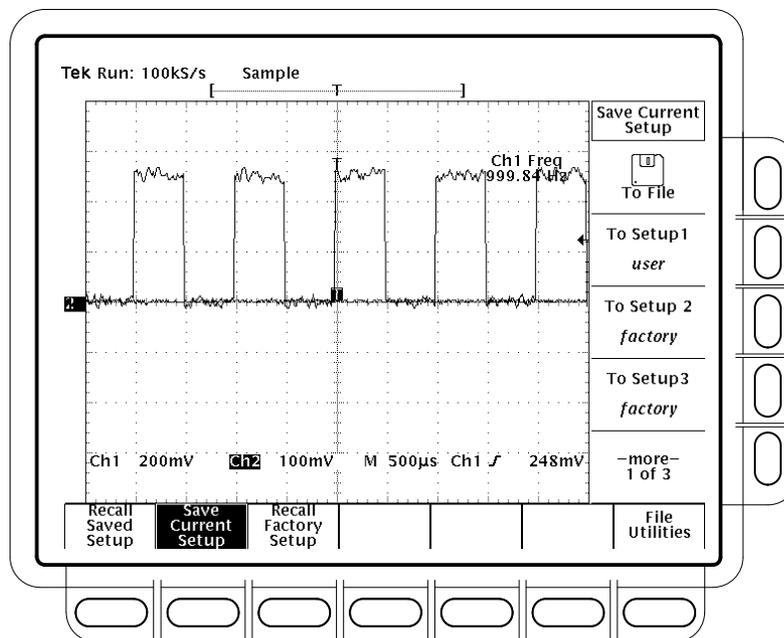


Abbildung 2-18: Speichern/Aufrufen eines Einstellungsmenüs

7. Drücken Sie eine der Tasten **To Setup** des seitlichen Menüs, um die aktuellen Geräteeinstellungen unter der entsprechenden Einstellungsadresse zu speichern. Notieren Sie die Einstellungsadresse für den späteren Gebrauch.

Alle Einstellungsadressen können nicht gleichzeitig im seitlichen Menü angezeigt werden. Wählen Sie das Element *-more-*, um die restlichen Einstellungsadressen anzuzeigen.

Nach dem Speichern kann die Einstellung verändert werden, da sie jederzeit durch Aufruf der gespeicherten Werte wieder in ihrer ursprünglichen Konfiguration angezeigt werden kann.



8. Drücken Sie **MEASURE** → **Positive Width**, um diese Messung der Anzeige hinzuzufügen.

Aufruf einer Einstellung

Drücken Sie **SAVE/RECALL SETUP** → **Recall Saved Setup** → **Recall Setup**, um die Einstellung von der im vorausgehenden Beispiel verwendeten Einstellungsadresse abzurufen. Die Messung der positiven Breite ist nun ausgeblendet, da sie erst nach dem Speichern der Einstellung gewählt wurde.

Mit diesem Schritt sind die Lernbeispiele abgeschlossen. Die Vorgabeeinstellungen können durch Drücken der folgenden Tasten aufgerufen werden: **SETUP** → **Recall Factory Setup** → **OK Confirm Factory Init**.

Referenzteil

Übersicht

Dieses Kapitel beschreibt ausführlich, wie Sie die für die Messung, das Testen, die Verarbeitung, Sicherung und Dokumentierung Ihrer Signale erforderlichen Funktionen ausführen. Drei Abschnitte erläutern die Grundfunktionen der Erfassung, stabilen Anzeige und Messung von Signalen:

- Erfassen und Anzeigen von Signalen
- Triggerung auf Signale
- Messen von Signalen

Wenn Sie Signale erfaßt und gemessen haben, können Sie sie oder die Steuerungseinstellungen, die Sie für die Erfassung und Messung verwendet haben, speichern oder wiederherstellen. Sie können auch den Anzeigebildschirm zusammen mit Informationen zu den Signalen und Einstellungen sichern, um sie in die Dokumente einzufügen, die Sie mit Ihrem DTP-System erstellen. Sie können die Signale aber auch digital verarbeiten (addieren, multiplizieren oder dividieren, integrieren, differenzieren oder eine schnelle Fourier-Transformation von ihnen erstellen). Damit befassen sich die beiden folgenden Abschnitte:

- Speichern von Signalen und Einstellungen
- Verwenden der Funktionen für höhere Anwendungen

Wenn Sie sich bei der Ausführung einer dieser Funktionen eine detaillierte Aufstellung der aktuellen Steuerungseinstellungen auf dem Bildschirm anzeigen lassen möchten oder sich die Betriebsinformationen über die Bedienelemente an der Vorderseite und die Menüs lieber anzeigen lassen möchten, als Sie in diesem Handbuch nachzulesen, sehen Sie bitte im folgenden Abschnitt nach:

- Bestimmung des Status und Zugriff auf Hilfefunktion

Die aufgeführten Abschnitte enthalten Anweisungen, die Sie befolgen müssen, um die in der Abschnittsüberschrift definierten Schritte auszuführen. Informieren Sie sich jedoch zunächst über die *Konventionen* auf Seite xiv des *Vorworts*.

Jeder aufgeführte Abschnitt enthält weitere grundlegende Funktionen und Abschnitte. Nachfolgend eine Liste dieser Funktionen.

Erfassen und Anzeigen von Signalen	Koppeln von Signalen an das Oszilloskop	3–3
	Automatische Einstellung: Autoset und Zurücksetzen	3–6
	Auswählen der Kanäle	3–9
	Skalieren und Positionieren von Signalen	3–11
	Auswählen eines Erfassungsmodus	3–19
	Anpassen der Anzeige	3–33
	Anpassen der Anzeigefarben	3–38
	Zoomen von Signalen	3–43
	Verwenden des Erfassungsmodus InstaVu™ (nur bei Modellen TDS 600B und 700A)	3–50
	Verwenden von FastFrame™ (Nur für Modelle TDS 500B und 700A)	3–53
Triggerung auf Signale	Der Begriff der Triggerung	3–57
	Triggerung von der Frontplatte aus	3–62
	Triggerung auf eine Signalflanke	3–67
	Triggerung auf logischer Basis	3–71
	Triggern auf Impulse	3–82
	Verzögerte Triggerung	3–95
Messen von Signalen	Durchführen von automatischen Messungen	3–101
	Durchführen von Cursor-Messungen	3–114
	Durchführen von Rastermessungen	3–120
	Optimieren der Meßgenauigkeit: Signalwegkompensierung und Tastkopfkalibrierung	3–121
Speichern von Signalen und Einstellungen	Speichern und Abrufen von Einstellungen	3–131
	Speichern und Abrufen von Signalen	3–134
	Verwalten des Dateisystems	3–138
	Druckausgabe	3–143
	Kommunikation mit entfernten Instrumenten	3–153
Bestimmen des Status und Zugreifen auf Hilfefunktion	Anzeigen des Status	3–157
	Anzeigen des Info – Bildschirms	3–157
	Anzeigen der Hilfe	3–159
Verwenden der Funktionen für höhere Anwendungen	Grenzbereichsprüfungen	3–161
	Signalberechnung	3–166
	Schnelle Fourier-Transformationen	3–169
	Differenzieren von Signalen	3–188
	Integrieren von Signalen	3–193

Erfassen und Anzeigen von Signalen

Wenn Sie das TDS-Oszilloskop für die Messung oder Überwachung von Signalen verwenden möchten, müssen Sie zunächst wissen, wie diese Signale ordnungsgemäß erfaßt, ausgewählt und angezeigt werden. Dazu beschreibt dieser Abschnitt die folgenden Verfahren:

- Koppeln von Signalen an die Kanäle des Oszilloskops
- Ein- und Abschalten der Anzeige von Kanälen
- Skalieren und Positionieren des ausgewählten Kanals auf dem Bildschirm
- Verwenden der Menüs für die Einstellung der Vertikal- (Kopplung, Offset, Bandbreite) und Horizontal- (Zeitbasis, aufgez. Abtastpunkte usw.) Parameter

Dieser Abschnitt beschreibt außerdem, wie Sie einen geeigneten Modus für die Erfassung der Signale auswählen, wie Sie die Anzeige (einschließlich der Farbe der Anzeigeelemente) an Ihre Bedürfnisse anpassen und wie Sie die Funktionen Zoom, FastFrame und InstaVu verwenden können.

Koppeln von Signalen an das Oszilloskop

Tektronix stellt eine Vielzahl von Tastköpfen und Kabeln her, die für die Kopplung verschiedener Signale an die Eingangskanäle dieses Gerätes geeignet sind. Dieser Unterabschnitt umfaßt zwei Themen, die bei der Kopplung von Bedeutung sind: *Tastkopfkompensierung und Eingangsimpedanz*.

Wenn Ihr Oszilloskop mit einem Tastkopf geliefert wird, verwenden Sie diesen für die Universalkopplung von Signalen mit dem Oszilloskop. Eine Liste weiterer Tastköpfe finden Sie unter *Als Zubehör erhältliche Tastköpfe* auf Seite A-6.

Die Modelle TDS 680B, 684B und 784A werden ohne Tastköpfe ausgeliefert. Tektronix empfiehlt, die aktiven Tastköpfe vom Typ P6245 zu verwenden, um die höhere Bandbreite dieser Modelle auszunutzen.

Die Modelle TDS 500B, 600B und 700A werden mit Universaltastköpfen ausgeliefert — entweder dem Modell P6139A oder dem Modell P6243, je nach Modell des Oszilloskops. Eine Aufstellung der standardmäßigen Zubehör-Tastköpfe und Mengen für diese Oszilloskope finden Sie unter *Standard-Zubehör* auf Seite A-5.

Tektronix bietet außerdem eine Reihe von BNC-Kabeln und Verbindungssteckern für die Kopplung verschiedener Signalquellen mit den Eingangskanälen.

Wenden Sie sich bitte an Ihren Tektronix-Händler, um eine Liste der Produkte für die Signalkopplung zu erhalten.

Kompensieren von passiven Tastköpfen

Wenn Sie einen passiven Tastkopf verwenden, kompensieren Sie diesen, um eine möglichst verzerrungsfreie Eingabe in das Oszilloskop zu gewährleisten und Fehler bei Hochfrequenzamplituden zu vermeiden (siehe Abbildung 3-1). So kompensieren Sie Ihren Tastkopf:

1. Verbinden Sie den Tastkopf mit der Buchse für das Kompensierungssignal an der Frontplatte. Verbinden Sie den Masseleiter des Tastkopfs mit dem Erdungsanschluß an der Frontplatte.
2. Drücken Sie **AUTOSET**.
3. Drücken Sie **VERTICAL MENU** → **Bandwidth** (Hauptmenü) → **20 Mhz** (seitl. Menü).

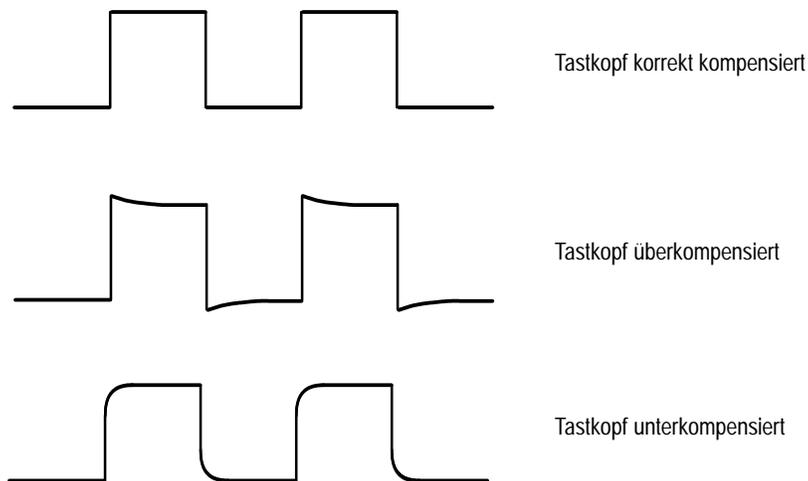


Abbildung 3-1: Einfluß der Tastkopfkompensierung auf Signale

4. Wenn Sie die Eingangsimpedanz verändern müssen, drücken Sie **Coupling** (Hauptmenü). Stellen Sie mit der Option Ω (Hauptmenü) die korrekte Impedanz ein.
5. Nur für Modelle TDS 500B und 700A: Drücken Sie → **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Mode** (Hauptmenü) → **Hi Res** (Hauptmenü).
6. Nur für Modell TDS 600B: Drücken Sie **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Mode** (seitl. Menü) → **Average** (seitl. Menü). Verwenden Sie das Tastenfeld, um Mittelwerte (Averages) auf 5 einzustellen.

7. Justieren Sie den Tastkopf solange, bis ein Rechtecksignal mit absolut flachem Dach angezeigt wird. Abbildung 3–2 zeigt, wo sich die Justiereinrichtung befindet.

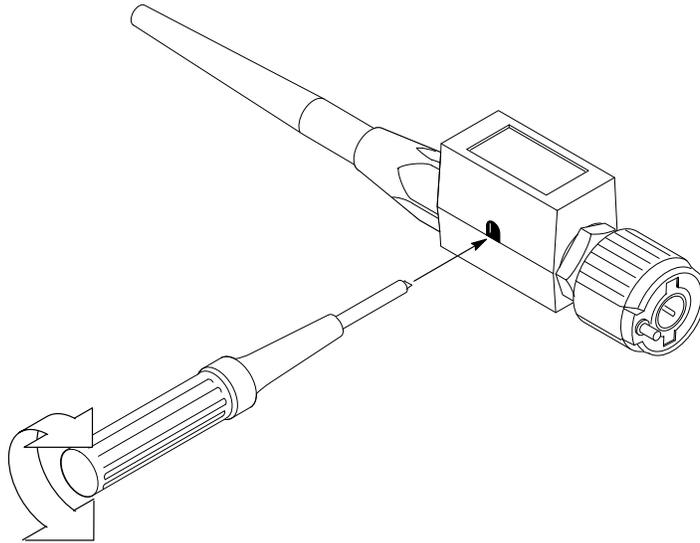


Abbildung 3–2: Justierung des Tastkopfs P6139A

Eingangsimpedanz

Um die ordnungsgemäße Kopplung Ihrer Eingangssignale mit dem Oszilloskop sicherzustellen, sollten Sie die folgenden Punkte beachten, wenn Sie eine 50- Ω -Kopplung mit einem Kanal verwenden:

- Das Oszilloskop zeigt bei ausgewählter Wechselstromkopplung Frequenzen unter 200 kHz nicht genau an.
- Das Oszilloskop verringert die maximale Volt/Div. Einstellung für den Kanal von 10 V auf 1 V (von 100 V auf 10 V, wenn ein Tastkopf vom Typ X10 angeschlossen ist), da die für die höhere Einstellung angemessene Eingangsamplitude den 50- Ω -Eingang überlasten würde.
- Das Oszilloskop schaltet auf 50 Ω um und deaktiviert die Wechselstromkopplung (schaltet die Kopplung auf Gleichstrom um, wenn Wechselstrom ausgewählt ist), wenn Sie einen aktiven Tastkopf, wie zum Beispiel das Modell P6245, anschließen. Bei diesen Tastköpfen wird außerdem die maximale Volt/Div. Einstellung, wie oben beschrieben, auf 10 V verringert. Dies führt zu einer 50- Ω Nicht-Wechselstromkopplung, die für diese Tastköpfe angemessen ist.

HINWEIS. Wenn Sie einen aktiven Tastkopf entfernen, schaltet das Oszilloskop die Kopplung nicht auf $1\text{ M}\Omega$ (oder in Wechselstrom, wenn dies zuvor ausgewählt war) zurück. Auch die durch die $50\text{-}\Omega$ -Auswahl beschränkte Volt/Div. Einstellung wird nicht wieder erweitert, wenn Sie die $1\text{-M}\Omega$ -Kopplung wiederherstellen. Im allgemeinen müssen Sie die für Ihre Kopplung geeigneten Werte für Kanalskalierung, Eingangskopplung und Impedanz einstellen. Vergewissern Sie sich, daß Sie für jedes Eingangssignal, das nicht von einem $50\text{-}\Omega$ -System stammt, auf $1\text{ M}\Omega$ umschalten.

Weitere Informationen

Zur Vorgehensweise beim Ändern der Einstellungen für Kopplung und Eingangsimpedanz sehen Sie bitte unter *Ändern der Vertikal-Parameter* auf Seite 3–14 nach.

Eine Aufstellung der verfügbaren Tastköpfe finden Sie unter *Als Zubehör-erhältliche Tastköpfe* auf Seite A–5.

Einen Leitfaden für die Auswahl von Tastköpfen für verschiedene Anwendungsgebiete finden Sie in *Anhang E: Auswahl der Tastköpfe* auf Seite E–1.

Automatische Einstellung: Autoset und Zurücksetzen

Das TDS-Oszilloskop kann automatisch ein stabiles Signal verwertbarer Eingangsgrößen erfassen und anzeigen. Es kann auch auf die werksseitigen Einstellungen zurückgesetzt werden. Dieser Unterabschnitt beschreibt, wie Sie die Funktionen Autoset und Zurücksetzen verwenden können, und führt die nach einem Autoset gültigen Standardeinstellungen auf.

Beim Autoset werden die Steuerelemente an der Frontplatte automatisch anhand der Merkmale des Eingangssignals eingestellt. Das geht schneller und einfacher als die schrittweise Einstellung mit Hilfe des Handbuchs. Mit der Funktion Autoset werden die Steuerelemente in den folgenden Kategorien eingestellt: *Erfassung, Anzeige, Horizontal, Trigger und Vertikal.*

Automatisches Einstellen des Oszilloskops

Gehen Sie wie folgt vor, um das Oszilloskop automatisch einzustellen:

1. Drücken Sie die Kanalauswahltaste (zum Beispiel **CH 1**), die Ihrem Eingangskanal entspricht, um diesen zu aktivieren.
2. Drücken Sie **AUTOSET**.

Wenn Sie die Funktion Autoset verwenden, wenn ein oder mehrere Kanäle angezeigt werden, wählt das Oszilloskop den Kanal mit der kleinsten Ziffer für die Einstellung der Horizontalskala und der Triggerung aus. Vertikal skaliert werden die verwendeten Kanäle einzeln. Wenn Sie die Funktion Autoset verwenden, wenn kein Kanal angezeigt wird, aktiviert das Oszilloskop Kanal 1 (CH 1) und skaliert ihn.

HINWEIS. Die Funktion Autoset kann die vertikale Position verändern, um das Signal angemessen zu positionieren. Der vertikale Offset wird stets auf 0 V eingestellt.

Liste der Autoset-Standardwerte

In Tabelle 3–1 sind die Standardwerte aufgeführt.

Tabelle 3–1: Autoset-Standardwerte

Steuerung	Bei Autoset verändert in
Selected channel	Mit kleinster Zahl bezeichneter, angezeigter Kanal
Acquire Mode	Sample
Acquire Repetitive Signal (TDS 500B and 700A Models Only)	On
Acquire Stop After	ausschließlich nach Drücken der RUN/STOP-Taste
Deskew, Channel/Probe	Unverändert
Display Style	Vectors
Display Intensity — Overall	Wenn 50%, auf 75% einstellen
Display Format	YT
FastFrame (TDS 500B and 700A Models Only)	Off
Horizontal Position	Innerhalb des Rasterfensters zentriert
Horizontal Scale	Signalfrequenzabhängig
Horizontal Time Base	Main Only
Horizontal Record Length	Unverändert
Horizontal Lock	Unverändert
InstaVu Acquisitions (TDS 500B and 700A Models Only)	Unverändert
Limit Test	Off
Trigger Position	Unverändert

Tabelle 3-1: Autoset-Standardwerte (Forts.)

Steuerung	Bei Autoset verändert in
Trigger Type	Edge
Trigger Source	Mit kleinster Zahl bezeichneter, angezeigter Kanal (der angezeigte Kanal)
Trigger Level	Mittel der Daten für Triggerquelle
Trigger Slope	Positive
Trigger Coupling	DC
Trigger Holdoff	Default Holdoff: Einstellung entsprechend 5 horizontaler Skalenteile Einstellbares Holdoff: 250 ns Die Auswahl in den Menüs Mode und Holdoff bestimmt, ob Default Holdoff oder einstellbares Holdoff verwendet wird.
Vertical Scale	Signalpegelabhängig
Vertical Coupling	DC, wenn AC nicht zuvor eingestellt wurde. AC bleibt unverändert.
Vertical Bandwidth	Full
Vertical Offset	0 volts
Zoom	Off

Zurücksetzen des Oszilloskops

Gehen Sie wie folgt vor, um das Oszilloskop auf die Werkseinstellungen zurückzusetzen:

1. Drücken Sie die Taste **SETUP SAVE/RECALL**, um das Menü Setup (siehe Abbildung 3-3) anzeigen zu lassen. Drücken Sie die Taste direkt unterhalb des Menüpunktes **Recall Factory Setup**
2. Drücken Sie die Taste rechts neben dem Seitenmenüpunkt **OK Confirm Factory Init.**
3. Drücken Sie die Taste **SET LEVEL TO 50%** (Frontplatte), um sicherzustellen, daß das Oszilloskop auf das Eingangssignal triggert.

Auswählen von Kanälen

Das TDS-Oszilloskop wendet alle Aktionen, die auf einem *bestimmten* Signal basieren, wie zum Beispiel Messungen oder Änderungen der Vertikal-Steuerungseinstellungen, die es empfängt, auf das *ausgewählte* Signal an. Sie können ein *Kanalsignal*, ein *errechnetes Signal* oder ein *Bezugssignal* auswählen. Dieser Unterabschnitt beschreibt, wie Sie ein Signal auswählen und die Anzeige eines Signals ausschalten können.

Ermitteln des ausgewählten Kanals

Um zu bestimmen, welcher Kanal gegenwärtig ausgewählt ist, prüfen Sie das *Kanal-Readout*. Der ausgewählte Kanal wird in der linken unteren Bildschirm-ecke invertiert angezeigt. Außerdem wird der *Kanalreferenzanzeiger* ebenfalls invertiert an der linken Bildschirmseite angezeigt. (Siehe Abbildung 3-3.)

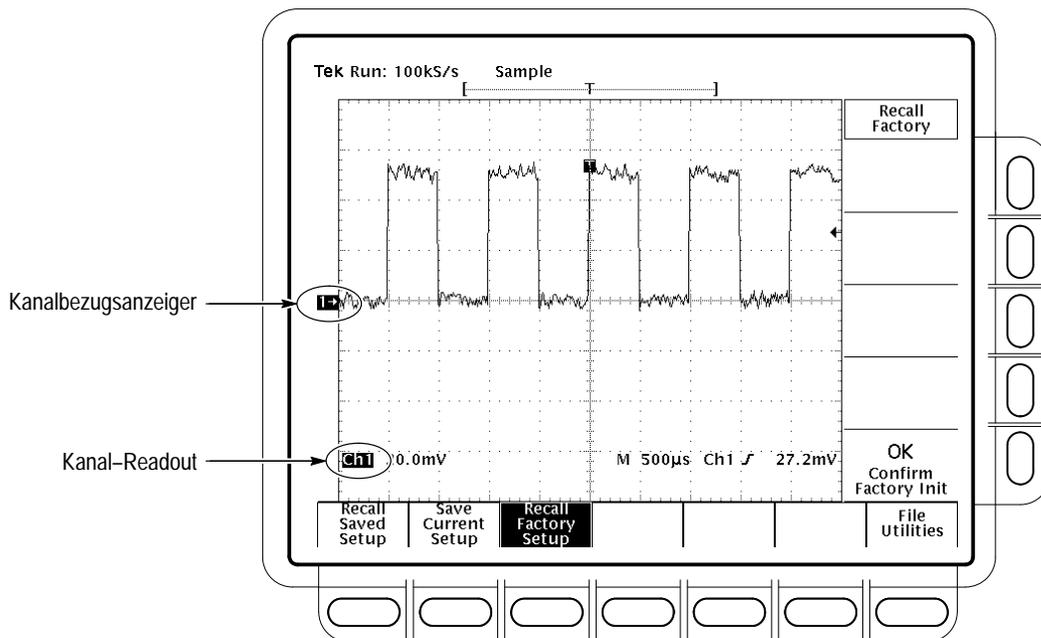


Abbildung 3-3: Kanal-Readout

Auswählen und Entfernen von Signalen

Um einen Kanal auszuwählen, verwenden Sie die *Kanalauswahl*tasten rechts vom Bildschirm. Mit diesen mit **CH 1**, **CH 2**, **CH 3**, **CH 4** und **MORE** beschrifteten Tasten können Sie einen Kanal auswählen und anzeigen, falls er ausgeschaltet ist. (Mit der Taste **MORE** können Sie intern gespeicherte errechnete (*Math*) und Bezugssignale (*Ref*) auswählen, um sie anzuzeigen und zu verändern.) Die Leuchtdiode über der Taste des ausgewählten Kanals zeigt den ausgewählten Kanal an.

Gehen Sie wie folgt vor, um Signale zunächst anzuzeigen und dann von der Anzeige zu entfernen:

1. Drücken Sie **CH 1**, **CH 2**, **CH 3** bzw. **CH 4**, um beliebig viele dieser Kanäle einzuschalten. Der zuletzt eingeschaltete Kanal ist der gewählte Kanal. Bei der Auswahl eines Kanals wird dieser eingeschaltet, wenn er nicht bereits eingeschaltet ist.

Mit den Kanalauswahl-tasten wählen Sie nicht die Triggerquelle aus. Die Triggerquelle wählen Sie im Menü Main Trigger oder im Menü Delayed Trigger aus.

2. Drücken Sie **WAVEFORM OFF**, um die Anzeige des Signals des ausgewählten Kanals auszuschalten. Automatische Messungen dieses Signals werden ebenfalls von der Anzeige entfernt.
3. Um ein erzeugtes errechnetes Signal oder ein gespeichertes Bezugssignal auszuwählen, drücken Sie **MORE**, und wählen Sie das Signal aus dem Menü More aus. Drücken Sie **WAVEFORM OFF**, während die Leuchtdiode über der Taste MORE leuchtet, um die Anzeige des im Menü More gewählten Signals auszuschalten.

Signalpriorität

Wenn Sie die Anzeige eines Signals ausschalten, wählt das Oszilloskop automatisch das Signal mit der nächsthöheren Priorität aus. In Abbildung 3–4 ist die Reihenfolge der Prioritäten dargestellt.

- | | |
|---------------|----------|
| 1. CH1 | 1. MATH1 |
| 2. CH2 | 2. MATH2 |
| 3. CH3 or AX1 | 3. MATH3 |
| 4. CH4 or AX2 | 4. REF1 |
| | 5. REF2 |
| | 6. REF3 |
| | 7. REF4 |

Abbildung 3–4: Auswahlpriorität von Signalen

Beachten Sie, daß in Abbildung 3–4 zwei Reihenfolgen der Priorität gemäß den folgenden Regeln dargestellt sind: Wenn Sie die Anzeige von mehr als einem Signal ausschalten und dabei mit einem Kanalsignal beginnen, werden alle Kanäle ausgeschaltet, bevor zu den unter MORE aufgeführten Signalen

übergegangen wird. Wenn Sie mit den unter MORE aufgeführten Signalen beginnen, wird die Anzeige aller Signale unter MORE vor der der Kanalsignale ausgeschaltet.

Wenn Sie einen Kanal ausschalten, der eine Triggerquelle ist, bleibt er die Triggerquelle, auch wenn das Signal nicht angezeigt wird.

Weitere Informationen

Zur Auswahl von Bezugssignalen lesen Sie bitte nach unter *Speichern und Abrufen von Signalen* auf Seite 3–136.

Zur Auswahl (und Erzeugung) von errechneten Signalen lesen Sie bitte nach unter *Signalberechnung* auf Seite 3–168.

Skalieren und Positionieren von Signalen

Mit dem TDS–Oszilloskop können Sie Signale für die optimale Anzeige auf dem Bildschirm skalieren (vertikale oder horizontale Größe ändern) und positionieren (nach oben, unten, links oder rechts verschieben). (In Abbildung 3–5 sind die Ergebnisse des horizontalen und vertikalen Skalierens und Positionierens dargestellt.) Dieser Abschnitt zeigt Ihnen, wie Sie die horizontale und vertikale Skala, Position und sonstige Parameter, wie zum Beispiel die vertikale Bandbreite und die horizontale Aufzeichnungslänge, schnell prüfen und einstellen können.

Prüfen der Position

Um die Position des Signals auf dem Bildschirm schnell zu erkennen, prüfen Sie die Symbole für *Kanalreferenz* und *Aufzeichnungsausschnitt*. (Siehe Abbildung 3–5.)

Das Symbol für Kanalreferenz am linken Bildschirmrand zeigt bei der Signalaufzeichnung auf Erde, wenn der Offset auf 0V eingestellt ist. Das Oszilloskop staucht oder streckt die Signalanzeige relativ zu diesem Punkt, wenn Sie die Vertikalskala verändern.

Der Aufzeichnungsausschnitt am oberen Bildschirmrand zeigt an, wo sich der Triggerpunkt befindet und welcher Teil des aufgezeichneten Signals angezeigt wird.

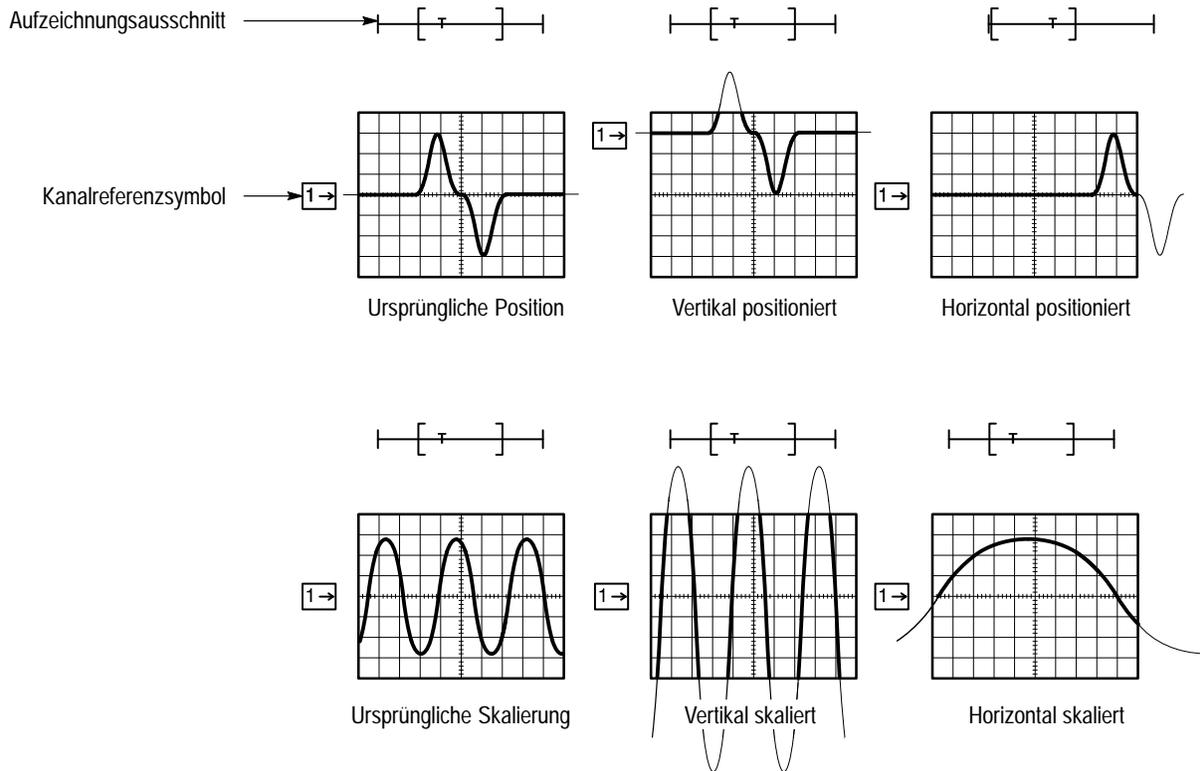


Abbildung 3-5: Skalieren und Positionieren

Prüfen der Vertikalskala

Prüfen Sie den Vertikal-Readout links unten am Bildschirm, um die Volt/Div. Einstellung für den angezeigten Kanal abzulesen (der ausgewählte Kanal wird invertiert angezeigt). (Siehe Abbildung 3-6.)

Ändern der vertikalen Skalierung und Position

An dem TDS-Oszilloskop können Sie die Vertikalskala und die vertikale Position schnell mit Hilfe der entsprechenden Bedienelemente an der Frontplatte verändern. So ändern Sie die Vertikalskala und die vertikale Position:

1. Betätigen Sie den Drehknopf **SCALE** für die vertikale Skala. Beachten Sie, daß nur die Skalierung des ausgewählten Signals verändert wird.

Wenn Sie den Knopf **SCALE** im Uhrzeigersinn drehen, wird der Wert kleiner, was zu einer höheren Auflösung führt, denn Sie sehen einen kleineren Teil des Signals. Wenn Sie ihn gegen den Uhrzeigersinn drehen wird der Wert größer, so daß Sie einen größeren Ausschnitt des Signals mit geringerer Auflösung sehen.

2. Betätigen Sie den Drehknopf **POSITION** für die vertikale Position. Beachten Sie, daß nur die Position des ausgewählten Signals verändert wird.

- Um die Position schneller zu verändern, drücken Sie die **SHIFT**-Taste. Wenn die Leuchtdiode über der **SHIFT**-Taste leuchtet und in der oberen rechten Ecke des Bildschirms **Coarse Knobs** angezeigt wird, können Sie das Signal mit dem Drehknopf **POSITION** schneller positionieren.

Der Drehknopf **POSITION** addiert einfach Skalenteile zum Bezugspunkt des ausgewählten Signals. Durch Addition von Skalenteilen wird das Signal nach oben verschoben, durch Subtraktion nach unten. Sie können die Position des Signals außerdem mit der Option **Offset** im Menü **Vertical** (wird weiter unten in diesem Abschnitt besprochen) verändern.

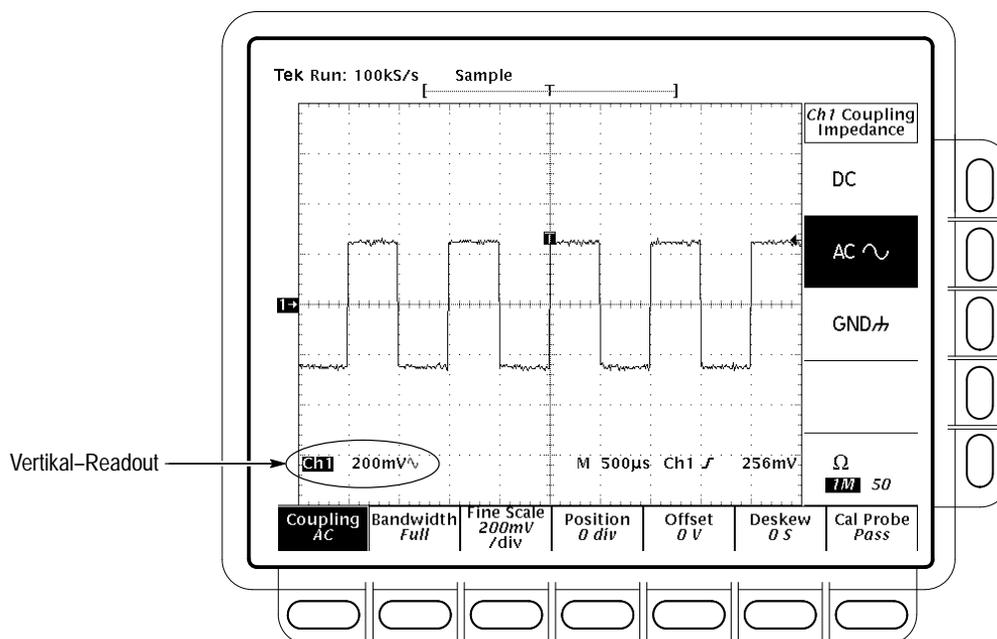


Abbildung 3–6: Vertikal-Readouts und Menü Kanal

Durch Ändern der Vertikalskala können Sie sich auf einen bestimmten Teil eines Signals konzentrieren. Durch Ändern der vertikalen Position können Sie das Signal auf dem Bildschirm nach oben oder unten verschieben. Die Änderung der vertikalen Position ist vor allem dann nützlich, wenn Sie zwei oder mehr Signale miteinander vergleichen.

Ändern der Vertikal-Parameter

Wählen Sie mit Hilfe des *Vertikal-Menüs* (Abbildung 3–6), die Kopplung, Bandbreite und Offset für das gewählte Signal aus. Mit diesem Menü können Sie auch wie mit den Drehknöpfen die Position und Skala numerisch verändern. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

Kopplung. So wählen Sie die Art der Kopplung für die Verbindung des Eingangssignals mit der Vertikaldämpfung für den gewählten Kanal aus und stellen die Eingangsimpedanz ein:

Drücken Sie **VERTICAL MENU** → **Coupling** (Hauptmenü) → **DC, AC, GND**, oder Ω (seitl. Menü).

- DC
 - Bei **DC** werden sowohl die Wechselstrom- als auch die Gleichstromkomponenten des Eingangssignals angezeigt.
- AC 
 - Bei **AC** werden nur die alternierenden Komponenten des Eingangssignals angezeigt.
- GND 
 - Bei **GND** (Erde) wird das Eingangssignal von der Erfassung getrennt.
- Ω
 - Für die Eingangsimpedanz können Sie entweder $1\text{ M}\Omega$ oder $50\ \Omega$ wählen.

HINWEIS. Wenn Sie die $50\text{-}\Omega$ -Impedanz mit Wechselstromkopplung wählen, werden Frequenzen unter 200 kHz nicht exakt angezeigt.

Außerdem wird die Eingangsimpedanz automatisch auf $50\ \Omega$ eingestellt, wenn Sie einen aktiven Tastkopf an das Oszilloskop (etwa das Modell P6245) anschließen. Wenn Sie danach einen passiven Tastkopf anschließen (etwa das Modell P6139A), müssen Sie die Eingangsimpedanz wieder auf $1\text{ M}\Omega$ einstellen.

Die maximale Volt/Div. Einstellung wird von 10 V auf 1 V verringert, wenn Sie eine Impedanz von $50\ \Omega$ wählen. Siehe Eingangsimpedanz auf Seite 3–5.

Bandbreite. Der Begriff *Bandbreite* bezieht sich auf den Frequenzbereich, den ein Oszilloskop exakt erfassen und anzeigen kann (d. h. mit einer Dämpfung von weniger als 3 dB). Wenn Sie die Obergrenze für Hochfrequenzkomponenten beschränken, indem Sie **250 MHz** oder **20 Mhz** wählen, wird das Symbol B_W im unteren Teil des Bildschirms angezeigt. So ändern Sie die Bandbreite für den ausgewählten Kanal:

Drücken Sie **VERTICAL MENU** → **Bandwidth** (Hauptmenü) → **Full, 250 MHz** oder **20 MHz**(seitl. Menü).

Feineinstellung. Für die Feineinstellung der Vertikalskala drücken Sie **VERTICAL MENU → Fine Scale** (Hauptmenü), und verwenden Sie den Mehrzweckknopf oder das Tastenfeld.

Position. Um die vertikale Position um eine bestimmte Anzahl von Skalenteilen zu verändern, drücken Sie **VERTICAL MENU → Position** (Hauptmenü), und verwenden Sie den Mehrzweckknopf oder das Tastenfeld, um den Offset-Wert einzustellen. Drücken Sie **Set to 0 divs** (seitl. Menü), wenn Sie den Bezugspunkt für das ausgewählte Signal auf die Bildschirmmitte zurücksetzen möchten.

Offset. Verwenden Sie Offset, um vor der Untersuchung eines Signals Gleichstrom-Vorspannung zu subtrahieren. Beispiel: Sie möchten eine schwache Restwelligkeit (z. B. 100 mV) an einem Stromversorgungsausgang (z. B. +15 V) anzeigen. Stellen Sie den Offset ein, um die Anzeige der Restwelligkeit auf dem Bildschirm zu halten, und stellen Sie die vertikale Skala empfindlich genug ein, um die Restwelligkeit möglichst gut anzeigen zu lassen.

Um den Offset einzustellen, drücken Sie **VERTICAL MENU → Offset** (Hauptmenü). Stellen Sie dann mit Hilfe des Mehrzweckknopfs oder des Tastenfeldes den vertikalen Offset ein. Drücken Sie **Set to 0 V** (seitl. Menü), wenn Sie den Offset auf Null zurücksetzen möchten.

Prüfen des Horizontalstatus

Prüfen Sie den *Aufzeichnungsausschnitt*, um die Größe und Position des Signalaufzeichnung sowie die relative Position des Triggers zur Anzeige zu bestimmen. (Siehe Abbildung 3-7.)

Prüfen Sie mit Hilfe des Zeitbasis-Readouts am unteren Bildschirmrand die Zeit/Div.-Einstellungen und die verwendete Zeitbasis (Haupt- oder verzögert). (Siehe Abbildung 3-7. Siehe auch Abbildung 3-5 auf Seite 3-12.) Da alle eingehenden Signale dieselbe Zeitbasis verwenden, zeigt das Oszilloskop für alle aktiven Kanäle nur eine Zeitbasis und eine Zeit/Div Einstellung an.

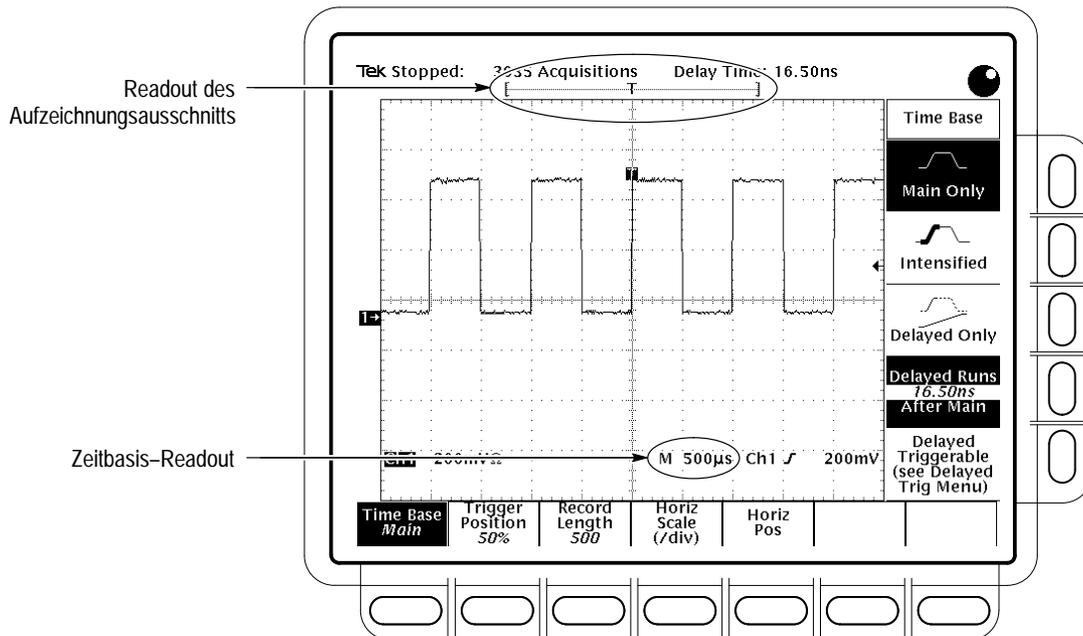


Abbildung 3–7: Aufzeichnungsausschnitt und Zeitbasis-Readouts

Ändern der horizontalen Skalierung und Position

Bei dem TDS-Oszilloskop können die horizontale Position und Skalierung mit Hilfe der Drehknöpfe an der Frontplatte eingestellt werden.

Durch Ändern der horizontalen Skalierung können Sie das Signal nach rechts oder links verschieben, um sich unterschiedliche Teile des Signals anzusehen. Das ist besonders dann von Vorteil, wenn Sie größere Aufzeichnungslängen verwenden und sich nicht das ganze Signal auf dem Bildschirm anzeigen lassen können.

Ändern der horizontalen Skalierung und Position:

1. Drehen Sie an den Drehknöpfen **POSITION** für die horizontale Position und **SCALE** für die Horizontalskala. (Siehe Abbildung 3–8.)
2. Wenn Sie die Position mit dem Drehknopf **POSITION** schneller verändern möchten, drücken Sie die **SHIFT**-Taste. Wenn die Leuchtdiode über der Shift-Taste leuchtet und in der oberen rechten Bildschirmcke **Coarse Knobs** angezeigt wird, können Sie Signale mit dem Drehknopf **POSITION** schneller positionieren.

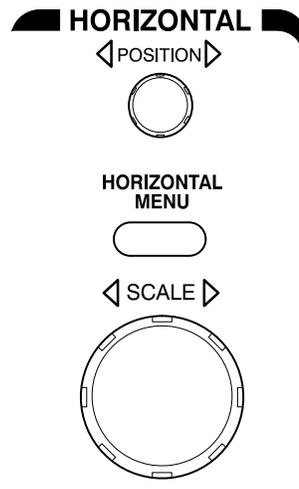


Abbildung 3–8: Horizontalsteuerung

Wenn Sie einen Kanal auswählen, können Sie mit dem Drehknopf **SCALE** für die Horizontalskala alle angezeigten Signale gleichzeitig skalieren. Wenn Sie ein errechnetes oder Bezugssignal auswählen, wird nur dieses Signal skaliert.

Wenn Sie einen Kanal auswählen, können Sie mit dem Drehknopf **POSITION** für die horizontale Position alle angezeigten Kanal-, Bezugs- und errechneten Signale gleichzeitig positionieren, *wenn* im Menü Zoom die Horizontalverriegelung auf Lock eingestellt ist. Siehe *Zoomen eines Signals* auf Seite 3–43.

Ändern der horizontalen Parameter

Um für ein Signal die Aufzeichnungslänge und Triggerposition auszuwählen, verwenden Sie das *Horizontal-Menü*. Sie können dieses Menü auch anstelle des Drehknopfs verwenden, um die horizontale Position und Skalierung zu ändern. Sie können die verzögerte Zeitbasis (siehe *Verzögerte Triggerung* auf Seite 3–95) oder *Ausschnitte* des Signals auswählen, die Sie sehen möchten (siehe *Verwenden von FastFrame* auf Seite 3–53).

Trigger-Position. Der Triggerpunkt markiert die Zeit Null bei einer Signalaufzeichnung. Alle Aufzeichnungspunkte vor dem Triggerpunkt bilden den Vortriggerungsteil der Signalaufzeichnung. Jeder Aufzeichnungspunkt nach dem Triggerpunkt gehört zum Nachtriggerungsteil. Jegliche Zeitmessungen bei der Signalaufzeichnung werden in Abhängigkeit vom Triggerpunkt vorgenommen. So definieren Sie die Position des Triggerpunktes:

Drücken Sie **HORIZONTAL MENU** → **Trigger Position** (Hauptmenü) → **Set to 10%**, **Set to 50%** oder **Set to 90%**(seitl. Menü), oder ändern Sie den Wert mit Hilfe des Mehrzweckknopfes oder des Tastenfeldes.

Aufzeichnungslänge. Die Anzahl der Punkte, die die Signalaufzeichnung umfaßt, wird durch die Aufzeichnungslänge definiert. So stellen Sie die Aufzeichnungslänge ein:

1. Drücken Sie **HORIZONTAL MENU** → **Record Length** (Hauptmenü). Wählen Sie die gewünschte Aufzeichnungslänge aus dem Seitenmenü. Drücken Sie **–more–**, um sich weitere Auswahlmöglichkeiten anzeigen zu lassen:
 - Alle stellen Standard–Aufzeichnungslängen von 500, 1000, 2500, 5000 und 15000 Punkten zur Verfügung.
 - Für Instrumente, die mit der Option 1M ausgeliefert werden, stellen die Oszilloskope TDS 500B und TDS 700A zusätzliche, erweiterte Aufzeichnungslängen je nach Modell von bis zu 500.000 Punkten zur Verfügung. Welche Aufzeichnungslängen im einzelnen verfügbar sind, entnehmen Sie bitte aus Tabelle A–1 auf Seite A–2. Die Option 1M muß ab Werk eingebaut sein (nicht für die Modelle TDS 600B).

***HINWEIS.** Modelle TDS 500B und TDS 700A: Der hochauflösende Erfassungsmodus Hi Res erfordert einen doppelt so großen Erfassungsspeicher wie andere Erfassungsmodi. Daher beträgt die maximale Aufzeichnungslänge ohne Option 1M 15.000 Punkte und mit der Option 1M 50.000 Punkte. Wenn der Hi Res–Modus eingeschaltet wird, wird die Aufzeichnungslänge automatisch angepaßt, damit das Oszilloskop stets über genügend Speicher verfügt.*

2. Um ein erfaßtes Signal ungeachtet der Aufzeichnungslänge an den sichtbaren Bildschirmbereich anzupassen, drücken Sie **HORIZONTAL MENU** → **Record Length** (Hauptmenü). Dann schalten Sie im Seitenmenü die Option **Fit to Screen** auf **ON**. Damit wird die Signalanzeige automatisch angepaßt, wie Sie es auch manuell tun könnten — der Zoom–Modus wird eingeschaltet, und die Zeit/Div.–Einstellung wird soweit verändert, bis das Signal auf den Bildschirm paßt. Um diese Funktion auszuschalten, schalten Sie **Fit to Screen** auf **OFF**.

Horizontalskala. So verändern Sie die Horizontalskala (Zeit pro Skalenteil) im Menü statt mit Hilfe des Drehknopfes (**HORIZONTAL**) **SCALE**:

Drücken Sie **HORIZONTAL MENU** (Hauptmenü) → **Horiz Scale** → **Main Scale** oder **Delayed Scale** (seitl. Menü), und verändern Sie die Skalenwerte mit Hilfe des Tastenfeldes oder des Drehknopfes.

Horizontale Position. So stellen Sie die horizontale Position im Menü auf bestimmte Werte ein, anstatt den Drehknopf **POSITION** für die horizontale Position zu verwenden:

Drücken Sie **HORIZONTAL MENU** → **Horiz Pos** (Hauptmenü) → **Set to 10%**, **Set to 50%** oder **Set to 90%** (seitl. Menü), um zu bestimmen, wieviel vom Signal links von der Bildschirmmitte angezeigt wird.

Sie können auch festlegen, ob die Änderung der horizontalen Position alle angezeigten Signale oder nur die eingehenden Signale oder nur das ausgewählte Signal betrifft. Der Abschnitt *Zoomen eines Signals* auf Seite 3–43 enthält Informationen zur Einstellung der Horizontalverriegelung.

Auswählen der verzögerten Zeitbasis

Sie können zwischen Hauptzeitbasis und verzögerter Zeitbasis auswählen. Verwenden Sie die Hauptzeitbasis für die meisten Anwendungsgebiete. Verwenden Sie die verzögerte Zeitbasis, wenn Sie eine Erfassung verzögern wollen, damit Ereignisse erfaßt und angezeigt werden, die auf andere Ereignisse folgen. Siehe *Weitere Informationen* unten.

Weitere Informationen

Um die Vorgehensweise bei der Auswahl, Skalierung und Positionierung von Signalen zu erlernen, sehen Sie unter *Beispiel 1: Anzeigen eines Signals* auf Seite 2–14 und *Beispiel 2: Anzeigen mehrerer Signale* auf Seite 2–17 nach.

Um mehr über die Verwendung der Verzögerung bei Signalen zu erfahren, sehen Sie unter *Verzögerte Triggerung* auf Seite 3–95 nach. Um mehr über die Vergrößerung der Signalanzeige zu erfahren, sehen Sie unter *Zoomen von Signalen* auf Seite 3–43 nach.

Auswählen eines Erfassungsmodus

Die TDS–Oszilloskope sind digitale Geräte, die Ihre Signale auf vielfältige Weise erfassen und verarbeiten können. Um Sie bei der Auswahl des besten Modus für Ihre Signalmessung zu unterstützen, beschreibt dieser Abschnitt:

- Wie das Oszilloskop ein Eingangssignal abtastet und digitalisiert
- Welchen Einfluß die verschiedenen Erfassungsmodi (z. B. Interpolation) auf diesen Prozeß haben
- Wie Sie den geeigneten Modus auswählen

Diesen Erläuterungen folgen Verfahrensweisen für die Auswahl der Abtast– und Erfassungsmodi, beginnend mit *Prüfen des Erfassungs–Readouts* auf Seite 3–27.

Abtasten und Digitalisieren

Erfassung ist der Prozeß des Abtastens eines analogen Signals, dessen Digitalisierung, d. h. Umwandlung in digitale Daten, und Zusammenfügung zu einer Signalaufzeichnung. (Siehe Abbildung 3–9.) Das Oszilloskop erstellt eine digitale Darstellung des Eingangssignals, indem es den Spannungspegel des Signals in regelmäßigen Zeitabständen abtastet. Die abgetasteten und digitalisierten Punkte werden zusammen mit den entsprechenden Zeitinformationen im Speicher gesichert. Sie können diese digitale Darstellung des Signals für die Anzeige, für Messungen oder zur weiteren Verarbeitung verwenden.

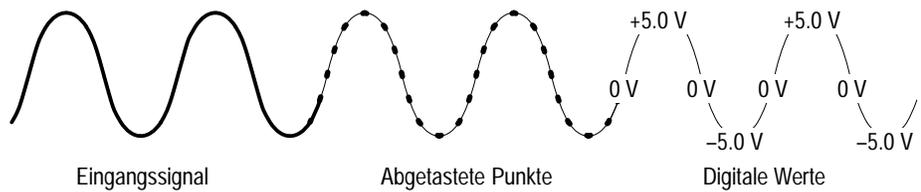


Abbildung 3–9: Erfassung: Analoges Eingangssignal, Abtastung und Digitalisierung

Das verwendet die Abtastungen (siehe Abbildung 3–11), um eine Signalaufzeichnung mit einer vom Benutzer definierten Anzahl von Daten oder Aufzeichnungspunkten zu erstellen. Jeder Aufzeichnungspunkt stellt einen bestimmten Spannungspegel zu einem bestimmten Zeitpunkt nach der Triggerung dar.

Das Oszilloskop kann mehr Abtastungen vornehmen, als Punkte in Ihrer Signalaufzeichnung angezeigt werden. Tatsächlich kann das Oszilloskop für jeden Aufzeichnungspunkt mehrere Abtastungen vornehmen (siehe Abbildung 3–10). Der Digitalisierer kann zusätzliche Abtastungen zur weiteren Verarbeitung verwenden, etwa für die Mittelwertbildung oder Ermittlung von Minimal- und Maximalwerten. Die von Ihnen gewählten Abtastmethoden und Erfassungsmodi bestimmen, wie das Oszilloskop die erfaßten Abtastpunkte zu einer Signalaufzeichnung zusammenfügt.

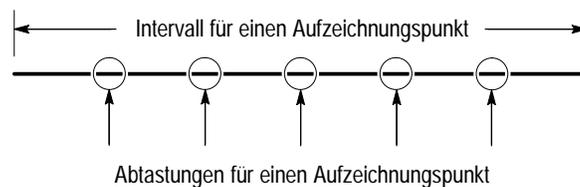


Abbildung 3–10: Mehrere Abtastungen für Aufzeichnungspunkte sind möglich

Echtzeitabtastung

Die beiden wichtigsten Abtastmethoden sind die *Echtzeit-* und die *Äquivalenzzeit-*Abtastung. Die Oszilloskope TDS 600B verwenden nur die Echtzeit-Abtastung, die Modelle TDS 500B und TDS 700A verwenden sowohl die Echtzeit- als auch die Äquivalenzzeit-Abtastung.

Bei der Echtzeit-Abtastung digitalisiert das Oszilloskop alle Punkte, die es nach *einem* Triggerereignis erfasst (siehe Abbildung 3–11). Verwenden Sie die Echtzeit-Abtastung stets für einmalige und sich ändernde Signale.

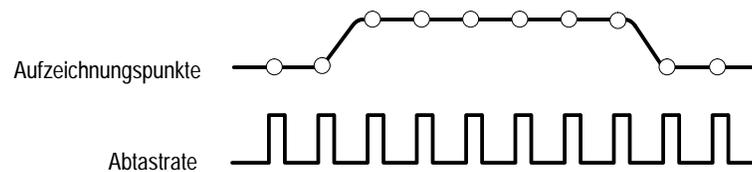


Abbildung 3–11: Echtzeit-Abtastung

Äquivalenzzeit- Abtastung

Ein Oszilloskop vom Typ TDS 500B oder TDS 700A (die Modelle TDS 600B verwenden nur die Echtzeit-Abtastung) verwendet die Äquivalenzzeit-Abtastung, um die Abtastrate über die maximale Echtzeit-Abtastrate hinaus auszudehnen. Dies ist jedoch nur unter den folgenden Bedingungen der Fall:

- Sie müssen im Menü Acquisition “equivalent time” eingeschaltet haben.
- Sie müssen eine Abtastrate eingestellt haben, die zu schnell für das Oszilloskop ist, damit es mit der Echtzeit-Abtastung nicht genügend Abtastungen vornehmen kann, um eine Signalaufzeichnung zu erstellen.

Wenn beide Bedingungen gelten, nimmt das Oszilloskop bei jeder Triggerung einige Abtastungen vor und erhält schließlich genügend Abtastungen, um eine Signalaufzeichnung zu erstellen. Kurz gesagt: Das Oszilloskop führt *mehrere* Erfassungen eines *periodischen* Signals durch, um die für eine Signalaufzeichnung erforderliche Abtastdichte zu erreichen. (Siehe Abbildung 3–12.) Dadurch können Sie mit dem Oszilloskop Signale exakt erfassen, deren Frequenzen die maximale Echtzeit-Bandbreite weit übersteigen. Die Äquivalenzzeit-Abtastung kann nur bei periodischen Signalen verwendet werden.

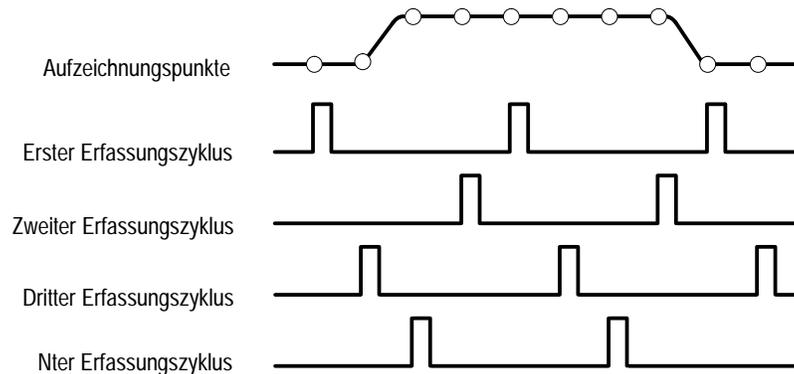


Abbildung 3-12: Äquivalenzzeit-Abtastung

Das Oszilloskop verwendet die *zufällige Äquivalenzzeit-Abtastung*. Es nimmt die Abtastung zwar in zeitlich geordneter Reihenfolge, aber im Hinblick auf den Trigger zufällig vor. Die Abtastung ist zufallsgesteuert, weil der Abtasttakt des Oszilloskops asynchron zu Eingangssignal und Signaltrigger ist. Das Oszilloskop nimmt Abtastungen unabhängig von der Triggerstelle vor und zeigt sie auf der Grundlage des Zeitunterschiedes zwischen Abtastung und Trigger an.

Interpolation

Das Oszilloskop kann zwischen den Abtastpunkten, die es erfasst, interpolieren. Wie bei der Äquivalenzzeit-Abtastung geschieht dies nur, wenn es nicht alle für die Ergänzung der Signalaufzeichnung erforderlichen *echten* Abtastungen vornehmen kann. Beispiel: Die Einstellung der horizontalen Skalierung auf immer schnellere Erfassungsraten führt zu immer kürzeren Zeitabständen für die Signalaufzeichnung. Deshalb muß das Oszilloskop schneller abtasten, um die Abtastpunkte (Aufzeichnungspunkte) zu erfassen, die für die Aufzeichnung erforderlich sind. Schließlich wird das durch die Skaleneinstellung festgelegte Zeitintervall zu kurz, um alle erforderlichen echten Abtastpunkte zu erfassen.

Diese Situation tritt ein, wenn Sie die Horizontalskala auf eine Zeitbasiseinteilung von weniger als 10ns (TDS 600B) einstellen. (Die Einstellung ist bei den Modellen TDS 500B und TDS 700A abhängig von der Anzahl der Kanäle; siehe Tabellen 3-4 und 3-5 ab Seite 3-29.) Das Oszilloskop interpoliert daraufhin, um die Zwischenpunkte in der Signalaufzeichnung zu erzeugen. Es gibt zwei Optionen für die Interpolation: linear oder $\sin(x)/x$. (Die Modelle TDS 500B und TDS 700A können auch die Äquivalenzzeit-Abtastung verwenden, um mehr Abtastpunkte zu erfassen; siehe *Äquivalenzzeit-Abtastung* auf Seite 3-21.)

Bei der *linearen Interpolation* werden Aufzeichnungspunkte zwischen tatsächlich erfaßten Abtastpunkten mit Hilfe einer Geraden berechnet. Dabei wird davon ausgegangen, daß alle interpolierten Punkte auf diese Gerade fallen. Die lineare Interpolation ist für viele Signale, z. B. Impulsfolgen, nützlich.

Bei der *Sin(x)/x Interpolation* werden die Aufzeichnungspunkte zwischen den tatsächlich erfaßten Abtastpunkten mit Hilfe einer Kurve berechnet. Dabei wird davon ausgegangen, daß alle interpolierten Punkte auf diese Kurve fallen. Das ist besonders dann von Nutzen, wenn rundere Signale, etwa in Sinuskurvenform, erfaßt werden. Tatsächlich ist dieses Verfahren für die meisten Anwendungen von Nutzen. Jedoch kann es bei Signalen mit kurzen Anstiegszeiten zu Über- oder Unterschwingungen führen.

HINWEIS. Wenn Sie eine der beiden Interpolationsmethoden verwenden, möchten Sie vielleicht die Anzeige so einstellen, daß echte Abtastpunkte im Vergleich zu interpolierten Punkten hervorgehoben angezeigt werden. Befolgen Sie dazu die Anweisungen unter Auswählen der Anzeigeart auf Seite 3–33.

Kanalverschachtelung

Oszilloskope vom Typ TDS 500B oder TDS 700A können ihre Kanäle miteinander verschachteln, um ohne Äquivalenzzeit–Abtastung oder Interpolation höhere Digitalisierungsraten zu erzielen. Das Oszilloskop nutzt die Digitalisierungsressourcen der ungenutzten (d. h. ausgeschalteten) Kanäle, um die genutzten (d. h. eingeschalteten) abzutasten. In Tabelle 3–2 ist aufgeführt, wie die Nutzung von mehr als einem Digitalisierer die maximale Digitalisierungsrate erhöht.

Sobald Sie die Horizontalskala so einstellen, daß die maximale Digitalisierungsrate für die Anzahl der genutzten Kanäle (siehe Tabelle 3–2) überschritten wird, kann das Oszilloskop nicht mehr genug Abtastpunkte erfassen, um eine Signalaufzeichnung zu erzeugen. Das Oszilloskop wird dann entweder interpolieren, um zusätzliche Abtastpunkte zu berechnen, oder es wird von Echtzeit– auf Äquivalenzzeit–Abtastung umschalten, um zusätzliche Abtastpunkte zu erhalten. (Siehe *Interpolation* auf Seite 3–22 und *Äquivalenzzeit–Abtastung* auf Seite 3–21.)

Tabelle 3–2: Einfluß der Kanalverschachtelung auf die Abtastrate

Anzahl der eingeschalteten Kanäle	Maximale Digitalisierungsrate ¹		
	TDS 520B oder TDS 724A	TDS 540B oder TDS 744A	TDS 784A
1	1 GS/Sekunde	2 GS/Sekunde ²	4 GS/Sekunde
2	500 MS/Sekunde	1 GS/Sekunde	2 GS/Sekunde
3 oder 4	Nicht verfügbar	500 MS/Sekunde	1 GS/Sekunde

¹ Bei Echtzeit–Abtastung. (GS = 10⁹ Abtastpunkte; MS = 10⁶ Abtastpunkte.)

² Bei diesem TDS–Modell ist die maximale Abtastrate, wenn es über die Option 1 G verfügt, auf 1 GS/Sekunde beschränkt. Siehe Option 1G auf Seite A–2.

Die Erfassungsmodi

Alle Oszilloskope in diesem Handbuch unterstützen die vier folgenden Erfassungsmodi: *Abtasten*, *Hüllkurve*, *Mittelwert* und *Spitzenwert-Erkennung*. Die TDS 500 B- und TDS 700A-Oszilloskope unterstützen außerdem den hochauflösenden Modus *Hi Res*. Merken Sie sich die für Ihr Oszilloskopmodell zutreffenden Modi, wenn Sie die folgenden Absätze lesen.

Die Modi *Abtasten* (der am häufigsten verwendete Modus), *Spitzenwert-Erkennung* und *Hi Res* arbeiten in Echtzeit mit einem einzelnen Triggerereignis, vorausgesetzt, daß das Oszilloskop für jedes Triggerereignis genügend Abtastpunkte erfassen kann. Die Modi *Hüllkurve* und *Mittelwert* arbeiten mit mehreren Erfassungen; das Oszilloskop bildet den Mittelwert oder erzeugt eine Hüllkurve für mehrere Signale auf einer Punkt-für-Punkt-Basis. (Nur für die Modelle TDS 500B und TDS 700A: Die Modi *Hi Res*, *Hüllkurve* und *Mittelwert* sind im *InstaVu*-Modus nicht verfügbar; siehe *Inkompatible Modi* auf Seite 3-53.)

In Abbildung 3-13 sind die einzelnen Modi und deren Vorteile dargestellt. Sie wird Ihnen bei der Auswahl des für Ihr Anwendungsgebiet geeigneten Modus helfen. Nehmen Sie sie zu Hilfe, wenn Sie die Beschreibung der einzelnen Modi lesen.



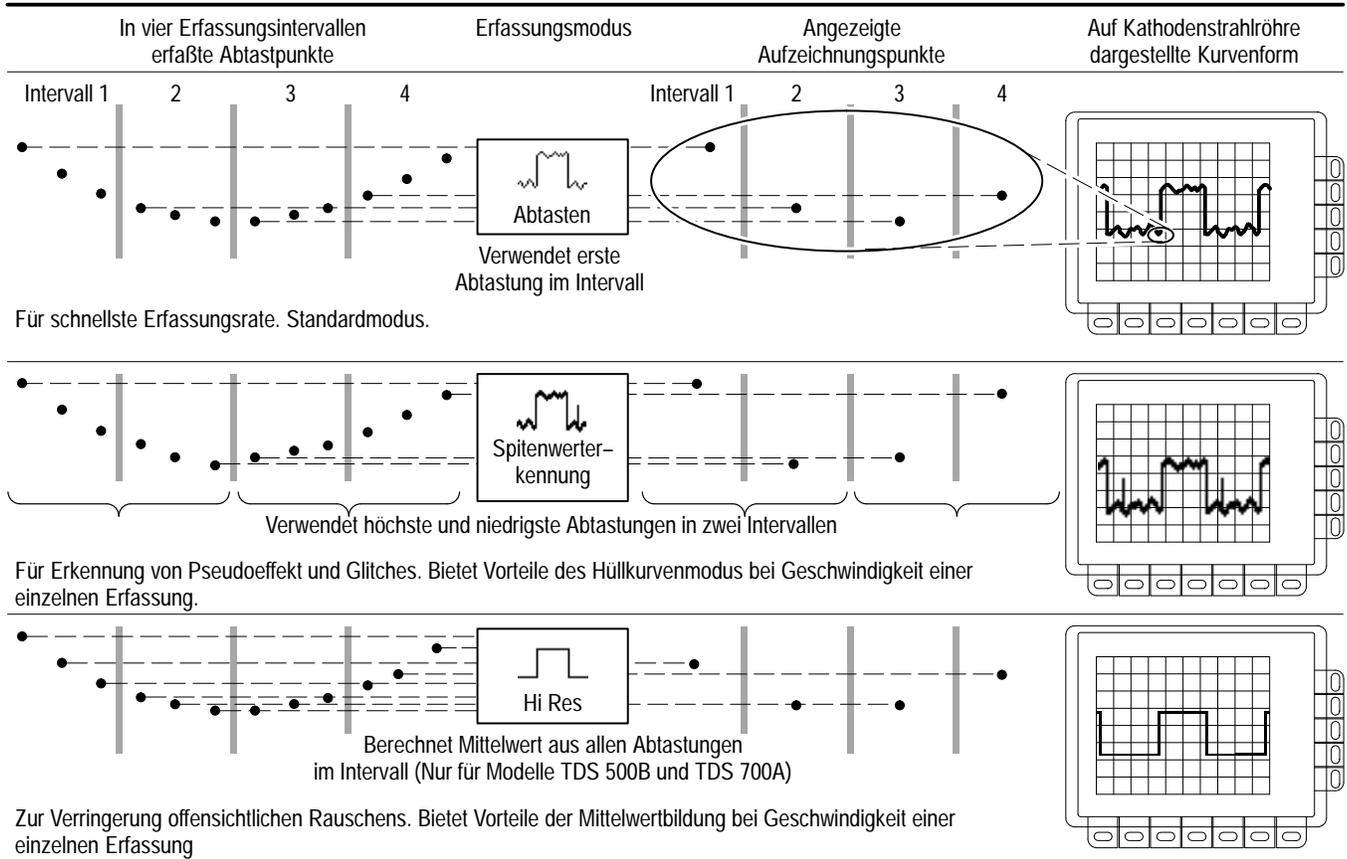
Abtastmodus. Im Abtastmodus (Sample) erzeugt das Oszilloskop einen Aufzeichnungspunkt, indem es den ersten (von möglicherweise vielen) Abtastpunkt während eines Erfassungsintervalls speichert. (Ein Erfassungsintervall ist die gesamte Zeit der Signalaufzeichnung geteilt durch die Aufzeichnungslänge.) Der Abtastmodus ist der standardmäßige Modus.



Hüllkurven-Modus. Im Hüllkurven-Modus (Envelope) können Sie eine Signalaufzeichnung erfassen und anzeigen, die die Abweichungsextreme während mehrerer Erfassungen zeigt. Sie geben die Zahl der Erfassungen an, während denen Daten gesammelt werden sollen. Das Oszilloskop speichert ähnlich wie im Spitzenwert-Erkennungsmodus die größten und kleinsten Werte in zwei benachbarten Intervallen. Im Hüllkurven-Modus werden anders als bei der Spitzenwert-Erkennung Spitzenwerte über mehrere Triggerereignisse gesammelt.

Nach jedem Triggerereignis erfaßt das Oszilloskop Daten und vergleicht dann die Minimal- / Maximalwerte der aktuellen Erfassung mit den bei den vorherigen Erfassungen gespeicherten Werten. Bei der endgültigen Anzeige werden die extremsten Werte für alle Erfassungen für jeden Punkt in der Signalaufzeichnung dargestellt.

Einzelne Signalerfassung



Mehrere Signalerfassungen

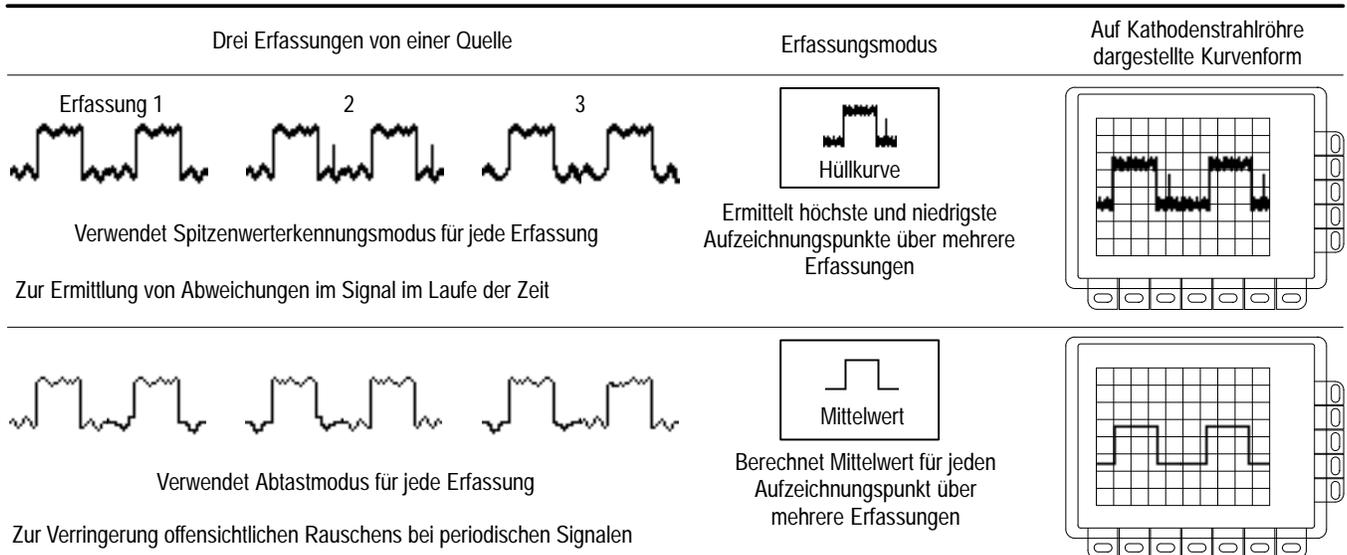


Abbildung 3-13: Funktionsweise der Erfassungsmodi



Mittelwert-Modus. Im Mittelwert-Modus (Average) können Sie eine Signalaufzeichnung erfassen und anzeigen, die den gebildeten Mittelwert mehrerer Erfassungen darstellt. Dieser Modus verringert Rauschstörungen. Das Oszilloskop erfaßt nach jedem Triggerereignis Daten mit dem Abtastmodus. Es bildet dann den Mittelwert aus dem Aufzeichnungspunkt der aktuellen Erfassung und den bei den vorherigen Erfassungen gespeicherten Punkten.



Spitzenwert-Erkennungsmodus. Im Spitzenwert-Erkennungsmodus (Peak Detect) werden die höchsten Abtastpunkte in einem Erfassungsintervall und die niedrigsten Punkte im nächsten Erfassungsintervall gespeichert. Dieser Modus ist nur bei der Echtzeit-Abtastung ohne Interpolation verfügbar.

Wenn Sie die Zeitbasis so kurz einstellen, daß eine Echtzeit-Abtastung mit Interpolation bzw. eine Äquivalenzzeit-Abtastung erforderlich wird, schaltet der Modus automatisch von der Spitzenwert-Erkennung in Abtastmodus um. Die Menüauswahl ändert sich jedoch nicht.



Hi Res-Modus. Nur für Modelle TDS 500B und 700A: Im Hi Res-Modus wird aus allen Abtastpunkten während eines Erfassungsintervalls für die Erzeugung eines Aufzeichnungspunktes ein Mittelwert gebildet. Der Mittelwert führt zu einer Signaldarstellung mit höherer Auflösung und geringerer Bandbreite.

Ein wichtiger Vorteil des Hi Res-Modus ist seine Fähigkeit, die Auflösung ungeachtet des Eingangssignals zu erhöhen. Tabelle 3-3 und die untenstehenden Gleichungen zeigen, wie Sie im Hi Res-Modus bis zu 15 relevante Bits erhalten können. Beachten Sie, daß Auflösungsverbesserungen auf Geschwindigkeiten von weniger als 100ns/Div. beschränkt sind. Außerdem sind Auflösungen von mehr als 15 Bit aufgrund der Hardware- und Berechnungsbeschränkungen nicht zulässig.

$$S_i = \text{Erfassungsintervall für TDS 744A} = 1 \text{ ns}$$

$$\Delta t = \text{Erfassungsintervall} = \frac{\text{Zeit/Div}}{\text{Punkte/Div}} = \frac{5 \text{ ns/Div}}{50 \text{ Punkte/Div}} = 100 \text{ ns}$$

$$N_d = \text{Anzahl Punkte pro Dezimierungsintervall} = \frac{\Delta t}{S_i} = 100$$

$$\text{Auflösungsverbesserung (Bit)} = 0.5 \times \text{LOG}_2(N_d) \approx 3 \text{ zusätzliche Bits}$$

$$\text{Auflösung (Bits)} = \text{Auflösungsverbesserung (3 Bit)} + 8 \text{ Bit} \approx 11 \text{ Bit}$$

Der Hi Res-Modus ist nur bei Echtzeit-Abtastung ohne Interpolation möglich. Wenn Sie die Zeitbasis so kurz einstellen, daß eine Echtzeit-Abtastung mit Interpolation bzw. eine Äquivalenzzeit-Abtastung erforderlich wird, wird automatisch in den Abtastmodus umgeschaltet. Die Menüauswahl ändert sich jedoch nicht.

Tabelle 3-3: Zusätzliche Auflösungsbits

Zeitbasiseinstellung	Auflösung
100 s und schneller	8 Bits
200 s bis 500 s	9 Bits
1 μ s bis 2 μ s	10 Bits
5 μ s bis 10 μ s	11 Bits
20 μ s bis 50 μ s	12 Bits
100 μ s bis 200 μ s	13 Bits
500 μ s	14 Bits
1 ms und langsamer	15 Bits

Prüfen des Erfassungs-Readouts

Um die Abtastrate, den Erfassungsstatus (läuft oder gestoppt) und den Erfassungsmodus zu bestimmen, prüfen Sie den Erfassungs-Readout am oberen Bildschirmrand. (Siehe Abbildung 3-14.) Im Status "Run:" werden die Abtastrate und der Erfassungsmodus angezeigt. Im Status "Stop:" wird die Anzahl der Erfassungen seit dem letzten Stop oder der letzten größeren Änderung angezeigt.

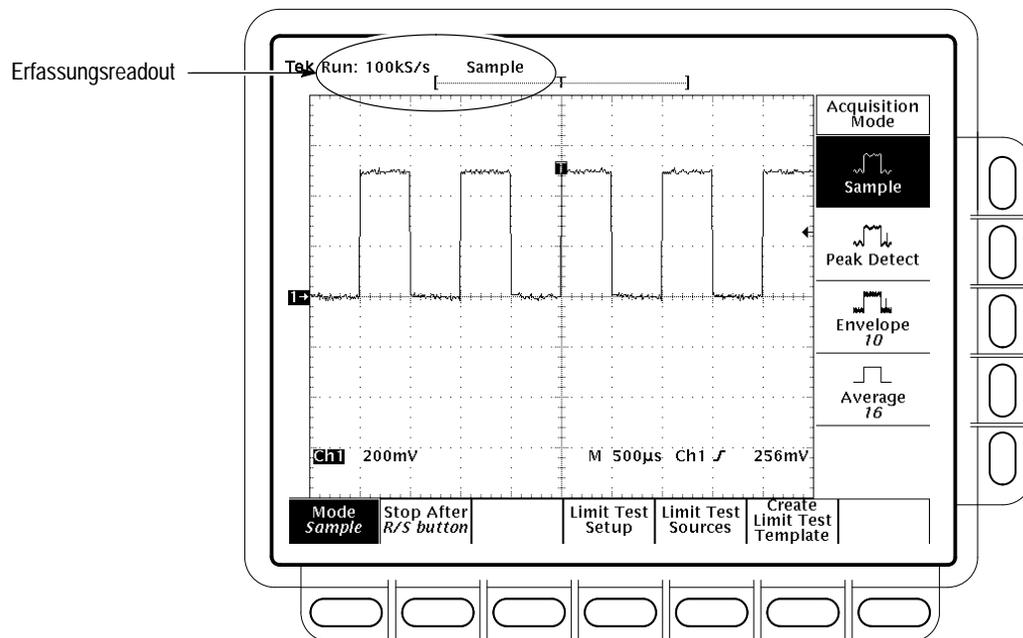


Abbildung 3-14: Menü Acquisition und Erfassungs-Readout

Auswählen eines Erfassungsmodus

Das Oszilloskop stellt mehrere Modi (siehe *Die Erfassungsmodi* auf Seite 3–14) für die Erfassung und Digitalisierung von analogen Daten zur Verfügung. So bestimmen Sie, wie das Oszilloskop Punkte bei der Signalaufzeichnung erzeugt:

1. Drücken Sie **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Mode**(Hauptmenü). (Siehe Abbildung 3–14.)
2. TDS 600B: Drücken Sie **Sample**, **Envelope**, **Average**, oder **Peak Detect** (seitl. Menü) oder ...

Modelle TDS 500B und TDS 700A: Drücken Sie **Sample**, **Peak Detect**, **Hi Res**, **Envelope**, oder **Average** (seitl. Menü). (Der InstaVu-Modus muß bei den Modi Hi Res, Hüllkurve (Envelope) und Mittelwert (Average) ausgeschaltet sein.)

3. Wenn Sie den Modus Hüllkurve (Envelope) oder Mittelwert (Average) ausgewählt haben, geben Sie mit Hilfe des Mehrzweckknopfs oder des Tastenfeldes die Anzahl der Signalaufzeichnungen an, die umhüllt oder für die ein Mittelwert gebildet werden soll.

HINWEIS. Nur für Modelle TDS 500B und 700A: Bei der Auswahl des Hi Res-Modus im Menü Acquire werden Einstellungen für eine große Aufzeichnungslänge automatisch verringert, um ein Überlaufen des Erfassungsspeichers zu verhindern. Da im Hi Res-Modus doppelt so viel Speicher benötigt wird wie in anderen Erfassungsmodi, würde das Oszilloskop bei größeren horizontalen Aufzeichnungslängen über nicht genügend Speicher verfügen

Auswählen der alternativen Abtastung

Nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A: So stellen Sie ein, daß das Oszilloskop auf die Echtzeit-Abtastung beschränkt ist oder zwischen Echtzeit- und Äquivalenzzeit-Abtastung wählen kann:

Drücken Sie **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Repetitive Signal** (Hauptmenü) → **ON** oder **OFF** (seitl. Menü).

- **Bei ON (Äquivalenzzeit ein)** ist je nach Bedarf sowohl die Echtzeit- als auch die Äquivalenzzeit-Abtastung möglich.
- **Bei OFF (Nur Echtzeit)** ist das Oszilloskop auf Echtzeit-Abtastung beschränkt. Wenn das Oszilloskop nicht genügend Abtastpunkte für eine vollständige Signaldarstellung exakt erfassen kann, wird die Interpolation eingeschaltet.

Die gewählte Abtastrate und die gewählte Anzahl der Kanäle haben einen Einfluß darauf, welchen Modus das Oszilloskop für die Abtastung von Signalen verwendet. Wenn die Zeitbasis langsam genug eingestellt ist, verwendet das Oszilloskop immer die Echtzeit-Abtastung. Ist sie schnell eingestellt, verwendet

es die Äquivalenzzeit–Abtastung oder die Interpolation. Bei Zwischengeschwindigkeiten erzeugt das Oszilloskop Signalaufzeichnungen auf unterschiedliche Weise und in Abhängigkeit von der Anzahl der eingeschalteten Kanäle. Siehe die für Ihr Oszilloskopmodell zutreffende Tabelle 3–4 oder Tabelle 3–5.

Tabelle 3–4: TDS 500B, TDS 724A, 744A Auswählen des Abtastmodus (Wenn Fit to Screen auf Off geschaltet ist)

Zeitbasis ¹	Ein Kanal	Zwei Kanäle	Drei oder vier Kanäle ²
> 50 ns	Echtzeit	Echtzeit	Echtzeit
50 ns	Echtzeit	Echtzeit	Äquivalenzzeit oder Interpolieren
25 ns	Echtzeit	Äquivalenzzeit oder Interpolieren	Äquivalenzzeit oder Interpolieren
< 25 ns	Äquivalenzzeit oder Interpolieren	Äquivalenzzeit oder Interpolieren	Äquivalenzzeit oder Interpolieren

¹ ">" bedeutet "langsamer als"; "<" bedeutet "schneller als."

Gilt nicht für Modelle TDS 500B und TDS 724A, die nur zwei von vier Kanälen gleichzeitig anzeigen können.

² Der Abtastmodus ist nur für die Modelle TDS 540B und 744A mit Option 1G "Äquivalenzzeit oder Interpolieren". Durch die Option 1G sind diese Modelle auf eine maximale Abtastrate von 1GS/Sekunde beschränkt. Siehe Option 1G auf Seite A–2.

Tabelle 3–5: 784A Auswählen des Abtastmodus (Wenn Fit to Screen auf Off geschaltet ist)

Zeitbasis ¹	Ein Kanal	Zwei Kanäle	Drei oder vier Kanäle
> 25 ns	Echtzeit	Echtzeit	Echtzeit
25 ns	Echtzeit	Echtzeit	Äquivalenzzeit oder Interpolieren
12.5 ns	Echtzeit	Äquivalenzzeit oder Interpolieren	Äquivalenzzeit oder Interpolieren
< 12.5 ns	Äquivalenzzeit oder Interpolieren	Äquivalenzzeit oder Interpolieren	Äquivalenzzeit oder Interpolieren

¹ ">" bedeutet "langsamer als"; "<" bedeutet "schneller als."

HINWEIS. Das Oszilloskop wird mit Hilfe der Interpolation die fehlenden Aufzeichnungspunkte ergänzen —entweder mit der linearen oder der $\sin(x)/x$ Interpolation. Unter Interpolation auf Seite 3–22 finden Sie eine Erklärung zur Interpolation.

Ende der Signalerfassung

So wählen Sie das Ereignis aus, mit dem die Erfassung des Signals beendet wird:

Drücken Sie **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Stop After** (Hauptmenü) → **RUN/STOP button only**, **Single Acquisition Sequence**, oder **Limit Test Condition Met** (seitl. Menü). (Siehe Abbildung 3–15.) (Nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A: Die Optionen Einzelne Erfassung (single acquisition) und Grenzbereichsprüfung (limit test) werden im InstaVu-Modus ignoriert; siehe *Inkompatible Modi* auf Seite 3–53.)

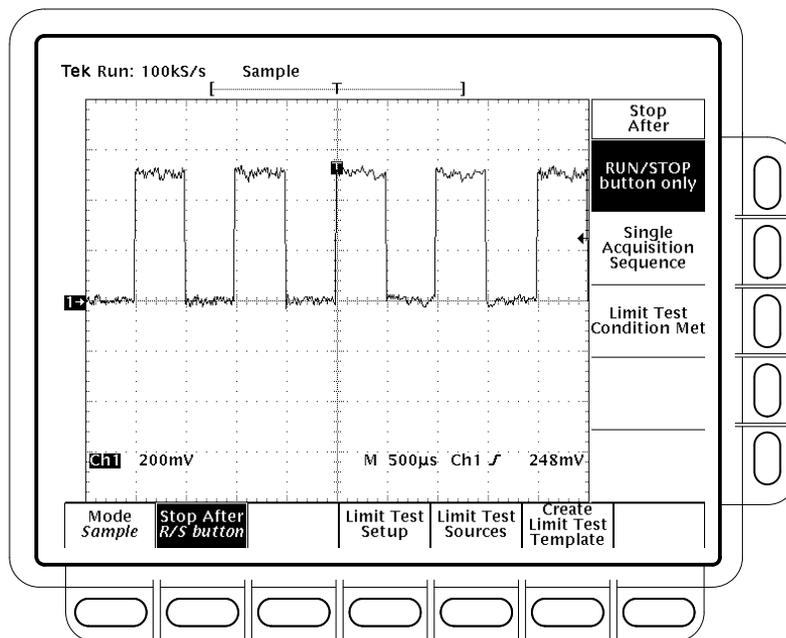


Abbildung 3–15: Das Menü Acquire — Stop after

- Drücken Sie **RUN/STOP button only** (seitl. Menü), um die Erfassung mit der Taste **RUN/STOP** zu beenden. Bei einmaligem Drücken der Taste **RUN/STOP** wird die Erfassung beendet. In der oberen linken Bildschirmcke werden die Anzeige “Stop” und die Anzahl der Erfassungen angezeigt. Wenn Sie die Taste erneut drücken, wird das Oszilloskop die Erfassung fortsetzen.

- Drücken Sie **Single Acquisition Sequence** (seitl. Menü). Dadurch können Sie eine einzelne Erfassungsfolge durch Drücken der Taste **RUN/STOP** beginnen. In den Modi Abtasten (Sample), Spitzenwert-Erkennung (Peak Detect) und Hi Res erfaßt das Oszilloskop eine Signalaufzeichnung mit dem ersten gültigen Trigger und beendet den Vorgang danach. (Der Hi Res-Modus ist nur bei den Modellen TDS 500B und TDS 700A verfügbar.)

In den Modi Hüllkurve (Envelope) und Mittelwert (Average) führt das Oszilloskop eine bestimmte Anzahl von Erfassungen zur Bildung des Mittelwerts oder einer Hüllkurve durch.

Nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A: Wenn sich das Oszilloskop im Äquivalenzzeit-Modus befindet und Sie **Single Acquisition Sequence** (seitl. Menü) drücken, wird es so lange Triggerereignisse suchen und Abtastpunkte erfassen, bis die Signalaufzeichnung vollständig ist.

***HINWEIS.** Um schnell die Option Einzelne Erfassungsfolge zu aktivieren, ohne sich zuvor die Menüs Acquire und Stop After anzeigen zu lassen, drücken Sie SHIFT FORCE TRIG. Nun können Sie die Taste RUN/STOP, wie zuvor beschrieben, verwenden. (Um die Option Einzelne Erfassungsfolge zu deaktivieren, müssen Sie jedoch die Menüs Acquire und Stop After verwenden.)*

- Drücken Sie **Limit Test Condition Met** (seitl. Menü), um so lange Signale zu erfassen, bis die Signaldaten die in der Grenzbereichsprüfung angegebenen Grenzen überschreiten. Danach wird die Erfassung beendet. Nun können Sie über die Auswahlmöglichkeiten im Hauptmenü Limit Test Setup auch andere Aktionen angeben, die das Oszilloskop durchführen soll.

***HINWEIS.** Damit das Oszilloskop eine Erfassung beendet, wenn die Bedingungen für die Grenzbereichsprüfung erfüllt sind, muß die Option Limit Testing im Hauptmenü Limit Test Setup auf ON geschaltet sein.*

Die Einstellungen für Grenzbereichsprüfungen erfordern weitere Schritte. Siehe *Grenzbereichsprüfungen* auf Seite 3-163.

Verhindern von Alias-Effekten

Unter bestimmten Bedingungen treten bei der Darstellung eines Signals Aliasing-Effekte auf. Die folgenden Abschnitte enthalten eine Beschreibung des Aliasing-Effekts und Vorschläge zur Vermeidung desselben.

Der Alias-Effekt. Wenn ein Signal Alias-Effekte zeigt, wird es mit einer Frequenz angezeigt, die geringer ist als die tatsächliche, oder es erscheint instabil, selbst wenn die Leuchtdiode neben **TRIG'D** leuchtet. Ein Alias-Effekt tritt ein, weil das Oszilloskop das Signal nicht schnell genug abtasten kann, um eine exakte Darstellung zu erzeugen. (Siehe Abbildung 3-16.)

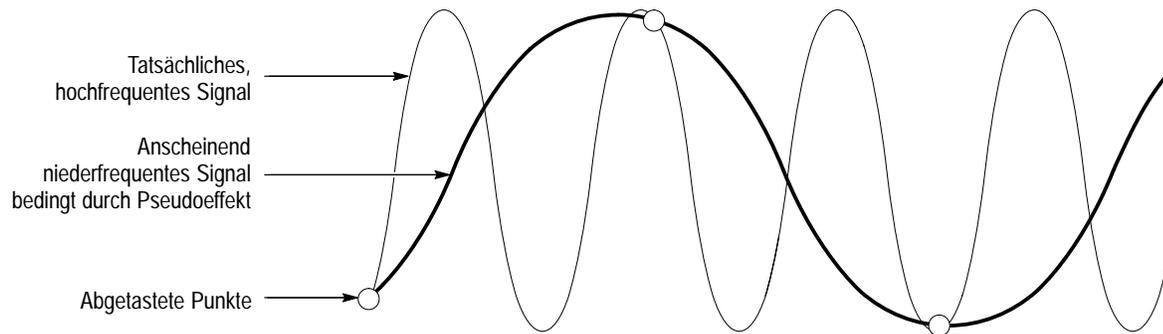


Abbildung 3-16: Der Alias-Effekt

Methoden zur Überprüfung und Beseitigung. Um ein Signal schnell auf Alias-Effekte hin zu überprüfen, vergrößern Sie langsam die Horizontalskala (Zeit pro Skalenteil, Sek./Div.-Einstellung). Wenn sich die angezeigte Wellenform stark verändert oder bei einer schnelleren Zeitbasiseinstellung stabil wird, zeigte Ihr Signal wahrscheinlich Alias-Effekte.

Um diesen Effekt zu vermeiden, stellen Sie sicher, daß Sie das Eingangssignal mit einer Rate abtasten, die mehr als doppelt so schnell ist wie Komponente mit der höchsten Frequenz. Zum Beispiel muß ein Signal mit Frequenzkomponenten von 500MHz mit einer Abtastrate von mehr als 10^9 Abtastungen/Sekunde abgetastet werden, damit es exakt dargestellt und Alias-Effekte vermieden werden. Die folgenden Hinweise können Ihnen bei der Beseitigung von Aliasing-Effekten helfen:

- Korrigieren Sie die Horizontalskala.
- Drücken Sie die Taste **AUTOSET**.
- Schalten Sie den Erfassungsmodus (im Menü Acquisition) auf Hüllkurve (Envelope) oder Spitzenwert-Erkennung (Peak Detect). Im Hüllkurven-Modus wird nach Abtastungen mit den größten und kleinsten Werten während mehrerer Erfassungen gesucht, im Spitzenwert-Erkennungsmodus während einer einzelnen Erfassung. In beiden können schnellere Signalkomponenten ermittelt werden.
- Drücken Sie die Taste für die **InstaVu**-Erfassung. (Nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A). Der Betrieb im InstaVu-Modus führt aufgrund der schnelleren Signalerfassungsrate zu Signalanzeigen, die denen bei einem analogen Oszilloskop ähnlich sind.

Anpassen der Anzeige

Das TDS-Oszilloskop kann Signalaufzeichnungen und andere Anzeigen auf verschiedene Arten darstellen. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie die Art, Helligkeit, das Raster und das Format der Anzeige des Oszilloskops anpassen können.

HINWEIS. Nur für Modelle TDS 500B und 700A: Dieses Abschnitt geht davon aus, daß Sie den Erfassungsmodus Normal verwenden, und gibt die Anzeigeeinstellungen für diesen Modus an. Wenn Sie den InstaVu-Modus wählen, weichen die Verfahrensweisen für die Einstellung der Anzeigeart, des Formats und des Readouts von den angegebenen Verfahrensweisen ab. Einige Auswahlmöglichkeiten entfallen dann. Siehe Einstellungsunterschiede unter Verwenden des InstaVu[™]-Erfassungsmodus auf Seite 3-50 und Inkompatible Modi auf Seite 3-53.

Ändern der Anzeigeeinstellungen

So öffnen Sie das Menü Display:

Drücken Sie **DISPLAY** → **Settings** (Hauptmenü) → **Display** (Popup-Menü).

Mit Hilfe des Menüs **Display** können Sie die unten beschriebenen Merkmale der Anzeigeart, Helligkeit, des Rasters und des Formats anpassen. Das Menü **Color** erlaubt Ihnen, die Farbeinstellungen für verschiedene Anzeigekomponenten, z. B. Signal oder Text, zu ändern. Weitere Informationen dazu finden Sie unter *Anpassen der Anzeigefarben* auf Seite 3-38.

Auswählen der Anzeigeart

Nur für Modell TDS 600B: Drücken Sie **DISPLAY** → **Style** (Hauptmenü) → **Vectors, Dots, Intensified Samples, Infinite Persistence, oder Variable Persistence** (seitl. Menü) (Siehe Abbildung 3-17.)

Nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A: Drücken Sie **DISPLAY** → **Mode** (Hauptmenü) → **Normal** (Popup-Menü) → **Style** (Hauptmenü) → **Vectors, Dots, Intensified Samples, Infinite Persistence, oder Variable Persistence** (seitl. Menü)

Bei *Vectors* werden Vektoren (Linien) zwischen den Aufzeichnungspunkten angezeigt.

Bei *Dots* werden die Aufzeichnungspunkte als Punkte angezeigt.

Bei *Intensified Samples* werden die Aufzeichnungspunkte ebenfalls als Punkte angezeigt. Jedoch werden tatsächlich abgetastete Punkte in der in den Menüs Display Colors mit "Zone" bezeichneten Farbe angezeigt.

Bei dieser Einstellung muß für das Oszilloskop die Interpolation (Bei den Modellen TDS 500B und TDS 700A muß die Äquivalenzzeit-Abtastung

ausgeschaltet sein) oder die Option Zoom mit einer horizontalen Streckung von mehr als 1X eingeschaltet sein. Siehe *Interpolation* auf Seite 3–22; siehe *Zoomen von Signalen* auf Seite 3–43.

Bei *Variable Persistence* werden die Aufzeichnungspunkte auf dem Bildschirm gesammelt und nur für ein bestimmtes Zeitintervall angezeigt. In diesem Modus verhält sich die Anzeige wie die eines analogen Oszilloskops. Sie können für diese Option die Zeit mit Hilfe des Mehrzweckknopfs oder des Tastenfeldes eingeben. Aufzeichnungspunkte werden außerdem in Farben angezeigt, die je nach Anzeigedauer dieses Punktes variieren. Siehe *Auswählen einer Farbpalette* auf Seite 3–39.

Bei *Infinite Persistence* werden Aufzeichnungspunkte so lange angezeigt, bis Sie eine Einstellung (z. B. den Skalenfaktor) verändern, wodurch die Anzeige gelöscht wird.

HINWEIS. Nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A: Unter Verwenden des InstaVu™-Erfassungsmodus auf Seite 3–50, erfahren Sie, wie sich die Einstellung der Anzeigart für den InstaVu-Modus unterscheidet.

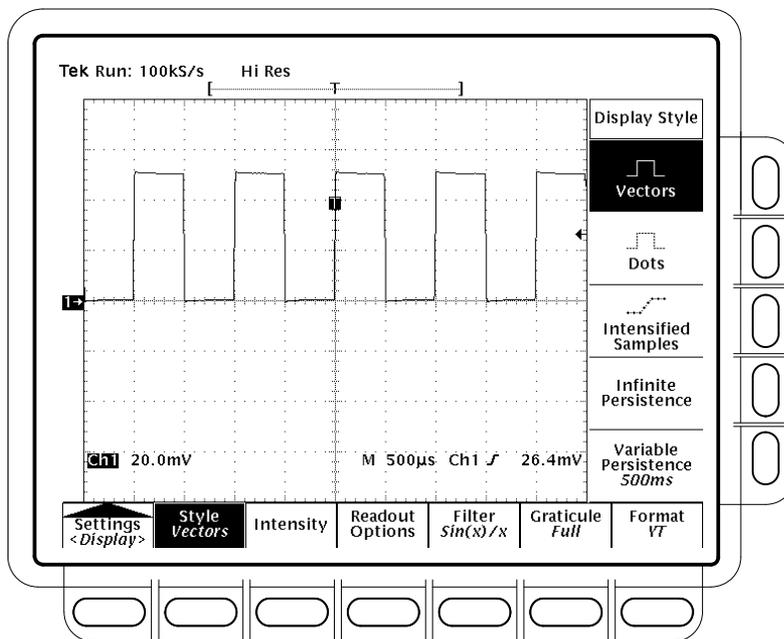


Abbildung 3–17: Das Menü Display — Anzeigart

Einstellen der Helligkeit

Mit der Option Intensity können Sie die Helligkeit des Textes/Rasters und der Signaldarstellung einstellen. So stellen Sie die Helligkeit ein:

Drücken Sie **DISPLAY** → **Intensity** (Hauptmenü) → **Text/Grat** oder **Waveform** (seitl. Menü). Wählen Sie mit Hilfe des Tastenfeldes oder des Mehrzweckknopfes die Helligkeit in Prozent.

Die Helligkeitsregelung arbeitet im Bereich zwischen 20% (fast ganz abgedunkelt) und 100% (ganz hell).

Einstellen der Optionen für das Anzeige-Readout

Die Readout-Optionen bestimmen, ob der Triggeranzeiger, die Triggerpegelleiste sowie Datum und Uhrzeit angezeigt werden. Sie legen auch fest, wie die Triggerpegelleiste angezeigt wird (lang oder kurz).

1. TDS 600B: Drücken Sie **DISPLAY** → **Readout Options** (Hauptmenü).

Modelle TDS 500B und TDS 700A: Drücken Sie **DISPLAY** → **Mode** (Hauptmenü) → **Normal** (Popup-Menü) → **Format/RO** (Hauptmenü).

2. Drücken Sie **Display 'T' @ Trigger Point** (seitl. Menü), um anzugeben, ob der Triggerpunkt mit einem 'T' angezeigt werden soll. Sie können zwischen **ON** und **OFF** wählen. (Der Triggerpunkt gibt die Position des Triggers bei der Signalaufzeichnung an.)
3. Drücken Sie **Trigger Bar Style**, um eine lange oder kurze Triggerleiste anzuzeigen oder die Anzeige der Triggerleiste auszuschalten. (Siehe Abbildung 3–18. Beachten Sie daß zu Erläuterungszwecken beide Anzeigarten dargestellt sind, Sie aber nur jeweils eine auswählen können.)

Die Triggerleiste wird nur angezeigt, wenn es sich bei der Triggerquelle um ein aktives, angezeigtes Signal handelt. Zwei Triggerleisten werden angezeigt, wenn Erfassungen mit verzögerter Triggerung angezeigt werden — eine für die Haupt-, eine für die verzögerte Zeitbasis. Die Triggerleiste ist eine optische Anzeige für den Triggerpegel.

Manchmal, besonders wenn Sie die Funktion Drucken verwenden, möchten Sie sich vielleicht Datum und Uhrzeit auf dem Bildschirm anzeigen lassen. (Weitere Informationen zur Anzeige und zur Einstellung von Datum und Uhrzeit finden Sie unter *Einfügen von Datum/Uhrzeit beim Drucken* auf Seite 3–148.)

4. Drücken Sie **Display Date/Time** (seitl. Menü), um sie ein- bzw. auszuschalten. Drücken Sie **Clear Menu**, um sich das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit anzeigen zu lassen.

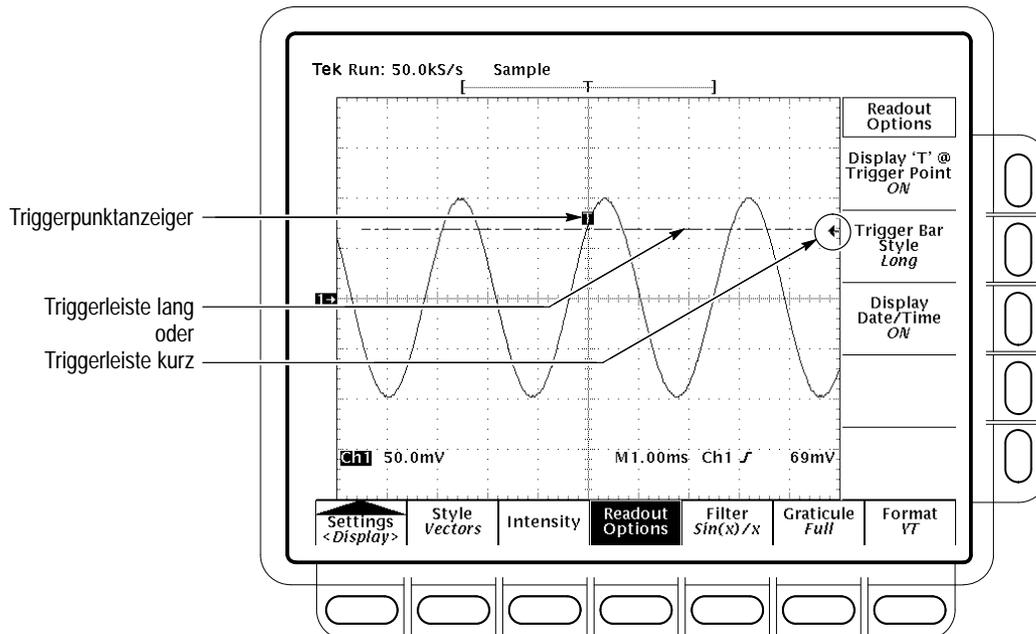


Abbildung 3-18: Anzeiger für Triggerpunkt und -pegel

Auswählen des Interpolationsfilters

Die Anzeigefiltertypen sind $\sin(x)/x$ -Interpolation und lineare Interpolation. So schalten Sie zwischen den Interpolationsfiltern um:

Drücken Sie **DISPLAY** → **Filter** (Hauptmenü) → **Sin(x)/x Interpolation** oder **Linear Interpolation** (seitl. Menü).

HINWEIS. Wenn die Horizontalskala auf schnellere Raten eingestellt ist (10 ns/Div. für das TDS 600B; in den Tabellen 3-4 und 3-5 ab Seite 3-29 sind die spezifischen Raten für die Modelle TDS 500B und TDS 700A aufgeführt) oder wenn Sie die ZOOM-Funktion verwenden, um Signale horizontal zu dehnen, wird interpoliert. (Der Filtertyp, linear oder $\sin(x)/x$, ist von der Einstellung im Menü Display abhängig.) Andernfalls wird die Interpolation nicht verwendet. Der Abschnitt Interpolation auf Seite 3-22 enthält eine Beschreibung der Interpolation.

Auswählen des Rastertyps

So ändern Sie das Raster:

Drücken Sie **DISPLAY** → **Graticule** (Hauptmenü) → **Full, Grid, Cross Hair, Frame, NTSC** oder **PAL** (seitl. Menü).



Bei **Full** wird ein Vollbild mit Gitter und Fadenkreuz angezeigt.



Bei *Grid* wird ein Vollbild mit Gitter angezeigt.



Bei *Cross Hair* wird ein Vollbild mit Fadenkreuz angezeigt.



Bei *Frame* wird nur ein Vollbild angezeigt.

Bei *NTSC* wird ein Gitter angezeigt, das für die Messung von NTSC-Signalen nützlich ist.

Bei *PAL* wird ein Gitter angezeigt, das für die Messungen von PAL-Signalen nützlich ist.

HINWEIS. Bei der Auswahl von NTSC- oder PAL-Rastern werden die Vertikalkala, die Positionseinstellungen, die Kopplung verändert und jeder vertikale Offset jedes angezeigten Kanals auf Null gesetzt. Die Einstellungen werden nicht wiederhergestellt, wenn Sie in einen anderen Rastertyp schalten. Deshalb sollten Sie die Werkzeugeinstellungen oder andere gesicherte Einstellungen nach der Wahl eines anderen Rasters abrufen.

Auswählen des Formats

Das Oszilloskop zeigt in einem der beiden Formate YT und XY an. So stellen Sie das Format der Anzeigenachsen ein:

TDS 600B: Drücken Sie **DISPLAY** → **Format** (Hauptmenü) → **XY** oder **YT** (seitl. Menü).

Für Modelle TDS 500B und TDS 700A: Drücken Sie **DISPLAY** → **Mode** (Hauptmenü) → **Normal** (Popup-Menü) → **Format/RO** (Hauptmenü) → **XY** oder **YT** (seitl. Menü).



YT ist das herkömmliche Anzeigeformat von Oszilloskopen. Es zeigt an, wie sich die Signalspannung (vertikale Achse) über die Zeit (horizontale Achse) verändert.



Beim *XY*-Format werden die Spannungspegel zweier Signalaufzeichnungen Punkt für Punkt verglichen. Das heißt, das Oszilloskop zeigt einen Graphen der Spannung der einen Signalaufzeichnung im Vergleich zur Spannung einer anderen Signalaufzeichnung. Dieser Modus ist besonders für die Untersuchung von Phasenverhältnissen von Nutzen.

Wenn Sie das *XY*-Format auswählen, wird jeder angezeigte Kanal oder Referenzkanal der in Tabelle 3–6 angegebenen Achse zugewiesen und als Teil eines *XY*-Paares angezeigt. Wenn nur eine Quelle in einem *XY*-Paar angezeigt wird, schaltet das Oszilloskop zur Vervollständigung des *XY*-Paares automatisch die andere Quelle ein, wenn Sie *XY* wählen. Außerdem wird, wenn *XY* eingeschaltet ist, bei der Auswahl einer der beiden Quellen das Paar eingeschaltet; wenn Sie für eine der beiden Quellen **WAVEFORM OFF** drücken, werden beide Quellen von der Anzeige entfernt.

Tabelle 3–6: XY-Formatpaare

XY-Paar	Quelle X-Achse	Quelle Y-Achse
Ch 1 und Ch 2	Ch 1	Ch 2
Ch 3 und Ch 4 (Ax1 und Ax2)	Ch 3 (Ax1)	Ch 4 (Ax2)
Ref 1 und Ref 2	Ref 1	Ref 2
Ref 3 und Ref 4	Ref 3	Ref 4

Da die Auswahl von YT oder XY nur Einfluß auf die Anzeige hat, regeln die Drehknöpfe und Menüs für die horizontalen und vertikalen Skalierungen und Positionen unabhängig vom ausgewählten Modus dieselben Parameter. Auch im XY-Modus regelt die Horizontalskala weiterhin die Zeitbasis und die horizontale Position regelt weiterhin, welcher Ausschnitt des Signals angezeigt wird.

Das XY-Format ist eine reine Punktanzeige, wenn auch mit längerer Anzeigedauer. Der Vektormodus zeigt im XY-Format keine Wirkung.

Sie können errechnete Signale nicht im XY-Format anzeigen. Sie verschwinden bei der Auswahl von XY von der Anzeige.

***HINWEIS.** Die Verwendung von XY bei höheren Zimmertemperaturen oder mit Anzeigeformaten mit größerer Helligkeit, wie z.B. weißen Halbbildern in der Druck-Palette, kann die Anzeigequalität vorübergehend mindern.*

Anpassen der Anzeigefarben

Das kann Informationen in verschiedenen Farben anzeigen. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie mit Hilfe des Menüs Color die Farben, in denen die verschiedenen Anzeigeobjekte dargestellt werden, ändern können..

Ändern der Anzeigefarben

So greifen Sie auf das Menü Color zu:

1. Drücken Sie **DISPLAY**, um sich das Menü Display anzeigen zu lassen.
2. Drücken Sie im Hauptmenü **Settings**, und wählen Sie im Pop-up-Menü den Menüpunkt **Color**. (Siehe Abbildung 3–19.)

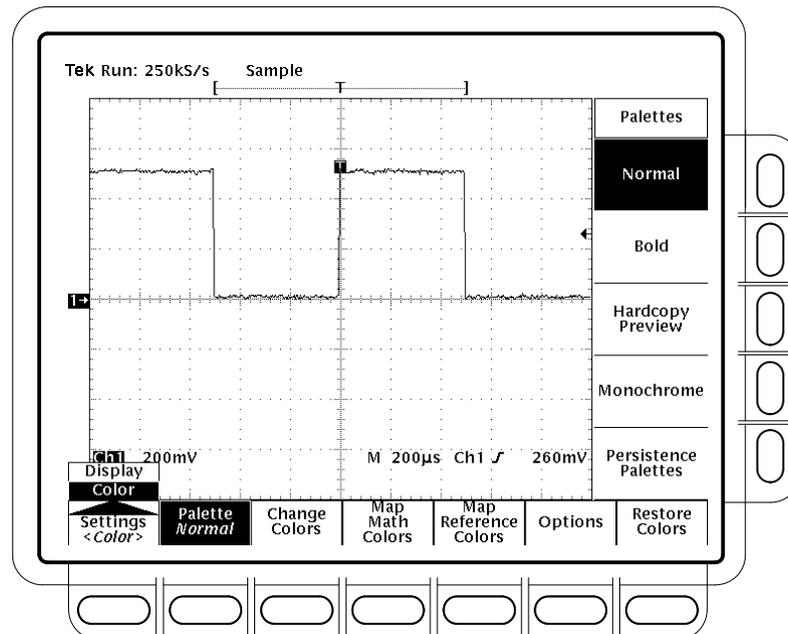


Abbildung 3–19: Das Menü Display — Einstellung

Mit Hilfe des Menüs Color können Sie die Farbeinstellungen für die verschiedenen Anzeigekomponenten, wie z. B. Signale und Text, ändern. Über das Menü Display können Sie die Anzeigart, die Helligkeit, das Raster und die Formate einstellen. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter *Ändern der Anzeigeeinstellungen* auf Seite 3–33.

Auswählen einer Farbpalette

So wählen Sie eine Palette mit 13 Farben aus einer Reihe von voreingestellten Paletten aus:

1. Wählen Sie die Anfangspalette über die Option **Palette** im Hauptmenü aus.
2. Wählen Sie eine der verfügbaren Paletten im Seitenmenü aus. Sie können zwischen **Normal**, **Bold**, **Hardcopy Preview** oder **Monochrome** auswählen.
3. Wenn Sie eine Langzeitanzeige verwenden und die Farbe jedes Punktes von der Anzeigedauer abhängig machen möchten, wählen Sie **Persistence Palettes**. Wählen Sie dann **Temperature**, **Spectral** oder **Gray Scale** aus dem erscheinenden Seitenmenü. Wählen Sie **View Palette**, um sich eine Vorschau für Ihre Auswahl anzeigen zu lassen. Drücken Sie **Persistence Palettes**, um den Vorschaumodus zu verlassen. Drücken Sie **Clear Menu**, um zum Menü Palette zurückzukehren.

HINWEIS. Die Verwendung bei höheren Zimmertemperaturen oder mit Anzeigeformaten mit größerer Helligkeit, wie z.B. weißen Halbbildern in der Druckvorschau–Palette (Hardcopy Preview), kann die Anzeigequalität vorübergehend mindern.

Sie können die Druckvorschau–Palette (Hardcopy Preview) auswählen, wenn Sie bestimmte Druckformate verwenden. Zu den standardmäßigen Farben in dieser Palette zählen ein weißer Hintergrund und zu 100% gesättigte Primärfarben, mit denen in der Regel die besten Resultate erzielt werden.

Ändern der Palettenfarben

So ändern Sie die Farbe der aktuellen Palette, wählen eine Farbe und verändern die folgenden Attribute:

Farbton, d. h. die Wellenlänge des von der Oberfläche reflektierten Lichts. Er ändert sich fortwährend gemäß dem Farbspektrum, wie z. B. bei einem Regenbogen.

Helligkeit, d. h. die von der Oberfläche reflektierte Lichtmenge. Sie verändert sich von Schwarz über die eigentliche Farbe bis hin zu Weiß.

Sättigung, d. h. die Farbintensität. Eine völlig ungesättigte Farbe wirkt grau. Bei voller Sättigung ist eine Farbe unabhängig vom Farbton am intensivsten.

1. Wählen Sie im Hauptmenü den Menüpunkt **Change Colors**. (Siehe Abbildung 3–20.)
2. Wählen Sie eine der 13 Farben aus, indem Sie im Seitenmenü (mehrmals) **Color** drücken.
3. Wenn Sie für diese Farbe die Werkseinstellung verwenden möchten, drücken Sie im Seitenmenü auf **Reset to Factory Color**.
4. Wählen Sie aus dem Seitenmenü **Hue**, und stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld den gewünschten Farbton ein. Die Werte liegen im Bereich zwischen 0 und 359. Beispielwerte sind: 0 = blau, 60 = magenta, 120 = rot, 180 = gelb, 240 = grün und 300 = cyan.
5. Wählen Sie im Seitenmenü **Lightness**, und stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld die gewünschte Helligkeit ein. Der Wert 0 bedeutet Schwarz, der Wert 50 die eigentliche Farbe und der Wert 100 Weiß.
6. Wählen Sie im Seitenmenü **Saturation**, und stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld die gewünschte Sättigung ein. Der Wert 100 bedeutet reine Farbe, der Wert 0 Grau.

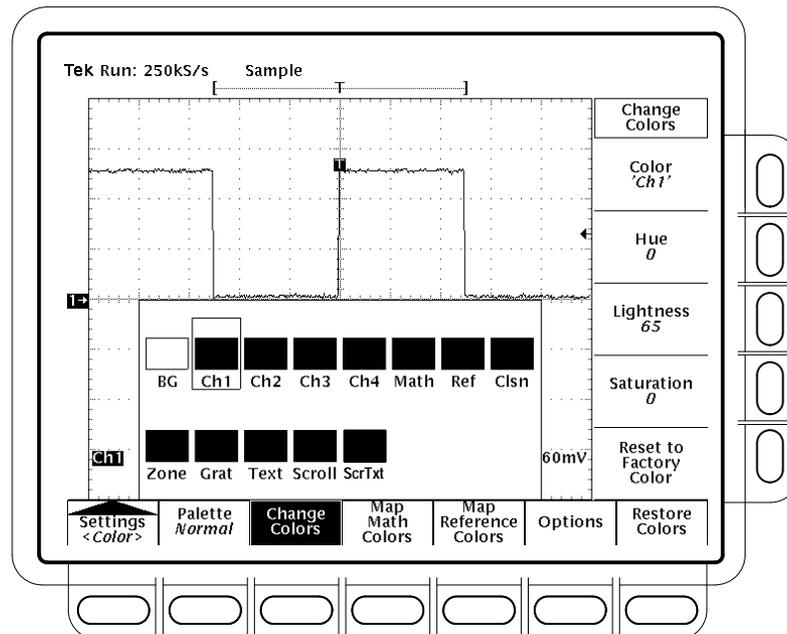


Abbildung 3-20: Das Menü Display — Palettenfarben

Einstellen der Farbe für errechnete Signale

So definieren Sie die Farbe für errechnete Signale:

1. Wählen Sie im Hauptmenü den Menüpunkt **Map Math**, um die Farben für errechnete Signale zu definieren.
2. Wählen Sie eines der drei errechneten Signale, indem Sie im Seitenmenü **Math** drücken.
3. Wenn Sie das ausgewählte errechnete Signal einer bestimmten Farbe zuweisen möchten, drücken Sie **Color**, bis Sie zur gewünschten Farbe gelangen.
4. Wenn das errechnete Signal dieselbe Farbe haben soll, wie das Signal, auf dem es basiert, wählen Sie **Color Matches Contents**. Wenn das errechnete Signal auf dualen Signalen beruht, wird es in der Farbe des Signals ersten Elements angezeigt.

Um zu den Werkseinstellungen zurückzukehren, wählen Sie **Reset to Factory Color**.

Einstellen der Farbe des Bezugssignals

So definieren Sie die Farben der Bezugssignale:

1. Drücken Sie im Hauptmenü **Map Reference**. (Siehe Abbildung 3-21.)

2. Wählen Sie eines der vier Bezugssignale aus, indem Sie im Seitenmenü **Ref** drücken.
3. Um das ausgewählte Signal einer bestimmten Farbe zuzuweisen, drücken Sie (mehrmals) **Color**, und wählen Sie den Wert.
4. Wenn das ausgewählte Bezugssignal dieselbe Farbe haben soll wie das Signal, auf dem es basiert, wählen Sie **Color Matches Contents**.

Um zu den Werkseinstellungen zurückzukehren, drücken Sie **Reset to Factory Color**.

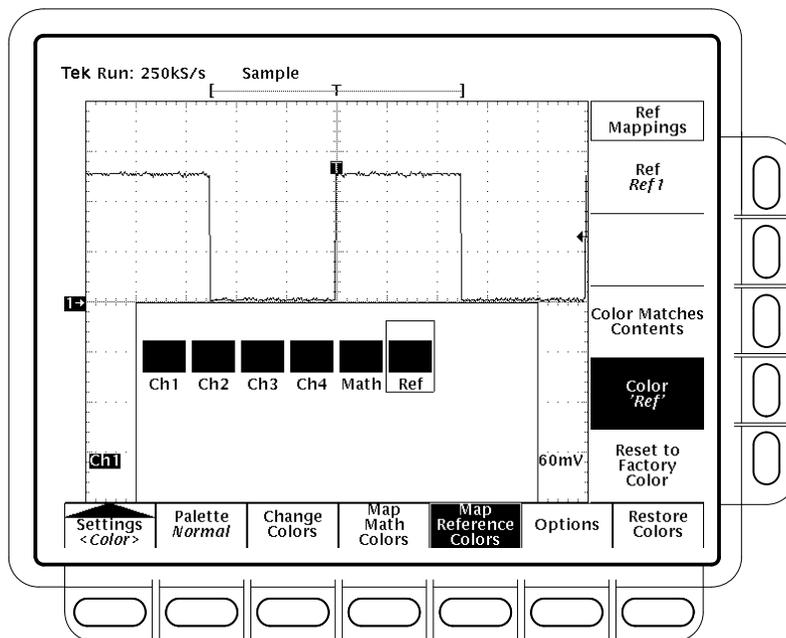


Abbildung 3-21: Das Menü Display — Anzeigen der Bezugssignalfarben

Auswählen der Optionen

So legen Sie fest, mit welcher Farbe Schnittpunkte von zwei Signalen angezeigt werden:

1. Wählen Sie im Hauptmenü den Menüpunkt **Options**.
2. Schalten Sie im Seitenmenü **Collision Contrast** auf **ON**, um Schnittbereiche in einer bestimmten Farbe anzeigen zu lassen.

Wiederherstellen von Farben

So stellen Sie die werksseitigen Farbeinstellungen wieder her:

1. Wählen Sie im Hauptmenü den Menüpunkt **Restore Colors**. (Siehe Abbildung 3-22.)

- Wählen Sie die Objekte aus, für die Sie die Werkseinstellungen wiederherstellen möchten, indem Sie im Seitenmenü **Reset Current Palette To Factory**, **Reset All Palettes To Factory** oder **Reset All Mappings To Factory** wählen.

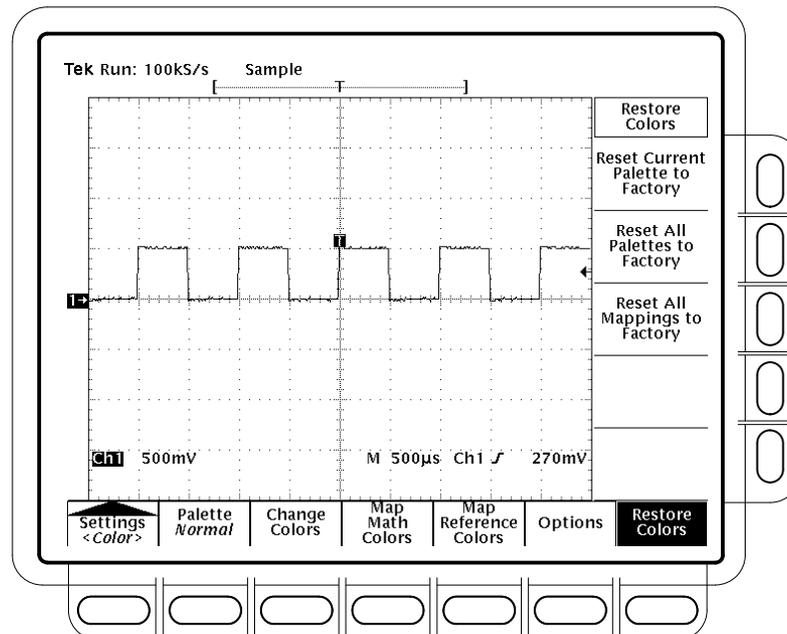


Abbildung 3–22: Das Menü Display — Wiederherstellen von Farben

Zoomen von Signalen

Das TDS–Oszilloskop kann ohne Änderung der Erfassungsparameter (Abtastrate, Aufzeichnungslänge usw.) ein Signal vergrößern oder verkleinern (zoomen). Dieser Unterabschnitt beschreibt, wie Sie die Zoomfunktion verwenden können und welche Wirkung sie auf das ausgewählte Signal hat. Es beschreibt außerdem den Einfluß der Interpolation auf das Zoomen.

Verwenden Sie die Zoomfunktion (drücken Sie die Taste ZOOM), wenn Sie ein Signal vorübergehend vergrößern möchten, um einen kleinen Ausschnitt des Signals zu untersuchen. Um zum Beispiel den vorderen Abschnitt eines Impulses auf Abweichungen zu untersuchen, dehnen Sie ihn horizontal und vertikal mit der Zoomfunktion. Wenn Sie die Untersuchung beendet haben, können Sie durch Drücken einer Menütaste die ursprüngliche Einstellung für die Horizontalskala wiederherstellen. (Die Zoomfunktion ist auch praktisch, wenn Sie ein Signal mit der schnellsten Zeit/Div.–Einstellung erfaßt haben und es horizontal noch weiter dehnen möchten.)

Verwenden des Zooms bei Signalen

Damit Sie die Zoomfunktion effektiv einsetzen können, müssen Sie wissen, wie sie arbeitet. Wenn Sie vertikal zoomen, dehnt oder staucht das Oszilloskop nur das *ausgewählte* Signal. Außerdem positioniert das Oszilloskop bei aktivem Zoomen nur das ausgewählte Signal.

Beim horizontalen Zoomen wird je nach Einstellung der horizontalen Verriegelung im Menü Zoom entweder das ausgewählte Signal oder alle eingehenden Signale oder alle eingehenden und Bezugssignale gedehnt.

Beim horizontalen und vertikalen Zoomen kann das Signal um den Faktor 1, 2 oder 5 gedehnt oder gestaucht werden.

Interpolation und Zoomen

Damit Sie die Zoomfunktion effektiv einsetzen können, müssen Sie wissen, welchen Einfluß die Interpolation hat. Wenn Sie auf ein Signal zoomen, dehnen Sie einen Ausschnitt desselben. Wenn das Oszilloskop aufgrund der Dehnung mehr Punkte für diesen Ausschnitt darstellen muß, als es erfaßt hat, interpoliert es.

Die Interpolationsmethode, die das Oszilloskop verwendet (linear oder $\sin(x)/x$), kann einen Einfluß auf die Anzeige Ihres Signals beim Zoomen haben. Wenn Sie $\sin(x)/x$ (Standard) wählen, können an den Signalfanken Über- bzw. Unterschwinger auftreten. Ändern Sie in diesem Fall die Interpolationsmethode entsprechend den Anweisungen auf Seite 3–46 auf linear.

Informationen zu den beiden Interpolationsmethoden finden Sie unter *Interpolation* auf Seite 3–22. Um zwischen echten und interpolierten Aufzeichnungspunkten unterscheiden zu können, stellen die Anzeigeart auf **Intensified Samples**. (Siehe *Auswählen der Anzeigeart* auf Seite 3–33.)

Überprüfen des Zoomfaktors

Um schnell den Zoomfaktor zu bestimmen, wählen Sie das entsprechende Signal aus, und überprüfen Sie das Zoom-Readout. Es zeigt die Nummer des gewählten Signals sowie die horizontalen und vertikalen Zoomfaktoren an.

Das Zoom-Readout wird bei eingeschaltetem Zoom am oberen Bildschirmrand angezeigt. (Siehe Abbildung 3–23 auf Seite 3–46.) Bei den Modellen TDS 600B und 700A wird im Doppelfenster-Modus (Vorschaumodus) das Zoom-Readout nicht angezeigt.

Zoomen eines Signals

Um den Zoom zu verwenden, wählen Sie ein Signal aus, schalten Sie den Zoom ein, und vergrößern Sie dieses Signal mit den Drehknöpfen für die Vertikal und Horizontalskala.:

1. Drücken Sie eine der Signalauswahltasten **CH 1** bis **CH 4** an der rechten Bildschirmseite. Oder drücken Sie **MORE**, und wählen Sie aus dem Menü More ein errechnetes oder Bezugssignal aus.

2. Drücken Sie **ZOOM**.

Drücken Sie **ZOOM** → **Mode** (Hauptmenü) → **ON** (seitl. Menü). Die **ZOOM**-Taste an der Frontplatte muß leuchten. Schalten Sie im Seitenmenü **Dual Zoom** auf **OFF**.

3. Stellen Sie mit dem Drehknopf **SCALE** für die Vertikalskala den Zoomfaktor für das ausgewählte Signal ein. Stellen Sie mit dem Drehknopf **POSITION** für die vertikale Position die Position dieses Signals ein.

4. Stellen Sie mit dem Drehknopf **SCALE** für die Horizontalskala den Zoomfaktor ein. Stellen Sie mit dem Drehknopf **POSITION** für die horizontale Position die Position des Signals ein.

Je nach Einstellung für die horizontale Verriegelung (Horizontal Lock) im Seitenmenü hat die Zoomfunktion folgenden Einfluß auf die angezeigten Signale:

Keine (None) — nur das gegenwärtig ausgewählte Signal kann vergrößert und horizontal positioniert werden (Abbildung 3-23).

Eingehend (Live) — alle “*eingehenden*” Signale (im Gegensatz zu Bezugssignalen) können gleichzeitig vergrößert und horizontal positioniert werden. Wenn ein Bezugs- oder errechnetes Signal ausgewählt wird und die horizontale Verriegelung auf Live eingestellt ist, wird nur das ausgewählte errechnete oder Bezugssignal vergrößert und positioniert.

Alle (All) — alle angezeigten Signale (*live*, errechnete und Bezugssignale) können gleichzeitig vergrößert und horizontal positioniert werden.

Nur das ausgewählte Signal (oben) verändert die Größe

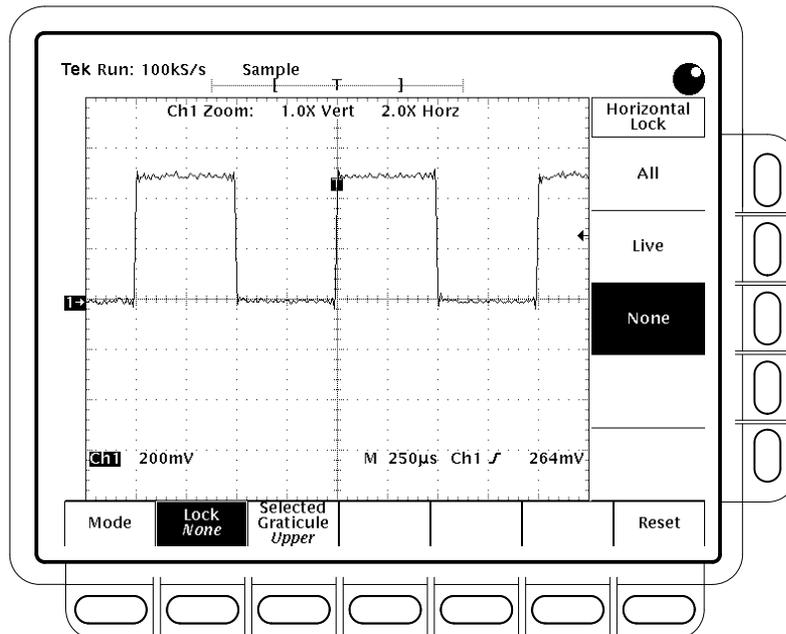


Abbildung 3–23: Zoom-Modus mit auf None eingestellter horizontaler Verriegelung

- Drücken Sie **ZOOM** → **Lock** (Hauptmenü) → **All**, **Live**, oder **None** (seitl. Menü).

HINWEIS. Der Zoom muß zwar eingeschaltet sein, um zu regeln, welche Signale vom Zoom betroffen sind, aber die Einstellung für die horizontale Verriegelung hat einen Einfluß darauf, welche Signale mit der horizontalen Steuerung positioniert werden, gleichgültig, ob der Zoom ein- oder ausgeschaltet ist. Die Richtlinien für die drei Einstellungen sind in Schritt 4 auf Seite 3–45 angegeben.

Einstellen der Interpolation

Um die verwendete Interpolationsmethode zu ändern, drücken Sie **DISPLAY** → **Settings** (Hauptmenü) → **Display** (Popup-Menü) → **Filter** (Hauptmenü) → **Sin(x)/x Interpolation** oder **Linear Interpolation** (seitl. Menü).

Zurücksetzen des Zooms

Um den Zoomfaktor auf den standardmäßigen Wert zurückzusetzen, gehen Sie wie folgt vor:

Drücken Sie **ZOOM** → **Reset** (Hauptmenü) → **Reset Live Factors** oder **Reset All Factors** (seitl. Menü). Reset Live Factors betrifft nur die eingehenden Signale, nicht die Bezugssignale. Reset All Factors betrifft alle Signale.

Verwenden des Doppelfenster-Modus

Das Oszilloskop kann ein Signal gleichzeitig im gezoomten und nicht gezoomten (vergrößerten und nicht vergrößerten) Zustand anzeigen und regeln. Dazu werden zwei Raster bzw. Fenster von halber Höhe erzeugt. Das Signal im vergrößerten Zustand wird dabei im oberen, im nicht vergrößerten Zustand im unteren Raster angezeigt. Um in den Doppelfenster-Modus (auch Zoom-Vorschaumodus genannt) zu schalten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **Zoom → Mode** (Hauptmenü) → **Preview** (seitl. Menü). Beachten Sie, daß das Oszilloskop den eingerahmten Bereich des Signals als Vergrößerung im oberen Raster anzeigt. (Siehe Abbildung 3–24.)
2. Um das Signal im *nicht vergrößerten* Zustand zu skalieren und zu positionieren, drücken Sie **Selected Graticule** (Hauptmenü) → **Lower** (seitl. Menü). Skalieren und positionieren Sie das im Rahmen nicht vergrößerte Signal horizontal und vertikal mit den entsprechenden Drehknöpfen.

Beachten Sie, daß das Oszilloskop, während Sie das nicht vergrößerte Signal relativ zum Rahmen skalieren oder verschieben, die vergrößerte Anzeige entsprechend verändert, so daß nur der eingerahmte Ausschnitt des Signals angezeigt wird.

3. Um das vergrößerte Signal zu skalieren oder zu positionieren, drücken Sie **Selected Graticule** (Hauptmenü) → **Upper** (seitl. Menü). Skalieren und positionieren Sie das vergrößerte Signal vertikal und horizontal mit den entsprechenden Drehknöpfen.

Beachten Sie, daß das Oszilloskop, während Sie das vergrößerte Signal skalieren oder verschieben, den Rahmen relativ zum nicht vergrößerten Signal verschiebt, so daß nur der im oberen Raster angezeigte Ausschnitt eingerahmt ist.

Im Doppelfenster-Modus zeigt das Oszilloskop den Zoom- bzw. Vergrößerungsfaktor nicht an. Für das vergrößerte Signal zeigt es jedoch die Skalenfaktoren (Volt/Div. und Zeit/Div.) an.

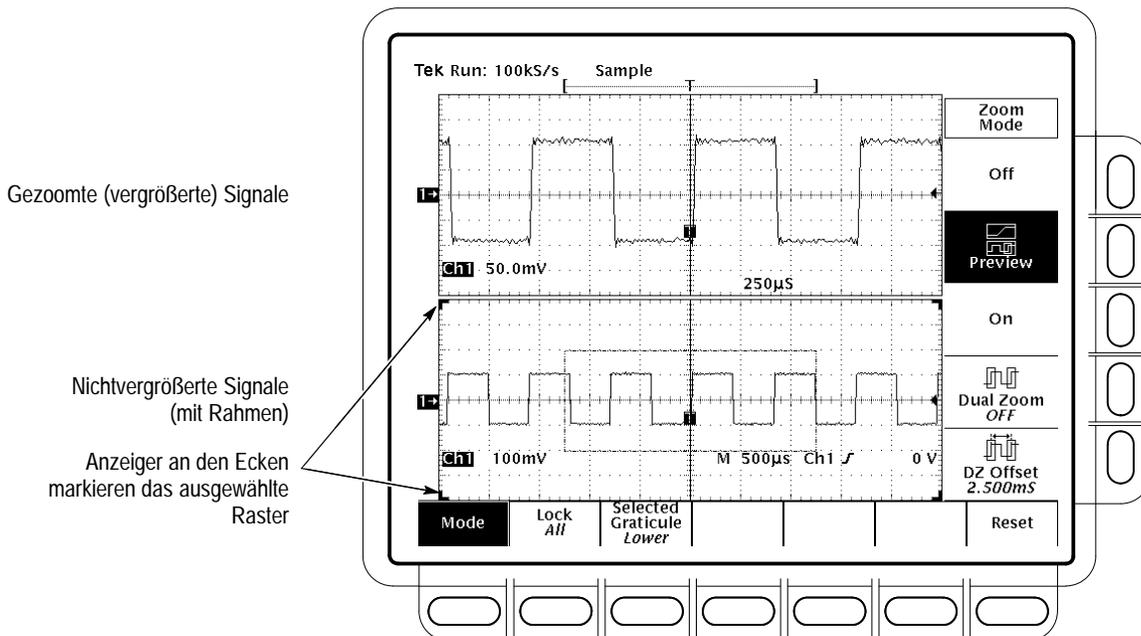


Abbildung 3–24: Doppelfenster- (Vorschau-)Modus

Zweifaches Zoomen eines Signals

Um zwei Signalausschnitte gleichzeitig zu vergrößern, drücken Sie **ZOOM → Mode** (Hauptmenü) → **Dual Zoom** (seitl. Menü), um das zweifache Zoomen einzuschalten. (Siehe Abbildung 3–25.)

In diesem Modus wird eine zweite vergrößerte Darstellung des ausgewählten, nicht vergrößerten Signals angezeigt. Diese zweite vergrößerte Darstellung ist im Verhältnis zur ersten vergrößerten Darstellung zeitlich versetzt. Außerdem muß der Zoom eingeschaltet sein (Seitenmenü eingestellt auf On oder Preview), damit beide vergrößerten Darstellungen angezeigt werden.

Einstellen des Offsets beim zweifachen Zoomen

Um den zeitlichen Offset des zweiten vergrößerten Signalausschnitts im Verhältnis zum ersten einzustellen, drücken Sie **ZOOM → Mode** (Hauptmenü) → **Dual Zoom Offset** (seitl. Menü). Stellen Sie den Offset anschließend mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.

Der Offset im Zweifach-Zoom-Modus ist immer positiv. Das Oszilloskop stellt den Offset auf einen Wert ein, der dem gewünschten Wert so nah wie möglich kommt. Eine Offseiteinstellung von 0,0 gewährleistet, daß die vergrößerten Darstellungen ungeachtet des Zoomfaktors unmittelbar aneinandergesetzt werden.

Die Horizontalvergrößerungs- und Horizontalskalenfaktoren legen die minimale verfügbare Offset-Zeit fest. Beide Rahmen umgeben stets gleiche Zeiträume, wobei der Offset zwischen dem ersten und dem zweiten Rahmen stets dem von einem Rahmen eingeschlossenen Zeitraum entspricht. Ein doppelt so großer

Zoomfaktor halbiert den von jedem Rahmen umschlossenen Zeitraum und somit auch die minimale Offset-Zeit.

Das Oszilloskop sichert jeden eingegebenen Wert, der kleiner ist als die minimale Zeit, als "Anforderung", wenn Sie diesen Wert mit dem Tastenfeld eingeben. Bei der Vergrößerung des Zoomfaktors oder der Verkleinerung der Horizontalskala auf eine Einstellung, bei der der eingegebene Wert zulässig ist, wird die Offset-Zeit auf diesen Wert eingestellt. Mit dem Mehrzweckknopf können Sie den Offset auf keinen Wert einstellen, der kleiner ist als die minimale verfügbare Offset-Zeit.

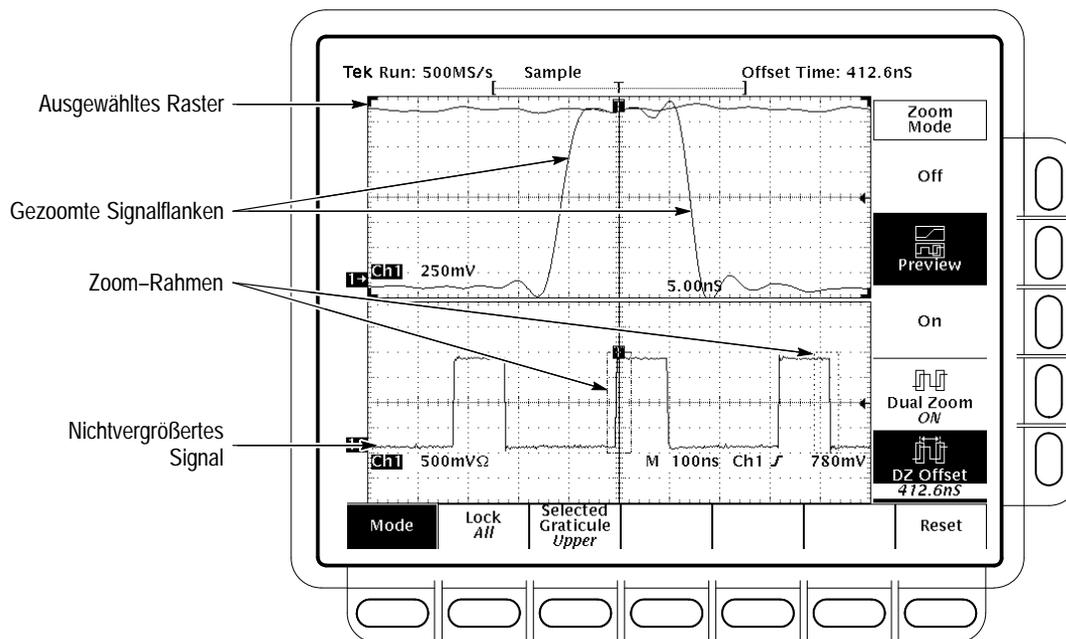


Abbildung 3-25: Zweifaches Zoomen – Doppelfenster- bzw. Vorschau-Modus

HINWEIS. Um die Einstellung des Zweifachzoom-Modus zu vereinfachen, schalten Sie im Seitenmenü die Option Preview ein. In diesem Doppelfenster-Modus wird die vergrößerte Darstellung im oberen Raster angezeigt, während im unteren Raster die beiden vergrößerten Ausschnitte durch zwei Rahmen in der nicht vergrößerten Darstellung angezeigt werden. Beim Einstellen des Offset wird der rechte Rahmen relativ zum linken verschoben. Die Position des linken Rahmens bleibt unverändert. Die zugehörige vergrößerte Darstellung im oberen Raster wird entsprechend verschoben. Sie können das Signal auch relativ zu den beiden Rahmen verschieben, wenn Sie das untere Raster auswählen und die Drehknöpfe für die horizontale und vertikale Steuerung verwenden. Siehe Verwenden des Doppelfenster-Modus auf Seite 3-47.

Verwenden des InstaVu™-Erfassungsmodus (Nur für Modelle TDS 500B und 700A)

Bei den Oszilloskopen TDS 500B und 700A können Sie mit Hilfe des InstaVu-Erfassungsmodus die Totzeit zwischen den Signalaktualisierungen, die bei der Erfassung von Signalen mit digitalen Speicheroszilloskopen (DSOs) in der Regel auftreten, verkürzen. Der InstaVu-Modus kann variable Abweichungen, wie z.B. Störungen oder einzelne schwache Impulse, zur Anzeige bringen, die bei längeren Totzeiten bei der normalen DSO-Anzeige häufig nicht bemerkt werden. Dieser Abschnitt beschreibt die Verwendung des InstaVu-Modus und den Unterschied zum normalen Erfassungsmodus.

Signalerfassungsrate

In Abbildung 3–26 ist dargestellt, wie sich der InstaVu-Erfassungsmodus vom normalen Erfassungsmodus bei digitalen Speicheroszilloskopen unterscheidet. Beachten Sie, daß für den normalen Modus der folgende Zyklus gilt: “Signal erfassen – Signal digitalisieren – Signalspeicherung aktualisieren – Signal anzeigen”. Im Normalmodus können kurzzeitige Abweichungen während längerer Totzeiten übersehen werden. Die typische Erfassungsrate liegt bei 50 Kurvenzügen pro Sekunde.

Im InstaVu-Modus wird diese Erfassungsrate auf bis zu 400.000 Kurvenzügen pro Sekunde (die maximale Rate hängt vom Oszilloskop-Modell ab) erhöht. Dabei wird die Form der Kurvenzüge zwischen den Anzeigen häufig aktualisiert. Diese sehr hohe Rate erhöht die Wahrscheinlichkeit, daß Runts, Glitches und andere kurzfristige Änderungen im Signalspeicher erfaßt werden. Das Oszilloskop zeigt dann das Signal mit variabler oder unendlicher Anzeigedauer in der normalen Anzeigegeschwindigkeit an. Sie können festlegen, wie lange das Signal auf dem Bildschirm angezeigt wird, indem Sie die Option Variable Persistence aktivieren und eine Abklingkonstante einstellen.

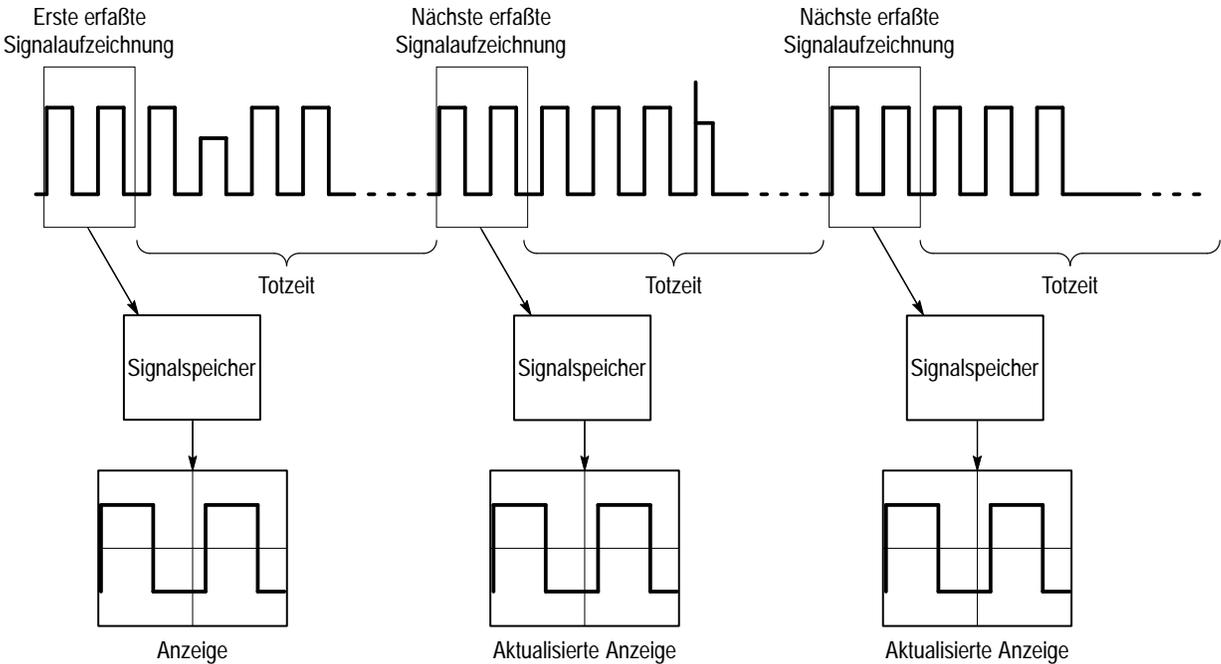
Verwenden des InstaVu-Modus

So schalten Sie den InstaVu-Modus ein:

1. Drücken Sie die Taste **InstaVu** an der Frontplatte. (Siehe Abbildung 3–27.)
2. Oder drücken Sie **DISPLAY → Mode** (Hauptmenü). Drücken Sie **Mode** noch einmal, um in den InstaVu-Modus zu schalten. (Siehe Abbildung 3–27.)

Um den InstaVu-Modus auszuschalten, drücken Sie **InstaVu**. Oder drücken Sie wahlweise **DISPLAY → Mode** (Hauptmenü) und dann noch einmal **Mode**, um in den Normalmodus zurückzuschalten.

Normaler DSO-Modus



InstaVu-Modus

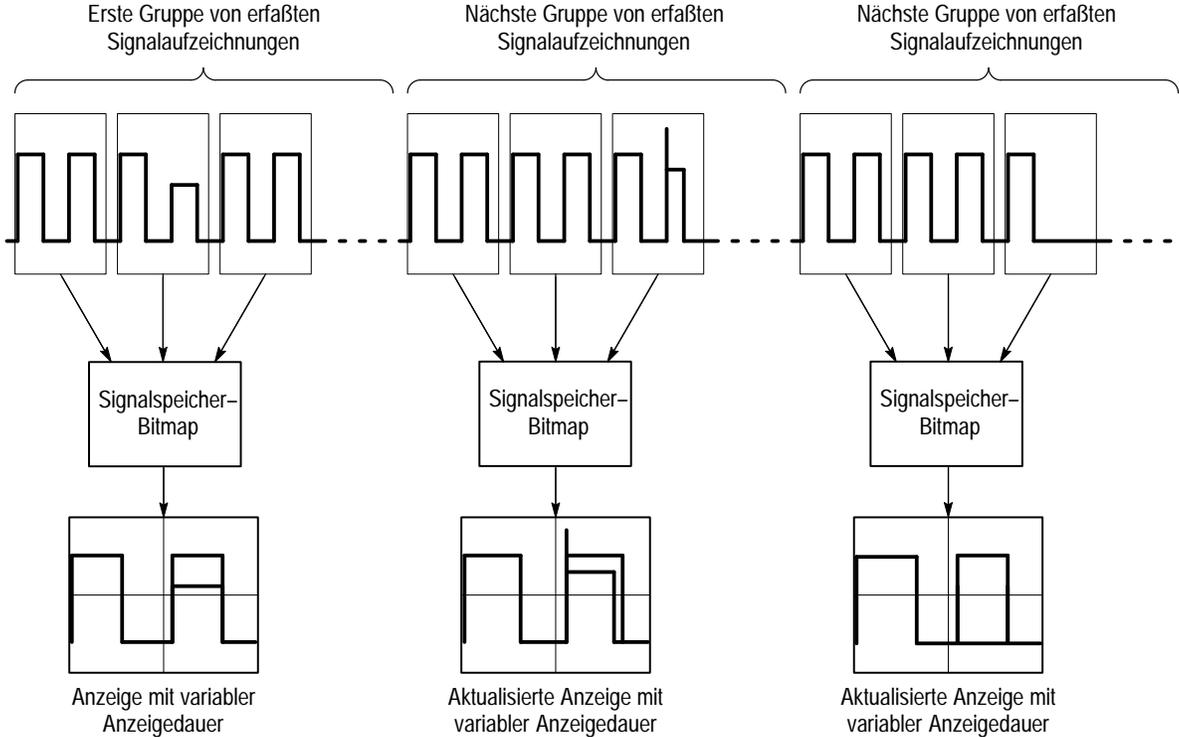


Abbildung 3-26: Normaler Erfassungs- und Anzeigemodus bei DSOs im Vergleich zum InstaVu-Modus

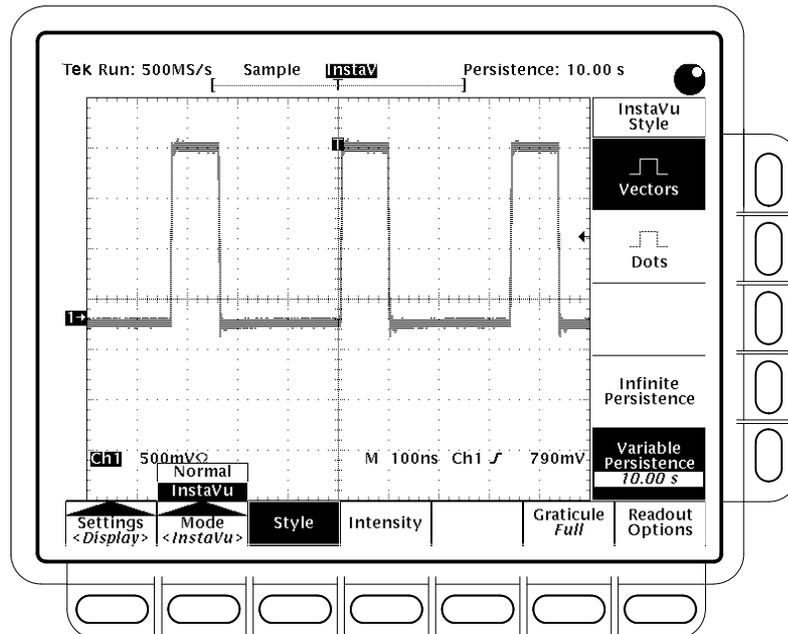


Abbildung 3–27: InstaVu–Anzeige

Einstellen der InstaVu–Anzeigeart

Um die Anzeigart im InstaVu–Modus zu ändern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **DISPLAY** → **Mode** (Hauptmenü) → **InstaVu** (Popup–Menü) → **Style** (seitl. Menü).
2. Wählen Sie im Seitenmenü zwischen **Vectors** und **Dots**. (Dots (Punktanzeige) ist die werksseitige Standardeinstellung.)
3. Wählen Sie im Seitenmenü zwischen **Infinite Persistence** und **Variable Persistence**. (Variable Persistence (variable Anzeigedauer) ist die werksseitige Standardeinstellung.)
4. Stellen Sie mit dem Mehrweckknopf oder dem Tastenfeld die Anzeigedauer (Abklingrate) ein, wenn Sie **Variable Persistence** ausgewählt haben.

Einstellen der InstaVu–Readoutoptionen

Um die Readout–Optionen für den InstaVu–Modus zu ändern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **DISPLAY** → **Mode** (Hauptmenü) → **InstaVu** (Popup–Menü) → **Readout Options** (seitl. Menü).
2. Stellen Sie mit **Display T Trigger Point**, **Trigger Bar Style** und **Display Date/Time** im Seitenmenü die gewünschten Einstellungen ein.

Inkompatible Modi

Einige Modi/Funktionen sind im InstaVu-Modus nicht verfügbar:

- FastFrame, Grenzbereichsprüfungen, XY-Anzeige und Zoom-Modi
- Die Erfassungsmodi Hüllkurve, Mittelwert, Hi Res und Einzelerfassung sowie der Autosave-Modus
- Hervorgehobene Zeitbasis
- Aufzeichnungslängen von mehr als 500 Abtastpunkten
- Interpolation (statt dessen wird die Äquivalenzzeit-Erfassung verwendet)
- Verbundene Punkte bei der Äquivalenzzeit-Erfassung (Signale werden statt dessen in Punktform angezeigt). (Um zu bestimmen, unter welchen Bedingungen das Oszilloskop normalerweise interpoliert oder die Äquivalenzzeit-Erfassung verwendet, siehe *Auswählen der periodischen Abtastung* auf Seite 3–28.)

Wenn Sie einen dieser Modi auswählen, bevor oder während der InstaVu-Modus eingeschaltet ist, werden sie im jeweiligen Menü als ausgewählt angezeigt, aber das Oszilloskop ignoriert die Auswahl zunächst. Es wird die Modi einschalten, wenn Sie den InstaVu-Modus ausschalten. Wenn Sie den InstaVu-Modus ausschalten und die Oszilloskop-Einstellungen nicht wie erwartet ausfallen, kann das also daran liegen, daß das Oszilloskop diese mit dem InstaVu-Modus inkompatiblen Modi nicht länger ignoriert.

Im InstaVu-Modus können errechnete Signale nicht ausgewählt werden. Wenn Sie versuchen, aus dem Menü MORE ein errechnetes Signal auszuwählen, gibt das Oszilloskop eine Fehlermeldung aus. Schalten Sie entweder den InstaVu-Modus aus, und erzeugen Sie ein errechnetes Signal, oder wählen Sie ein Kanalsignal, und verwenden Sie weiterhin den InstaVu-Modus.

Im InstaVu-Modus wird eine Anzeige mit längerer Anzeigedauer verwendet (siehe Menü Display). Wenn Sie die hervorgehobene Darstellung der Zeitbasis auswählen, wird der hervorgehobene Bereich über die Einstellungen für die Horizontalskala (Horizontal Scale) und die Verzögerungszeit (Delay Time) geregelt, als wäre der InstaVu-Modus ausgeschaltet. Der hervorgehobene Bereich wird jedoch im InstaVu-Anzeigemodus verborgen und ist daher nicht sichtbar. Schalten Sie den InstaVu-Modus aus, um den hervorgehobenen Bereich anzeigen zu lassen.

Verwenden von FastFrame™ (Nur für Modelle TDS 500B und 700A)

Sie können die Funktion FastFrame (auch segmentierter Speicher genannt) definieren und aktivieren. Mit dieser Funktion können Sie mehrere Erfassungen im Erfassungsspeicher eines einzigen Kanals erfassen. In Abbildung 3–28 ist dargestellt, wie FastFrame die gewünschten erfaßten Aufzeichnungen zu einer

größeren Aufzeichnung kombiniert. Mit FastFrame könnten Sie beispielsweise 10 Aufzeichnungen mit je 500 Abtastpunkten zu einer Aufzeichnung mit einer Aufzeichnungslänge von 5000 Abtastpunkten zusammenfügen.

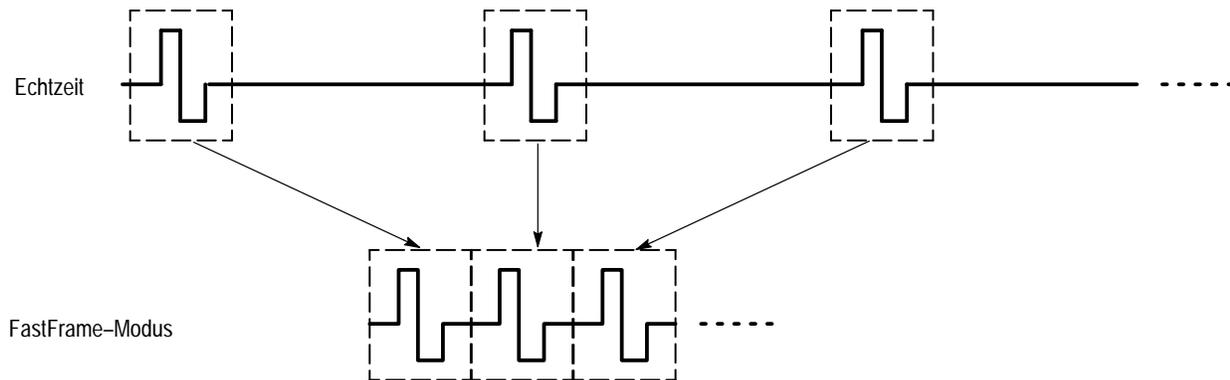


Abbildung 3-28: Fast Frame

Wenn Sie den FastFrame-Modus verwenden, können Sie zum gewünschten Bild springen. Um FastFrame zu verwenden, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **HORIZONTAL MENU** → **FastFrame Setup** (Hauptmenü) → **FastFrame** (seitl. Menü), um den FastFrame-Modus ein- bzw. auszuschalten (siehe Abbildung 3-29).

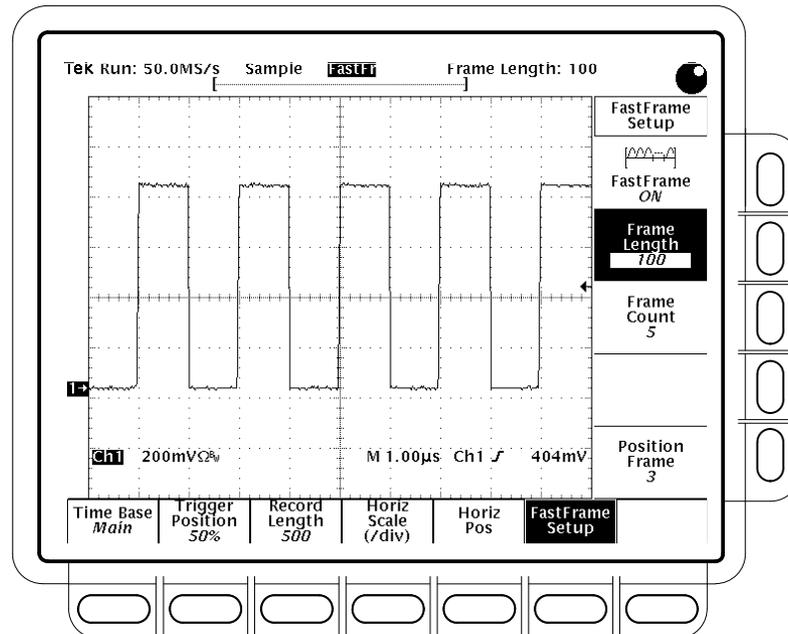


Abbildung 3–29: Das Menü Horizontal — FastFrame–Einstellung

2. Drücken Sie **Frame Length** oder **Frame Count** (seitl. Menü), und stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf die FastFrame–Parameter ein.
 - Frame Length (Bildlänge) bestimmt die Anzahl der Abtastpunkte pro Erfassung.
 - Frame Count (Bildzahl) bestimmt die Anzahl der Erfassungen, die im Erfassungsspeicher des Kanals gespeichert werden. Das Oszilloskop stellt die Aufzeichnungslänge auf einen Wert ein, der größer oder gleich dem Produkt aus Bildzahl und Bildlänge ist. Wenn das Produkt größer ist als die maximale verfügbare Aufzeichnungslänge, verringert das Oszilloskop die Bildlänge oder die Bildzahl so weit, bis das Produkt der Aufzeichnungslänge entspricht.
3. Drücken Sie **Horiz Pos** (Hauptmenü), dann **Frame** (seitl. Menü), und geben Sie mit dem Mehrzweckknopf die Zahl des Bildes ein, das angezeigt werden soll. Nachdem Sie **Enter** gedrückt haben, sollte dieses Bild auf dem Bildschirm angezeigt werden.

Wenn Sie das Signal mit dem Drehknopf **HORIZONTAL POSITION** an der Frontplatte nach rechts oder links verschieben, wird im Fenster neben der Seitenmenütaste **Frame** die Nummer des Signals in der Bildmitte angezeigt.

FastFrame – Betriebsmerkmale. Berücksichtigen Sie bei der Verwendung von FastFrame die folgenden Betriebsmerkmale:

- In den Modi Hüllkurve (Envelope), Mittelwert (Average) und Hi Res wird eine Hüllkurve oder ein Mittelwert im Anschluß an das letzte Bild der verketteten Aufzeichnung gebildet. Wenn zum Beispiel der Erfassungsmodus Mittelwert oder Hi Res ausgewählt ist und die Bildzahl 10 beträgt, werden in den Segmenten 1 bis 10 Bilder im Abtast- oder Hi Res-Modus angezeigt, während Bild 11 den Mittelwert der Bilder 1 bis 10 anzeigt. Wenn für ein zusätzliches Bild nicht genügend Platz vorhanden ist, ersetzt die Hüllkurve oder der Mittelwert die Darstellung des letzten erfaßten Bildes. Mittelwert- und Hüllkurvenzählungen haben im FastFrame-Modus keine Wirkung.
- Drücken Sie **RUN/STOP**, um die FastFrame-Sequenz zu beenden. Wenn Bilder erfaßt wurden, werden sie angezeigt. Wenn keine Bilder erfaßt wurden, wird das vorherige FastFrame-Signal angezeigt.
- Da FastFrame-Signale viele Trigger umfassen, werden die Triggerpunktanzeiger aus der Signal- und der Aufzeichnungsansicht entfernt, wenn das ausgewählte Kanal-, Bezugs- oder errechnete Signal ein FastFrame-Signal ist.
- Bei der Äquivalenzzeit-Abtastung ignoriert das Oszilloskop den FastFrame-Modus.
- Da im FastFrame-Modus zusätzliche Verarbeitungszeit im Betriebszyklus aus Erfassung, Verarbeitung und Anzeige erforderlich ist, verwenden Sie am besten die Option Single Sequence Acquisition (Einzelne Erfassungsfolge) (siehe Menü Acquire, Menü Stop After). Dabei sehen Sie die aktuelle Erfassungsfolge. Andernfalls hängt die Anzeige der aktuellen Folge um eine Folge hinterher. Sie können sich die aktuelle Folge auch anzeigen lassen, indem Sie die Taste RUN/STOP drücken, um die Erfassung zu beenden.

Triggerung auf Signale

Damit Sie das TDS–Oszilloskop für die Messung oder Überwachung von Signalen verwenden können, müssen Sie wissen, wie Sie eine stabile Anzeige dieser Signale triggern. Dazu werden in diesem Abschnitt die folgenden Themen behandelt:

- *Der Begriff der Triggerung* erläutert die Grundprinzipien des Triggerns und beschreibt die Triggerparameter *Art, Quelle, Kopplung, Holdoff, Modus* usw.
- *Triggern von der Frontplatte aus* beschreibt, wie Sie die Bedienelemente an der Gerätevorderseite verwenden, die für die meisten, wenn nicht alle, Triggerarten, die das Oszilloskop zur Verfügung stellt, verwendet werden können.

Danach beschreibt dieser Abschnitt die Triggerung mit Hilfe der verschiedenen Triggerarten, die vom Haupttrigger–System bereitgestellt werden: *Flanke, Logik* und *Impuls*.

- Anweisungen zur Verwendung der “Allzweck”–Triggerart Flanke finden Sie unter *Triggern auf eine Signalflanke* auf Seite 3–67.
- Anweisungen zur logischen Triggerung auf der Basis eines Eingabemusters, des Zustands oder eines Setup/Halten–Verstoßes finden Sie unter *Triggern auf logischer Basis* auf Seite 3–71.
- Anweisungen zur Impulstriggerung auf der Basis verschiedener Impulsarten (Glitch, runt) oder deren Parameter (Breite, Slewrate) finden Sie unter *Triggern auf Impulse* auf Seite 3–82.

Am Ende dieses Abschnitts finden Sie nähere Informationen über und Anweisungen für die Verwendung der *Verzögerten Zeitbasis* und des *Systems zur verzögerten Triggerung* für die Verzögerung der Erfassung eines Signals relativ zum Triggerereignis. (Siehe *Verzögerte Triggerung* auf Seite 3–95.)

Der Begriff der Triggerung

Trigger bestimmen, wann das Oszilloskop die Erfassung eines Signals beendet und es anzeigt. Sie unterstützen die Erzeugung aussagekräftiger Signale anstelle eines instabilen Durcheinanders oder leeren Bildschirms. (Siehe Abbildung 3–30.) Das Oszilloskop verfügt über vier Triggerarten: Flanke, Logik, Impuls und, wenn mit Zusatzausstattung 5 ausgerüstet, Video.

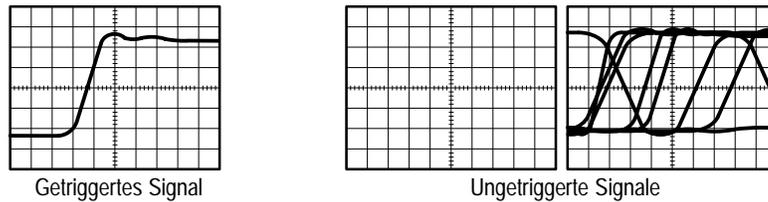


Abbildung 3-30: Getriggerte im Vergleich zu ungetriggerten Anzeigen

Das Triggerereignis

Das Triggerereignis legt den Zeitpunkt Null für die Signalaufzeichnung fest. Alle Punkte der Aufzeichnung werden zeitlich relativ zu diesem Punkt angezeigt. Das Oszilloskop erfasst und speichert fortwährend genügend Abtastpunkte, um den Vortriggerungsanteil der Signalaufzeichnung (der Teil des Signals, der *vor*, d. h. links neben, dem Triggerereignis angezeigt wird) zu vervollständigen. Wenn ein Triggereignis eintritt, beginnt das Oszilloskop mit der Erfassung der Abtastpunkte, um den Nachtriggerungsanteil der Signalaufzeichnung (der *nach*, d. h. rechts neben, dem Triggerereignis angezeigt wird) zu erzeugen. Sobald ein Trigger erkannt wird, nimmt das Digitaloszilloskop keinen weiteren Trigger an, bis die Erfassung beendet ist.

Triggerquellen

Sie können aus den folgenden Triggerquellen auswählen:

Die *Eingabekanäle* sind die am häufigsten verwendeten Triggerquellen. Sie können jeden der vier Eingabekanäle auswählen. Der von Ihnen als Triggerquelle ausgewählte Kanal funktioniert auch dann, wenn er nicht angezeigt wird.

AC

Wechselstrom-Netzspannung ist die Triggerquelle, die bei der Untersuchung von Signalen im Zusammenhang mit der Netzspannungsfrequenz am häufigsten verwendet wird. Dazu zählen beispielsweise Beleuchtungsgegenstände und Netzteile. Da das Oszilloskop den Trigger erzeugt, brauchen Sie für die Triggererzeugung kein Signal einzugeben.

Der *Hilfstrigger* ist die Triggerquelle, die am häufigsten für die Entwicklung und Reparatur digitaler Systeme verwendet wird. Sie möchten beispielsweise mit einem externen Takt oder mit einem Signal aus einem anderen Teil des Schaltkreises triggern. Wenn Sie den Hilfstrigger verwenden möchten, verbinden Sie das externe Triggersignal mit der Buchse Auxiliary Trigger an der Rückseite des Oszilloskops.

Triggerarten

Das Digitaloszilloskop stellt drei Standard-Trigger für das Haupttrigger-System zur Verfügung: Flanke, Impuls und Logik. Die Zusatzausstattung 05 stellt einen Video-Trigger bereit. Die Standardtrigger werden nacheinander ab Seite 3-67 einzeln beschrieben. Nachfolgend eine kurze Definition jeder Triggerart:



Edge (Flanke) ist der "Grund"-Trigger. Sie können ihn für analoge und digitale Prüfschaltungen verwenden. Ein Flankentriggereignis tritt ein, wenn die

Triggerquelle (das Signal, das von der Triggerschaltung überwacht wird) einen bestimmten Spannungspegel in der angegebenen Richtung (die Triggerflanke) durchquert.



Pulse (Impuls) ist ein Trigger für besondere Zwecke, der in erster Linie bei digitalen Schaltkreisen verwendet wird. Die fünf Klassen von Impulstriggern sind: *Glitch*, *Runt*, *Breite*, *Slewrate* und *Timeout*. Die Impulstriggerung ist nur beim Haupttrigger verfügbar.



Logic (Popup-Menü) (Logik) ist ein Trigger für besondere Zwecke, der in erster Linie bei digitalen logischen Schaltkreisen verwendet wird. Zwei der Triggerklassen, *Muster (Pattern (Popup-Menü))* und *Zustand (State)*, triggern auf der Basis der Booleschen Operatoren, die Sie für die Triggerquellen auswählen. Die Triggerung erfolgt, wenn die Booleschen Bedingungen erfüllt werden. Eine dritte Klasse, *Setup/Halten*, triggert, wenn Daten in einer Triggerquelle den Zustand innerhalb der Setup- und Haltezeiten ändern, die Sie in Relation zu einem Takt in einer anderen Triggerquelle angeben. Logische Trigger sind nur für das Haupttrigger-System verfügbar.



Video (Video) (verfügbar als Zusatzausstattung 05) ist ein spezieller Trigger für Videoschaltungen. Er hilft Ihnen bei der Untersuchung von Ereignissen, die eintreten, wenn ein Videosignal einen horizontalen oder vertikalen Synchronimpuls erzeugt. Zu den unterstützten Klassen von Videotriggern zählen Signale vom Typ *NTSC*, *PAL*, *SECAM* und *HDTV* (High Definition TV).



Triggermodi

Der Triggermodus bestimmt, wie sich das Oszilloskop beim Fehlen eines Triggerereignisses verhält. Das Oszilloskop verfügt über zwei Triggermodi: *Normal* und *Automatisch*.

Im Triggermodus *Normal* kann das Oszilloskop ein Signal nur erfassen, wenn es getriggert wird. Wenn keine Triggerung erfolgt, erfährt das Oszilloskop ein Signal nicht. (Sie können die Taste FORCE TRIGGER drücken, um eine einzelne Erfassung zu erzwingen.)

Im Triggermodus *Automatisch* (Auto-Modus) kann das Oszilloskop ein Signal auch dann erfassen, wenn keine Triggerung erfolgt. Im Auto-Modus wird ein Timer verwendet, der nach einem Triggerereignis die Zeitnahme beginnt. Wenn vor dem Ablauf der eingestellten Zeit kein weiteres Triggerereignis erkannt wird, wird eine Triggerung erzwungen. Die Zeit, die der Timer auf ein Triggerereignis wartet, ist abhängig von der Zeitbasis-Einstellung.

Bedenken Sie, daß im Auto-Modus bei der Erzwingung einer Triggerung und Fehlen eines gültigen Triggerereignisses die Signalanzeige nicht synchronisiert wird. Das heißt, aufeinanderfolgende Erfassungen werden nicht an derselben Stelle des Signals getriggert. Daher sieht es so aus, als würde das Signal über den Bildschirm laufen. Wenn gültige Triggerungen erfolgen, wird die Anzeige natürlich stabil.

Da im Auto-Modus beim Fehlen eines Triggerereignisses die Triggerung erzwungen wird, ist der Auto-Modus besonders dann für die Beobachtung von Signalen geeignet, wenn Sie nur an der Überwachung des Amplitudenpegels interessiert sind. Das unsynchronisierte Signal "läuft" über den Bildschirm und bleibt nicht wie im Triggermodus Normal stehen. Ein Beispiel für dieses Anwendungsgebiet ist die Untersuchung einer Netzsteckdose.

Trigger Holdoff

Wenn das Oszilloskop ein Triggerereignis erkennt, deaktiviert es das Triggersystem, bis die Erfassung beendet ist. Außerdem bleibt das Triggersystem auch während der Holdoff-Zeit nach jeder Erfassung deaktiviert. Sie können die Holdoff-Zeit einstellen, um eine stabile Anzeige sicherzustellen.

Das Triggersignal kann zum Beispiel ein komplexes Signal mit vielen möglichen Triggerpunkten sein. Es handelt sich zwar um ein periodisches Signal, aber ein einfacher Trigger kann zur Anzeige einer Reihe von Mustern anstelle eines jedesmal gleichen Musters führen.

Eine digitale Impulsfolge ist ein gutes Beispiel für ein solches komplexes Signal. (Siehe Abbildung 3-31.) Alle Impulse sehen gleich aus, also gibt es viele mögliche Triggerpunkte. Aber nicht alle führen zur gleichen Anzeige. Bei eingestellter Holdoff-Zeit kann das Oszilloskop an der richtigen Flanke triggern, was wiederum zu einer stabilen Anzeige führt.

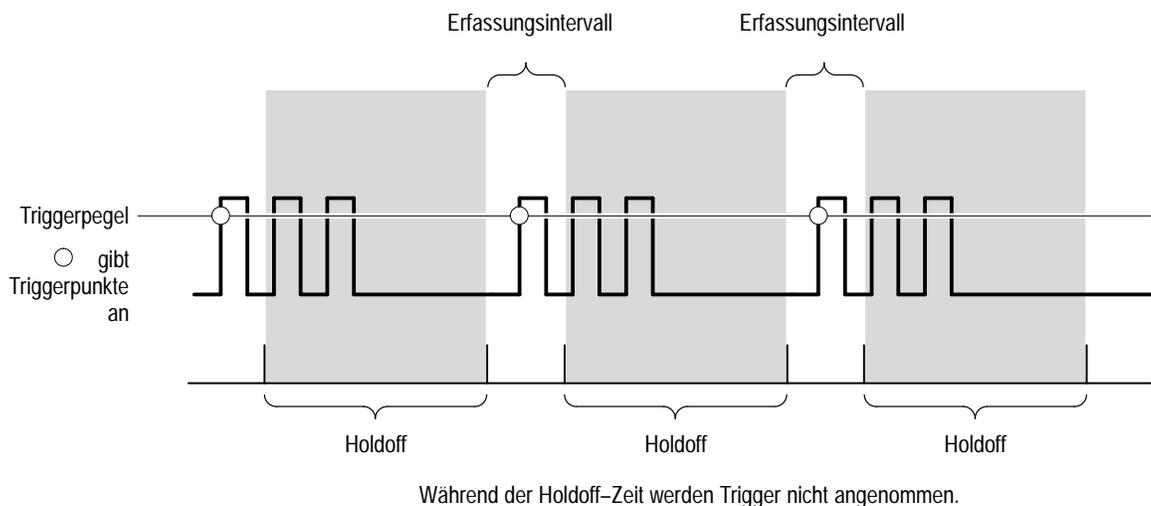


Abbildung 3-31: Die Holdoff-Zeit stellt eine gültige Triggerung sicher

Die Holdoff-Zeit kann auf einen Wert zwischen 250 ns (minimale Holdoff-Zeit) und 12 Sekunden (maximale Holdoff-Zeit) eingestellt werden. Informationen zur Einstellung des Holdoffs finden Sie unter *Einstellen von Modus & Holdoff* auf Seite 3-69.

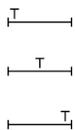
Sie können auch einen Standard–Holdoff einstellen. Dieser Standard–Holdoff ist der “Universal”–Holdoff für die meisten Triggersignale und ist je nach Einstellung der Horizontalskala veränderlich. Er entspricht 5 Skalenteilen multipliziert mit der aktuellen Zeit/Div.–Einstellung.

Triggerkopplung

Die Triggerkopplung bestimmt, welcher Teil des Signals durch die Triggerschaltung geführt wird. Alle Triggerarten, außer Flankentriggerung, verwenden ausschließlich die Gleichstromkopplung. Die Flankentriggerung kann alle verfügbaren Kopplungsarten verwenden: AC, DC, Niederfrequenzunterdrückung, Hochfrequenzunterdrückung und Rauschunterdrückung. Siehe Beschreibung jedes Kopplungsmodus unter *Angeben der Kopplung* auf Seite 3–68.

Triggerposition

Die einstellbare *Triggerposition* legt fest, an welcher Stelle der Signalaufzeichnung die Triggerung erfolgt. Sie können damit Daten innerhalb von Aufzeichnungen ordnungsgemäß ausrichten und messen. Der Teil der Aufzeichnung *vor* dem Trigger ist der Vortriggerungsanteil, der Teil *nach* dem Trigger ist der Nachtriggerungsanteil.



Um die Einstellung der Triggerposition sichtbar zu machen, wird im oberen Bildschirmteil ein Symbol angezeigt, das kenntlich macht, an welcher Stelle der Signalaufzeichnung die Triggerung erfolgt. Im Menü Horizontal können Sie einstellen, wieviel Prozent der Signalaufzeichnung auf den Vortriggerungsanteil entfallen.

Die Anzeige von Vortriggerungsinformationen kann für die Problembehebung nützlich sein. Wenn Sie zum Beispiel versuchen, die Ursache eines unerwünschten Glitches in Ihrer Prüfschaltung zu finden, können Sie auf den Glitch triggern und den Vortriggerungsanteil groß genug wählen, um Daten vor dem Glitch zu erfassen. Wenn Sie untersuchen, was vor dem Glitch geschieht, können Sie Hinweise auf die Ursache finden.

Flanke und Pegel



Die Flankensteuerung bestimmt, ob das Oszilloskop den Triggerpunkt an der ansteigenden oder abfallenden Signalflanke findet. (Siehe Abbildung 3–32.)

Sie stellen die Triggerflanke ein, indem Sie zunächst im Menü Main Trigger den Menüpunkt Slope wählen und dann im erscheinenden seitlichen Menü die ansteigende oder abfallende Flanke auswählen.



Die Pegelsteuerung bestimmt, an welcher Stelle dieser Flanke die Triggerung erfolgt. (Siehe Abbildung 3–32.) Am Oszilloskop können Sie den Haupttriggerpegel mit dem Drehknopf MAIN LEVEL einstellen.

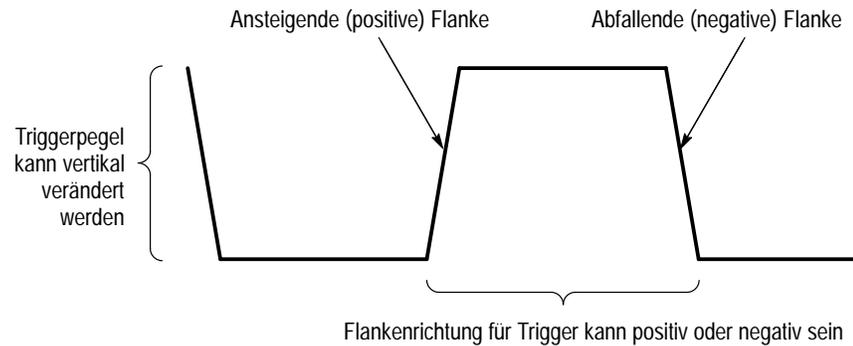


Abbildung 3–32: Festlegen des Triggerpunktes mit der Flanken- und Pegelsteuerung

System zur verzögerten Triggerung

Das Oszilloskop verfügt außerdem über ein System zur verzögerten Triggerung, das einen Flankentrieger (keinen Impuls- oder logischen Trigger) zur Verfügung stellt. Wenn Sie eine Verzögerungszeitbasis verwenden, können Sie die Erfassung eines Signals auch um eine von Ihnen festgelegte Zeit oder eine von Ihnen festgelegte Anzahl von verzögerten Triggerereignissen (oder beides) nach einem Haupttriggerereignis verzögern. Weitere Informationen zur Verwendung finden sie unter *Verzögerte Triggerung* auf Seite 3–95.

Triggerung von der Frontplatte aus

Mit den Triggertasten und dem entsprechenden Drehknopf können Sie schnell den Triggerpegel einstellen oder eine Triggerung erzwingen. (Siehe Abbildung 3–33.) Mit Hilfe des Trigger-Readouts und der Statusanzeige können Sie schnell den Status des Triggersystems bestimmen. Falls nicht anders angegeben, können Sie die folgenden Triggersteuerungen und -Readouts für alle Triggerarten verwenden.

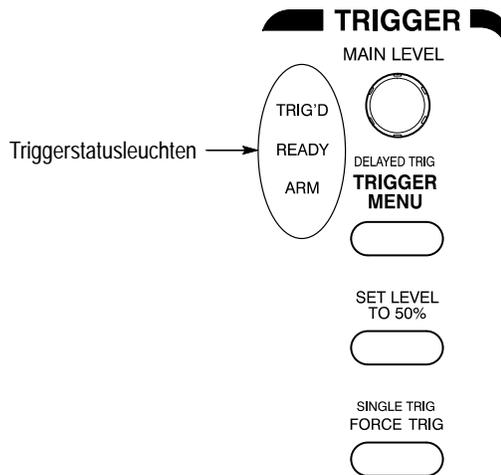


Abbildung 3-33: TRIGGER-Steuerung und Statusleuchten

Einstellen des MAIN LEVEL

Um den Triggerpegel bei der Flankentriggerung (oder bestimmte Schwellenpegel bei der logischen oder Impulstriggerung) manuell zu ändern, drehen Sie den Drehknopf **MAIN LEVEL**. Der Triggerpegel (oder Schwellenpegel) ändert sich, unabhängig davon, ob ein Menü und, wenn ja, welches Menü angezeigt wird.

Einstellen auf 50%

Um schnell einen Flankentrigger oder einen Impulstrigger (Glitch oder Breite) zu erhalten, drücken Sie **SET LEVEL TO 50%**. Das Oszilloskop stellt den Triggerpegel auf den Mittelpunkt zwischen den beiden Spitzen des Triggersignals ein. Die Einstellung Set Level to 50% hat bei den Triggerarten Logik und Video keine Wirkung.

Sie können den Pegel auch über das Menü Trigger unter dem Hauptmenüpunkt Level auf 50% einstellen. (Nur bei Flankentrigger oder Impulstrigger Glitch bzw. Breite).

Beachten Sie, daß der Drehknopf **MAIN LEVEL** und die entsprechenden Menüpunkte nur für den Haupttriggerpegel gelten. Den Pegel bei der verzögerten Triggerung können Sie über den Menüpunkt Level im Menü Delayed Trigger verändern.

Erzwingen einer Triggerung

Um zu erzwingen, daß das Oszilloskop auch ohne Triggerereignis sofort mit der Erfassung einer Signalaufzeichnung beginnt, drücken Sie die Taste **FORCE TRIG** an der Frontplatte.

Die Erzwingung einer Triggerung ist dann nützlich, wenn Sie im Triggermodus Normal sind und das Eingangssignal keinen gültigen Trigger zur Verfügung stellt. Wenn Sie **FORCE TRIG** drücken, können Sie bestätigen, daß ein Signal vorhanden ist, das das Oszilloskop erfassen kann. Sobald dies feststeht, können

Sie bestimmen, wie Sie darauf triggern möchten (drücken Sie **SET LEVEL TO 50%**, prüfen Sie die Triggerquelleneinstellung usw.).

Das Oszilloskop erkennt, daß die Taste **FORCE TRIG** gedrückt wurde, und reagiert darauf auch vor Ablauf des Vortriggerungs–Holdoffs. Die Taste hat jedoch keine Wirkung, wenn das Erfassungssystem angehalten wurde.

Einmaliges Triggern

Um auf das nächste gültige Triggerereignis zu triggern und dann zu stoppen, drücken Sie **SHIFT FORCE TRIG**. Drücken Sie nun jedesmal die Taste **RUN/STOP**, wenn Sie eine einzelne Erfassungsfolge beginnen möchten.

Um den Modus Single Trig zu verlassen, drücken Sie **SHIFT ACQUIRE MENU → Stop After (main) → RUN/STOP Button Only (side)**.

Weitere Informationen zu einzelnen Erfassungsfolgen finden Sie unter *Ende der Signalerfassung* auf Seite 3–30.

(Dieser Modus ist im InstaVu–Modus nicht verfügbar; siehe *Inkompatible Modi* auf Seite 3–53.)

Überprüfen des Triggerstatus

Den Zustand und die Einstellungen der Triggerschaltung können Sie mit Hilfe der *Triggerstatusanzeigen*, des *Trigger–Readouts* und der *Bildschirmanzeige* überprüfen.

Trigger Status Lights. Um schnell den Triggerstatus zu bestimmen, überprüfen Sie die drei Statusanzeigen **TRIG'D**, **READY** und **ARM** im Bereich der Triggersteuerung. (Siehe Abbildung 3–33.)

- Wenn **TRIG'D** leuchtet, hat das Oszilloskop einen gültigen Trigger erkannt und vervollständigt den Nachtriggerungsanteil der Signalanzeige.
- Wenn **READY** leuchtet, kann das Oszilloskop ein gültiges Triggerereignis annehmen und wartet darauf, daß dieses Ereignis eintritt.
- Wenn **ARM** leuchtet, vervollständigt die Triggerschaltung den Vortriggerungsanteil der Signalaufzeichnung.
- Wenn sowohl **TRIG'D** als **READY** leuchten, hat das Oszilloskop einen gültigen Haupttrigger erkannt und wartet nun auf eine verzögerte Triggerung. Wenn das Oszilloskop oscilloscope eine verzögerte Triggerung erkennt, vervollständigt es den Nachtriggerungsanteil der verzögerten Signalaufzeichnung.
- Wenn **ARM**, **TRIG'D** und **READY** nicht leuchten, wurde der Digitalisierer gestoppt.

- Wenn ARM, TRIG'D und READY leuchten (nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A), ist der FastFrame- oder der InstaVu-Modus aktiv. Es erfolgt keine Überwachung des Triggerstatus.

Trigger Readout. Um schnell die Einstellungen für die wichtigsten Triggerparameter zu bestimmen, überprüfen Sie das Trigger-Readout im unteren Bildschirmbereich. (Siehe Abbildung 3-33.) Die Readouts für Flanken-, Logik- und Impulstrigger sind unterschiedlich.

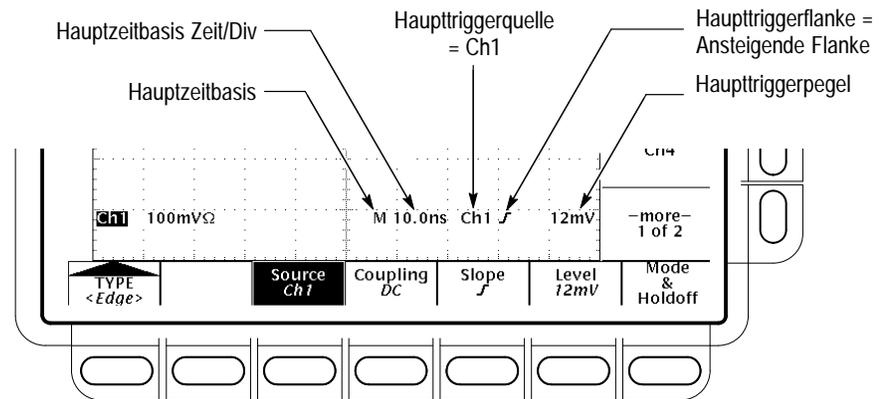


Abbildung 3-34: Beispiel eines Trigger-Readouts — Flankentriggerung

Record View. Um zu bestimmen, an welcher Stelle der Signalaufzeichnung und relativ zur Anzeige sich der Triggerpunkt befindet, überprüfen Sie das Symbol Aufzeichnungsausschnitt am oberen Bildschirmrand. (Siehe Abbildung 3-35.)

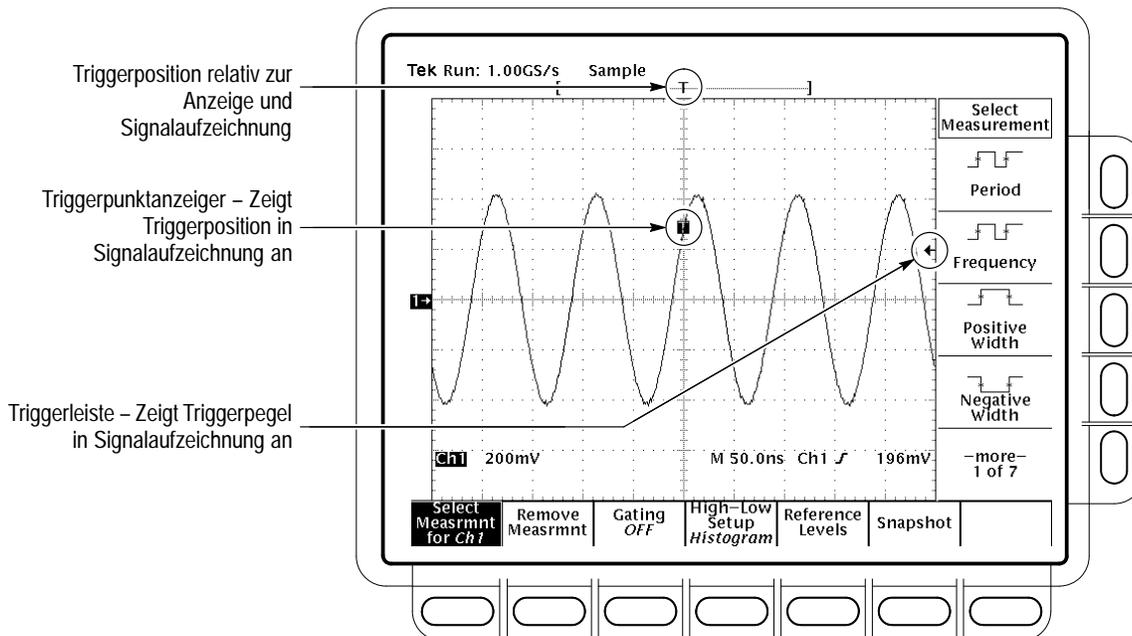


Abbildung 3–35: Aufzeichnungsausschnitt, Triggerpunktanzeiger und Triggerpegelcursor

Trigger Position and Level Indicators. Um den Triggerpunkt und den Triggerpegel zu bestimmen, überprüfen Sie die graphischen Anzeigen für *Triggerpunkt* und *Triggerpegel*. Abbildung 3–35 zeigt den Triggerpunktanzeiger und den Triggerpegelcursor.

Sowohl den Triggerpunktanzeiger als auch den Triggerpegelcursor können Sie über das Menü Display anzeigen lassen. Weitere Informationen finden Sie unter *Einstellen der Optionen für das Anzeige-Readout* auf Seite 3–35.

Der Triggerpunktanzeiger zeigt die Triggerposition an. Er kann sich horizontal außerhalb des Bildschirmbereichs befinden, vor allem bei langen Aufzeichnungslängen-Einstellungen. Der Triggerpegelcursor zeigt nur den Triggerpegel an. Er befindet sich stets im Bildschirmbereich (ungeachtet der horizontalen Position des Triggers), solange der Kanal, der die Triggerquelle darstellt, angezeigt wird.

Trigger Status Screen. Um sich eine umfassendere Statusanzeige der Einstellung der Systeme für Haupttrigger bzw. verzögerte Triggerung anzeigen zu lassen, drücken Sie **SHIFT STATUS** → **STATUS** (main) → **Trigger** (side).

Das Menü Trigger Jede Triggerart (Flanke, Logik und Impuls) verfügt über ein eigenes Menü Main Trigger, das bei der Beschreibung der jeweiligen Triggerart erläutert wird. Um die Triggerart auszuwählen, drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (Hauptmenü) (main) → **Edge**, **Logic** (Popup-Menü) oder **Pulse** (Popup-Menü) (pop-up).

Triggern auf eine Signalfanke

Das TDS-Oszilloskop kann auf eine Signalfanke triggern. Ein *Flankentriggereignis* tritt ein, wenn die Triggerquelle einen bestimmten Spannungspegel in einer bestimmten Richtung (die Triggerflanke) passiert. Die Flankentriggerung eignet sich für die meisten Messungen. Dieser Unterabschnitt beschreibt die Verwendung der Flankentriggerung: Auswahl der Flankenart, der Triggerquelle, der Kopplung, der Flanke und des Pegels. Er beschreibt außerdem, wie Sie für *alle* Triggerarten den Triggermodus, Auto oder Normal, auswählen.

Überprüfen des Flankentriggerstatus

Um schnell zu bestimmen, ob die Flankentriggerung ausgewählt ist, überprüfen Sie das Trigger-Readout. Wenn die Flankentriggerung ausgewählt ist, zeigt das Trigger-Readout die Triggerquelle, die Triggerflanke und den Triggerpegel an. (Siehe Abbildung 3–36.)

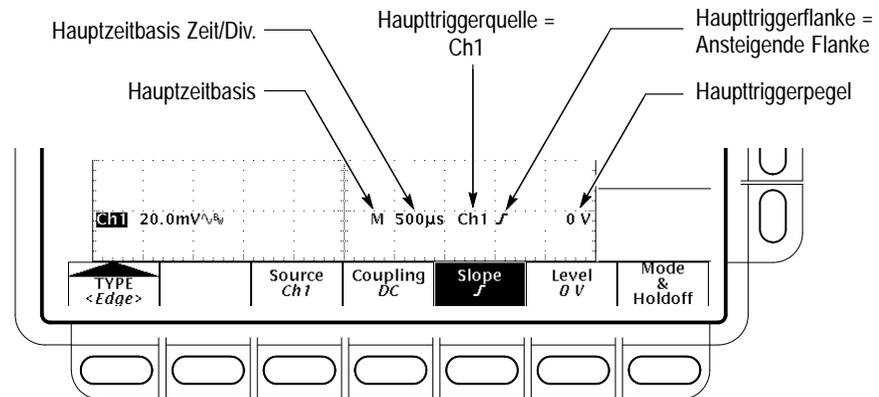


Abbildung 3–36: Flankentrigger-Readouts

Auswählen der Flankentriggerung

Mit Hilfe des Menüs Flankentrigger wählen Sie die Flankentriggerung aus und geben anschließend die Einstellungen für Quelle, Kopplung, Flanke, Triggerpegel, Modus und Holdoff ein.

Um das Menü Flankentrigger zu öffnen, drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up). (Siehe Abbildung 3–37.)

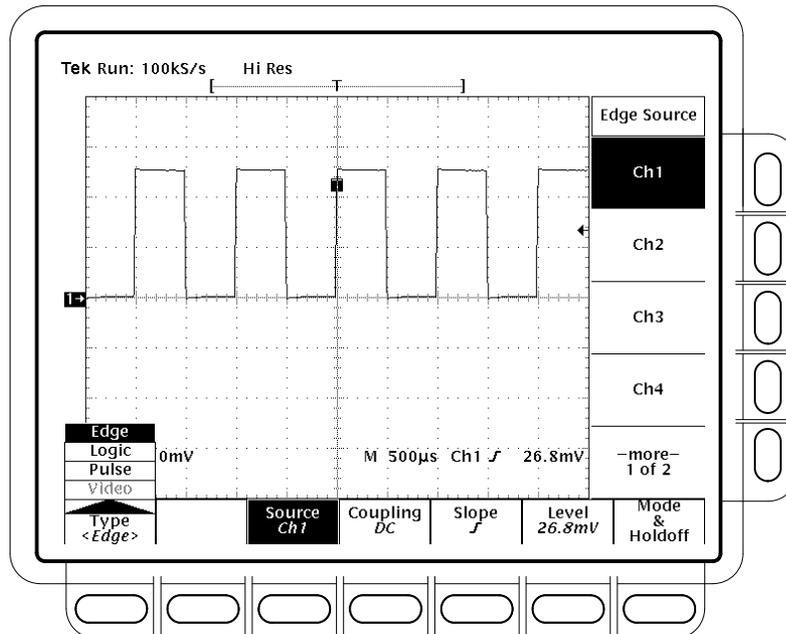


Abbildung 3–37: Das Menü Main Trigger — Flankentrigger

Auswählen einer Quelle

So wählen Sie die Triggerquelle aus:

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up) → **Source** (Hauptmenü) (main) → **Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AC Line** oder **DC Aux** (seitl. Menü) (side).

Angeben der Kopplung

Um die gewünschte Kopplung auszuwählen, drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up) → **Coupling** (Hauptmenü) (main) → **DC, AC, HF Rej, LF Rej** oder **Noise Rej** (seitl. Menü) (side).

DC

Bei DC wird das gesamte Eingangssignal weitergegeben. Das heißt, sowohl die Wechselstrom- als auch die Gleichstromkomponenten werden an die Triggerschaltung weitergegeben.

AC ~

Bei AC werden nur die alternierenden Komponenten eines Eingangssignals weitergegeben. Die Gleichstromkomponenten werden aus dem Triggersignal entfernt.

~

Bei HF Rej wird der Hochfrequenzanteil des Triggersignals entfernt. Dadurch werden nur die Niederfrequenzkomponenten an das Triggersystem weitergegeben. Bei der Hochfrequenzunterdrückung werden Signale mit einer Frequenz von mehr als 30 kHz gedämpft.

~

Bei LF Rej wird der Niederfrequenzanteil des Triggersignals entfernt. Dabei werden Signale mit einer Frequenz von weniger als 80 kHz gedämpft.



Noise Rej führt zu einer geringeren Empfindlichkeit. Bei Noise Rej ist für eine stabile Triggerung, bei der die Wahrscheinlichkeit der Triggerung auf Rauschen verringert wird, eine höhere Signalamplitude erforderlich.

HINWEIS. Wenn Sie als Triggerquelle Line auswählen, verwendet das Oszilloskop die Wechselstromkopplung, um eine Abtastung der Wechselstrom-Netzspannung mit den Triggerschaltungen zu koppeln. Wenn Line ausgewählt ist, muß zwar nicht unbedingt die Wechselstromkopplung eingestellt sein, aber das Oszilloskop ignoriert diese Einstellung, bis eine andere Quelle (Ch1 bis Ch4) ausgewählt wird.

Auf ähnliche Weise verwendet das Oszilloskop, wenn Sie DC Aux (Geräterückseite) als Triggerquelle auswählen, die Gleichstromkopplung, um ein Hilfssignal mit den Triggerschaltungen zu koppeln. Wenn DC Aux ausgewählt ist, muß zwar nicht unbedingt die Gleichstromkopplung ausgewählt sein, aber das Oszilloskop ignoriert die Einstellung, bis einer der Kanäle Ch1 bis Ch4 ausgewählt wird.

Einstellen von Modus & Holdoff

Mit diesem Menüpunkt können Sie die Holdoff-Zeit ändern und den Triggermodus auswählen. Eine Beschreibung dieser Funktionen finden Sie unter *Triggermodi und Trigger-Holdoff* ab Seite 3–59. Um den Modus und den Holdoff einzustellen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Mode & Holdoff (main)** → **Auto** oder **Normal** (seitl. Menü) (side). Die Modi arbeiten wie folgt:
 - Im Auto-Modus erfaßt das Oszilloskop ein Signal nach Ablauf einer bestimmten Zeit, selbst wenn kein Triggerereignis eintritt. Die Wartezeit ist abhängig von der Zeitbasiseinstellung.
 - Im Normal-Modus erfaßt das Oszilloskop ein Signal nur, wenn ein gültiger Trigger vorhanden ist.
2. Um die Holdoff-Zeit zu ändern, drücken Sie **Holdoff** (seitl. Menü) (side). Geben Sie den Zeitwert mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.

Wenn Sie mit dem Mehrzweckknopf eine große Zahl eingeben möchten, drücken Sie die **SHIFT**-Taste, bevor Sie am Knopf drehen. Wenn die Leuchtdiode über der **SHIFT**-Taste leuchtet und in der rechten oberen Bildschirmecke **Coarse Knobs** erscheint, können Sie die Zahl erheblich schneller einstellen.

Sie können die Holdoff-Zeit auf einen Wert zwischen 250 ns (minimale Holdoff-Zeit) und 12 Sekunden (maximale Holdoff-Zeit) einstellen. Die typischen Mindest- und Höchstwerte finden Sie im Handbuch TDS 500B, TDS 600B, & TDS 700A *Oszilloskop- Leistungsüberprüfung und Spezifikationen* unter *Holdoff, Variabel, Haupttrigger*.

- Um die werksseitige Holdoff-Einstellung für die aktuelle Einstellung der Horizontalskala einzustellen, drücken Sie **Default Holdoff** (side).

HINWEIS. Wenn Sie *Default Holdoff* auswählen, ändert sich die Holdoff-Zeit in Abhängigkeit von der Einstellung der Horizontalskala, um einen geeigneten Wert für die Universaltriggerung bei dieser Skaleneinstellung beizubehalten. Wenn Sie jedoch *Holdoff* (statt *Default Holdoff*) auswählen, wird die unter dem Menüpunkt *Holdoff* eingestellte Zeit für alle Einstellungen der Horizontalskala verwendet.

Einstellen der Flanke

So wählen Sie die Flanke aus, auf die getriggert wird:



- Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up) → Slope (Hauptmenü) (main).
- Wählen Sie aus dem Seitenmenü die ansteigende oder abfallende Flanke aus.

Einstellen des Pegels

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up) → Level (Hauptmenü) (main) → Level, **Set to TTL**, **Set to ECL** oder **Set to 50%** (seitl. Menü) (side).

Bei **Level** können Sie den Triggerpegel mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld eingeben.

Bei **Set to TTL** wird der Triggerpegel auf +1.4 V eingestellt.

Bei **Set to ECL** wird der Triggerpegel auf -1.3 V eingestellt.

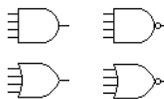
HINWEIS. Wenn Sie eine Volt/Div. Einstellung von weniger als 200 mV einstellen, verringert das Oszilloskop die Triggerpegel für **Set to TTL** und **Set to ECL** auf Werte, die unter den standardmäßigen TTL- und ECL-Pegeln liegen. Das liegt daran, daß der Triggerpegelbereich auf +12 Skalenteile von der Bildschirmmitte festgelegt ist. Bei 100 mV (die nächstkleinere Einstellung nach 200 mV) beträgt der Triggerpegelbereich +1.2 V, was weniger ist als der typische TTL- (+1.4 V) bzw. ECL-Pegel (-1.3 V).

Bei **Set to 50%** wird der Triggerpegel auf annähernd 50% des Spitze-Spitze-Werts des Triggerquellensignals festgelegt.

Triggerung auf logischer Basis

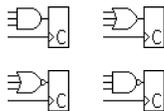
Das TDS Oscilloskop kann auf ein logisches oder binäres Muster und auf den Zustand eines logischen Musters zu dem Zeitpunkt, an dem es getaktet wird, triggern. Es kann auch auf Daten triggern, die relativ zu einem Takt gegen Setup- und Haltezeiten verstoßen. Dieser Unterabschnitt beschreibt die Verwendung dieser drei Klassen der logischen Triggerung: *Muster*, *Zustand* und *Setup/Halten*.

Eine *Muster*triggerung erfolgt, wenn die logischen Eingaben in einer von Ihnen ausgewählte Logikfunktion dazu führen, daß diese Funktion TRUE (wahr) oder wahlweise FALSE (unwahr) wird. Wenn Sie einen Mustertrigger verwenden, definieren Sie:



- Die Vorbedingung für jeden logischen Eingang — logischer Ja, logisch Nein oder Egal (die logischen Eingänge sind die Kanäle 1, 2, 3 und 4)
- Die Boolesche Logikfunktion — wählen Sie zwischen AND, NAND, OR und NOR
- Die Bedingung für die Triggerung — ob die Triggerung erfolgt, wenn die Boolesche Funktion TRUE (logisch Ja) oder FALSE (logisch Nein) wird, und ob die Bedingung TRUE zeitgebunden ist.

Eine *Zustand*triggerung erfolgt, wenn die logischen Eingaben in eine logische Funktion dazu führen, daß die Funktion *zu dem Zeitpunkt*, an dem der Takteingang seinen Zustand verändert, TRUE (oder wahlweise FALSE) wird. Wenn Sie einen Zustandstrigger verwenden, definieren Sie:



- Die Vorbedingung für jeden logischen Eingang, Kanäle 1, 2 und 3
- Die Richtung der Zustandsänderung für den Takteingang, Kanal 4
- Die Boolesche Logikfunktion — wählen Sie zwischen getaktetem AND, NAND, OR und NOR
- Die Bedingung für die Triggerung — ob die Triggerung erfolgt, wenn die Boolesche Funktion TRUE (logischer Höchstwert) oder FALSE (logischer Niedrigstwert) wird.

Eine *Setup/Halten*-Triggerung erfolgt, wenn ein logischer Eingang den Zustand innerhalb der Setup- und Haltezeiten relativ zum Takt ändert. Wenn Sie eine Setup/Halten-Triggerung verwenden, definieren Sie:

- Den Kanal, der die logische Eingabe enthält, (Datenquelle) und den Kanal, der den Takt enthält (die Taktquelle)
- Die zu verwendende Richtung der Taktflanke
- Den Taktpegel und den Datenpegel, den das Oszilloskop verwendet, um zu bestimmen, ob eine Takt- oder Datenänderung erfolgt ist

- Die Setup- und Haltezeiten, die zusammen einen Zeitbereich relativ zum Takt festlegen

Muster- und Zustandstriggerung

Bei der Muster- und Zustandstriggerung werden Boolesche Logikfunktionen auf die logischen Eingänge angewendet. In Tabelle 3-7 sind diese vier Logikfunktionen definiert.

Bei einer *Mustertriggers* wartet das Oszilloskop bis zum Ende des Trigger- Holdoffs und tastet dann die Eingaben aus allen Kanälen ab. Das Oszilloskop löst dann die Triggerung aus, wenn die in Tabelle 3-7 definierten Bedingungen erfüllt werden. (Goes TRUE oder Goes FALSE müssen im Menü Trigger When eingestellt sein. Die anderen Einstellungen in diesem Menü werden unter *Definieren einer zeitgebundenen Mustertriggers* auf Seite 3-77 beschrieben.)

Bei einer *Zustandstriggers* wartet das Oszilloskop bis zum Ende des Trigger- Holdoffs und wartet außerdem noch solange, bis die Flanke in Kanal 4 in die angegebene Richtung kippt. Dann tastet das Oszilloskop die Eingaben aus den anderen Kanälen ab und löst den Trigger aus, wenn die in Tabelle 3-7 definierten Bedingungen erfüllt werden.

Tabelle 3-7: Muster- und Zustandslogik

Muster	Zustand	Definition ^{1, 2}
 AND	 Getaktetes AND	Wenn <i>alle</i> Vorbedingungen für die logischen Eingänge ³ TRUE sind, triggert das Oszilloskop.
 NAND	 Getaktetes NAND	Wenn <i>nicht alle</i> Bedingungen für die logischen Eingänge ³ TRUE sind, triggert das Oszilloskop.
 OR	 Getaktetes OR	Wenn <i>irgendeine</i> der Bedingungen für die logischen Eingänge ³ TRUE ist, triggert das Oszilloskop.
 NOR	 Getaktetes NOR	Wenn <i>keine</i> der Bedingungen für die logischen Eingänge ³ TRUE ist, triggert das Oszilloskop.

- 1 Beachten Sie, daß bei Zustandstriggers die Bedingung zu dem Zeitpunkt erfüllt sein muß, wenn der Takteingang den Zustand ändert.
- 2 Diese Definitionen sind korrekt für die Einstellung Goes TRUE im Menü Trigger When. Wenn in diesem Menü Goes False eingestellt ist, ersetzen Sie bei Muster- und Zustandstriggers die Definition mit AND für NAND und umgekehrt sowie die Definition mit OR für NOR und umgekehrt.
- 3 Bei Mustertriggers sind die logischen Eingänge die Kanäle 1, 2, 3 und 4. Bei Zustandstriggers wird Kanal 4 zum Takteingang, die übrigen Kanäle bleiben logische Eingänge.

Setup/Halten-Triggerung

Bei der Setup/Halten-Triggerung werden die Setup- und Haltezeiten für die Definition eines "Setup/Halten-Verstoßbereichs" relativ zum Takt verwendet. Daten, die innerhalb dieses Bereichs den Zustand ändern, führen zur Triggerung durch das Oszilloskop. Abbildung 3-38 zeigt, wie die von Ihnen eingestellten Setup- und Haltezeiten diesen Bereich relativ zum Takt positionieren.

Bei der Setup/Halten-Triggerung wird der Setup/Halten-Verstoßbereich verwendet, um zu erkennen, wann Daten zu nah am Taktzeitpunkt instabil sind. Jedesmal, wenn der Trigger-Holdoff endet, überwacht das Oszilloskop die Daten- und Taktquellen. Bei Eintreffen einer Taktflanke überprüft das Oszilloskop den Datenstrom, den es verarbeitet (von der Datenquelle) auf Veränderungen innerhalb des Setup/Halten-Verstoßbereichs. Wenn eine Veränderung eintritt, triggert das Oszilloskop, wobei *der Triggerpunkt an der Taktflanke liegt*.

Bei *positiven* Einstellungen für Setup- und Haltezeiten (für die meisten Anwendungen) wird der Setup/Halten-Verstoßbereich so positioniert, daß er die Taktflanke einschließt. (Siehe oberste Darstellung in Abbildung 3-38.) Das Oszilloskop erkennt und triggert auf Daten, die nicht lang genug vor dem Takt stabil werden (Setupzeit-Verstoß) oder nicht lang genug nach dem Takt stabil bleiben (Haltezeit-Verstoß).

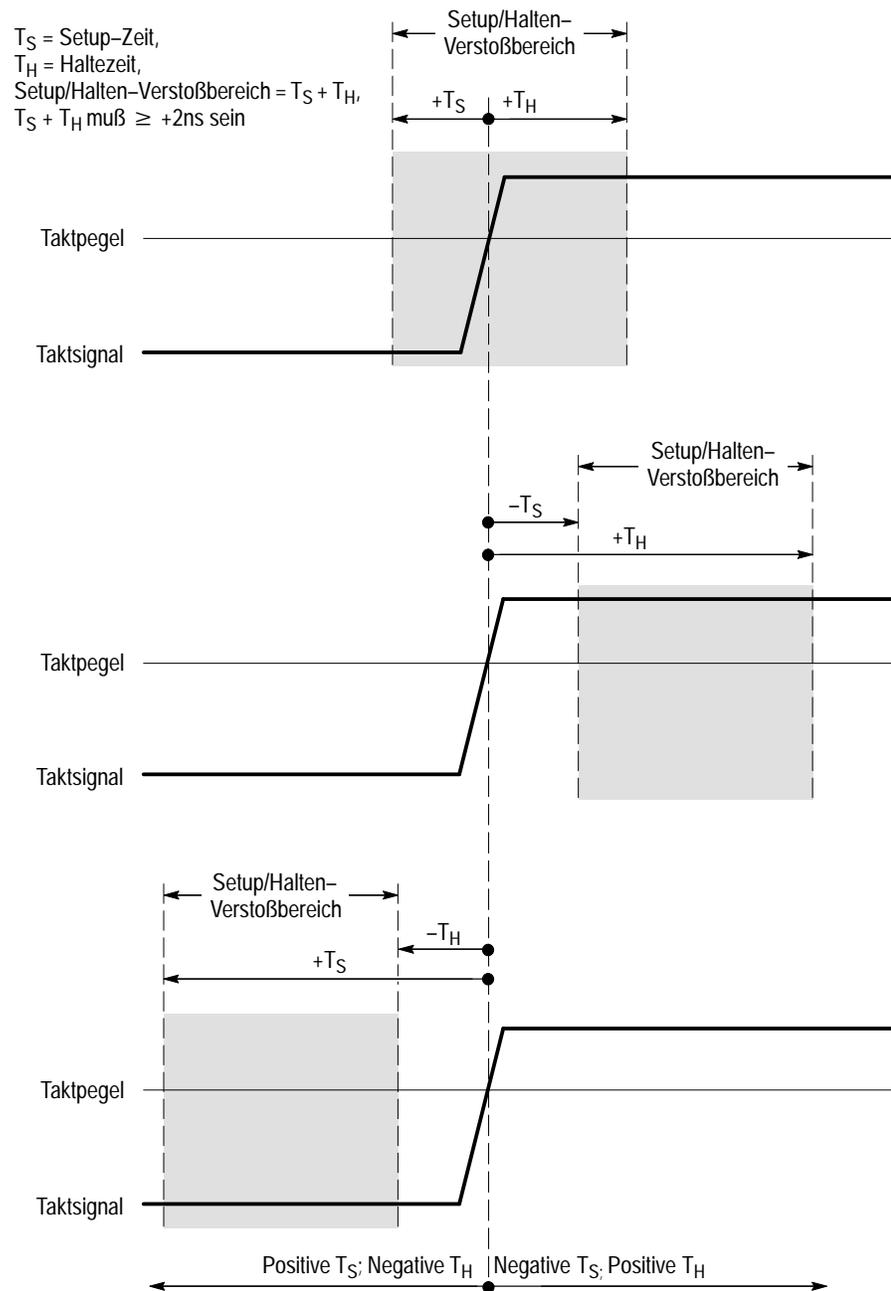


Abbildung 3-38: Verstoßbereiche für Setup/Halten-Triggerung

Bei *negativen* Einstellungen für Setup- und Haltezeiten wird der Verstoßbereich so weit verlagert, daß er sich vor oder hinter der Taktflanke befindet. (Siehe mittlere und untere Darstellung in Abbildung 3-38.) Das Oszilloskop erkennt und triggert dann auf einen Verstoß gegen einen *Zeitbereich*, der sich *vor* oder *nach* dem Takt ereignet.

HINWEIS. Die Haltezeit muß mindestens 2 ns kürzer sein als die Taktperiode, da das Oszilloskop andernfalls nicht triggern kann.

Überprüfen des Status der logischen Trigger

Um schnell festzustellen, ob logische Trigger ausgewählt sind und, wenn ja, welche ausgewählt sind, überprüfen Sie das Trigger-Readout. Wenn logische Trigger ausgewählt sind, wird die ausgewählte Klasse der logischen Trigger angezeigt: *Muster*, *Zustand* oder *StlHld* (Setup/Halten). (Siehe Abbildung 3–39.)

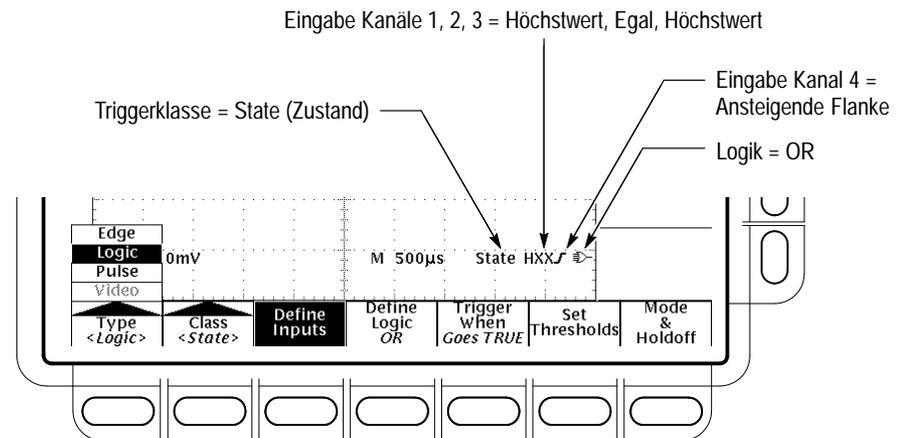


Abbildung 3–39: Readouts der logischen Trigger – Zustandstrigger ausgewählt

HINWEIS. Wenn die Triggerart Logic (Popup-Menü) ausgewählt ist, muß der Triggerpegel für jeden Kanal einzeln im Menü Set Thresholds (Muster und Zustand) oder im Menü Levels (Setup/Halten) eingestellt werden. Deshalb verschwindet der Triggerpegelcursor vom Bildschirm. Mit dem Drehknopf Trigger Level können Sie den gewünschten Pegel einstellen, während im Menü Main Trigger die Option Logic (Popup-Menü) eingestellt ist.

Triggern auf ein Muster

Wenn Sie Muster auswählen, triggert das Oszilloskop auf eine bestimmte logische Kombination der vier Eingangskanäle (Auf den Seiten 3–71 bis 3–72 ist die Funktionsweise der Mustertriggerrung beschrieben.) Um die Mustertriggerrung zu verwenden, gehen Sie wie folgt vor:

Select Pattern Triggering. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (Hauptmenü) (main) → **Pattern** (Popup-Menü) (Popup-Menü) (pop-up).

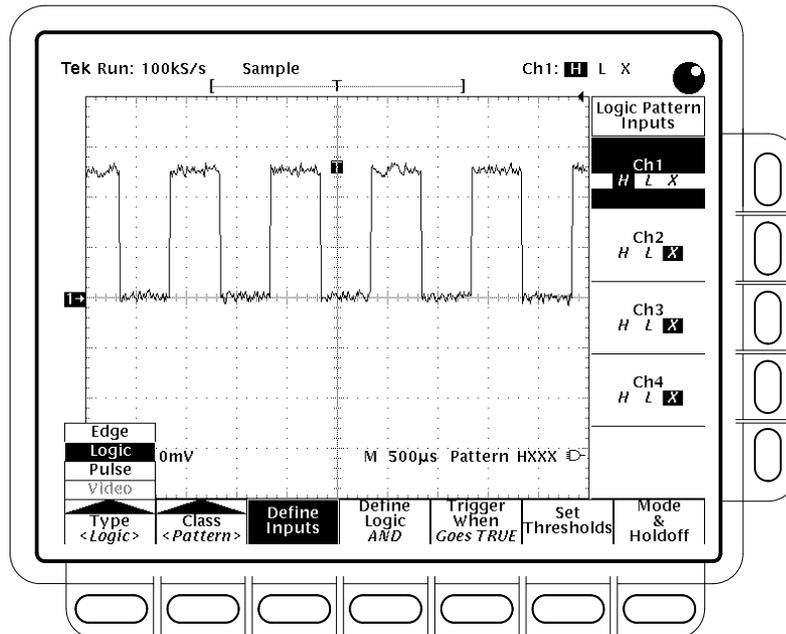


Abbildung 3–40: Das Menü Logic (Popup–Menü) Trigger

To Define Pattern Inputs. So stellen Sie den logischen Zustand jedes Eingangskanals (**Ch1**, **Ch2**, ...) ein:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup–Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Pattern** (Popup–Menü) (pop-up) → **Define Inputs** (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side).
2. Drücken Sie mehrmals die Taste des in Schritt 1 ausgewählten Eingangskanals, um für den jeweiligen Kanal entweder Ja (**H**), Nein (**L**) oder Egal (**X**) auszuwählen.

To Set Thresholds. So stellen Sie die logischen Schwellen für jeden Kanal ein:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup–Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Pattern** (Popup–Menü) (pop-up) → **Set Thresholds** (seitl. Menü) (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (seitl. Menü) (side).
2. Stellen Sie mit dem Drehknopf **MAIN TRIGGER LEVEL**, dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld die jeweilige Schwelle ein.

To Define the Logic. So wählen Sie die Logikfunktion aus, die auf die Eingangskanäle angewendet werden soll (auf Seite 3–72 finden Sie die Definitionen der Logikfunktionen für Muster- und Zustandstriggerung):

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Pattern** (Popup-Menü) (pop-up) → **Define Logic** (Popup-Menü) (main) → **AND, OR, NAND** oder **NOR** (seitl. Menü) (side).

Set Trigger When. Um auszuwählen, ob getriggert werden soll, wenn die logische Bedingung erfüllt ist (**Goes TRUE**) oder nicht (**Goes FALSE**), gehen Sie wie folgt vor:

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Pattern** (Popup-Menü) (pop-up) → **Trigger When** (main) → **Goes TRUE** oder **Goes FALSE** (seitl. Menü) (side).

Die Seitenmenüpunkte **TRUE for less than** und **TRUE for greater than** werden verwendet, um eine Mustertriggerung mit Zeitbindung zu definieren. Anweisungen finden Sie im Abschnitt *Definieren einer zeitgebundenen Mustertriggerung* weiter unten.

To Set Mode and Holdoff. Den Modus und den Holdoff können Sie für alle standardmäßigen Triggerarten und -klassen einstellen. Anweisungen zur Einstellung von Modus und Holdoff finden Sie unter *Einstellen von Modus und Holdoff* auf Seite 3–69. Weitere Informationen über Triggermodus und Trigger-Holdoff finden Sie unter *Triggermodi und Trigger-Holdoff* auf Seite 3–59.

Definieren einer zeitgebundenen Mustertriggerung

Sie können eine zeitliche Bindung einer Mustertriggerung einstellen. Das heißt, Sie können eine Dauer angeben, für die die Boolesche Logikfunktion (AND, NAND, OR oder NOR) **TRUE** (logisch Ja) sein muß. Um das Zeitlimit sowie die Art der Zeitbindung (größer oder kleiner als das angegebene Zeitlimit) für eine Mustertriggerung anzugeben, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Pattern** (Popup-Menü) (pop-up) → **Trigger When** (main) → **TRUE for less than** oder **TRUE for more than** (side).
2. Stellen Sie mit dem Drehknopf oder dem Tastenfeld im Seitenmenü die Dauer ein.

Wenn Sie **TRUE for less than** auswählen und eine Dauer angeben, müssen die von Ihnen angegebenen Eingangsbedingungen die Logikfunktion für eine Dauer **TRUE** werden lassen, die kürzer ist als die von Ihnen angegebene. Umgekehrt erfordert der Menüpunkt **TRUE for more than**, daß die Boolesche Funktion für eine Dauer **TRUE** ist, die länger ist als die von Ihnen angegebene.

Beachten Sie die Position des Triggeranzeigers in Abbildung 3–41. Die Triggerung erfolgt an dem Punkt, an dem das Oszilloskop *bestimmt*, daß die von Ihnen ausgewählte Logikfunktion gemäß Ihren Einstellung TRUE ist. Das Oszilloskop bestimmt den Triggerpunkt auf folgende Weise:

- Es wartet darauf, daß die Logikfunktion TRUE wird.
- Es beginnt die Zeitmessung und wartet darauf, daß die Logikfunktion FALSE wird.
- Es vergleicht die Zeiten. Wenn die Logikfunktion länger (für TRUE for more than) oder kürzer (für TRUE for less than) TRUE ist, triggert es eine Signalanzeige *an dem Punkt, an dem die logische Bedingung FALSE wird*. Es kann sein und ist in der Regel auch so, daß sich diese Dauer von der Dauer, die für die Optionen TRUE for more than oder TRUE for less than eingestellt wurde, unterscheidet.

In Abbildung 3–41 ist die Verzögerung zwischen den vertikalen Strich cursorn die Dauer, für die die Logikfunktion TRUE ist. Da dieser Zeitraum (216 ms) größer ist als der unter dem Menüpunkt TRUE for more than eingestellte Wert (150 ms), triggert das Oszilloskop an diesem Punkt, nicht an dem Punkt, an dem die Funktion 150 ms lang TRUE war.

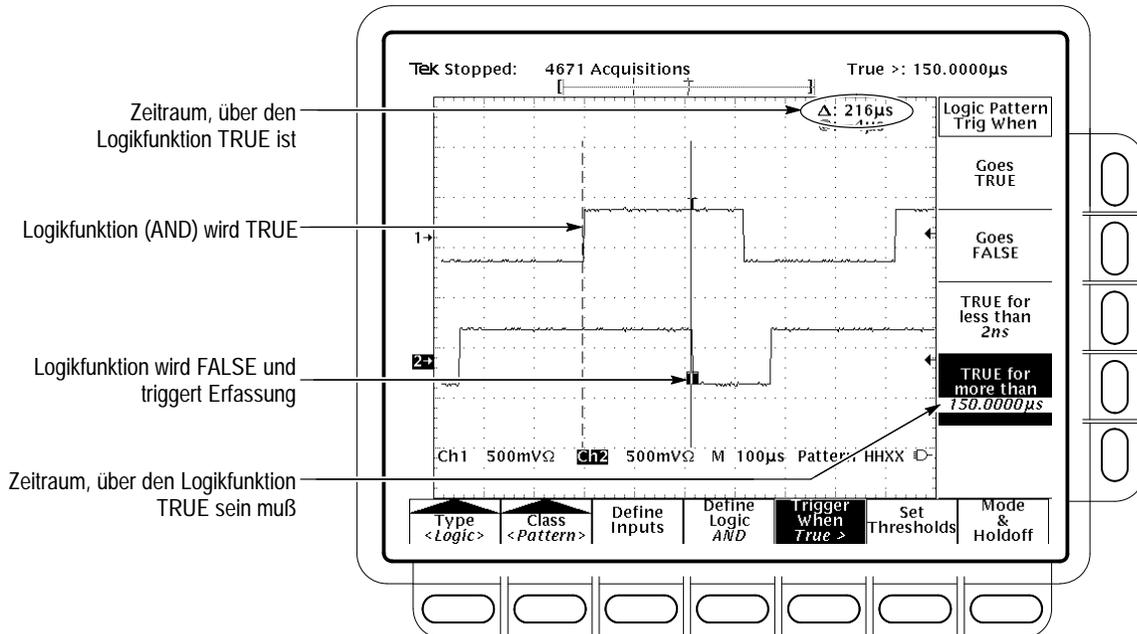


Abbildung 3–41: Das Menü Logic Trigger – Zeitgebundenes TRUE

Verwenden der Zustandstriggerung

Wenn Sie die logische Klasse State (Zustand) auswählen, verwendet das Oszilloskop Kanal 4 als Takt und triggert auf eine logische Schaltung aus den übrigen Kanälen (auf den Seiten 3–71 bis 3–72 ist die Funktionsweise der Zustandstriggerung beschrieben). Um die Zustandstriggerung zu verwenden, gehen Sie wie folgt vor.

Select State Triggering. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **State** (Popup-Menü) (pop-up).

Define Inputs. So stellen Sie den logischen Zustand jedes Eingangskanals (**Ch1**, **Ch2**, ...) ein:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **State** (Popup-Menü) (pop-up) → **Define Inputs** (seitl. Menü) (main).
2. Wählen Sie für die ersten drei Kanäle zwischen Ja (**H**), Nein (**L**) oder Egal (**X**) (side) aus. Die Auswahlmöglichkeiten für **Ch4** sind ansteigende und absteigende Flanke.

Set Thresholds. So stellen Sie die logische Schwelle für jeden Kanal ein:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **State** (Popup-Menü) (pop-up) → **Set Thresholds** (Hauptmenü) (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (seitl. Menü) (side).
2. Stellen Sie mit dem Drehknopf **MAIN TRIGGER LEVEL**, dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld die jeweilige Schwelle ein.

Define Logic. So wählen Sie die Logikfunktion aus, die auf die Eingangskanäle angewendet werden soll:

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **State** (Popup-Menü) (pop-up) → **Define Logic** (Popup-Menü) (main) → **AND**, **OR**, **NAND** oder **NOR** (seitl. Menü) (side).

Set Trigger When. So wählen Sie aus, daß getriggert werden soll, wenn die logische Bedingung erfüllt wird (Goes TRUE) oder nicht erfüllt wird (Goes FALSE):

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **State** (Popup-Menü) (pop-up) → **Trigger When** (main) → **Goes TRUE** oder **Goes FALSE** (seitl. Menü) (side).

To Set Mode and Holdoff. Den Modus und den Holdoff können Sie für alle standardmäßigen Triggerarten und –klassen einstellen. Anweisungen zur Einstellung von Modus und Holdoff finden Sie unter *Einstellen von Modus und Holdoff* auf Seite 3–69. Weitere Informationen über den Triggermodus und Trigger–Holdoff finden Sie unter *Triggermodi und Trigger–Holdoff* auf Seite 3–59.

Triggern auf Setup–/Haltezeit–Verstöße

Wenn Sie die logische Klasse Setup/Hold auswählen, verwendet das Oszilloskop einen Kanal als Datenquelle (werksseitige Einstellung Ch1), einen anderen Kanal als Taktquelle (Standard = Ch2) und triggert, wenn sich die Daten innerhalb der Setup– oder Haltezeit des Taktes verändern. (Auf den Seiten 3–71 und 3–73 ist die Funktionsweise der Setup–/Halten–Triggerung beschrieben). Um die Setup–/Halten–Triggerung zu verwenden, gehen Sie wie folgt vor.

Select Setup/Hold Triggering. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup–Menü) (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → Setup/Hold (Popup–Menü) (pop-up).

Define the Data Source. So wählen Sie den Kanal aus, der das Datensignal enthalten soll:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup–Menü) (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → Setup/Hold (Popup–Menü) (pop-up) → Data Source (Hauptmenü) (main).
2. Drücken Sie eine der Tasten **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side). Wählen Sie *nicht* denselben Kanal als Daten– und Taktquelle aus.

Define the Clock Source and Edge. So wählen Sie den Kanal, der das Taktsignal enthalten soll, und die für den Takt zu verwendende Flanke aus:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup–Menü) (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → Setup/Hold (Popup–Menü) (pop-up) → Clock Source (Hauptmenü) (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side).
2. Drücken Sie eine der Tasten **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side). Wählen Sie *nicht* denselben Kanal aus, den Sie als Taktquelle gewählt haben.
3. Drücken Sie **Clock Edge** (side), um zwischen ansteigender und abfallender Flanke umzuschalten.

Set the Data and Clock Levels. So stellen Sie den Übergangspiegel ein, den Takt und die Daten passieren müssen, damit sie vom Oszilloskop erkannt werden:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Setup/Hold** (Popup-Menü) (pop-up) → **Levels** (Hauptmenü) (main) → **Clock Level** oder **Data Level** (side).
2. Drehen Sie am Mehrzweckknopf, oder verwenden Sie das Tastenfeld, um die gewünschten Werte für Takt- und Datenpegel einzustellen.

Statt dessen können Sie beide Pegel auf einen Wert einstellen, der für eine von zwei logischen Familien geeignet ist. Dazu gehen Sie wie folgt vor:

3. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Setup/Hold** (Popup-Menü) (pop-up) → **Levels** (Hauptmenü) (main) → **Set Both to TTL** oder **Set Both to ECL** (side).

Das Oszilloskop bestimmt anhand des eingestellten Taktpegels, wann eine Taktflanke (ansteigend oder abfallend, je nach Einstellung) auftaucht. Das Oszilloskop verwendet den Punkt, an dem der Takt den Taktpegel kreuzt, als Bezugspunkt, von dem aus es die eingestellte Setup- und Haltezeit mißt.

Set the Setup and Hold Times. So stellen Sie die Setupzeit und die Haltezeit relativ zum Takt ein:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (Popup-Menü) (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Setup/Hold** (Popup-Menü) (pop-up) → **Set/Hold Times** (Hauptmenü) (main) → **Setup Time** oder **Hold Time** (side). Siehe Abbildung 3-42.
2. Stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld die Werte für die Setup- und Haltezeiten ein.

HINWEIS. Die Haltezeit muß mindestens 2 ns kürzer sein als die Taktperiode, da das Oszilloskop andernfalls nicht triggern kann.

Eine positive Setupzeit geht der Taktflanke immer voran, eine positive Haltezeit folgt stets der Taktflanke. Die Setupzeit liegt immer wenigstens 2 ns vor der Haltezeit ($T_S + T_H \geq 2 \text{ ns}$). Wenn Sie versuchen, einen Wert zu ändern, um die Differenz von 2 ns zu verringern, wird der andere Wert entsprechend angepaßt, damit die Differenz bestehen bleibt.

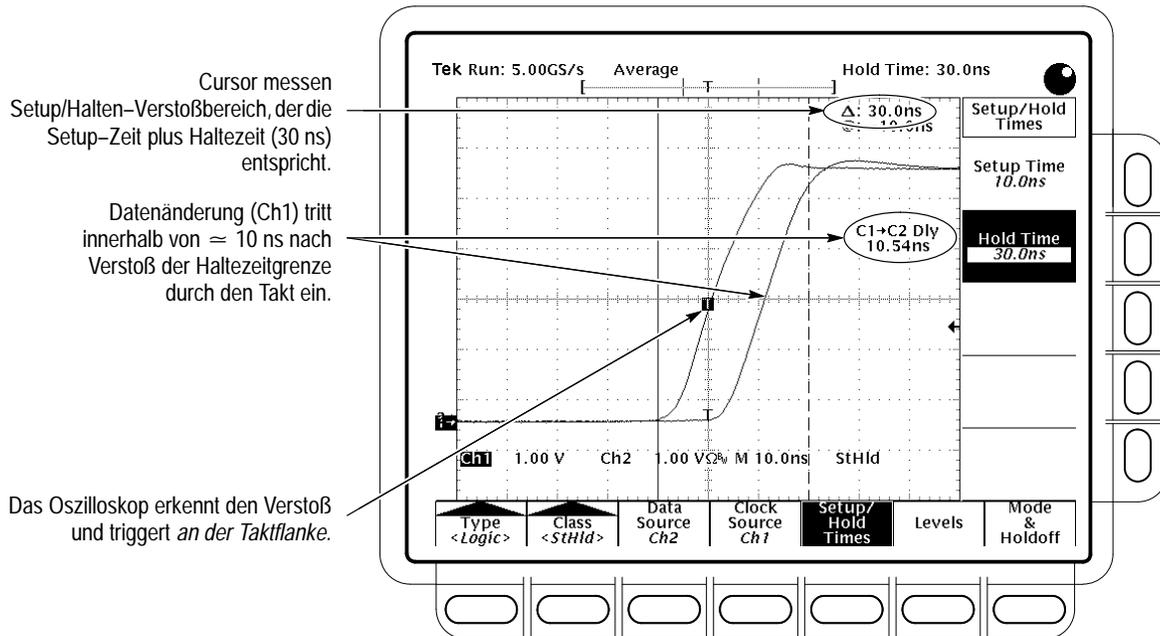


Abbildung 3–42: Triggenung auf einen Setup-/Haltezeit-Verstoß

In den meisten Fällen werden Sie sowohl für die Setup- als auch für die Haltezeit positive Werte eingeben. Bei positiven Werten triggert das Oszilloskop, wenn die Datenquelle sich vor dem Takt noch innerhalb der Setupzeit befindet oder nach dem Takt innerhalb der Haltezeit umschaltet. Sie können diesen "Setup-/Haltezeit-Verstoßbereich", den die Setup- und Haltezeiten bilden, verlagern, indem Sie negative Werte eingeben. Siehe Abbildung 3–38 auf Seite 3–74.

To Set Mode and Holdoff. Den Modus und den Holdoff können Sie für alle standardmäßigen Triggerarten und -klassen einstellen. Anweisungen zur Einstellung von Modus und Holdoff finden Sie unter *Einstellen von Modus und Holdoff* auf Seite 3–69. Weitere Informationen über den Triggermodus und Trigger-Holdoff finden Sie unter *Triggermodi und Trigger-Holdoff* auf Seite 3–59.

Triggen auf Impulse

Das TDS-Oszilloskop kann auf einen Glitch oder einen Runt Impuls oder auf der Basis der Impulsbreite, der Slewrate oder der Timeout-Periode eines Impulses triggen. Dadurch ist das Oszilloskop für Aufgaben wie zum Beispiel die unbeaufsichtigte Ermittlung oder Erfassung eines Netz-Glitches oder eine GO/NO GO-Slewrate Überprüfung von Operationsverstärkern geeignet. Dieser

Unterabschnitt beschreibt die Verwendung der fünf Klassen von Impulstriggern: *Glitch*-, *Runt*-, *Impulsbreiten*-, *Slewraten*- und *Timeout*-Triggerung.

Ein *Glitch*trigger erfolgt, wenn die Triggerquelle einen Impuls erkennt, der schmaler (oder breiter) ist als eine angegebene Zeit. Das Oszilloskop kann auf Glitches beider Polaritäten triggern. Sie können aber auch einstellen, daß der Glitchtrigger Glitches beider Polaritäten unterdrückt.

Ein *Run*trigger erfolgt, wenn die Triggerquelle einen kurzen Impuls erkennt, der eine Schwelle kreuzt, die zweite Schwelle jedoch nicht kreuzt, bevor er die erste Schwelle erneut kreuzt. Sie können das Oszilloskop so einstellen, daß es positive oder negative Runt-Impulse erkennt.

Ein *Impulsbreiten*trigger erfolgt, wenn die Triggerquelle einen Impuls erkennt, der sich innerhalb, oder wahlweise außerhalb, eines bestimmten Zeitbereichs befindet, der vom oberen und unteren Grenzwert festgelegt wird. Das Oszilloskop kann auf positive oder negative Impulse triggern.

Ein *Slewraten*trigger erfolgt, wenn die Triggerquelle eine Impulsflanke erkennt, die zwischen zwei Amplitudenpegeln mit einer Geschwindigkeit ansteigt bzw. abfällt, die höher oder geringer ist, als die von Ihnen angegebene Geschwindigkeit. Das Oszilloskop kann auf positive oder negative Slewraten triggern. Sie können sich die Slewraten-Triggerung auch als eine Triggerung vorstellen, die auf der Flankenrichtung (Spannungsänderung/Zeitänderung) einer Impulsflanke basiert.

Ein *Timeout*trigger erfolgt, wenn die Triggerquelle zum erwarteten Zeitpunkt eine Impulsflanke *nicht* erkennen kann.

Abbildung 3-43 zeigt das Impulstrigger-Readout. Tabelle 3-8 auf Seite 3-84 erläutert die verschiedenen Arten von Impulstriggern.

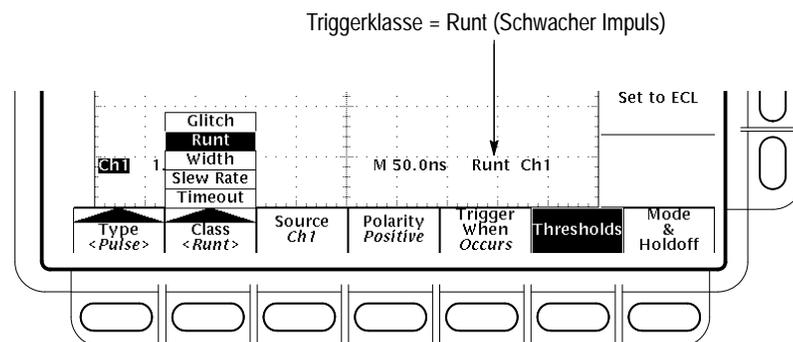


Abbildung 3-43: Impulstrigger-Readouts

Tabelle 3–8: Definition der Impulstrigger

Bezeichnung	Definition
 Glitch positive	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop einen positiven Impuls erkennt, dessen Breite geringer ist als die eingestellte Zeit.
 Glitch negative	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop einen negativen Impuls erkennt, dessen Breite geringer ist als die eingestellte Zeit.
 Glitch either	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop einen positiven oder negativen Impuls erkennt, dessen Breite geringer ist als die eingestellte Zeit.
 Runt positive	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop einen positiven Impuls erkennt, der beim Abfall eine Schwelle kreuzt, die zweite Schwelle jedoch nicht erreicht, bevor er beim Anstieg die erste erneut kreuzt.
 Runt negative	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop einen negativen Impuls erkennt, der negativ verläuft und eine Schwelle kreuzt, die zweite Schwelle jedoch nicht erreicht, bevor er positiv verläuft und die erste erneut kreuzt.
 Runt either	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop einen positiven oder negativen Impuls erkennt, der eine Schwelle kreuzt, die zweite Schwelle jedoch nicht kreuzt, bevor er die erste erneut kreuzt.
 Width positive	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop einen positiven Impuls erkennt, dessen Breite innerhalb, oder wahlweise außerhalb, der vom Benutzer angegebenen oberen und unteren Zeitgrenzen liegt.
 Width negative	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop einen negativen Impuls erkennt, dessen Breite innerhalb, oder wahlweise außerhalb, der vom Benutzer angegebenen oberen und unteren Zeitgrenzen liegt.
 Slew positive	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop eine positive Impulsflanke erkennt, die zunächst die untere und dann die obere Schwelle kreuzt. Der Impuls muß sich zwischen diesen beiden Pegeln schneller, oder wahlweise langsamer, bewegen, als vom Benutzer eingestellt wurde.
 Slew negative	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop eine negative Impulsflanke erkennt, die zunächst die obere und dann die untere Schwelle kreuzt. Der Impuls muß sich zwischen diesen beiden Pegeln schneller, oder wahlweise langsamer, bewegen, als vom Benutzer eingestellt wurde.
 Slew either	Die Triggerung erfolgt, wenn das Oszilloskop eine positive oder negative Impulsflanke erkennt, die zunächst die eine und dann die andere Schwelle kreuzt. Der Impuls muß sich zwischen diesen beiden Pegeln schneller, oder wahlweise langsamer, bewegen, als vom Benutzer eingestellt wurde.

Tabelle 3–8: Definition der Impulstrigger (Forts.)

Bezeichnung	Definition
 Timeout stays high	Die Triggerrung erfolgt, wenn das Signal für einen Zeitraum über dem Triggerpegel bleibt, der länger ist als der eingestellte Timeout-Wert.
 Timeout stays low	Die Triggerrung erfolgt, wenn das Signal für einen Zeitraum unter dem Triggerpegel bleibt, der länger ist als der eingestellte Timeout-Wert.
 Timeout either	Die Triggerrung erfolgt, wenn das Signal für einen Zeitraum über oder unter dem Triggerpegel bleibt, der länger ist als der eingestellte Timeout-Wert.

Triggern auf einen Glitch

Wenn Sie **Glitch** auswählen, triggert das Oszilloskop auf einen Impuls, der schmaler (oder breiter) ist als eine angegebene Zeit. Um die Glitchtriggerrung einzustellen, gehen Sie wie folgt vor.

Select Glitch Triggerrung. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Glitch** (pop-up).

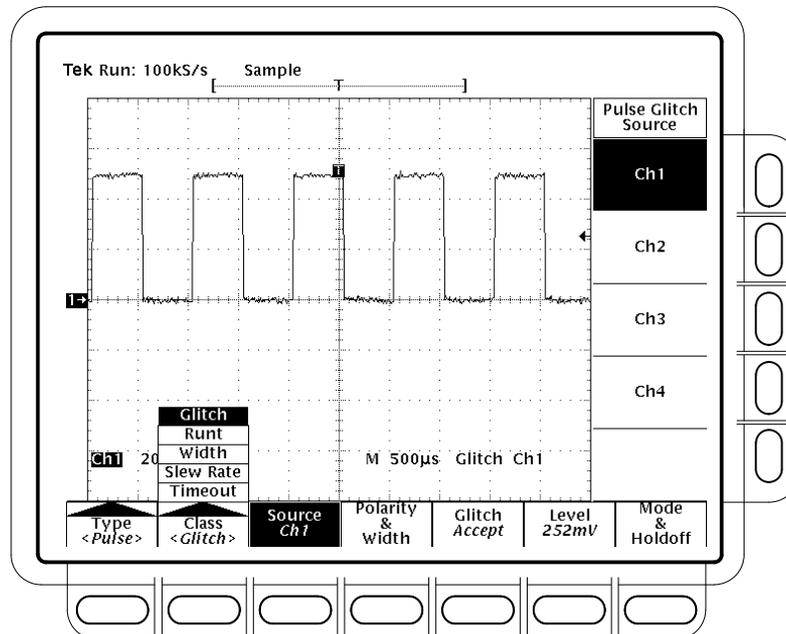


Abbildung 3–44: Das Menü Main Trigger — Glitch

Select the **Source**. So geben Sie an, welcher Kanal die Triggerquelle sein soll:

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Source (**main**) → **Ch1, Ch2, Ch3** oder **Ch4** (side). Die ausgewählte Quelle ist die Triggerquelle für alle vier Triggerklassen.

Select the Polarity & Width. So geben Sie die Polarität (positiv, negativ oder beides) und die Breite des Glitches an:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Polarity & Width** (main) → **Positive, Negative** oder **Either** (side).



Wählen Sie **Positive** für positive Impulse.



Wählen Sie **Negative** für negative Impulse.



Wählen Sie **Either** für positive und negative Impulse.



2. Drücken Sie **Width** (side), und stellen Sie die Glitchbreite mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.

Set to Accept or Reject Glitch. Um anzugeben, ob das Oszilloskop auf einen Glitch triggern oder ihn ignorieren soll, drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → Glitch (pop-up) → **Glitch** (main) → **Accept Glitch** oder **Reject Glitch** (side).

Wenn Sie **Accept Glitch** auswählen, triggert das Oszilloskop nur auf Impulse, die schmäler als die angegebene Impulsbreite sind. Wenn Sie **Reject Glitch** auswählen, triggert es nur auf Impulse, die breiter sind.

Set the Level. Um den Triggerpegel über das Hauptmenü **Level** (oder mit dem Drehknopf **LEVEL** für den Triggerpegel) einzustellen, drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Level (main) → Level, **Set to TTL, Set to ECL** oder **Set to 50%** (side).

- Wenn Sie **Level** auswählen, stellen Sie den Triggerpegel ein, indem Sie mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld einen Wert eingeben.
- Wenn Sie **Set to TTL** auswählen, stellt das Oszilloskop den Triggerpegel auf die TTL-Schaltsschwelle ein.
- Wenn Sie **Set to ECL** auswählen, stellt das Oszilloskop den Triggerpegel auf die ECL-Schaltsschwelle ein.
- Wenn Sie **Set to 50%** auswählen, ermittelt das Oszilloskop den Mittelpunkt zwischen den Spitzen des Triggerquellensignals und stellt den Triggerpegel gemäß diesem Punkt ein.

To Set Mode and Holdoff. Den Modus und den Holdoff können Sie für alle standardmäßigen Triggerarten und –klassen einstellen. Anweisungen zur Einstellung von Modus und Holdoff finden Sie unter *Einstellen von Modus und Holdoff* auf Seite 3–69. Weitere Informationen über den Triggermodus und Trigger–Holdoff finden Sie unter *Triggermodi und Trigger–Holdoff* auf Seite 3–59.

Triggern auf einen Runt-Impuls

Wenn Sie **Runt** auswählen, triggert das Oszilloskop auf einen kurzen Impuls, der eine Schwelle kreuzt, die zweite aber nicht erreicht, bevor er die erste erneut kreuzt. So stellen Sie die Runt–Triggerung ein.

Select Runt Triggering. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → **Runt** (pop-up). (Siehe Abbildung 3–45.)

Select the Source. So stellen Sie ein, welcher Kanal die Triggerquelle sein soll:

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Source (**main**) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side). Die gewählte Quelle wird für alle vier Triggerklassen zur Triggerquelle.

Select the Polarity. So stellen Sie die gewünschte Polarität des Runt–Impulses ein:

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → **Runt** (pop-up) → **Polarity** (main) → Positive, **Negative** oder **Either** (side).

Wählen Sie **Positive** für positive Runt–Impulse.

Wählen Sie **Negative** für negative Runt–Impulse.

Wählen Sie **Either** für positive und negative Runt–Impulse.

Set to Trig When. So bestimmen Sie, wie breit ein Runt–Impuls sein soll, damit das Oszilloskop triggert:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → **Runt** (pop-up) → **Trig When** (main).
2. Drücken Sie **Occurs**, um auf alle Runt–Impulse ungeachtet ihrer Breite zu triggern.
3. Drücken Sie **Runt is Wider Than** (side), um nur auf Runt–Impulse zu triggern, die die von Ihnen eingestellte Breite übersteigen. Geben Sie die Breite mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.

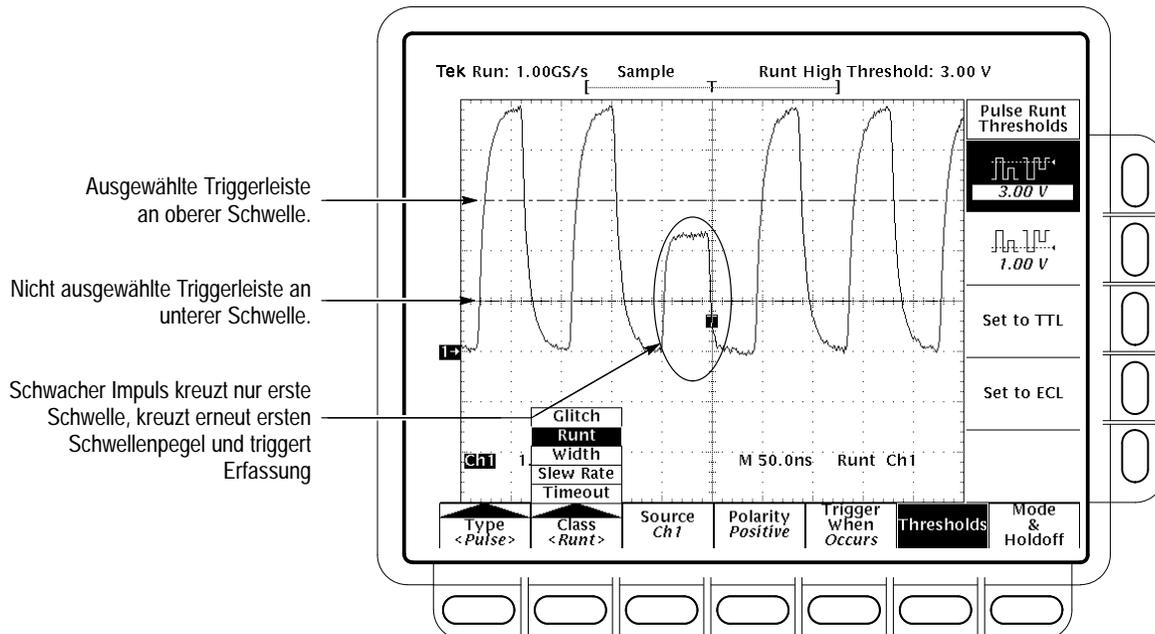


Abbildung 3–45: Das Menü Main Trigger — Runt-Impulse

Set the Thresholds. So stellen Sie die beiden Schwellenpegel für die Erkennung eines Runt-Impulses ein:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Runt** (pop-up) → **Thresholds** (main).
2. Stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld die Werte für die obere und untere Schwelle ein.

Hinweis: Wenn Sie bei einer Impulsfolge den Schwellenpegel mit der Funktion Trigger Bar einstellen möchten, drücken Sie **DISPLAY** → **Readout Options** (main) → **Trigger Bar Style** (side), bis **Long** angezeigt wird.

Beachten Sie die Position des Triggeranzeigers in Abbildung 3–45. Die Triggerung erfolgt an dem Punkt, an dem der Impuls erneut die erste (untere) Schwelle kreuzt, ohne die zweite (obere) Schwelle zu erreichen. Die im Seitenmenü **Polarity** eingestellte Polarität bestimmt, in welcher Reihenfolge die Schwellen gekreuzt werden müssen, damit eine Runt-Triggerung erfolgt:

Bei der Einstellung **Positive** muß der Impuls *positiv* verlaufen und die *untere* Schwelle kreuzen und dann *negativ* verlaufen und die untere Schwelle erneut kreuzen, ohne daß er die *obere* Schwelle kreuzt.

Bei der Einstellung **Negative** muß der Impuls *negativ* verlaufen und die *obere* Schwelle kreuzen und dann *positiv* verlaufen und die obere Schwelle erneut kreuzen, ohne daß er die *untere* Schwelle kreuzt.

Bei der Einstellung **Either** muß der Impuls lediglich *eine* der Schwellen in *einer* der beiden Richtung kreuzen und dann in der *anderen* Richtung erneut kreuzen, ohne daß er die *andere* Schwelle kreuzt.

Bei allen drei Einstellungen erfolgt die Triggerung an dem Punkt, an dem der Impuls die erste Schwelle *erneut* kreuzt.

Set the Mode and Holdoff. Den Modus und den Holdoff können Sie für alle standardmäßigen Triggerarten und –klassen einstellen. Anweisungen zur Einstellung von Modus und Holdoff finden Sie unter *Einstellen von Modus und Holdoff* auf Seite 3–69. Weitere Informationen über den Triggermodus und Trigger–Holdoff finden Sie unter *Triggermodi und Trigger–Holdoff* auf Seite 3–59.

Triggern basierend auf der Impulsbreite

Wenn Sie **Width** auswählen, triggert das Oszilloskop auf einen Impuls, der schmaler (oder breiter) ist als ein angegebener *Zeitbereich* (definiert durch den oberen und unteren Grenzwert). So stellen Sie die Impulsbreitentriggerung ein:

Select Width Triggering. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → **Width** (pop-up).

Select the Source. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Source (**main**) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side). Die gewählte Quelle wird für alle vier Triggerklassen zur Triggerquelle.

Select the Polarity. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → **Width** (pop-up) → **Polarity** (main) → Positive oder **Negative** (side).

Set to Trig When. Um die Impulsbreitenbereiche (in Zeiteinheiten), nach denen die Triggerquelle suchen soll, einzustellen und anzugeben, ob auf Impulse getriggert werden soll, die außerhalb dieses Bereiches liegen, oder auf solche, die innerhalb dieses Bereiches liegen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → **Width** (pop-up) → **Trig When** (main).
2. Drücken Sie **Within Limits** (side), wenn das Oszilloskop auf Impulse triggern soll, die innerhalb des angegebenen Bereiches liegen. Wenn auf Impulse getriggert werden soll, die außerhalb dieses Bereiches liegen, drücken Sie **Out of Limits** (side).

- Um den Impulsbreitenbereich in Zeiteinheiten einzustellen, drücken Sie **Upper Limit** (side) und **Lower Limit** (side). Geben Sie die Werte mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein. Für **Upper Limit** geben Sie die maximale gültige Impulsbreite an, nach der die Triggerquelle suchen soll. Für **Lower Limit** geben Sie die minimale gültige Impulsbreite an. Der Wert für **Lower Limit** muß stets kleiner oder gleich dem Wert für **Upper Limit** sein.

Set the Level . Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Width** (pop-up) → **Level** (main) → **Level**, **Set to TTL**, **Set to ECL** oder **Set to 50%** (side).

Set the Mode and Holdoff. Den Modus und den Holdoff können Sie für alle standardmäßigen Triggerarten und –klassen einstellen. Anweisungen zur Einstellung von Modus und Holdoff finden Sie unter *Einstellen von Modus und Holdoff* auf Seite 3–69. Weitere Informationen über den Triggermodus und Trigger–Holdoff finden Sie unter *Triggermodi und Trigger–Holdoff* auf Seite 3–59.

Triggern basierend auf der Slewrate

Wenn Sie Slewrate auswählen, triggert das Oszilloskop auf eine Impulsflanke, die zwischen einer oberen und einer unteren Schwelle mit einer Geschwindigkeit ansteigt bzw. abfällt, die größer oder geringer ist als die von Ihnen angegebene. So stellen Sie die Slewratentriggerung ein:

Select Slew Rate Triggering. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Slew Rate** (pop-up). (Siehe Abbildung 3–46 auf Seite 3–92.)

Select the Source. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Source** (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side). Die gewählte Quelle wird für alle vier Triggerklassen zur Triggerquelle.

Select Polarity. Um die Polarität der Impulsflanke anzugeben, drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Slew Rate** (pop-up) → **Polarity** (main) → **Positive**, **Negative** oder **Either** (side).

Bei **Positive** wird die Slewrate der positiv verlaufenden Impulsflanken überwacht. Die Flanke muß zuerst die untere und dann die obere Schwelle kreuzen.

Bei **Negative** wird die Slewrate der negativ verlaufenden Impulsflanken überwacht. Die Flanke muß zuerst die obere und dann die untere Schwelle kreuzen.

Bei **Either** werden positiv und negativ verlaufende Impulsflanken überwacht. Die Flanke muß zuerst die eine und dann die andere Schwelle kreuzen.

Set the Slew Rate. Die Schwellenpegel und die Deltazeiteinstellung bestimmen die Einstellung für die Slewrate. So stellen Sie diese Parameter ein:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Slew Rate** (pop-up) → **Thresholds** (main).
2. Drücken Sie **Set to TTL** oder **Set to ECL** (side), um die untere und obere Schwelle auf Werte einzustellen, die für diese beiden Logikfamilien geeignet sind. ...*ORDER*...
3. Drücken Sie die Taste für die obere Schwelle und dann die Taste für die untere Schwelle (side). Stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld die Werte für die obere und untere Schwelle ein.

Hinweis: Um für eine Impulsflanke die Schwellenpegel mit der Funktion Trigger Bar einzustellen, drücken Sie **DISPLAY** → **Readout Options** (main) → **Trigger Bar Style** (side), bis **Long** angezeigt wird.

Die Schwelleneinstellungen bestimmen die Spannungskomponente der Slewrate (Volt/Sekunde). Stellen Sie schließlich noch die Zeitkomponente der Slewrate wie folgt ein:

4. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Slew Rate** (pop-up) → **Trigger When** (main) → **Delta Time** (side).
5. Stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld den Deltazeitwert für die Slewrate ein.

HINWEIS. Der Menüpunkt Slewrate im Seitenmenü ist keine Tastenbezeichnung, sondern ein Readout der Slewrateneinstellung. Dieses Readout ändert sich, wenn Sie in diesem Seitenmenü die Deltazeiteinstellung und im Menü Thresholds die Einstellung für eine der beiden Schwellen ändern. Verändern Sie diese Parameter, um die Slewrate zu ändern. Die Slewrate können Sie nicht direkt verändern.

Set to Trig When. Das Oszilloskop vergleicht die Impulsflanke der Triggerquelle mit der im Menü Trigger When angezeigten Slewrateneinstellung. So stellen Sie ein, ob auf Flanken mit einer höheren Slewrate oder solche mit einer geringeren Slewrate als der, die vom Readout angezeigt wird, getriggert werden soll:

Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (Hauptmenü) (main) → **Slew Rate** (pop-up) → **Trigger When** (main) → **Trigger if Faster Than** oder **Trigger if Slower Than** (side). (Siehe Abbildung 3–46.)

HINWEIS. Wenn Sie **Trigger if Faster Than** auswählen und das Oszilloskop nicht triggert, kann das daran liegen, daß die Impulsflanke zu schnell und nicht zu langsam ist. Um die Flankengeschwindigkeit zu überprüfen, schalten Sie auf Flankentriggerung um. Triggern Sie dann auf die Impulsflanke, und bestimmen Sie, wieviel Zeit die Flanke für den Weg zwischen den im Menü Slewrate Thresholds eingestellten Pegeln benötigt. Das Oszilloskop kann die Slewratentriggerung auf Impulsflanken, die in 600 ps oder weniger zwischen den Schwellenpegeln ansteigen oder abfallen, nicht anwenden.

Außerdem muß für eine verlässliche Slewratentriggerung der Impuls eine Breite von mindestens 7,5 ns haben. Ein Impuls mit geringerer Breite kann zur Triggerung an der falschen Flanke oder zum Ausbleiben der Triggerung führen. Schalten Sie auf Flankentriggerung um, und überprüfen Sie die Impulsbreite, wenn Sie die Slewratentriggerung nicht wie erwartet durchführen können.

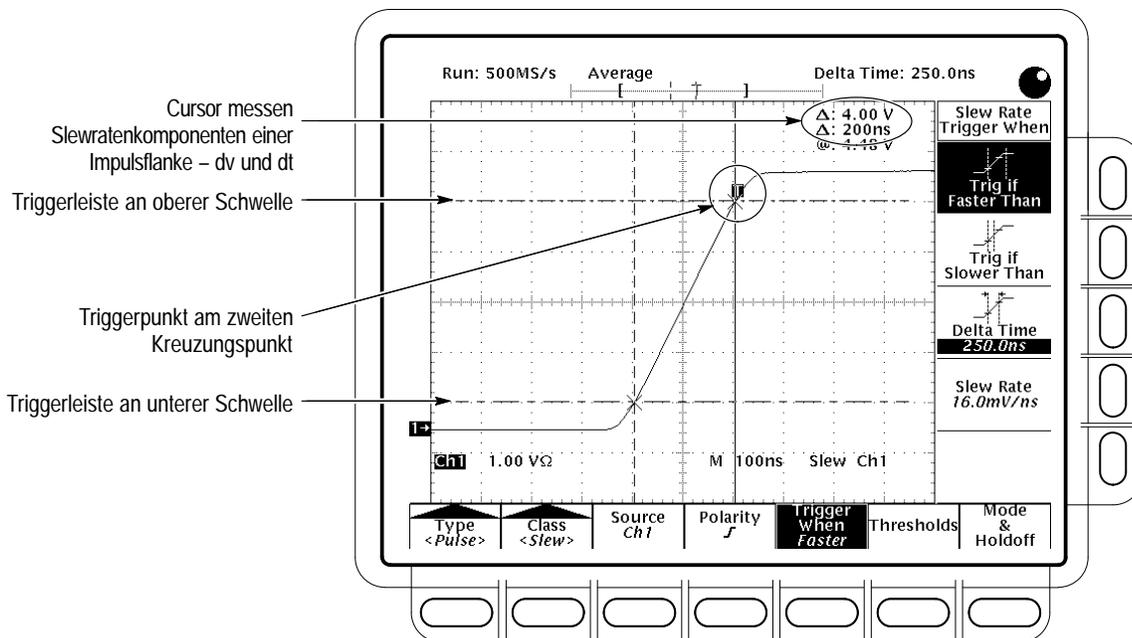


Abbildung 3–46: Das Menü Main Trigger — Slewratentriggerung

Um besser zu verstehen, was bei der Slewratentriggerung passiert, sehen Sie sich Abbildung 3–46 aufmerksam an:

- Das Hauptmenü zeigt an, daß das Oszilloskop auf die Triggerung basierend auf der Slewrates einer Impulseingabe in die Triggerquelle, Kanal 1, eingestellt ist. Es soll die Pulsflanken mit positiver Polarität überwachen und nur auf eine Flanke triggern, deren Slewrates höher ist als die eingestellte Slewrates.
- Das Seitenmenü Trigger When zeigt das Readout *Slew Rate* an, das die eingestellte Slewrates angibt. Die eingestellte Slewrates ist *nicht* die Slewrates der Impulsflanke, sondern die Slewrates, mit der das Oszilloskop die Slewrates der Impulsflanke *vergleicht* (siehe oben). Sie stellen die Slewrates indirekt ein, indem Sie das Verhältnis aus Deltaspannung und Deltazeit angeben:

$$\text{Einstellung Slewrates} = \frac{\text{Einstellung Obere Schwelle} - \text{Einstellung Untere Schwelle}}{\text{Einstellung Deltazeit}}$$

Durch Einsetzen der Werte aus Abbildung 3–46 ergibt sich:

$$\text{Einstellung Slewrates} = \frac{4.5 \text{ V} - 0.5 \text{ V}}{250 \text{ ns}} = 16 \text{ mV/ns}$$

- Die Triggercursor (lange horizontale Geraden) zeigen die obere und untere Schwelle an. Die Paarcursor, die auf die Schwellenpegel ausgerichtet sind, zeigen eine Deltaspannung von etwa 4 V und eine Deltazeit von 200 ns zwischen den Schwellenpegeln an. Daher ist die Slewrates der Impulsflanke, auf die getriggert wird:

$$\text{Gemessene Slewrates} = \frac{dv}{dt} = \frac{4 \text{ Volts}}{200 \text{ ns}} = 20 \text{ mV/ns}$$

- Das Seitenmenü Trigger When zeigt an, daß das Oszilloskop auf Impulse triggert, deren Slewrates niedriger ist als die eingestellte Slewrates. Da die Impulsflanke mit einer Rate von 20 mV/ns, also schneller als die eingestellte Slewrates von 16 mV/ns, ansteigt, triggert das Oszilloskop.
- Der Triggerpunktanzeiger zeigt an, wo das Oszilloskop triggert. Bei der Slewrates-triggerung befindet sich der Triggerpunkt stets an der zuletzt gekreuzten Schwelle (an der oberen, wenn positive Polarität eingestellt ist, an der unteren, wenn negative Polarität eingestellt ist).

Set the Mode and Holdoff. Den Modus und den Holdoff können Sie für alle standardmäßigen Triggerarten und –klassen einstellen. Anweisungen zur Einstellung von Modus und Holdoff finden Sie unter *Einstellen von Modus und Holdoff* auf Seite 3–69. Weitere Informationen über den Triggermodus und Trigger–Holdoff finden Sie unter *Triggermodi und Trigger–Holdoff* auf Seite 3–59.

Triggern basierend auf Impuls–Timeout

Wenn sie **Timeout** auswählen, triggert das TDS–Oszilloskop auf eine Impulsänderung, die sich NICHT innerhalb der angegebenen Grenzen ereignet. Das heißt, die Triggerung erfolgt, wenn das Signal, je nach ausgewählter Polarität, länger als für den als Timeout–Wert angegebenen Zeitraum über oder unter dem Triggerpegel bleibt. So stellen sie die Timeout–Triggerung ein:

Auswählen der Timeout–Triggerung. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → Timeout (pop-up).

Select the Source. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Source (**main**) → **Ch1, Ch2, Ch3** oder **Ch4** (side). Die ausgewählte Quelle wird für alle vier Triggerklassen zur Triggerquelle.

Select the Polarity. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → Timeout (pop-up) → **Polarity** (main) → **Stays High, Stays Low** oder **Either** (side).



Bei **Stays High** erfolgt die Triggerung, wenn das Signal länger als für den als Timeout–Wert angegebenen Zeitraum über dem Triggerpegel liegt.



Bei **Stays Low** erfolgt die Triggerung, wenn das Signal länger als für den als Timeout–Wert angegebenen Zeitraum unter dem Triggerpegel liegt.



Bei **Either** erfolgt die Triggerung, wenn das Signal länger als für den als Timeout–Wert angegebenen Zeitraum über oder unter dem Triggerpegel liegt.

Zeit. So stellen Sie den Timeout–Wert ein:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → Timeout (pop-up) → Time (main)
2. Stellen Sie den Timeout–Wert mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.

Set the Level. Drücken Sie **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → Class (Hauptmenü) (main) → Timeout (pop-up) → Level (main) → Level, **Set to TTL, Set to ECL** oder **Set to 50%** (side).

- Wenn Sie **Level** auswählen, stellen Sie den Triggerpegel mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.
- Wenn Sie **Set to TTL** auswählen, stellt das Oszilloskop den Triggerpegel auf die TTL–Schaltschwelle ein.

- Wenn Sie **Set to ECL** auswählen, stellt das Oszilloskop den Triggerpegel auf die ECL-Schaltschwelle ein.
- Wenn Sie **Set to 50%** auswählen, ermittelt das Oszilloskop oscilloscope den Mittelpunkt zwischen den Spitzen des Triggerquellensignals und stellt den Triggerpegel gemäß diesem Punkt ein.

Set the Mode and Holdoff. Den Modus und den Holdoff können Sie für alle standardmäßigen Triggerarten und –klassen einstellen. Anweisungen zur Einstellung von Modus und Holdoff finden Sie unter *Einstellen von Modus und Holdoff* auf Seite 3–69. Weitere Informationen über den Triggermodus und Trigger–Holdoff finden Sie unter *Triggermodi und Trigger–Holdoff* auf Seite 3–59.

Verzögerte Triggerung

Das TDS–Oszilloskop stellt eine Hauptzeitbasis und eine Verzögerungszeitbasis zur Verfügung. Die Verzögerungszeitbasis erfordert, wie auch die Hauptzeitbasis, ein Triggersignal und eine Eingabequelle für dieses Signal. Sie können die Verzögerung nur bei der Hauptflankentriggerung und bestimmten Klassen der Hauptimpulstriggerung verwenden. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie die Erfassung von Signalen verzögern können.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Erfassung von Signalen zu verzögern: Verzögerte Ausführung nach Haupttrigger (*delayed runs after main*) und verzögerte Triggerung (*delayed triggerable*). Nur bei letzterer wird das System zur verzögerten Triggerung verwendet. Bei der *verzögerten Ausführung nach Haupttrigger* erkennt das Oszilloskop den Haupttrigger, wartet auf eine benutzerdefinierte Zeit und beginnt dann die Erfassung. (Siehe Abbildung 3–47.)



Abbildung 3–47: Verzögerte Ausführung nach Haupttrigger

Bei der *verzögerten Triggerung* erkennt das Oszilloskop den Haupttrigger und führt dann, je nach Art der ausgewählten verzögerten Triggerung, die Erfassung in einem der drei Modi der verzögerten Triggerung durch: Nach Zeit (*After Time*), nach Ereignissen (*After Events*) oder nach Ereignissen/Zeit (*After Events/Time*). Sehen Sie sich Abbildung 3–48 aufmerksam an, um die einzelnen Schritte, die das Oszilloskop bei jedem Modus durchführt, besser zu verstehen.

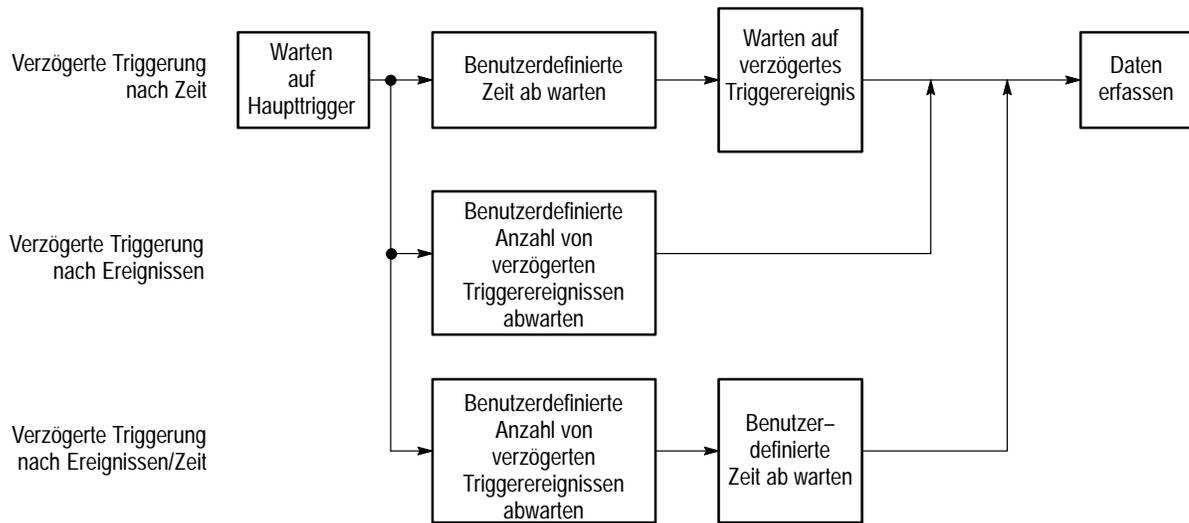


Abbildung 3-48: Verzögerte Triggerung

Das Oszilloskop erfaßt fortwährend Abtastpunkte, um den Vortriggerungsanteil der Signalaufzeichnung zu vervollständigen. Sobald die Verzögerungskriterien erfüllt werden, führt es nach dem Triggerereignis genügend Abtastungen durch, um die verzögerte Signalaufzeichnung zu vervollständigen, und zeigt sie anschließend an. Abbildung 3-49 zeigt eine detailliertere Darstellung, wie die verzögerte Aufzeichnung zeitlich relativ zum Haupttrigger plaziert wird.

HINWEIS. Aufgrund von hardwarebedingten Einschränkungen kann bei der verzögerten Zeitbasis nicht getriggert werden, wenn der Haupttrigger vom Typ Logik (jede Klasse) ist oder wenn der Haupttrigger vom Typ Impuls (Runt oder Slewrates) ist. Bei diesen Einstellungen stellt das Oszilloskop die verzögerte Zeitbasis automatisch auf den Modus Ausführung Nach (Runs After) ein.

Ausführen nach Verzögerung

Verwenden Sie das Menü Horizontal, um entweder *Delayed Runs After Main* oder *Delayed Triggerable* auszuwählen und zu definieren. Letztere Einstellung erfordert jedoch weitere Einstellungen im Menü Delayed Trigger. Gehen Sie wie folgt vor, um die verzögerte Zeitbasis so einzustellen, daß die Ausführung unmittelbar nach Ablauf der Verzögerungszeit erfolgt:

1. Drücken Sie **HORIZONTAL** → **Time Base (main)** → **Delayed Only (side)** → **Delayed Runs After Main (side)**.
2. Stellen Sie die Verzögerungszeit mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.

Wenn Sie Intensified (side) drücken, wird ein Bereich der Hauptzeitbasis hervorgehoben dargestellt, um anzuzeigen, in welchem Bereich relativ zum Haupttrigger die verzögerte Aufzeichnung erfolgt. Im Modus Verzögerte Ausführung nach Haupttrigger (Delayed Runs After Main) entspricht der Anfang des hervorgehobenen Bereichs dem Anfang der verzögerten Aufzeichnung. Das Ende des Bereichs entspricht dem Ende der verzögerten Aufzeichnung. (Der hervorgehobene Bereich ist im InstaVu-Modus nicht sichtbar (nur bei den Modellen TDS 500B und TDS 700A); siehe *Inkompatible Modi* auf Seite 3–53.)

Triggern nach Verzögerung

Um sicherzustellen, daß die Einstellungen im Menü Main Trigger mit dem Modus Verzögerte Triggerung (Delayed Triggerable) kompatibel sind, und um diesen Modus auszuwählen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **TRIGGER MENU**.
2. Wenn **Type** auf **Logic** eingestellt ist, drücken Sie **Type** (main), um die Einstellung, je nach Anwendungsbereich, in entweder **Edge** oder **Pulse** zu ändern. Die Triggerart Logik (Logic (Popup-Menü)) ist mit dem Modus Delayed Triggerable inkompatibel.
3. Wenn **Source** auf **Auxiliary** eingestellt ist, drücken Sie **Source** (main). Wählen Sie Ihrem Anwendungsbereich entsprechend eine andere Quelle als Auxiliary aus dem Seitenmenü aus.
4. Wenn **Type** auf **Pulse** eingestellt ist, drücken Sie **Class** (main), und ändern Sie die Einstellung, je nach Anwendungsbereich, in entweder **Glitch** oder **Width**. Die Impulsklassen Runt und Slewrate sind inkompatibel mit dem Modus Delayed Triggerable.
5. Drücken Sie **HORIZONTAL MENU** → **Time Base** (main) → **Delayed Only** (side) → **Delayed Triggerable** (side).

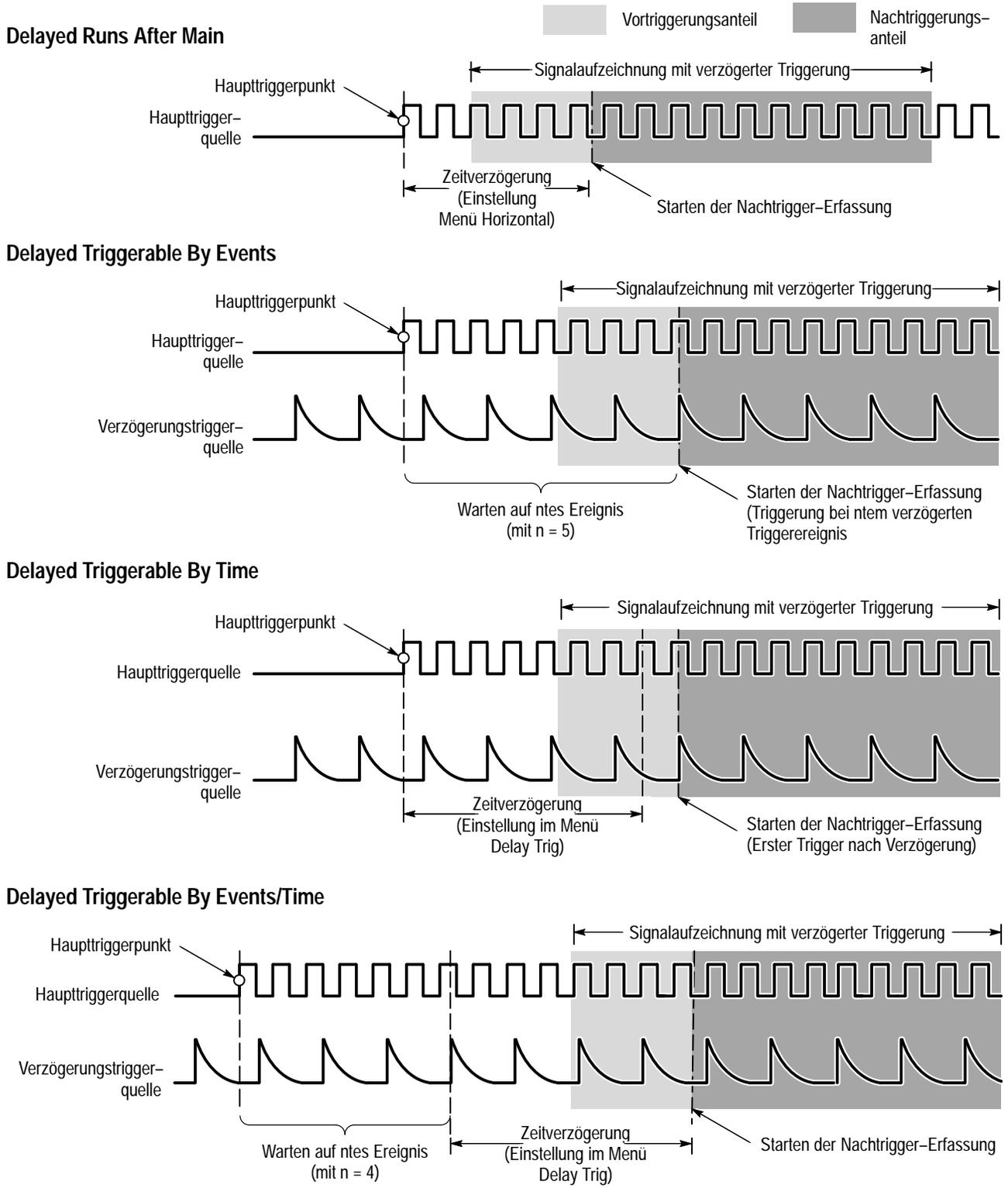


Abbildung 3-49: Funktionsweise der verzögerten Trigger

HINWEIS. Der Menüpunkt *Delayed Triggerable* kann nur ausgewählt werden, wenn inkompatible Einstellungen im Menü *Main Trigger* beseitigt werden. (Siehe Anfang der Beschreibung der Vorgehensweise.) Andernfalls erscheint der Menüpunkt *Delayed Triggerable* blasser als die anderen Menüpunkte.

Wenn Sie Intensified (side) drücken, können Sie einen hervorgehobenen Bereich anzeigen lassen, der anzeigt, in welchem Bereich relativ zum Haupttrigger auf der Hauptzeitbasis die verzögerte Aufzeichnung erfolgen kann (ein gültiges verzögertes Triggerereignis muß empfangen werden). Im Modus Verzögerte Triggerung Nach (*Delayed Triggerable After*) entspricht der hervorgehobene Bereich dem möglichen Anfangspunkt der verzögerten Aufzeichnung. Das Ende des Bereichs setzt sich bis zum Ende der Hauptzeitbasis fort, da eine verzögerte Aufzeichnung an jedem Punkt nach Ablauf der Verzögerungszeit getriggert werden kann.

Weitere Informationen darüber, wie Sie die Helligkeit des normalen und des hervorgehobenen Signals festlegen können, finden Sie unter *Einstellen der Helligkeit* auf Seite 3–31.

Nun müssen Sie das Menü *Delayed Trigger* öffnen, damit Sie das verzögerte Triggerereignis definieren können.

6. Drücken Sie **SHIFT DELAYED TRIG** → **Delay by (main)** → **Triggerable After Time, Events** oder **Events/Time (side)** (Siehe Abbildung 3–50.)

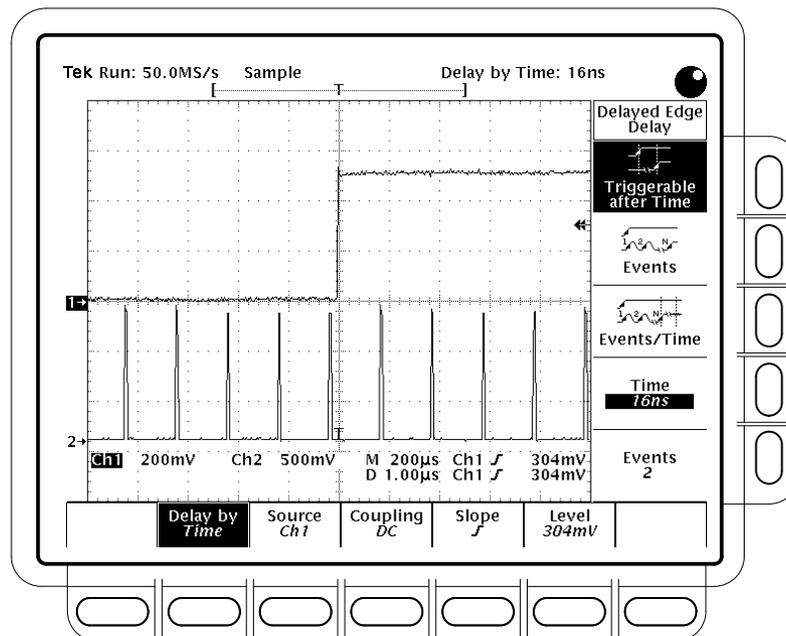


Abbildung 3–50: Das Menü *Delayed Trigger*

7. Stellen Sie die Verzögerungszeit oder die Ereignisse mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein. Wenn Sie **Events/Time** ausgewählt haben, verwenden Sie **Time** (side) und **Events** (side), um zwischen der Einstellungszeit und Anzahl der Ereignisse umzuschalten.

Tip: Sie können das Menü Delayed Trigger auch direkt öffnen. (Siehe Schritt 6.) Wenn Sie eine der Optionen Triggerable After Time, Events oder Events/Time auswählen, schaltet das Oszilloskop im Menü Horizontal automatisch in Delayed Triggerable um. Allerdings können Sie den Modus Delayed Triggerable nur über das Menü Horizontal verlassen.

Im Menü **Source** können Sie auswählen, welcher Eingang die verzögerte Triggerquelle sein soll.

8. Drücken Sie **Source** (main) → **Ch1, Ch2, Ch3, Ch4** oder **DC Aux** (side).

HINWEIS. Wenn Sie DC Aux SOWOHL im Menü Main Trigger ALS AUCH im Menü Delayed Trigger als Quelle auswählen, werden der Haupt- und der verzögerte Triggerpegel automatisch gleichzeitig eingestellt. Solange DC Aux die Quelle bleibt, wird bei der Änderung des Triggerpegels für eines der beiden Systeme der Triggerpegel des anderen Systems ebenfalls geändert.

9. Drücken Sie **Coupling** (main) → **Main Trigger, DC** oder **Noise Rej** (side), um festzulegen, wie das Eingangssignal an den verzögerten Trigger gekoppelt wird.

Main Trigger wird die Kopplung des verzögerten Triggers so eingestellt, daß sie der Einstellung für die Haupttriggerkopplung entspricht. Erläuterungen zu den Kopplungsarten **DC** und **Noise Rej** finden Sie unter *Angeben der Kopplung* auf Seite 3–68.

10. Drücken Sie **Slope** (main), um die Flankenrichtung anzugeben, bei der die verzögerte Triggerung erfolgt. Sie können zwischen der ansteigenden und der abfallenden Flanke wählen.

Wenn Sie Signale im Modus Delayed Triggerable erfassen, werden zwei Triggercursor angezeigt. Ein Triggercursor zeigt den vom Haupttrigger-system, der andere den vom System für die verzögerte Triggerung eingestellten Pegel an.

11. Drücken Sie **Level** (main) → **Level, Set to TTL, Set to ECL** oder **Set to 50%** (side).

Bei **Level** können Sie den Pegel des verzögerten Triggers mit dem general purpose Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld einstellen.

Bei **Set to TTL** wird der Triggerpegel auf +1.4 V festgelegt.

Bei **Set to ECL** wird der Triggerpegel auf –1.3 V festgelegt.

Bei **Set to 50%** wird der Pegel des verzögerten Triggers auf 50% des Spitze–Spitze–Werts des verzögerten Triggersignals festgelegt.

HINWEIS. Wenn Sie für die Vertikalskala eine Einstellung von weniger als 200 mV wählen, verringert das Oszilloskop die Triggerpegel für **Set to TTL** bzw. **Set to ECL** auf Werte, die unter den standardmäßigen TTL– und ECL–Pegeln liegen. Das liegt daran, daß der Triggerpegelbereich auf +12 Skalenteile von der Bildschirmmitte festgelegt ist. Bei 100 mV (der nächstkleineren Einstellung nach 200 mV) ist der Triggerbereich +1.2 V, also kleiner als die typischen TTL– (+1.4 V) bzw. ECL–Pegel (–1.3 V).

Messen von Signalen

Um das bestmögliche Meßverfahren für das TDS Oszilloskop auszuwählen, müssen Sie zunächst wissen, wie Sie die drei möglichen Arten, oder *Klassen*, von Messungen verwenden können. Dieser Abschnitt erläutert, wie Sie die verschiedenen Messungen vornehmen (In Abbildung 3–51 sind alle Verfahren dargestellt):

- *Automated* für die automatische Durchführung und Anzeige von Signalmessungen
- *Cursor* für die Messung des Unterschiedes (Zeit oder Spannung) zwischen zwei Punkten einer Signalaufzeichnung
- *Graticule* (Raster) für schnelle Schätzungen durch Abzählen der angezeigten Rastereinteilungen

Dieser Abschnitt erklärt außerdem die Verwendung der Funktionen *Probe Cal*, *Channel/Probe Deskew* und *Signal Path Compensation* für die Optimierung der Meßgenauigkeit.

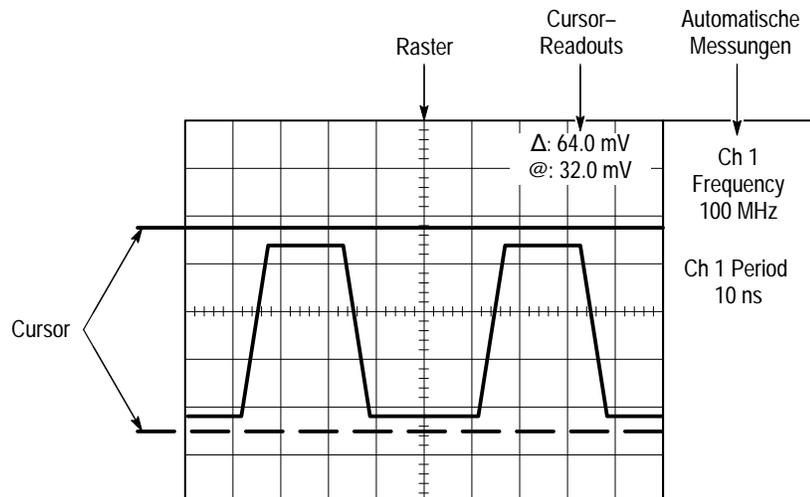


Abbildung 3–51: Raster-, Cursor- und automatische Messung

Durchführen von automatischen Messungen

Das TDS-Oszilloskop TDS Oscilloscope verfügt über die Funktion *Measure* für die automatische Durchführung und Anzeige von Signalmessungen. Dieser

Abschnitt beschreibt, wie Sie das Oszilloskop so einstellen können, daß es Ihnen die Meßarbeit abnimmt.

Da bei der automatischen Messung die Aufzeichnungspunkte selbst verwendet werden, ist sie im allgemeinen exakter und schneller durchzuführen als Cursor- oder Rastermessungen. Das Oszilloskop aktualisiert und zeigt die Messungen fortwährend an.

Automatische Messungen erfolgen über die gesamte Signalaufzeichnung oder, wenn Sie die Bereichszonenmessung (siehe Seite 3–108) auswählen, über den gesamten durch die senkrechten Cursor bestimmten Bereich. Automatische Messungen werden nicht nur für die angezeigten Teile des Signals durchgeführt.

Das Oszilloskop kann außerdem nahezu alle Messungen gleichzeitig anzeigen — siehe *Anzeigen eines Snapshots von Messungen* auf Seite 3–113.

Liste der Meßverfahren

Das TDS-Oszilloskop stellt Ihnen 25 automatische Meßverfahren zur Verfügung, die in die folgenden drei Kategorien unterteilt sind: *Amplitude* (meist in Volt; manchmal in %), *Zeit* (meist in Sekunden oder Hertz) und *Bereich* (in Voltsekunden). In Tabelle 3–9 sind kurze Definitionen der automatischen Meßverfahren, die mit dem oscilloscope möglich sind, aufgeführt (nähere Informationen finden Sie in *Anhang B: Algorithmen*, Seite B–1).

Tabelle 3–9: Definitionen der Meßverfahren

Bezeichnung	Definition
 Amplitude	Spannungsmessung. Der höhere Wert minus dem niedrigeren Wert, gemessen über das gesamte Signal oder die ausgewählte Zone. <i>Amplitude = Hoch – Niedrig</i>
 Area	Messung der Spannung pro Zeit. Der Bereich über das gesamte Signal oder die ausgewählte Zone in Voltsekunden. Gemessener Bereich über Masse ist positiv, Bereich unter Masse ist negativ.
 Cycle Area	Messung der Spannung pro Zeit. Der Bereich über den ersten Zyklus des Signals oder in der ausgewählten Zone in Voltsekunden. Bereich über Masse ist positiv, Bereich unter Masse ist negativ.
 Burst Width	Zeitmessung. Die Dauer eines Bursts. Gemessen über das gesamte Signal oder die ausgewählte Zone.
 Cycle Mean	Spannungsmessung. Das arithmetische Mittel über den ersten Zyklus des Signals oder die ausgewählte Zone.
 Cycle RMS	Spannungsmessung. Die echte Effektivwertspannung über den ersten Zyklus des Signals oder die ausgewählte Zone.
 Delay	Zeitmessung. Die Zeit zwischen den Punkten, an denen zwei verschiedene Kurvenzüge den mittleren Bezugspegel (MidRef) kreuzen, oder Zeitwert der ausgewählten Zone der Strahlen.

Tabelle 3–9: Definitionen der Meßverfahren (Forts.)

Bezeichnung	Definition
 Fall Time	Zeitmessung. Zeit, die die abfallende Flanke des ersten Impulses des Signals oder in der ausgewählten Zone benötigt, um vom oberen Bezugspegel (HighRef) (Standard = 90%) unter den unteren Bezugspegel (LowRef) (Standard = 10%) des endgültigen Wertes abzufallen.
 Frequency	Zeitmessung für den ersten Zyklus des Signals oder in der ausgewählten Zone. Der reziproke Wert dieser Dauer. Gemessen in Hertz (Hz), wobei 1 Hz = 1 Zyklus pro Sekunde.
 High	Der Wert, der als 100% verwendet wird, wenn Werte für den oberen, mittleren und unteren Bezugspegel (HighRef, MidRef und LowRef) benötigt werden (z. B. bei Messungen der Anstiegs- und Abfallzeiten). Wird entweder mit der Min/Max- oder der Histogramm-Methode berechnet. Bei der <i>Min/Max</i> -Methode wird der höchste ermittelte Wert verwendet. Bei der <i>Histogramm</i> -Methode wird der Wert verwendet, der am häufigsten über dem Mittelpunkt ermittelt wurde. Gemessen über das gesamte Signal oder über die ausgewählte Zone.
 Low	Der Wert, der als 0% verwendet wird, wenn Werte für den oberen, mittleren und unteren Bezugspegel (HighRef, MidRef und LowRef) benötigt werden (z. B. bei Messungen der Anstiegs- und Abfallzeiten). Wird entweder mit der Min/Max- oder der Histogramm-Methode berechnet. Bei der <i>Min/Max</i> -Methode wird der niedrigste ermittelte Wert verwendet. Bei der <i>Histogramm</i> -Methode wird der Wert verwendet, der am häufigsten unter dem Mittelpunkt ermittelt wurde. Gemessen über das gesamte Signal oder über die ausgewählte Zone.
 Maximum	Spannungsmessung. Die größte Amplitude. Meist die größte positive Spitzenspannung. Gemessen über das gesamte Signal oder über die ausgewählte Zone.
 Mean	Spannungsmessung. Das arithmetische Mittel über das gesamte Signal oder über die Gatterzone.
 Minimum	Spannungsmessung. Die kleinste Amplitude. Gemessen über das gesamte Signal oder über die ausgewählte Zone.
 Negative Duty Cycle	Zeitmessung des ersten Zyklus des Signals oder der ausgewählten Zone. Das Verhältnis der negativen Impulsbreite zum Signalzeitraum, in Prozent ausgedrückt. $\text{NegativeDutyCycle} = \frac{\text{NegativeWidth}}{\text{Period}} \times 100\%$
 Negative Overshoot	Spannungsmessung. Gemessen über das gesamte Signal oder die ausgewählte Zone. $\text{NegativeOvershoot} = \frac{\text{Low} - \text{Min}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$
 Negative Width	Zeitmessung des ersten Impulses des Signals oder in der ausgewählten Zone. Der Abstand (Zeit) zwischen den MidRef-Punkten eines negativen Impulses (MidRef=mittlerer Bezugspegel, Standard=50%).
 Peak to Peak	Spannungsmessung. Die absolute Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten Amplitude des Signals oder in der ausgewählten Zone.
 Phase	Zeitmessung. Der Abstand eines Signals zu einem anderen in Grad, wobei 360° einen Signalzyklus umfassen.
 Period	Zeitmessung. Die Zeit vom Anfang bis zum Ende eines Signalzyklus des Signals oder in der ausgewählten Zone. Der reziproke Wert der Frequenz. Gemessen in Sekunden.

Tabelle 3–9: Definitionen der Meßverfahren (Forts.)

Bezeichnung	Definition
 Positive Duty Cycle	Zeitmessung des ersten Zyklus des Signals oder der ausgewählten Zone. Das Verhältnis der positiven Impulsbreite zum Signalzeitraum, in Prozent ausgedrückt. $PositiveDutyCycle = \frac{PositiveWidth}{Period} \times 100\%$
 Positive Overshoot	Spannungsmessung. Gemessen über das gesamte Signal oder die ausgewählte Zone. $PositiveOvershoot = \frac{Max - High}{Amplitude} \times 100\%$
 Positive Width	Zeitmessung des ersten Impulses des Signals oder in der ausgewählten Zone. Der Abstand (Zeit) zwischen den MidRef-Punkten eines positiven Impulses (MidRef=mittlerer Bezugspegel, Standard=50%).
 Rise time	Zeitmessung. Die Zeit, die die erste Flanke des ersten Impulses eines Signals oder in der ausgewählten Zonen benötigt, um vom unteren Bezugspegel (LowRef) (Standard = 10%) auf den oberen Bezugspegel (HighRef) (Standard = 90%) des endgültigen Wertes anzusteigen.
 RMS	Spannungsmessung. Die echte Effektivwertspannung über das gesamte Signal oder in der ausgewählten Zone.

Messungs-Readouts

Wenn keine Menüs angezeigt werden, werden die Messungsreadouts am rechten äußeren Bildschirmrand angezeigt. (Siehe Abbildung 3–52.) Sie können bis zu vier Messungen gleichzeitig anzeigen und fortwährend aktualisieren. Wenn Menüs angezeigt werden, werden die Messungs-Readouts in den rechten Teil des Rasterbereichs.

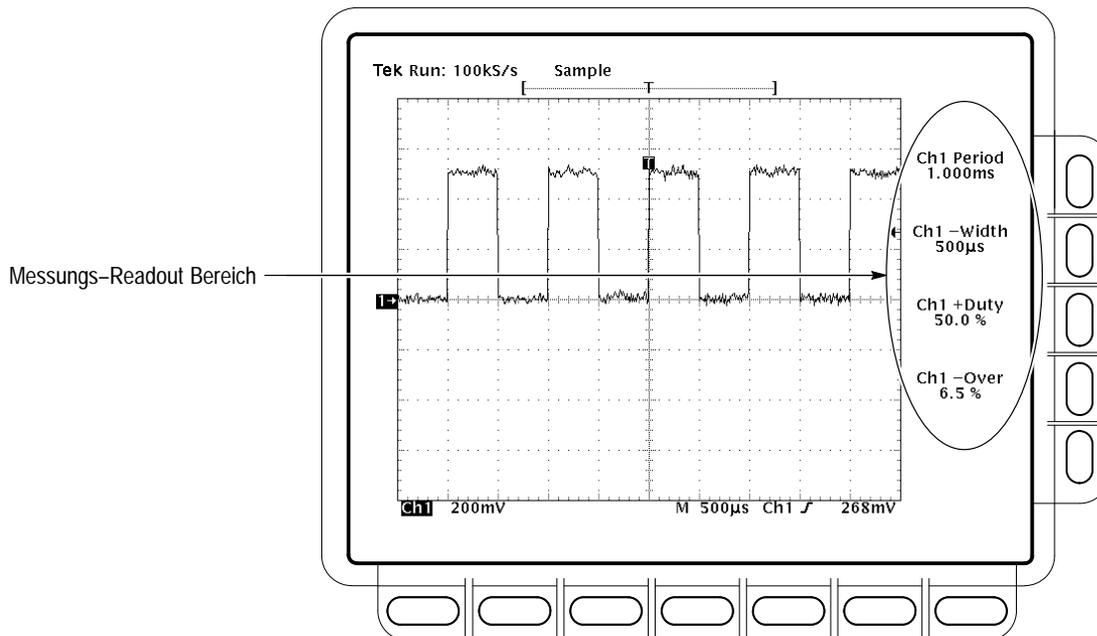


Abbildung 3-52: Messungs-Readouts

Messung 1 wird im oberen Readout angezeigt, Messung 2 darunter usw. Sobald ein Messungs-Readout angezeigt wird, behält er seine Position, selbst wenn Sie die darüberliegende Messungs-Readouts entfernen.

Anzeigen von Messungen

Um automatische Messungen vornehmen zu können, müssen Sie zunächst für eine stabile Anzeige des zu messenden Signals sorgen. (Ein Drücken der Taste **AUTOSET** kann nützlich sein.) Sobald die Anzeige stabil ist, drücken Sie **MEASURE**, um das Menü Measure zu öffnen. (Siehe Abbildung 3-53.)

1. Drücken Sie **MEASURE** → **Select Measrmt** (main).
2. Wählen Sie aus dem Seitenmenü ein Meßverfahren aus. Beachten Sie die folgenden Regeln für die Durchführung automatischer Messungen:
 - Sie können nur bis zu vier Messungen gleichzeitig vornehmen. Um eine weitere Messung vornehmen zu können, müssen Sie zunächst mindestens eine der aktuellen Messungen löschen.
 - Um die Quelle für die Messungen zu ändern, wählen Sie einfach einen anderen Kanal und dann das gewünschte Meßverfahren aus.

- Vorsicht bei der automatischen Messung von rauschbehafteten Signalen. Es kann sein, daß Sie die Frequenz des Rauschens und nicht die des Signals messen. Ihr Oszilloskop unterstützt Sie bei der Erkennung solcher Situationen und zeigt Ihnen Warnmeldungen wie *low signal amplitude* (niedrige Signalamplitude) oder *low resolution* (geringe Auflösung) an.

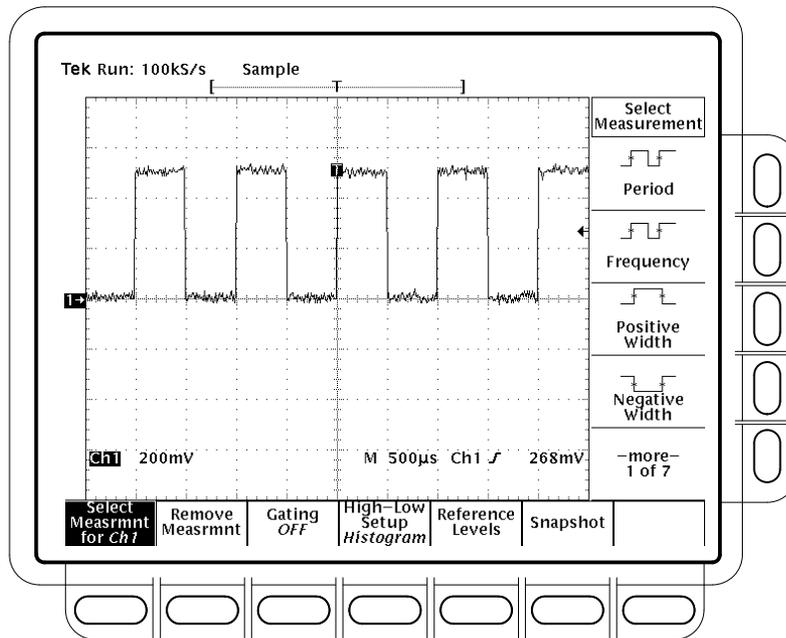


Abbildung 3-53: Das Menü Measure

Löschen von Messungen

Mit der Option **Remove Measrmt** können Sie Messungen, die gelöscht werden sollen, entsprechend ihrer Readoutposition auswählen. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Drücken Sie **MEASURE** → Remove Measrmt (main).
2. Wählen Sie die zu löschende Messung aus dem Seitenmenü aus. Wenn Sie alle Messungen gleichzeitig löschen möchten, drücken Sie **All Measurements** (side).

Bereichsmessungen

Mit der Funktion Gating können Sie die Messungen auf einen bestimmten Teil des Signals beschränken. Wenn die Funktion auf **Off** geschaltet ist, nimmt das Oszilloskop die Messungen über die gesamte Signalaufzeichnung vor.

Wenn die Funktion Gating aktiviert ist, werden zwei Vertikalcursor angezeigt. Legen Sie mit diesen Cursorn den Teil des Signals (die *ausgewählten Bereich*) fest, den das Oszilloskop messen soll. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Drücken Sie **MEASURE** → Gating (main) → Gate with V Bar Cursors (side). (Siehe Abbildung 3–54.)
2. Verschieben Sie den ausgewählten (aktiven) Cursor mit dem Mehrzweckknopf. Drücken Sie **SELECT**, um den jeweils anderen Cursor zu aktivieren.

Wenn Sie das Menü Cursor öffnen und die Anzeige der Vertikalcursor abschalten, schalten Sie *nicht* die Gating-Funktion aus. (Markierungspfeile zeigen weiterhin an, über welchen Bereich sich die Messung erstreckt.) Sie können die Gating-Funktion nur über das Seitenmenü Gating ausschalten.

HINWEIS. Die Cursor werden relativ zum ausgewählten Signal angezeigt. Wenn Sie Messungen mit zwei Signalen vornehmen, kann dies zu Unklarheiten führen. Wenn Sie die horizontale Verriegelung ausschalten und die horizontale Position des einen Signals unabhängig vom anderen Signal einstellen, werden die Cursor für das ausgewählte Signal an der gewünschten Position angezeigt. Die Messungen für die ausgewählte Zone bleiben exakt, aber die Anzeige der Position der Cursor ändert sich, wenn Sie das andere Signal auswählen.

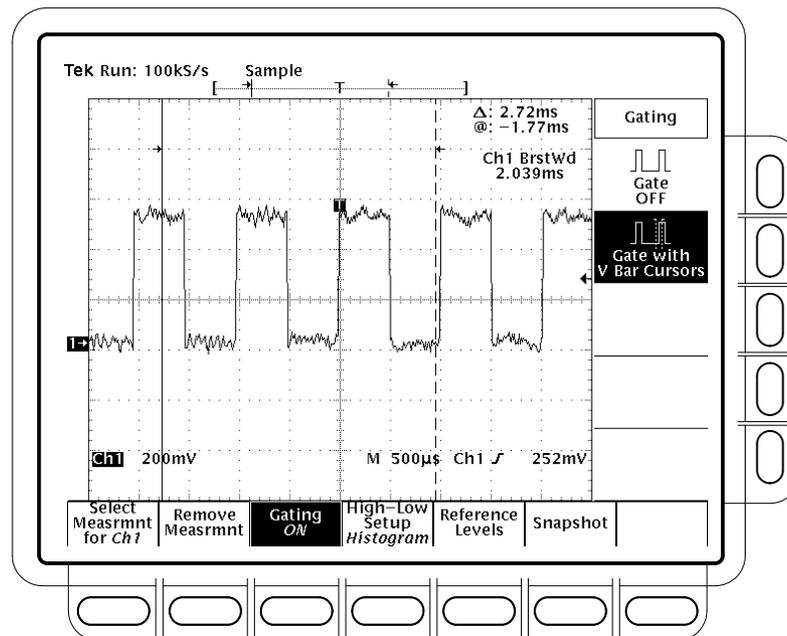


Abbildung 3–54: Das Menü Measure — Gating-Funktion

Definieren der Einstellung des oberen und unteren Pegels

Das Oszilloskop bietet zwei Möglichkeiten, *Histogram* und *Min-Max*, für die Bestimmung des oberen und unteren Signalpegels bei der Messung. Nehmen Sie die Einstellung wie folgt vor:

Drücken Sie **MEASURE** → High-Low Setup (main) → **Histogram** oder **Min-Max** (side). Wenn Sie **Min-Max** auswählen, sollten Sie auch die Werte im Hauptmenü Reference Levels überprüfen bzw. ändern.

Bei der Auswahl *Histogram* werden die Werte statistisch ermittelt und eingestellt. Dabei wird der Wert ausgewählt, der am häufigsten über oder unter dem Mittelpunkt (je nachdem, ob der obere oder der untere Bezugspegel definiert wird) gemessen wird. Da bei diesem statistischen Verfahren kurzzeitige Abweichungen (Überschwingungen, gedämpfte Schwingungen usw.) ignoriert werden, ist dies die am besten geeignete Einstellung für die Untersuchung von Impulsen.

Bei der Einstellung *Min-max* werden die höchsten und niedrigsten Werte der Signalaufzeichnung verwendet. Min-Max ist die am besten geeignete Einstellung für die Untersuchung von Signalen, die keine sich häufig wiederholenden großen, flachen Teile bei einem bestimmten Wert aufweisen, wie zum Beispiel Sinuskurven und Dreieckssignale, also für nahezu jede Art von Signalen außer Rechteckimpulsen.

Definieren der Bezugspegel

Sobald Sie die Bezugspegel definiert haben, verwendet sie das Oszilloskop für alle Messungen, für die diese Pegel erforderlich sind. So stellen Sie die Bezugspegel ein:

1. Drücken Sie **MEASURE** → Reference Levels (main) → Set Levels (side), um auszuwählen, ob die Bezugspegel in % relativ zum Höchstwert (100%) und Niedrigstwert (0%) oder absolut in Einheiten des gewünschten Signals (meist Volt) angegeben werden. Siehe Abbildung 3–55. Stellen Sie die Werte mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.

% ist die Standardeinstellung. Sie ist universell verwendbar.

Units erlaubt Ihnen, genaue Werte anzugeben. Wenn Sie etwa Spezifikationen an einer Schaltung vom Typ RS-232-C messen, stellen Sie die Pegel exakt auf die Spannung laut RS-232-C-Spezifikation ein, indem Sie den oberen und unteren Bezugspegel in Einheiten einstellen.

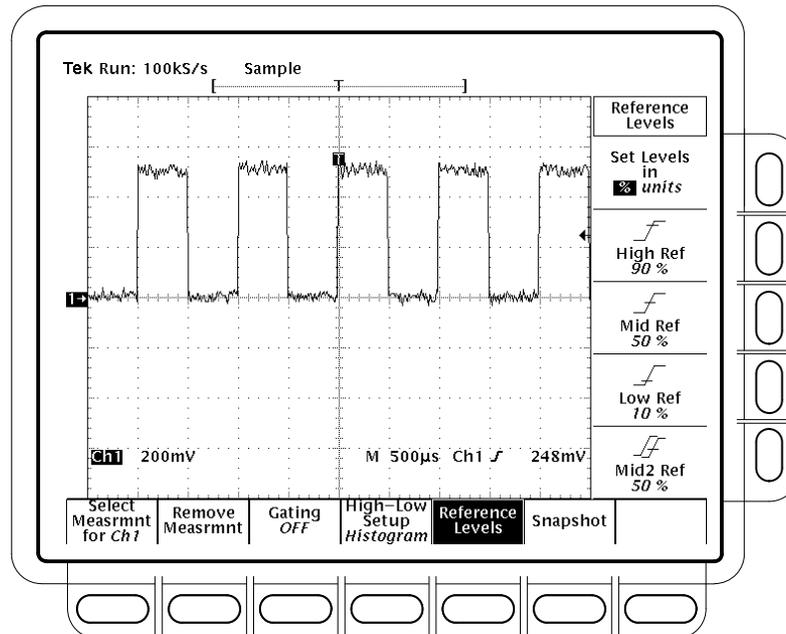


Abbildung 3-55: Das Menü Measure — Bezugspegel

2. Drücken Sie **High Ref**, **Mid Ref**, **Low Ref** oder **Mid2 Ref** (side).



High Ref — Zum Einstellen des oberen Bezugspegels. Der Standardwert ist 90%.



Mid Ref — Zum Einstellen des mittleren Bezugspegels. Der Standardwert ist 50%.



Low Ref — Zum Einstellen des unteren Bezugspegels. Der Standardwert ist 10%.



Mid2 Ref — Zum Einstellen des mittleren Bezugspegels für das zweite Signal, das im Menü Delay or Phase Measurements angegeben ist. Der Standardwert ist 50%.

Durchführen einer Verzögerungsmessung

Mit der Verzögerungsmessung können Sie von der Flanke des ausgewählten Signals bis zur Flanke eines anderen Signals messen. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Drücken Sie **MEASURE** → **Select Measrmt** (main) → **Delay** (side) → **Delay To** (main) → **Measure Delay to**.
2. Drücken Sie mehrmals **Measure Delay to** (side), um das Signal auszuwählen, *bis zu* dem Sie messen möchten. Sie können auswählen zwischen **Ch1**, **Ch2**, **Ch3**, **Ch4**, **Math1**, **Math2**, **Math3**, **Ref1**, **Ref2**, **Ref3** und **Ref4**.

Auf diese Weise wählen Sie das Signal aus, *bis zu dem* Sie messen möchten. Beachten Sie, daß das Signal, *von dem aus* Sie die Verzögerung messen, das ausgewählte Signal ist. (Siehe Abbildung 3–56.)

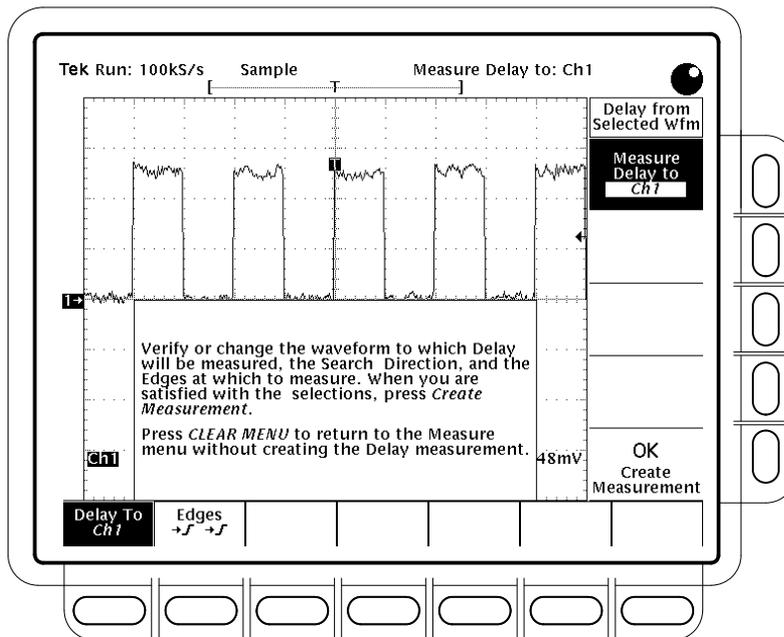


Abbildung 3–56: Das Menü Measure Delay – Verzögerung

3. Drücken Sie **MEASURE** → **Select Measrmt** (main) → **Delay** (side) → **Edges** (main). Im Seitenmenü wird eine Auswahl an Flanken und Richtungen angezeigt. Wählen Sie anhand der folgenden Informationen eine der angezeigten Kombinationen aus:
 - Die von Ihnen getroffene Wahl bestimmt, zwischen welchen Flanken die Verzögerungsmessung erfolgt.
 - Bei jedem Symbol stellt das obere Signal das “Von-Signal” (von dem aus gemessen wird) und das untere Signal das “Bis-Signal” (bis zu dem gemessen wird) dar.
 - Mit den Richtungspfeilen können Sie eine Vorwärtssuche bei beiden Signalen oder eine Vorwärtssuche beim “Von-Signal” und eine Rückwärtssuche beim “Bis-Signal” einstellen. Letztere Auswahl ist geeignet, um ein bestimmtes Flankenpaar aus einem Strom zu isolieren.
4. Um die angegebene Messung vorzunehmen, drücken Sie **Delay To** (main) → **OK Create Measurement** (side).

Um das Menü Measure Delay ohne Durchführung einer Verzögerungsmessung zu verlassen, drücken Sie **CLEAR MENU**. Dadurch gelangen Sie ins Menü Measure zurück.

Anzeigen eines Snapshots von Messungen

Wenn Sie sich alle automatischen Messungen gleichzeitig anzeigen lassen möchten, verwenden Sie die Funktion Snapshot. Dabei werden alle verfügbaren Signalmessungen *einmal* vorgenommen und deren Ergebnisse angezeigt. (Die Messungen werden nicht laufend aktualisiert.) Alle in Tabelle 3–9 auf Seite 3–104 aufgeführten Messungen, außer Delay und Phase, können angezeigt werden. (Delay und Phase sind Messungen mit zwei Signalen und bei der Funktion Snapshot nicht verfügbar.)

Der Readout-Bereich für diese Messungen ist ein eingblendeter Bereich, der etwa 80% des Rasterbereiches belegt. (Siehe Abbildung 3–57.) Sie können sich diesen Snapshot für jeden Kanal bzw. jedes Bezugssignal anzeigen lassen, jedoch nie mehr als einen/eines gleichzeitig.

Um die Funktion Snapshot zu verwenden, sorgen Sie für eine stabile Anzeige des zu messenden Signals (Drücken der Taste **AUTOSET** kann nützlich sein). Gehen Sie anschließend wie folgt vor:

1. Drücken Sie **MEASURE → SNAPSHOT** (main).
2. Drücken Sie entweder **SNAPSHOT** (main) oder **AGAIN** (side) für eine erneute Ausführung.

HINWEIS. Die Snapshot-Anzeige zeigt den Kanal an, für den Snapshot aktiviert ist.

3. Drücken Sie **Remove Measrmt.**

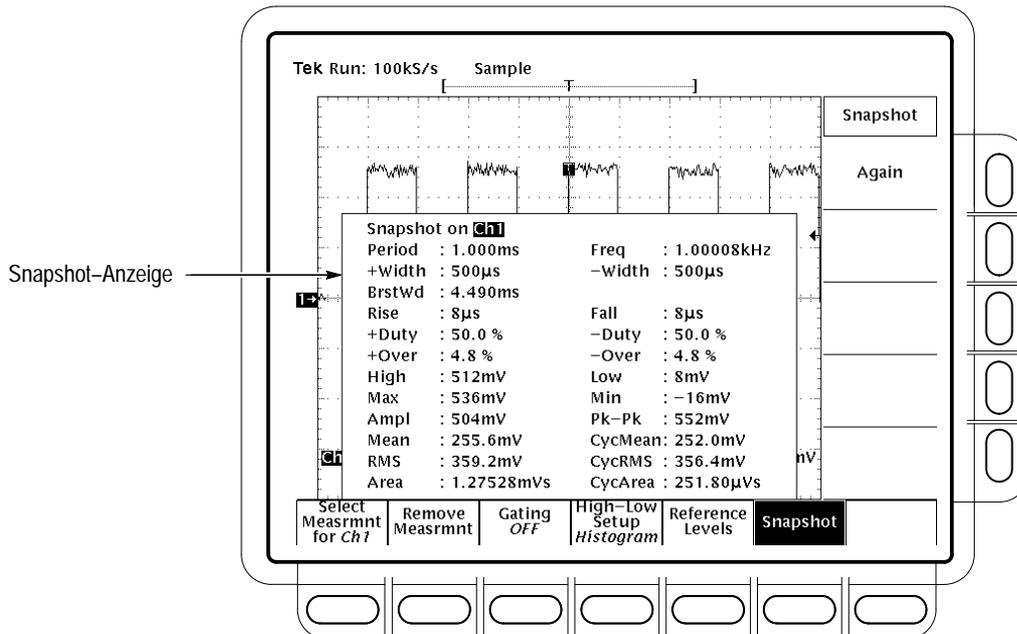


Abbildung 3-57: Das Menü Snapshot und das Snapshot-Readout

Beachten Sie die folgenden Regeln:

- Vergewissern Sie sich, daß das Signal ordnungsgemäß angezeigt wird, bevor Sie die Snapshot-Funktion ausführen. Falls ein Signal nicht richtig skaliert ist (abgeschnitten, niedrige Signalamplitude, geringe Auflösung usw.), wird keine Warnmeldung angezeigt.
- Um die Quelle zu ändern, wählen Sie einfach ein anderes eingehendes, errechnetes oder Bezugssignal aus, und führen Sie die Snapshot-Funktion erneut aus.
- Beachten Sie, daß eine solche Momentaufnahme von einer einzelnen Signalerfassung (oder Erfassungsfolge) gemacht wird. Die angezeigten Messungen werden nicht laufend aktualisiert.
- Vorsicht bei automatischen Messungen von rauschbehafteten Singalen. Es kann sein, daß Sie die Frequenz des Rauschens und nicht des gewünschten Signals messen.
- Beachten Sie, daß die Snapshot-Anzeige gelöscht wird, wenn Sie eine Taste des Hauptmenüs (außer der Snapshot-Taste) oder einer Taste an der Frontplatte drücken, wodurch ein neues Menü angezeigt wird.

- Verwenden Sie die Einstellung des oberen und unteren Pegels (Seite 3–110), von Bezugspegeln (Seite 3–110) und eines Bereiches für Messungen (Seite 3–108) zusammen mit der Snapshot-Funktion genau so, als würden Sie einzelne Messungen über das Menü **Select Measrmt** anzeigen.

Weitere Informationen

Weitere Informationen darüber, wie Sie automatische Messungen vornehmen können, finden Sie unter *Beispiel 3: Durchführen von automatischen Messungen* auf Seite 2–20.

Um zu erfahren, wie das Oszilloskop automatische Messungen berechnet, sehen Sie unter *Anhang B: Algorithmen* auf Seite B–1 nach.

Durchführen von Cursormessungen

Das TDS-Oszilloskop verfügt über Cursor, die den Unterschied (entweder Zeit- oder Spannungsunterschied) zwischen zwei Punkten einer Signalaufzeichnung messen. Dieser Abschnitt beschreibt diese Cursor — wie Sie Art und Modus auswählen, wie Sie sie anzeigen und wie Sie sie für Messungen verwenden.

Cursormessungen sind schnell und einfach durchzuführen. Die Cursor sind zwei Markierungen, die Sie mit dem Mehrzweckknopf positionieren können. Sie können die Cursor je nach Cursormodus einzeln oder gemeinsam verschieben. Während Sie die Cursor positionieren, zeigen die Readouts am Bildschirm die Meßinformationen an und aktualisieren sie.

Cursorarten

Es gibt drei Arten von Cursor: *horizontale Cursor*, *vertikale Cursor* und *Paar-Cursor* (siehe Abbildung 3–57).

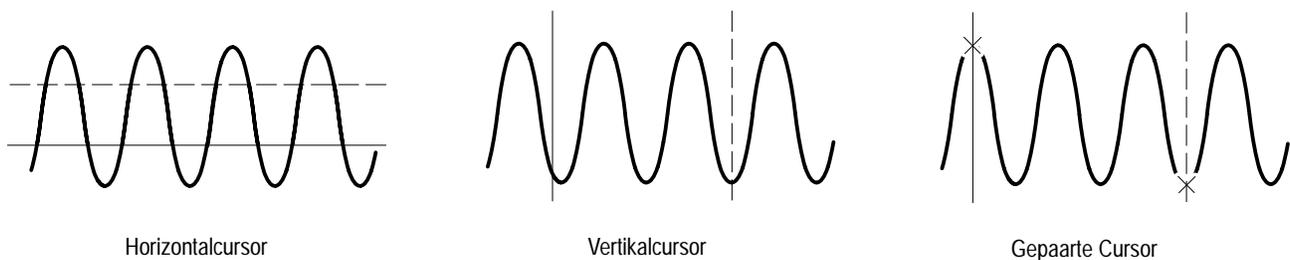


Abbildung 3–58: Cursorarten

Horizontale Strichcursor messen vertikale Parameter (meist Volt).

Vertikale Strichcursor messen horizontale Parameter (meist Zeit oder Frequenz).

Paar-Cursor messen sowohl vertikale (meist Volt) als auch horizontale Parameter (meist Zeit).

Sehen Sie sich Abbildung 3–58 an. Beachten Sie, daß bei jedem der beiden gepaarten Cursor der lange vertikale Strich mit einem X gekennzeichnet ist. Das X mißt die vertikalen Parameter (meist Volt). Mit den langen vertikalen Strichen werden horizontale Parameter (meist Zeit oder Frequenz) gemessen. (Unter *Cursor-Readouts* auf Seite 3–117 finden Sie weitere Informationen.)

HINWEIS. Wenn die Cursor bestimmte errechnete Signale messen, wird möglicherweise nicht die Zeit, Frequenz oder Spannung gemessen. Cursormessungen dieser Signale, bei denen es sich nicht um Zeit-, Frequenz- oder Spannungsmessungen handelt, werden im Abschnitt *Signalberechnung* ab Seite 3–168 beschrieben.

Cursormodi

Es gibt zwei Cursormodi: *Independent* (unabhängig) und *Tracking* (verfolgen). (Siehe Abbildung 3–59.)

Im Modus *Independent* können Sie immer nur einen Cursor mit dem Mehrzweckknopf verschieben. Der aktive, d. h. ausgewählte, Cursor ist als durchgezogene Linie dargestellt. Drücken Sie **SELECT**, um den anderen Cursor auszuwählen.

Im Modus *Tracking* verschieben Sie die Cursor normalerweise gemeinsam. Der Abstand (Zeit oder Spannung) zwischen den beiden Cursors bleibt konstant. Drücken Sie **SELECT**, um vorübergehend in den Modus *Independent* umzuschalten. Sie können den Abstand zwischen dem einen Cursor (durchgezogene Linie) und dem anderen (gestrichelte Linie) nun mit dem Mehrzweckknopf ändern. Wenn Sie die Taste erneut drücken, schalten Sie wieder in den Modus *Tracking* zurück.

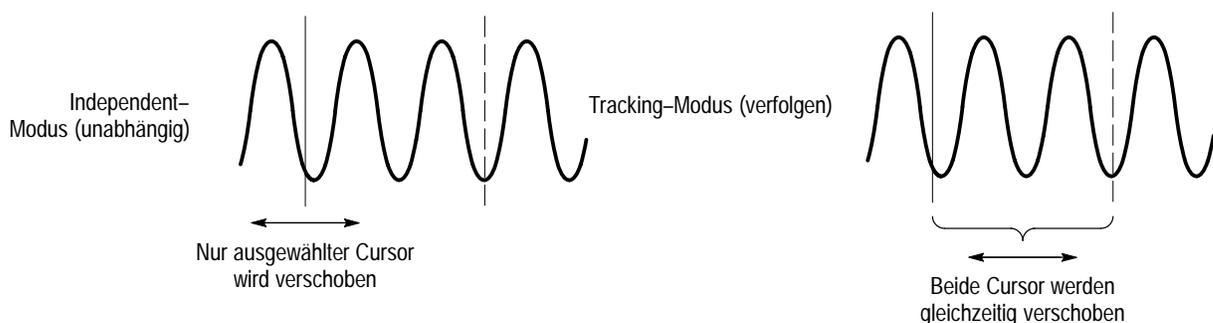


Abbildung 3–59: Cursormodi

Cursor-Readouts

Das Cursor-Readout zeigt die absolute Position des ausgewählten Cursors und den Unterschied zwischen dem ausgewählten und dem nicht ausgewählten Cursor an. Die Readouts unterscheiden sich je nach Einstellung der Cursorart: horizontale (H Bars), vertikale (V Bars) oder paarweise Cursor (Paired).

H Bars. Der Wert hinter Δ zeigt den Spannungsunterschied zwischen den Cursors an. Der Wert hinter @ zeigt die Spannungswert am ausgewählten Cursor relativ zur Masse an. (Siehe Abbildung 3-60.) Wenn Ihr Oszilloskop mit der Zusatzausstattung Videotrigger ausgerüstet ist, können Sie auch die Spannung in IRE-Einheiten anzeigen lassen.

V Bars. Der Wert hinter Δ zeigt den Zeitunterschied (oder Frequenzunterschied) zwischen den Cursors an. Der Wert hinter @ zeigt die Zeit (Frequenz) des ausgewählten Cursors relativ zum Triggerpunkt an. Wenn Ihr Oszilloskop mit der Zusatzausstattung Videotrigger ausgerüstet ist, können Sie auch die Zeilenzahl anzeigen lassen.

Nur für die Modelle TDS 500B und TDS 700A: Im FastFrame-Modus zeigt das @ die zeitliche Position des ausgewählten Cursors relativ zum Triggerpunkt des Bildes, in dem sich der ausgewählte Cursor befindet, an. Das Δ zeigt den Zeitunterschied zwischen den beiden Cursors nur an, wenn sich beide Cursor im selben Bild befinden.

Paired. Der Wert hinter einem Δ zeigt den Spannungsunterschied zwischen den beiden X an; das andere Δ zeigt den Zeitunterschied (Frequenzunterschied) zwischen den beiden vertikalen Cursors an. Der Wert hinter @ zeigt die Spannung am X des ausgewählten Cursors relativ zur Masse an. (Siehe Abbildung 3-61.)

Nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A: Im FastFrame-Modus zeigt das Δ den Zeitunterschied zwischen den beiden Cursors nur an, wenn sich beide Cursor im selben Bild befinden.

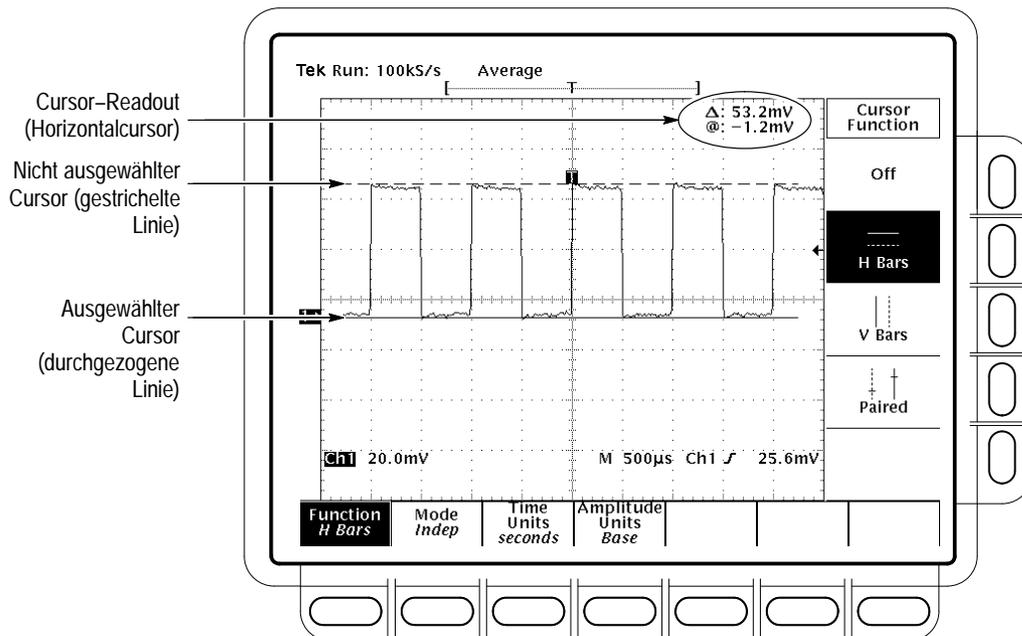


Abbildung 3–60: H Bars Cursor: Menü und Readouts

Paarweise Cursor können Spannungsunterschiede nur anzeigen, wenn sie im Bildschirmbereich bleiben. Wenn die paarweisen Cursor horizontal außerhalb des Bildschirmbereichs verschoben werden, werden die Spannungswerte im Cursor-Readout durch das Wort Edge ersetzt.

Auswählen der Cursorfunktion

Die folgenden Anweisungen beschreiben die Vorgehensweise für die Durchführung einer Cursormessung. Um die gewünschte Cursorart auszuwählen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Um das Menü Cursor anzuzeigen zu lassen, drücken Sie **CURSOR**. (Siehe Abbildung 3–60.)
2. Drücken Sie **Function** (main) → **H Bars**, **V Bars**, **Paired** oder **Off** (side).

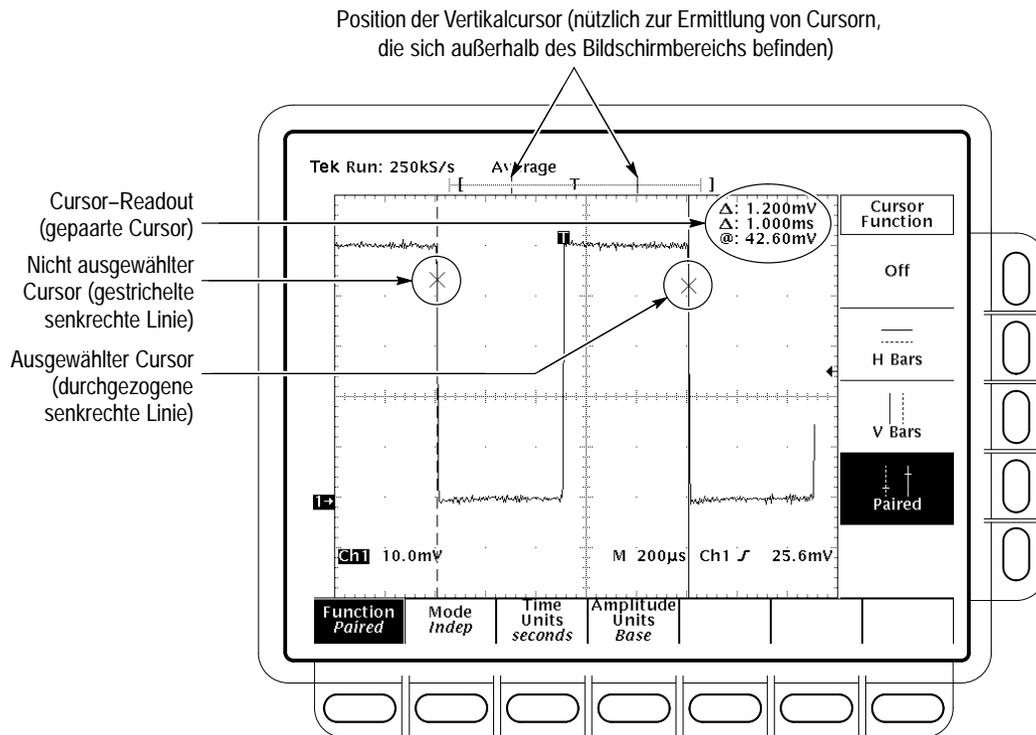


Abbildung 3-61: Paired Cursor: Menü und Readouts

Einstellen des Modus und Positionieren der Cursor

Um den Cursormodus einzustellen und die Cursor anzupassen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **CURSOR** → **Mode** (main) → **Independent** oder **Track** (side):

Bei **Independent** kann jeder Cursor unabhängig vom anderen positioniert werden.

Bei **Track** können die Cursor nur gemeinsam positioniert werden. Das heißt, beide Cursor bewegen sich gleichzeitig, und der Abstand zwischen ihnen bleibt konstant.

2. So positionieren Sie die Cursor entsprechend dem ausgewählten Modus:

- Im Modus Independent können Sie den jeweils aktiven (ausgewählten) Cursor mit dem Mehrzweckknopf positionieren. Der positionierbare Cursor ist als durchgezogene Linie dargestellt, der feststehende als gestrichelte Linie. Drücken Sie **Select**, um zwischen den Cursors hin und her zu schalten.
- Im Modus Tracking verschieben Sie die Cursor mit dem Mehrzweckknopf.

- Um im Modus Tracking den Abstand zwischen den Cursors zu ändern, drücken Sie **SELECT**, um vorübergehend in den Modus Independent umzuschalten. Korrigieren Sie anschließend den Abstand des durchgezogenen Cursors zum gestrichelten Cursor mit dem Mehrzweckknopf. Drücken Sie **SELECT**, um in den Modus Tracking zurückzuschalten.

Auswählen der Cursorgeschwindigkeit

Um die Cursorgeschwindigkeit zu ändern, drücken Sie die **SHIFT**-Taste, bevor Sie am Mehrzweckknopf drehen. Wenn die **SHIFT**-Taste leuchtet und in der rechten oberen Bildschirmcke *Coarse Knobs* angezeigt wird, kann der Cursor schneller verschoben werden.

Auswählen der Zeiteinheiten

Das Ergebnis der vertikalen Cursor kann in Zeiteinheiten oder als Frequenz angezeigt werden. Wenn Ihr Oszilloskop mit der Zusatzausstattung 5 Video ausgerüstet ist, können Sie das Ergebnis auch als Bildzeilenzahl anzeigen lassen. Die Einheiten der vertikalen Cursor wählen Sie folgt aus:

Drücken Sie **CURSOR** → Time Units (main) → **seconds** or **1/seconds (Hz)** oder, bei Option 5, **Video Line Number** (side).

Auswählen der Amplitudeneinheiten

Wenn Sie NTSC-Signale messen, können Sie die vertikalen Resultate in IRE-Einheiten anzeigen lassen. Wenn Sie solche Signale messen möchten, sollte Ihr Oszilloskop mit der Zusatzausstattung 05 Videotrigger ausgerüstet sein, da es andernfalls sehr schwierig ist, auf zusammengesetzte Videosignale zu triggern. Um zwischen IRE-Einheiten und den Grundeinheiten hin und her zu schalten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **CURSOR** → Amplitude Units (main) → **IRE (NTSC)**.
2. Um wieder zurückzuschalten, drücken Sie **CURSOR** → Amplitude Units (main) → **Base**.

Weitere Informationen

Informationen zur Verwendung von Cursors bei errechneten Signalen finden Sie unter *Signalberechnung* auf Seite 3-168.

Anweisungen zur Verwendung von Cursors bei FFT-Signalen, differenzierten und integrierten Signalen finden Sie unter *Schnelle Fourier-Transformationen* auf Seite 3-171, *Differenzieren von Signalen* auf Seite 3-190 und *Integrieren von Signalen* auf Seite 3-195.

Informationen zur Cursoreinheiten bei Videosignalen finden Sie in der Anleitung *TDS Family Option 05 Video Trigger Interface*, sofern Ihr Oszilloskop mit der Videotrigger-Zusatzausstattung ausgerüstet ist.

Durchführen von Rastermessungen

Das TDS-Oszilloskop stellt ein Raster zur Verfügung, mit dem Sie den Unterschied (Zeit oder Amplitude) zwischen zwei Punkten einer Signalaufzeichnung messen können. Bei Rastermessungen können Sie schnelle, optische Schätzungen vornehmen. So können Sie beispielsweise eine Signalamplitude ansehen und sagen, daß der Wert "etwas mehr als 100 mV" beträgt. Dieser Abschnitt beschreibt kurz, wie Sie Rastermessungen durchführen können.

Messen der Signalamplitude

Um die Amplitude eines Signals zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Kanalauswahltaste des Kanals, für den Sie die Messung durchführen möchten. Beachten Sie den Vertikalskalenfaktor des Kanals im Kanal-Readout.
2. Zählen Sie die Rastereinteilungen zwischen zwei zu messenden Punkten, und multiplizieren Sie die Zahl mit dem Vertikalskalenfaktor.

Wenn Sie zum Beispiel fünf Rastereinteilungen zwischen dem Höchst- und dem Niedrigstwert eines Signals bei einem Vertikalskalenfaktor von 100 mV/Rasterteil zählen, können Sie die Spitze-Spitze-Spannung auf einfache Weise wie folgt berechnen:

$$5 \text{ Rasterteile} \times 100 \text{ mV/Rasterteil} = 500 \text{ mV.}$$

HINWEIS. Wenn Sie das NTSC-Raster auswählen, ist die Volt/Div. Einstellung für alle ausgewählten Kanäle 143 mV/Div. (152 mV/Div. für PAL), wobei die Rasterteile denen des herkömmlichen Rasters, nicht denen des Videorasters entsprechen. Bei NTSC stellen die Gitterlinien 10 IRE dar, bei PAL beträgt der Abstand zwischen den Linien 100 mV.

Messen der Signaldauer

Um eine Zeitmessung für ein Signal durchzuführen, wiederholen Sie den oben beschriebenen Vorgang, aber zählen Sie die horizontalen Rasterteile, und multiplizieren Sie diese Zahl mit dem Horizontalskalenfaktor. Wenn Sie zum Beispiel fünf Rasterteile für einen Signalzyklus bei einem Horizontalskalenfaktor von 50 µs/Rasterteil zählen, können Sie die Signalperiode wie folgt berechnen:

$$5 \text{ Rasterteile} \times 50 \text{ µs/Rasterteil} = 250 \text{ µs bzw. } 4 \text{ kHz.}$$

Optimieren der Meßgenauigkeit: Signalwegkompensierung und Tastkopfkalibrierung

Das TDS–Oszilloskop stellt drei Funktionen für die Optimierung der Meßgenauigkeit zur Verfügung. Mit der *Signalwegkompensierung (SPC)* können Sie den Einfluß der Umgebungstemperatur im internen Signalweg kompensieren, der für die Erfassung von Signalen verwendet wird. Mit der *Kanal/Tastkopf–Abstimmung* können Sie eine Kompensierung für den Fall durchführen, daß Signale über Kabel unterschiedlicher Länge eingehen. Mit der *Tastkopfkalibrierung* können Sie den gesamten Signalweg von der Tastkopfspitze bis zum digitalisierten Signal kompensieren, um die Verstärkungs– und Offsetgenauigkeit des Tastkopfs zu verbessern. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie diese Funktionen verwenden können.

Signalwegkompensierung

Bei dem TDS–Oszilloskop können Sie den internen Signalweg kompensieren, mit dem Sie das zu messende Signal erfassen. Die Signalwegkompensierung (SPC) optimiert die Fähigkeit des Oszilloskops, exakte Messungen auf der Grundlage der jeweiligen Umgebungstemperatur durchzuführen.

Führen Sie jedesmal eine Signalwegkompensierung (SPC) durch, wenn Sie sicherstellen möchten, daß Ihre Messungen zu möglichst exakten Ergebnissen führen. Sie sollten eine SPC auch durchführen, wenn sich die Temperatur seit der letzten SPC um mehr als 5° C verändert hat.

HINWEIS. Wenn Sie Messungen bei einer Volt/Div.–Einstellung von weniger oder gleich 5 µV durchführen, sollten Sie wenigstens einmal wöchentlich eine SPC durchführen. Andernfalls kann es vorkommen, daß das Oszilloskop bei dieser Volt/Div.–Einstellung die zugesicherte Leistung nicht erbringen kann. (Die zugesicherten Merkmale sind im Handbuch Leistungüberprüfung und Spezifikationen aufgeführt.)

Um eine SPC durchzuführen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Schalten Sie das Digitalisierungsozilloskop ein, und warten Sie 20 Minuten, bis das Gerät die Betriebstemperatur erreicht hat.
2. Trennen Sie jedes möglicherweise vorhandene Eingangssignal von den vier Eingangskanälen.

STOP. Wenn Sie die Schritte 3 und 4 durchführen, dürfen Sie das Oszilloskop nicht ausschalten, solange die Signalwegkompensierung nicht abgeschlossen ist. Wenn die Stromzufuhr unterbrochen wird, während die SPC durchgeführt wird, wird eine Meldung im Fehlerprotokoll des Oszilloskops gesichert. Führen Sie in einem solchen Fall die Signalwegkompensierung erneut durch.



3. Drücken Sie **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **Cal** (pop-up) → **Signal Path** (main) → **OK Compensate Signal Paths** (side).
4. Warten Sie, bis die Signalwegkompensierung beendet ist (bis zu 15 Minuten). Während der Durchführung wird ein Uhrensymbol (siehe links) auf dem Bildschirm angezeigt. Wenn die Kompensierung abgeschlossen ist, wird die Statusmeldung im Hauptmenü in *Pass* oder *Fail* aktualisiert.
5. Vergewissern Sie sich, daß das Wort **Pass** unter dem Hauptmenüpunkt **Signal Path** angezeigt wird. (Siehe Abbildung 3–62.)

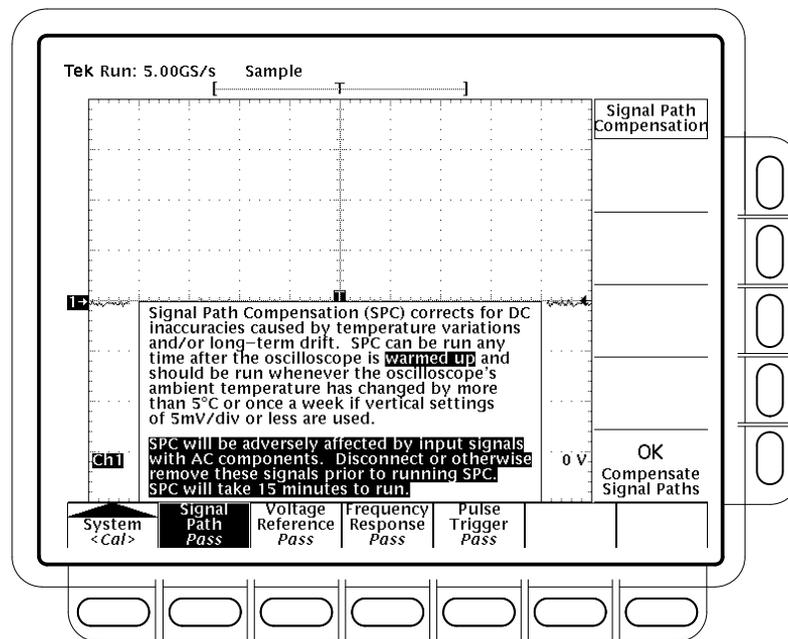


Abbildung 3–62: Durchführen einer Signalwegkompensierung

Kanal-Tastkopf- Abstimmung

Bei den TDS-Oszilloskopen können Sie für jeden Kanal eine relative Zeitverzögerung einstellen. Dadurch können Sie Signale ausrichten und eine Kompensierung für den Fall durchführen, daß Signale über Kabel unterschiedlicher Länge eingehen.

Das Oszilloskop wendet nach Beendigung jeder Erfassung Abstimmungswerte an. Das bedeutet, daß diese Abstimmungswerte keinen Einfluß auf die logische Triggerung haben. Außerdem hat diese Abstimmung keinen Einfluß auf das XY-Anzeigeformat.

Um die Kanal/Tastkopf-Abstimmung einzustellen, gehen Sie wie folgt vor:

- Drücken Sie **VERTICAL MENU** → **Deskew** (main).
- Geben Sie den entsprechenden Wert mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein. Sie können jede derartige Einstellung auch löschen, indem Sie **Set to 0 S** (seitl. Menü) drücken.

Tastkopfkalibrierung

Mit dem TDS-Oszilloskop können Sie den Tastkopf, basierend auf dem Kanal, mit dem er verbunden ist, kompensieren, um die Verstärkungs- und Offsetgenauigkeit des Tastkopfs zu verbessern. Wenn Sie die Tastkopfkalibrierung für einen Kanal bei angeschlossenem Tastkopf durchführen, können Sie das Oszilloskop für exakte Messungen mit dieser Kanal-Tastkopfkombination optimieren.

Führen Sie jedesmal eine Tastkopfkalibrierung durch, wenn Sie sicherstellen möchten, daß Ihre Messungen zu möglichst exakten Ergebnissen führen. Sie müssen eine Tastkopfkalibrierung auch dann durchführen, wenn Sie seit der letzten Kalibrierung den Tastkopf gewechselt haben.

Some Probes Cannot Be Compensated. Bei einigen Arten von Tastköpfen kann die Verstärkung, bei anderen der Offset und bei wieder anderen können sowohl die Verstärkung als auch der Offset kompensiert werden. *Einige Tastköpfe können überhaupt nicht kompensiert werden.* Beachten Sie die folgenden Einschränkungen:

- Das Oszilloskop kann Tastköpfe mit einem Betriebsdämpfungsfaktor von mehr als 20X nicht kompensieren. Der Versuch, einen derartigen Tastkopf zu kompensieren, führt zur Ausgabe einer Fehlermeldung.
- Das Oszilloskop kann Tastköpfe mit einem zu großen Verstärkungs- bzw. Offsetfehler (>2% bei Verstärkung bzw. >50 mV bei Offset) nicht kompensieren. Wenn diese Fehler innerhalb der zulässigen Grenzen Ihres Tastkopfs liegen, sollten Sie einen anderen Tastkopf verwenden. Wenn nicht, lassen Sie den Tastkopf vom Kundendienst überprüfen.

HINWEIS. Die Tastkopfkalibrierung wird für den passiven Tastkopf P6139A nicht empfohlen. Dieser Tastkopf verfügt in der Regel über geringe Verstärkungs- und Offsetfehler. Daher rechtfertigt die Leistungssteigerung nach einer Tastkopfkalibrierung nicht den Zeitaufwand. Die Tastkopfkalibrierung führt zu erheblichen Leistungssteigerungen bei aktiven und älteren passiven Tastköpfen.

Um eine Tastkopfkalibrierung durchzuführen, beachten Sie die folgenden Vorbedingungen, und gehen Sie dann, wie anschließend beschrieben, vor:

- Wenn Sie einen *aktiven* Tastkopf, wie z. B. vom Typ P6243 oder P6245, installieren, sind keine Vorbedingungen zu beachten. Beginnen Sie mit Schritt 1.
 - Wenn Sie einen *passiven* Tastkopf kompensieren, müssen Sie zunächst den Niederfrequenzgang des Tastkopfes kompensieren. Führen Sie zunächst die Schritte 1 und 2 durch, und kompensieren Sie dann den Tastkopf entsprechend den mit dem Tastkopf gelieferten Anweisungen. (Oder siehe *Kompensieren eines passiven Tastkopfes* auf Seite 3–4.) Fahren Sie anschließend mit Schritt 3 fort.
1. Installieren Sie den Tastkopf an dem Eingangskanal, an dem er verwendet werden soll.
 2. Schalten Sie das Digital-Oszilloskop ein, und warten Sie 20 Minuten, bis das Gerät die Betriebstemperatur erreicht hat.
 3. Drücken Sie **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **Cal** (pop-up).
 4. Überprüfen Sie die Statusmeldung unter dem Hauptmenüpunkt **Signal Path**. Wenn nicht die Meldung **Pass** angezeigt wird, führen Sie eine Signalwegkompensierung durch (siehe *Signalwegkompensierung* auf Seite 3–122), und fahren Sie anschließend wie folgt fort.
 5. Drücken Sie die Taste an der Frontplatte, die dem Eingabekanal entspricht, an dem Sie den Tastkopf installiert haben.
 6. Drücken Sie **VERTICAL MENU** → **Cal Probe** (main).

STOP. Ihr Oszilloskop erkennt den Typ des installierten Tastkopfes und zeigt Meldungen und Menüs für die Kompensierung der Verstärkung, des Offsets oder beider Merkmale an. (Siehe Abbildung 3–63.) Mit den folgenden Schritten können Sie die Verstärkung, den Offset oder beides kompensieren, je nachdem welchen Tastkopf das Oszilloskop erkennt.

7. Wenn die Meldung *Probe Offset Compensation* und nicht *Probe Gain Compensation* lautet, fahren Sie mit Schritt 15 fort.

8. Verbinden Sie die Tastkopfspitze mit **PROBE COMPENSATION SIGNAL** und die Masseleitung des Tastkopfes mit **PROBE COMPENSATION GND**.

9. Drücken Sie **OK Compensate Gain** (side).



10. Warten Sie, bis die Verstärkungskompensierung beendet ist (1– 3 Minuten).

Wenn die Verstärkungskompensierung beendet ist, geschieht folgendes:

- Das Uhrensymbol wird nicht mehr angezeigt.
- Wenn eine Offset–Kompensierung für den installierten Tastkopf erforderlich ist, wird die Meldung *Probe Offset Compensation* anstelle der Meldung *Probe Gain Compensation* angezeigt.
- Wenn die Verstärkungskompensierung nicht erfolgreich beendet wurde, wird möglicherweise die Meldung “Probe is not connected” angezeigt (Überprüfen Sie die Verbindung des Tastkopfs mit dem Digital–Oszilloskop, vergewissern Sie sich, daß die Tastkopfspitze korrekt installiert ist usw., und wiederholen Sie Schritt 9).
- Wenn die Verstärkungskompensation nicht erfolgreich beendet wurde, wird möglicherweise die Meldung “Compensation Error” angezeigt. Das bedeutet, daß die Verstärkung (2% Fehler) bzw. der Offset (50 mV Fehler) zu groß ist und nicht kompensiert werden kann. Installieren Sie einen anderen Tastkopf, und fahren Sie fort. Lassen Sie Ihren Tastkopf vom Kundendienst überprüfen.

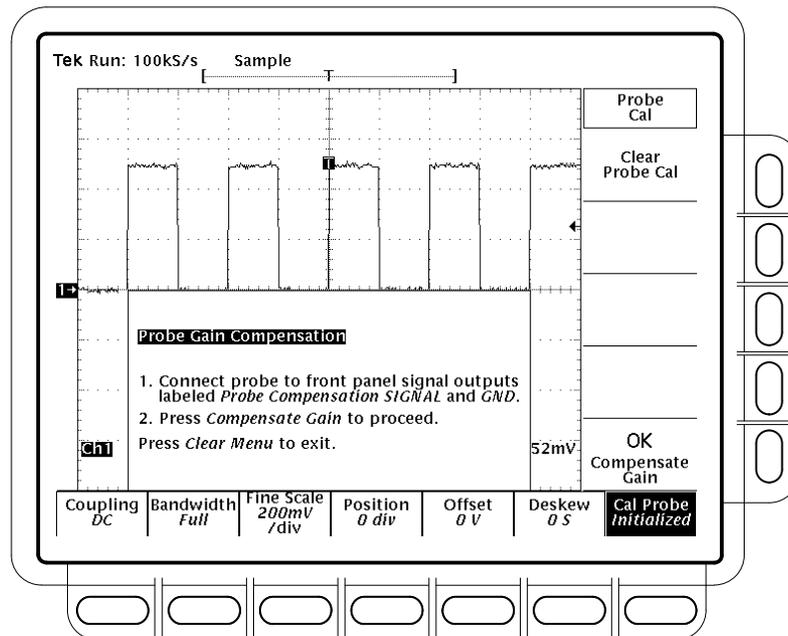


Abbildung 3–63: Das Menü Probe Cal und Verstärkungskompensierung

11. Wenn die Meldung Probe *Offset* Compensation angezeigt wird, fahren Sie mit Schritt 15 fort, andernfalls mit Schritt 12.
12. Wenn die Meldung Compensation Error angezeigt wird, fahren Sie mit Schritt 13 fort, andernfalls mit Schritt 18.
13. Drücken Sie **SHIFT UTILITY** → **System (main)** → **Diag/Err (pop-up)** → **Error Log (main)**. Wenn sehr viele Fehlermeldungen angezeigt werden, drehen Sie den Mehrzweckknopf im Uhrzeigersinn, um sich die letzte Meldung anzeigen zu lassen.
14. Beachten Sie den Kompensationsfehlerwert. Fahren Sie mit Schritt 19 fort.
15. Trennen Sie den Tastkopf von jedem möglicherweise angeschlossenen Signal. Lassen Sie den Tastkopf am Kanal installiert.
16. Drücken Sie **OK Compensate Offset** (side).
17. Warten Sie, bis die Offset–Kompensierung beendet ist (1 – 3 Minuten).



Wenn die Offset–Kompensierung beendet ist, geschieht folgendes:

- Das Uhrensymbol wird nicht mehr angezeigt.
- Wenn die Offset–Kompensierung nicht erfolgreich beendet wurde, wird möglicherweise die Meldung “Compensation Error” angezeigt. Das bedeutet, daß die Offsetskalierung (10% Fehler) bzw. der Offset (50 mV

Fehler) des Tastkopfs zu groß ist und nicht kompensiert werden kann. Sie können einen anderen Tastkopf installieren und fortfahren. Lassen Sie Ihren Tastkopf vom Kundendienst überprüfen. Sie können auch das Fehlerprotokoll überprüfen, indem Sie die Schritte 13 und 14 durchführen.

18. Nachdem das Uhrensymbold verschwunden ist, überprüfen Sie, ob statt des Wortes **Initialized** nun **Pass** unter dem Hauptmenüpunkt **Cal Probe** angezeigt wird. (Siehe Abbildung 3–63.)
19. Wiederholen Sie diesen Vorgang bei Bedarf ab Schritt 1, um die Kompensierung für andere Kanal–Tastkopfkombinationen durchzuführen. Beachten Sie zuvor jedoch die folgenden Anforderungen:
 - Denken Sie daran, für jeden angeschlossenen Tastkopf zunächst den Niederfrequenzgang zu kompensieren (siehe Vorbedingungen auf Seite 3–125).
 - Denken Sie daran, vor der Tastkopfkalibrierung alle Tastköpfe, außer einfachen passiven Tastköpfen, an das Oszilloskop anzuschließen, und 20 Minuten zu warten, bis die Betriebstemperatur erreicht ist.

Changing Probes After a Probe Cal. Wenn noch nie eine Tastkopfkalibrierung für einen Eingangskanal durchgeführt oder die entsprechenden Daten mit Hilfe des Menüs *Re-use Probe Calibration Data* (siehe unten) gelöscht wurden, zeigt das Oszilloskop im seitlichen Menü die Statusmeldung *Initialized* an. Diese Meldung wird auch angezeigt, wenn Sie einen Tastkopf von einem Eingang entfernen.

Wenn Sie für einen Eingangskanal eine Tastkopfkalibrierung erfolgreich durchführen, speichert das Oszilloskop die Kompensierungsdaten im nichtflüchtigen Speicher. Daher gehen die Daten nicht verloren, wenn Sie das Oszilloskop aus- und wieder einschalten oder den Tastkopf austauschen.

Wenn Sie einen Tastkopf installieren oder das Oszilloskop mit installierten Tastköpfen einschalten, prüft das Oszilloskop die Tastköpfe an jedem Eingang. Je nachdem, welche Tastköpfe es erkennt, führt es die folgenden Schritte durch:

- Wenn der Tastkopf über eine TEKPROBE–Schnittstelle (diese Schnittstelle kann zusätzliche Informationen liefern, etwa eine eindeutige Erkennungszahl) verfügt, bestimmt das Oszilloskop, ob es sich um denselben Tastkopf handelt, für den die Daten gespeichert wurden. Wenn ja, zeigt das Oszilloskop die Statusmeldung *Pass* an, wenn nicht, die Statusmeldung *Initialized*.

- Wenn der Tastkopf über eine einfache Oszilloskopschnittstelle verfügt, kann das Oszilloskop in der Regel bestimmen, ob er einen anderen Betriebsdämpfungsfaktor hat als den, der bei der letzten Tastkopfkalibrierung gespeichert wurde. Es kann auch bestimmen, ob die letzte Tastkopfkalibrierung für einen Tastkopf mit TEKPROBE-Schnittstelle durchgeführt wurde. Wenn einer dieser beiden Punkte zutrifft, handelt es sich bei dem installierten Tastkopf um einen anderen als den, mit dem die Tastkopfkalibrierung durchgeführt wurde. Daher zeigt das Oszilloskop die Statusmeldung *Initialized* an.
- Wenn ein Tastkopf über eine einfache Oszilloskopschnittstelle und denselben Betriebsdämpfungsfaktor verfügt, der bei der letzten Tastkopfkalibrierung gespeichert wurde, kann das Oszilloskop nicht bestimmen, ob es sich um denselben Tastkopf handelt. Daher zeigt es das Menü *Re-use Probe Calibration data?* an. (Siehe Abbildung 3–64.)

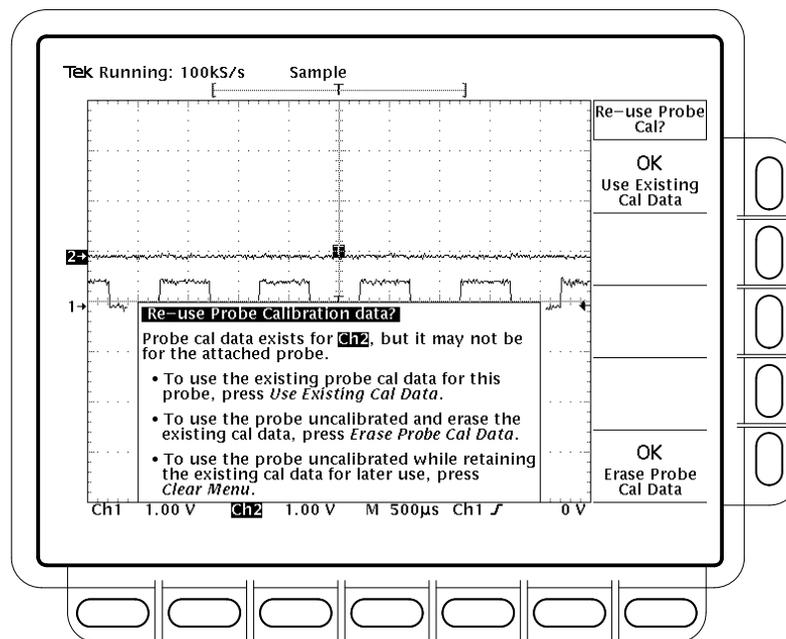


Abbildung 3–64: Das Menü Re-use Probe Calibration Data?

Wenn das Menü *Re-use Probe Calibration data?* angezeigt wird, können Sie unter den folgenden Optionen auswählen:

- Drücken Sie **OK Use Existing Data** (side), um die bei der letzten Tastkopfkalibrierung gespeicherten Daten zu *verwenden* und den Tastkopf mit diesen Daten zu kompensieren.

- Drücken Sie **OK Erase Probe Cal Data** (side), um die bei der letzten Tastkopfkalibrierung gespeicherten Daten zu *löschen* und den Tastkopf unkompensiert zu verwenden.
- Drücken Sie **CLEAR MENU**, um bei der letzten Tastkopfkalibrierung gespeicherten Daten zu *bewahren* und den Tastkopf unkompensiert zu verwenden.

HINWEIS. Wenn das Menü Re-use Probe Calibration data? angezeigt wird, wählen Sie nicht den Menüpunkt *OK Use Existing Data* aus, wenn die Impedanz des derzeit installierten Tastkopfs nicht den bei der letzten Tastkopfkalibrierung gespeicherten Daten entspricht. Wenn die letzte Tastkopfkompensierung für einen Kanal zum Beispiel mit einem 50 Ω Tastkopf durchgeführt wurde und Sie nun einen 1 Ω Tastkopf installiert haben, wählen Sie nicht *OK Use Existing Data*, wenn das Menü angezeigt wird. Wenn doch, wird der größte Teil des Signals, das Sie messen möchten, aufgrund der Impedanzabweichung zwischen Tastkopf und Oszilloskop nicht mit dem Eingangskanal gekoppelt.

In Tabelle 3–10 ist aufgeführt, wie sich das Oszilloskop je nach angeschlossenem Tastkopf und Anweisung durch den Benutzer verhält.

Tabelle 3–10: Status der Tastkopfkalibrierung

Tastkopf kalibriert? ¹	Aktion des Benutzers	Typ des angeschlossenen Tastkopfs ²	
		Einfache Schnittstelle ³	TEKPROBE–Schnittstelle ⁴
Nein	Gleichgültig	<i>Initialized</i>	<i>Initialized</i>
Ja	Ausschalten	<i>Initialized</i> (Tastkopfdaten werden erhalten)	<i>Initialized</i> (Tastkopfdaten werden erhalten)
Ja	Einschalten	Kann nicht erkennen, ob anderer Tastkopf:	Menü <i>Re-use Probe Calibration Data?</i> wird angezeigt
		Anderer Tastkopf:	<i>Initialized</i>
Ja	Tastkopf entfernen	<i>Initialized</i>	<i>Initialized</i>
Ja	Tastkopf anschließen	Kann nicht erkennen, ob anderer Tastkopf:	Menü <i>Re-use Probe Calibration Data?</i> wird angezeigt
		Anderer Tastkopf:	<i>Initialized</i>
		Anderer Tastkopf:	<i>Initialized</i>

- ¹ Bezieht sich auf einen Tastkopf, der bei der letzten Tastkopfkalibrierung für diesen Eingangskanal *erfolgreich* kompensiert wurde.
- ² Wenn kein Tastkopf angeschlossen ist, wird im seitlichen Menü stets die Statusmeldung *initialized* angezeigt.
- ³ Ein Tastkopf mit einer einfachen Schnittstelle kann nur sehr begrenzte Informationen an das Oszilloskop übermitteln. Die meisten passiven Tastköpfe (etwa der P6139A) verfügen über einfache Schnittstellen.
- ⁴ Ein Tastkopf mit TEKPROBE–Schnittstelle kann zusätzliche Informationen liefern. Zum Beispiel kann er die Impedanz des Eingangskanals des Oszilloskops automatisch so einstellen, daß sie mit der des Tastkopfs übereinstimmt, eine eindeutige Erkennungszahl an das Oszilloskop senden usw. Einige optische Tastköpfe und die meisten aktiven Tastköpfe (etwa der P6205) verfügen über eine TEKPROBE–Schnittstelle.

Speichern von Signalen und Einstellungen

Das TDS–Oszilloskop kann Signale, an denen Sie Messungen vornehmen, und Einstellungen, die Sie für Messungen verwenden, speichern und abrufen. Es kann auch eine Kopie der Anzeige ausgeben oder speichern. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie die folgenden Funktionen verwenden können, um Ihre Messungen zu speichern, abzurufen und zu dokumentieren:

- *Save/Recall Setups* – zum Speichern von Einstellungen im internen Speicher oder auf Diskette, damit Sie sie später abrufen und wiederverwenden können
- *Save/Recall Waveform* – zum Speichern von Signalverläufen im internen Speicher oder auf Diskette, damit Sie sie später erneut anzeigen lassen können
- *Hardcopy* – zum Ausdrucken der Bildschirmanzeige oder zum Speichern der Anzeige auf Diskette (die Bildschirmanzeige kann auf diese Weise mit einem DTP–System in Dokumente eingefügt werden)
- *File Utilities* – für die Verwaltung (kopieren, in Verzeichnissen organisieren usw.) von Einstellungen, Signalen und Bildschirmanzeigen, die Sie auf Diskette speichern

Am Ende dieses Abschnitts finden Sie Anweisungen zur Integration Ihres Oszilloskops in eine Systemumgebung für den Datenaustausch mit entfernten Geräten.

HINWEIS. Die Modelle TDS 500B, TDS 620B und TDS 680B sind nur bei Zusatzausstattung 1F mit einem Diskettenlaufwerk ausgerüstet. Siehe Zusatzausstattungen auf Seite A–1.

Speichern und Abrufen von Einstellungen

Das TDS–Oszilloskop kann bis zu zehn Geräteeinstellungen zum späteren Abrufen im internen Speicher speichern. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie Einstellungen speichern und abrufen und wie Sie die Werkseinstellung abrufen können.

Speichern Sie eine Einstellung, wenn Sie sie später wiederverwenden möchten. Wenn Sie zum Beispiel während eines Experiments die Einstellungen ändern, möchten Sie vielleicht schnell zur ursprünglichen Einstellung zurückkehren. Gespeicherte Einstellungen bleiben auch erhalten, wenn Sie das Oszilloskop ausschalten oder den Netzstecker abziehen.

Speichern einer Einstellung

So speichern Sie die aktuellen Einstellungen des Oszilloskops:

1. Drücken Sie **SAVE/RECALL SETUP** → **Save Current Setup** (main).

STOP. Bevor Sie Schritt 2 durchführen, denken Sie daran, daß die Einstellungen, die Sie zuvor an einem Speicherplatz mit der Bezeichnung *User* gespeichert haben, gelöscht werden, wenn Sie die aktuellen Einstellungen an derselben Stelle speichern. Sie können Einstellungen an einem Speicherplatz speichern, der mit *Factory* bezeichnet ist, ohne zuvor gespeicherte Einstellungen zu löschen.

2. Um eine Einstellung intern zu speichern, wählen Sie einen der internen Speicherplätze **To Setup 1**, **To Setup 2** usw. aus dem Seitenmenü aus (siehe Abbildung 3–65). Die aktuellen Einstellungen werden nun an dieser Stelle gespeichert.
3. Um Einstellungen auf Diskette zu speichern, drücken Sie **To File** (side). Wählen Sie dann mit dem general purpose Mehrzweckknopf die Datei aus der angezeigten Liste aus. Drücken Sie schließlich **Save To Selected File** (side), um den Vorgang zu beenden.

HINWEIS. Beim Einschalten erstellt das oscilloscope Oszilloskop eine “Stellvertreter”-Datei für das Speichern von Einstellungen, die im Menü *File Utilities* mit **TEK?????.SET** und einem Symbol (siehe links) bezeichnet ist. Wenn Sie in Schritt 3 diese Datei auswählen, wird eine eindeutig bezeichnete Datei mit fortlaufender Numerierung erstellt. Das Oszilloskop speichert zum Beispiel die ersten Einstellungen in der Datei **TEK00001.SET**, die zweiten in der Datei **TEK00002.SET** usw.



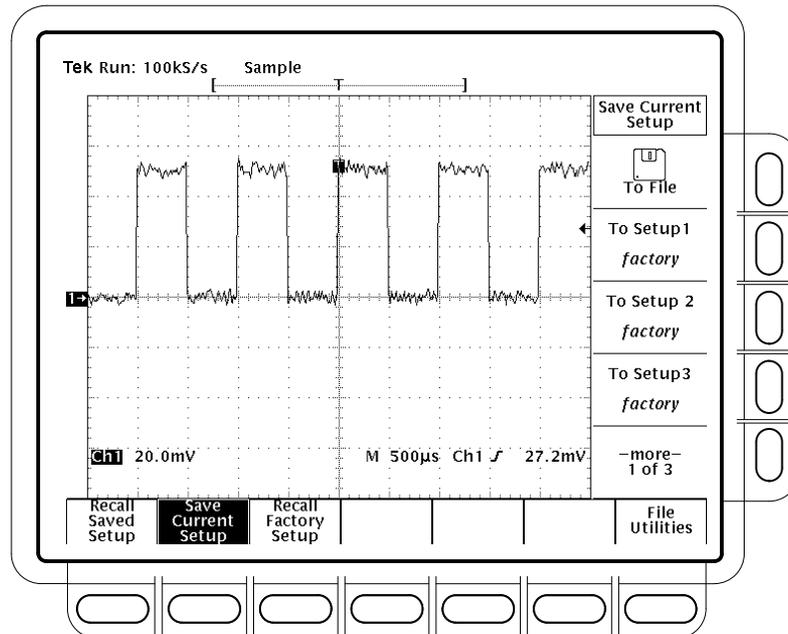


Abbildung 3-65: Das Menü Save/Recall Setup

Abrufen von Einstellungen

Um Einstellungen abzurufen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Um intern gespeicherte Einstellungen abzurufen, drücken Sie **SAVE/RECALL SETUP** → **Recall Saved Setup** (main) → Recall Setup 1, **Recall Setup 2** ... (side).
2. Um auf Diskette gespeicherte Einstellungen abzurufen, drücken Sie **From File** (side). Wählen Sie dann mit dem general purpose Mehrzweckknopf die entsprechende Datei aus der angezeigten Liste aus. Es werden nur Dateien mit der Erweiterung *.set* angezeigt. Drücken Sie schließlich **Recall From Selected File** (side), um den Vorgang zu beenden.

Wenn Sie Einstellungen abrufen, wird das gegenwärtig angezeigte Menü nicht verändert. Wenn Sie Einstellungen abrufen, die im seitlichen Menü mit *factory* bezeichnet sind, rufen Sie eine Werkseinstellung ab. (Die herkömmliche Methode zum Abrufen von Werkseinstellungen ist weiter unten beschrieben.)

Abrufen der Werkseinstellung

So aktivieren Sie die Werkseinstellungen des Oszilloskops:

Drücken Sie **SAVE/RECALL SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → OK Confirm Factory Init (side).

Unter *Werkseitige Initialisierungseinstellungen* auf Seite D-1 ist eine Liste der Werkseinstellungen aufgeführt.

Löschen aller Einstellungen und Signale — Tek Secure®

Manchmal erfassen Sie mit dem Oszilloskop Signale, die vertraulich zu behandeln sind. Dann müssen all diese Signale und die entsprechenden Einstellungen gelöscht werden, bevor das Oszilloskop wieder von jemand anderem verwendet wird. (Vergewissern Sie sich, daß *alle* Signale und Einstellungen gelöscht werden *sollen*, denn sie können nicht wiederhergestellt werden.) So verwenden Sie die Funktion Tek Secure, um alle gespeicherten Einstellungen und Signale zu löschen (hat keinen Einfluß auf Massenspeicher):

Drücken Sie **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **Config** (pop-up) → **Tek Secure Erase Memory** (main) → **OK Erase Setup & Ref Memory** (side).

Tek Secure hat die folgenden Konsequenzen:

- Für alle gespeicherten Signale werden Nullabtastungen eingesetzt.
- Die aktuellen und gespeicherten Einstellungen werden durch die Werkseinstellung ersetzt.
- Für alle Speicherplätze für Signale und Einstellungen werden Prüfsummen berechnet, um sicherzustellen, daß Signale und Einstellungen erfolgreich gelöscht wurden.
- Wenn die Prüfsummenberechnung fehlschlägt, wird eine Warnmeldung angezeigt. Wenn sie erfolgreich ist, wird eine Bestätigungsmeldung angezeigt.

Ausführen der Dienstprogramme zur Dateiverwaltung

Informationen zur Nutzung der Dienstprogramme finden Sie unter *Verwalten des Dateisystems* auf Seite 3–140.

Weitere Informationen

Siehe *Beispiel 4: Speichern von Einstellungen* auf Seite 2–27.

Siehe *Anhang D: Werkseitige Initialisierungseinstellungen* auf Seite D–1.

Speichern und Abrufen von Signalen

TDS-Oszilloskope stellen vier interne Speicherplätze zum Speichern von Signalen zur Verfügung. So gespeicherte Signale bleiben auch erhalten, wenn Sie das Oszilloskop ausschalten oder den Netzstecker abziehen. Das Oszilloskop kann Signale auch auf Diskette speichern. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie Bezugssignale speichern, löschen und anzeigen können.

Das Oszilloskop kann bis zu 11 Signale gleichzeitig anzeigen. Dazu zählen eingehende Signale an den vier Eingangskanälen, vier Bezugssignale und drei errechnete Signale. Sie können eine beliebige Kombination aus Signalaufzeichnungen verschiedener Größe speichern.

Das Speichern von Signalen ist besonders dann von Nutzen, wenn Sie mit vielen Signalen und Kanälen arbeiten. Wenn Sie mehr Signale haben, als Sie anzeigen können, können Sie ein Signal speichern und dessen Erfassung beenden. Dadurch geben Sie einen Eingangskanal frei, so daß ein anderes Signal angezeigt werden kann, ohne daß das erste Signal verlorengeht.

Speichern eines Signals

Um ein Signal zu speichern, gehen Sie wie folgt vor:

$$\text{Einstellung Slewrate} = \frac{\text{Einstellung Obere Schwelle} - \text{Einstellung Untere Schwelle}}{\text{Einstellung Deltazeit}}$$

1. Wählen Sie den Kanal aus, an dem das zu speichernde Signal eingeht.

STOP. Bevor Sie Schritt 2 durchführen, beachten Sie, daß ein Signal, das bereits an einem mit Active (siehe Abbildung 3–66) bezeichneten Speicherplatz gespeichert wurde, gelöscht wird, wenn Sie nun denselben Speicherplatz auswählen. Sie können Signale an Speicherplätzen speichern, die mit Empty bezeichnet sind, ohne zuvor gespeicherte Signale zu löschen.

2. Um ein Signal intern zu speichern, drücken Sie **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Save Wfm** (main) → **To Ref1, To Ref2, To Ref3** oder **To Ref4** (side).
3. Um ein Signal auf Diskette zu speichern, drücken Sie **To File** (side). Wählen Sie dann mit dem Mehrzweckknopf die entsprechende Datei aus der angezeigten Liste aus. Drücken Sie schließlich **Save To Selected File** (side), um diesen Vorgang zu beenden.

HINWEIS. Beim Einschalten erstellt das Oszilloskop eine "Stellvertreter"-Datei zum Speichern von Signalen, die im Menü **File Utilities** mit dem Dateinamen **TEK?????.WFM** und einem Symbol (siehe links) bezeichnet ist. Wenn Sie diese Datei in Schritt 3 auswählen, wird eine eindeutig bezeichnete Datei mit fortlaufender Numerierung erstellt. Das Oszilloskop speichert zum Beispiel das erste Signal in der Datei **TEK00001.WFM**, das zweite in der Datei **TEK00002.WFM** usw.



Ändern des Formats

Um das Format auszuwählen, in dem das Oszilloskop auf Diskette speichern soll, drücken Sie **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Save Format** (main) → **Internal, MathCad** oder **Spreadsheet** (side).

Bei *Internal* werden Dateien (.WFM) im oszilloskopeigenen Format erstellt.

Bei *MathCad* werden Dateien (.DAT) in einem Format erstellt, das für MathCad[®] nutzbar ist.

Bei *Spreadsheet* werden Dateien (.CSV) in einem Format erstellt, das für Tabellenkalkulationsprogramme (Excel[®], Lotus 1-2-3^l und Quattro Pro[®]) nutzbar ist.

Löschen von Signalaufzeichnungen

So löschen Sie ein Bezugssignal, das Sie nicht länger benötigen:

Drücken Sie **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Delete Refs** (main) → **Delete Ref1**, **Delete Ref2**, **Delete Ref3**, **Delete Ref4** oder **Delete All Refs** (side).

Löschen aller Signalaufzeichnungen und Einstellungen

Um *alle* Bezugssignale und gespeicherten Einstellungen zu löschen, verwenden Sie die Funktion Tek Secure. Siehe *Löschen aller Einstellungen und Signalaufzeichnungen* auf Seite 3–136.

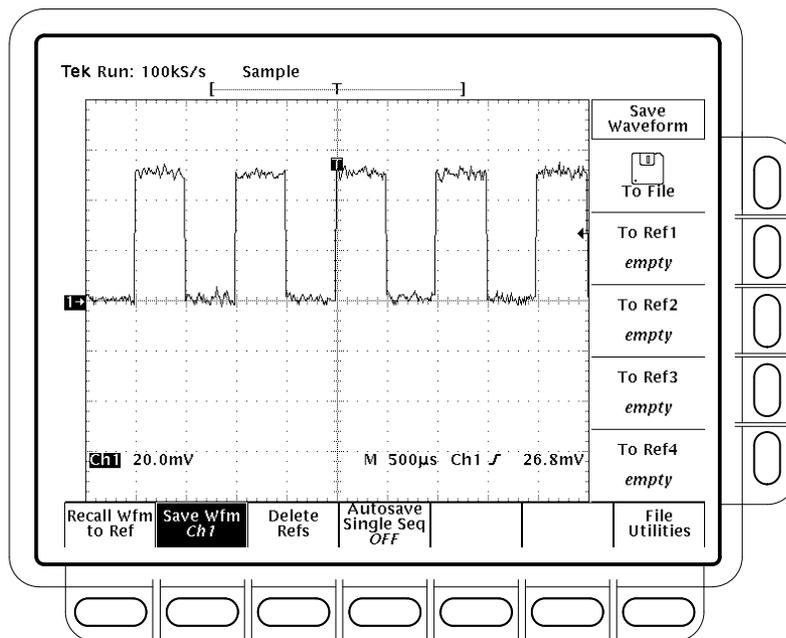


Abbildung 3–66: Das Menü Save Waveform

Anzeigen einer gespeicherten Signalaufzeichnung

So zeigen Sie eine intern gespeicherte Signalaufzeichnung an:

Drücken Sie **MORE** → **Ref1**, **Ref2**, **Ref3** oder **Ref4** (main). (Siehe Abbildung 3–67.)

Beachten Sie, daß in Abbildung 3–67 die Hauptmenüpunkte Ref2, Ref3 und Ref4 im Gegensatz zu Ref1 schattiert sind. Leere Speicherplätze werden im Menü More stets schattiert angezeigt.

Abrufen einer Signalaufzeichnung von Diskette

Um eine Signalaufzeichnung von Diskette abzurufen und in den internen Speicher zu laden, drücken Sie **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Recall Wfm To Ref** (main) → **Recall From File** (side). Wählen Sie dann mit dem Mehrzweckknopf die entsprechende Datei aus der angezeigten Liste aus. Es werden nur Dateien mit der Erweiterung **.WFM** angezeigt. Drücken Sie schließlich **To Ref1**, **To Ref2**, **To Ref3** oder **To Ref4** (side), um den Vorgang zu beenden.

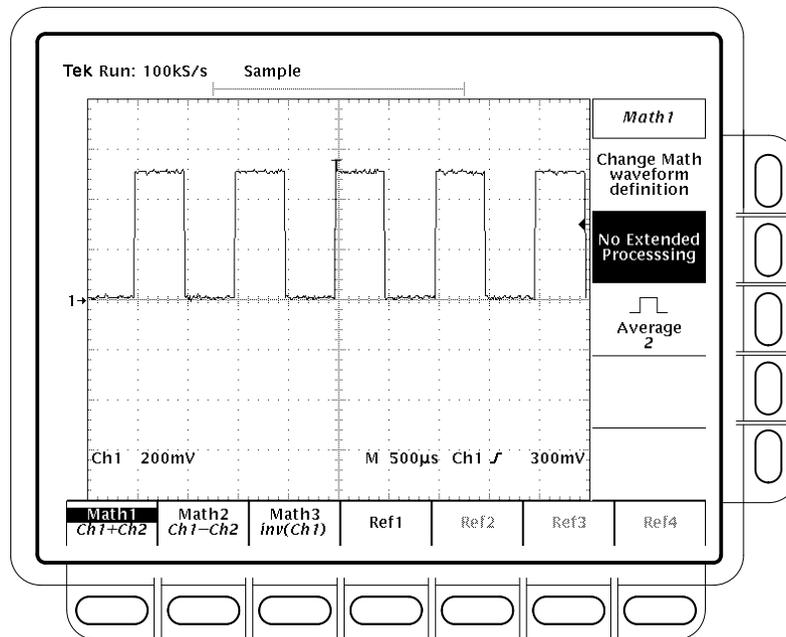


Abbildung 3-67: Das Menü More

Aktivieren der Autosave-Funktion

Um die Autosave-Funktion zu aktivieren, drücken Sie **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Autosave** (main) → **Autosave Single Seq ON** (side).

Schalten Sie außerdem im Menü **Acquire** die Option **Single Acquisition Sequence** ein. (Siehe *Ende der Signalerfassung* auf Seite 3-30.)

Um diese Funktion zu deaktivieren, drücken Sie einfach **Autosave** (main) → **Autosave Single Seq OFF** (side).

Wenn Sie sowohl die Autosave-Funktion als auch die Einzelne Erfassungsfolge aktiviert haben, speichert das Oszilloskop nach jeder einzelnen Erfassungsfolge alle eingehenden Signale als Bezugssignale. Alle bisherigen Daten zu Bezugssignalen werden gelöscht.

Um das Oszilloskop für eine weitere einzelne Erfassungsfolge bereit zu machen, drücken Sie **RUN/STOP**.

Wenn Sie die Bezugssignale erhalten möchten, können Sie sie auf Diskette speichern (über das Menü SAVE/RECALL WAVEFORM), bevor Sie eine weitere Erfassungsfolge beginnen.

Beachten Sie die folgenden Betriebsmerkmale, wenn Sie die Autosave-Funktion verwenden.

- Die Autosave-Funktion speichert alle eingehenden Signale, d. h. alle für die Kanäle CH 1 – CH 4 angezeigten Signale. Die eingehenden Signale müssen am Bildschirm angezeigt werden, damit sie gespeichert werden können.
- Die Autosave-Funktion speichert alle eingehenden Signale in dem Bezugssignalspeicher, der dem Kanal entspricht (d. h. CH 1 in Ref1, CH 2 in Ref2 usw.).
- Bei der Ausführung der Autosave-Funktion werden alle vier gespeicherten Bezugssignale gelöscht. Um dem Verlust wichtiger Signale vorzubeugen, empfiehlt es sich, sie vor Beginn einer einzelnen Erfassungsfolge auf Diskette zu speichern.
- Die Autosave-Funktion ist im InstaVu-Modus nicht verfügbar (nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A); siehe *Inkompatible Modi* auf Seite 3–53.

Ausführen der Dienstprogramme zur Dateiverwaltung

Informationen zur Ausführung der Dienstprogramme finden Sie unter *Verwalten des Dateisystems* auf Seite 3–140.

Verwalten des Dateisystems

Das TDS-Oszilloskop verfügt über Dienstprogramme zur Dateiverwaltung sowie ein Diskettenlaufwerk zum Speichern von Druckausgaben, Einstellungen und Signalen. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie diese Dateien mit dem Dateisystem verwalten (löschen, umbenennen usw.) können. Verweise auf andere Abschnitte mit Informationen zum Speichern von Druckausgaben, Einstellungen und Signalen finden Sie unter *Weitere Informationen* auf Seite 3–144.

HINWEIS. Die Modelle TDS 500B, TDS 620B und TDS 680B sind nur bei Sonderausstattung 1F mit einem Diskettenlaufwerk ausgerüstet. Siehe Zusatzausstattungen auf Seite A–1.

Zugreifen auf die Dienstprogramme

Mit den Dienstprogrammen zur Dateiverwaltung können Sie Dateien löschen, kopieren, ausdrucken, neue Verzeichnisse erstellen, die Löschbestätigung und den Überschreibschutz aktivieren und Disketten formatieren.

So öffnen Sie das Menü File Utilities:

1. Drücken Sie die Taste **SAVE/RECALL SETUP**, um das Menü Save/Recall Setup zu öffnen, oder die Taste **SAVE/RECALL WAVEFORM**, um das Menü Save/Recall Waveform zu öffnen, oder die Taste **SHIFT HARDCOPY**, um das Menü Hardcopy zu öffnen.
2. Drücken Sie im Hauptmenü **File Utilities**, um das Seitenmenü File Utilities zu öffnen. (Siehe Abbildung 3–68.)

HINWEIS. Der verfügbare Speicherplatz auf der Diskette wird in der rechten oberen Bildschirmecke angezeigt. Das Oszilloskop zeigt den Speicherplatz in Kbyte (oder in Mbyte, wenn der verfügbare Speicherplatz mindestens 1 Mbyte groß ist). Um diesen Wert in Byte umzurechnen, multiplizieren Sie die angegebenen Kbyte mit 1024. Für die 690 Kbyte in Abbildung 3–68 gilt daher: $690 \text{ Kbyte} \times 1024 \text{ Byte/Kbyte} = 706,560 \text{ Byte}$.

Löschen



Um eine Datei oder ein Verzeichnis zu löschen, wählen Sie mit dem Mehrzweckknopf die zu löschende Datei oder das zu löschende Verzeichnis aus, und drücken Sie die Taste **Delete** im Seitenmenü.

Um alle Dateien in der Liste zu löschen, setzen Sie den Cursor auf *.*.

Das Oszilloskop löscht Verzeichnisse rekursiv, d. h. die Verzeichnisse selbst und den gesamten Inhalt.

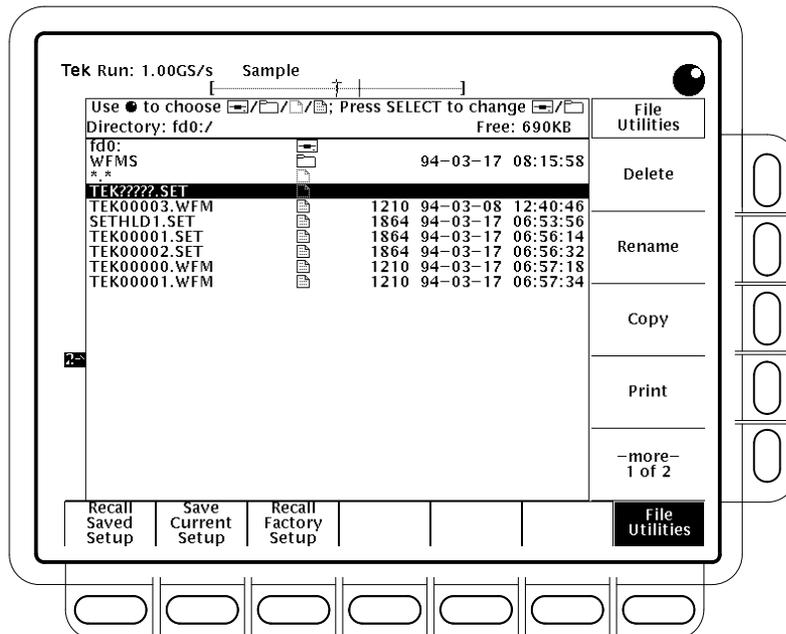


Abbildung 3-68: Das Menü File Utilities

Umbenennen

Um eine Datei oder ein Verzeichnis umzubenennen, wählen Sie mit dem general purpose Mehrzweckknopf die gewünschte Datei oder das gewünschte Verzeichnis aus. Um zum Beispiel die Datei mit dem standardmäßigen Dateinamen TEK????? umzubenennen, markieren Sie sie mit dem Cursor, und drücken Sie die Taste **Rename** im Seitenmenü. (Siehe Abbildung 3-69).

Danach wird das Menü Labeling angezeigt. Wählen Sie jeden einzelnen Buchstaben mit dem Mehrzweckknopf oder den Pfeiltasten im Hauptmenü aus. Drücken Sie **Enter Char** im Hauptmenü, um den jeweiligen Buchstaben einzugeben. Wenn Sie den Namen eingegeben haben, drücken Sie die Taste **OK Accept** im Seitenmenü.

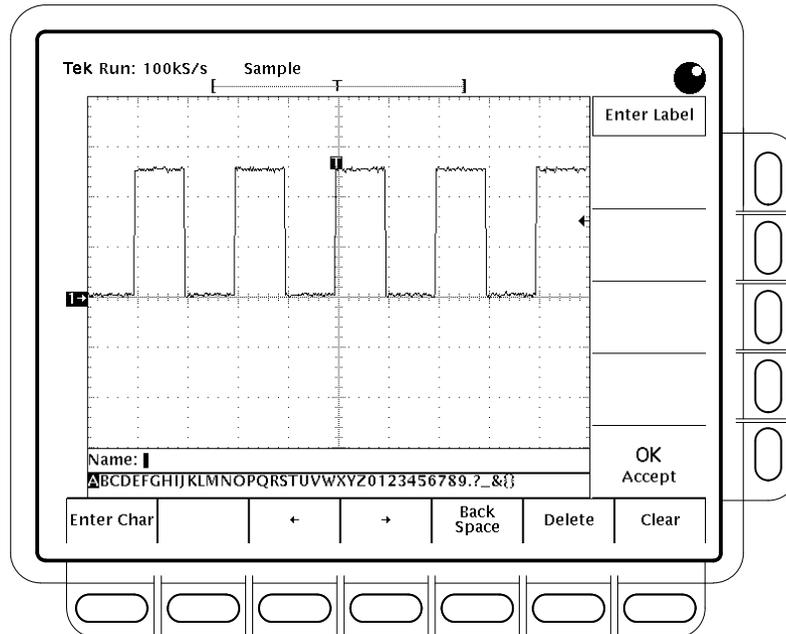


Abbildung 3-69: Dateisystem — Das Menü Labeling

Kopieren

Um eine Datei oder ein Verzeichnis zu kopieren, wählen Sie die gewünschte Datei oder das gewünschte Verzeichnis mit dem Mehrzweckknopf aus, und drücken Sie die Taste **Copy** im Seitenmenü. Das entsprechende Menü wird geöffnet und zeigt die Verzeichnisse an, in die Sie die Datei kopieren können. Wählen Sie ein Verzeichnis aus, und drücken Sie die Taste **Copy <name> to Selected Directory** im Seitenmenü.

Um alle Dateien zu kopieren, wählen Sie *.* aus.

Das Oszilloskop kopiert Verzeichnisse rekursiv, d. h. das Verzeichnis selbst und den gesamten Inhalt.

Drucken

Um eine Datei zu drucken, wählen Sie die gewünschte Datei mit dem Mehrzweckknopf aus, und drücken Sie die Taste **Print** im Seitenmenü.

Das Seitenmenü Print-to wird angezeigt. Wählen Sie aus **GPIB, RS-232** oder **Centronics** die Schnittstelle aus, an der die Druckausgabe erfolgen soll. Das Oszilloskop sendet die Daten unbearbeitet zur Schnittstelle. Das ausgewählte Gerät (Drucker) muß in der Lage sein, die Datei in dem entsprechenden Dateiformat zu drucken.

Erstellen eines Verzeichnisses

Um ein neues Verzeichnis zu erstellen, drücken Sie die Taste **Create Directory** im Seitenmenü.

Das Menü Labeling wird angezeigt. Wählen Sie jeden einzelnen Buchstaben mit dem Mehrzweckknopf oder den Pfeiltasten im Hauptmenü aus. Drücken Sie **Enter Char** im Hauptmenü, um den jeweiligen Buchstaben einzugeben. Wenn Sie den Namen vollständig eingegeben haben, drücken Sie die Taste **OK Accept** im Seitenmenü. (Siehe Abbildung 3–69.)

Aktivieren der Löschbestätigung

Um die Löschbestätigung ein- oder auszuschalten, drücken Sie die Taste **Confirm Delete** im Seitenmenü.

Wenn diese Option auf OFF eingestellt ist, löscht das Oszilloskop Dateien oder Verzeichnisse umgehend. Wenn sie auf ON eingestellt ist, gibt das Oszilloskop eine Warnmeldung aus, bevor es Dateien löscht, und gibt Ihnen die Möglichkeit, den Befehl rückgängig zu machen.

Aktivieren des Überschreibschutzes

Um den Überschreibschutz ein- bzw. auszuschalten, drücken Sie die Taste **Overwrite Lock** im Seitenmenü.

Wenn der Überschreibschutz aktiviert ist, erlaubt das oscilloscope Oszilloskop nicht, daß eine bestehende Datei überschrieben wird. Ein wichtiger Grund, warum das Überschreiben von Dateien möglich sein sollte, ist die mögliche Verwendung von Zieldateien, deren Namen Stellvertreterzeichen ("??") enthalten. Das bedeutet, daß das Oszilloskop fortlaufend nummerierte Dateien erstellt, deren Namen sich ähnlich sind, wobei lediglich die Stellvertreterzeichen durch die fortlaufende Numerierung ersetzt werden.

Formatieren



Um eine 720-Kbyte- oder 1.44-Mbyte-Diskette zu formatieren, wählen Sie mit dem Mehrzweckknopf das Laufwerk aus, in dem die Diskette formatiert werden soll (fd0:), und drücken Sie die Taste **Format** im Seitenmenü.

Weitere Informationen

Siehe *Speichern und Abrufen von Einstellungen* auf Seite 3–133.

Siehe *Speichern und Abrufen von Signalen* auf Seite 3–136.

Siehe *Druckausgabe* auf Seite 3–145.

Druckausgabe

Mit dem TDS-Oszilloskop haben Sie die Möglichkeit der Druckausgabe der Bildschirmanzeige. Dazu müssen Sie wissen, wie Sie die Kommunikations- und Druckparameter des oscilloscope Oszilloskops konfigurieren, wie Sie es an einen der zahlreichen Drucker, die es unterstützt, anschließen und wie Sie drucken. Dieser Unterabschnitt beschreibt, wie Sie dazu vorgehen müssen und eine Druckausgabe auf Diskette speichern.

Unterstützte Formate

Das oscilloscope Oszilloskop kann die Bildschirmanzeige in zahlreichen Formaten drucken. Dadurch können Sie aus einer Vielzahl von Druckern auswählen. Dies erleichtert Ihnen auch die Einbindung von Bildschirmanzeigen des oscilloscope Oszilloskops in ein DTP-System. Das oscilloscope Oszilloskop unterstützt die folgenden Formate:

- HP Thinkjet Tintenstrahldrucker
- HP Deskjet Tintenstrahldrucker
- HP Color Deskjet Tintenstrahldrucker
- HP Laserjet Laserdrucker
- Epson
- DPU-411/II tragbarer Thermodrucker
- DPU-412 tragbarer Thermodrucker
- PCX® (PC Paintbrush [])
- PCX Color (PC Paintbrush [])
- TIFF® (Tag Image File Format)
- BMP® Mono (Microsoft Windows – Dateiformat)
- BMP® Color (Microsoft Windows – Dateiformat)
- RLE Color (Microsoft Windows – Dateiformat für Farbgrafiken – komprimiert)
- EPS Mono Image (Encapsulated Postscript, Monochrom-Grafiken)
- EPS Color Image (Encapsulated Postscript, Farbgrafiken)
- EPS Mono Plot (Encapsulated Postscript, Monochrom-Diagramme)
- EPS Color Plot (Encapsulated Postscript, Farbdigramme)
- Interleaf

■ HPGL Color Plot

Entsprechend dem ausgewählten Ausgabeformat erzeugt das Oszilloskop entweder eine Grafik oder ein Diagramm. Grafiken sind Bitmap-Darstellungen der Bildschirmanzeige des Oszilloskops, Diagramme sind Vektordarstellungen.

Einige Formate, insbesondere Interleaf, EPS, TIFF, PCX, BMP und HPGL, sind kompatibel mit verschiedenen DTP-Programmen. Diese Kompatibilität bedeutet für Sie, daß Sie Dateien, die vom oscilloscope Oszilloskop erstellt wurden, direkt in ein Dokument dieser DTP-Systeme einfügen können.

EPS Monochrom- und Farbformate sind kompatibel mit den Tektronix Phaser-Farbdruckern, HPGL ist kompatibel mit dem Tektronix-Plotter HC100, und Epson ist kompatibel mit dem Tektronix-Drucker HC200.

**Einstellungen für die
Druckausgabe**

Vor der Druckausgabe müssen sie die Kommunikations- und Druckparameter einstellen. Gehen Sie dazu wie folgt vor.

Set Communications Parameters. So stellen Sie die Kommunikationsparameter für einen Drucker ein, den Sie direkt an die GPIB-, RS-232- oder Centronics-Schnittstelle des Oszilloskops angeschlossen haben:

Drücken Sie **SHIFT → UTILITY → System (main) → I/O (pop-up) → Configure (main) → Hardcopy (Talk Only) (side)**. (Siehe Abbildung 3-70.)

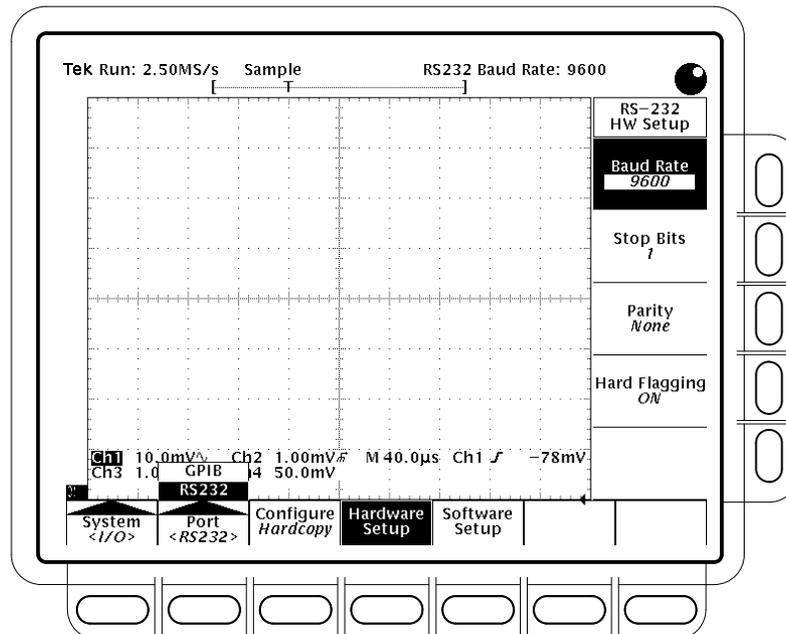


Abbildung 3-70: Das Menü Utility – System-I/O

Set Hardcopy Parameters. Um das Druckformat, das Layout und die Art der verwendeten Schnittstelle anzugeben, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **SHIFT → HARDCOPY MENU**, um das Menü **Hardcopy** zu öffnen.
2. Drücken Sie **Format (main) → Thinkjet, Deskjet, DeskjetC, Laserjet, Epson, DPU-411, DPU-412, PCX, PCX Color, TIFF, BMP Mono, BMP Color, RLE Color, EPS Mono Img, EPS Color Img, EPS Mono Plt, EPS Color Plt, Interleaf** oder **HPGL** (side). (Drücken Sie **–more–** (side), um durch diese Formate zu schalten.)

HINWEIS. Bei einigen Formaten, z. B. DeskJetC, können die Verarbeitung und der Druck des Bildschirminhalts einige Minuten dauern. Wenn Sie diese Formate verwenden, achten Sie darauf, daß Sie den Druckvorgang nicht versehentlich abbrechen, indem Sie die Taste Hardcopy erneut drücken, bevor das Oszilloskop die Verarbeitung und Übertragung des ersten Druckauftrags beendet hat.

3. Drücken Sie **SHIFT → HARDCOPY MENU → Layout (main) → Landscape** or **Portrait** (side). (Siehe Abbildung 3-71.)

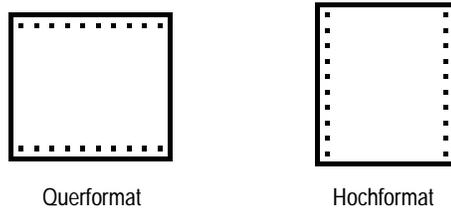


Abbildung 3-71: Bildformate beim Druck

4. Drücken Sie **SHIFT** → **HARDCOPY MENU** → **Palette** (main) → **Hardcopy** oder **Current** (side), um eine Druckpalette auszuwählen. Bei **Current** werden die aktuellen Paletteneinstellungen für den Ausdruck verwendet. Bei **Hardcopy** wird die Druckpalette auf eine optimale Einstellung für Drucker eingestellt.
5. Drücken Sie **SHIFT** → **HARDCOPY MENU** → **Port** (main), um den Ausgangskanal für die Übermittlung der Druckdaten anzugeben. Sie können wählen zwischen **GPIB**, **RS-232**, **Centronics** und **File**.

Wenn Sie den Menüpunkt File auswählen, wird die Druckausgabe in eine Datei umgeleitet und auf Diskette gespeichert. Siehe *Speichern auf Diskette* auf Seite 3-151.

HINWEIS. Die Modelle TDS 500B, TDS 620B und TDS 680B sind nur bei Sonderausstattung 1F mit einem Diskettenlaufwerk ausgerüstet. Siehe Zusatzausstattungen auf Seite A-1.

Date/Time Stamp the Hardcopy. Sie können das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit auf dem Bildschirm anzeigen lassen, damit sie auch auf dem Ausdruck erscheinen. Um Datum und Uhrzeit in den Ausdruck einzufügen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Readout Options** (main) → **Display Date and Time** (side), um auf **On** einzustellen.
2. Wenn Sie Datum und Uhrzeit einstellen wollen, überspringen Sie die Schritte 3 und 4, und fahren Sie mit Schritt 1 *Datum und Uhrzeit einstellen* unten fort. Wiederholen Sie dann den ganzen Vorgang.
3. Drücken Sie **Clear Menu**, um das Menü vom Bildschirm zu löschen, damit Datum und Uhrzeit angezeigt werden können. (Siehe Abbildung 3-72.) (Datum und Uhrzeit werden nicht angezeigt, wenn Menüs angezeigt werden.)

4. Sobald das oscilloscope Oszilloskop an einen Drucker angeschlossen ist, drücken Sie **HARDCOPY**, um die Bildschirmanzeige mit Datum und Uhrzeit auszudrucken.

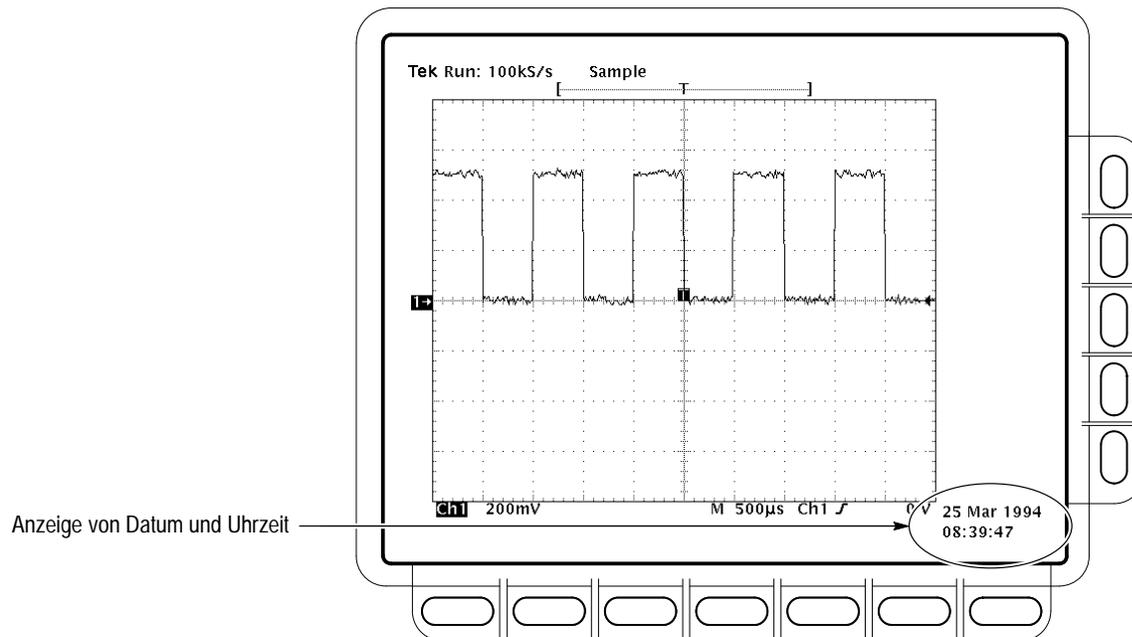


Abbildung 3-72: Anzeige von Datum und Uhrzeit

Set the Date and Time. Wenn Sie Datum und Uhrzeit am Oszilloskop einstellen müssen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie **SHIFT → UTILITY → Config (pop-up) → Set Date & Time (main) → Year, Day Month, Hour oder Minute (side)**.
2. Stellen Sie die ausgewählten Parameter mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld auf den gewünschten Wert ein. (Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, ist das Format Tag.Monat, z. B. 23.6 für den 23. Juni.)
3. Wiederholen Sie die Schritte 1 und 2 bei Bedarf für die anderen Parameter.
4. Drücken Sie **OK Enter Date/Time (side)**, um die neuen Einstellungen zu aktivieren. Die Sekunden werden dabei auf Null zurückgesetzt.

HINWEIS. Wenn Sie die Uhrzeit einstellen, stellen Sie am besten eine etwas spätere Uhrzeit ein, und warten Sie, bis die tatsächliche Zeit diesen Wert erreicht. Drücken Sie dann die Taste **Ok Enter Date/Time** (side). Dadurch sind die eingestellte und die tatsächliche Zeit synchron.

5. Drücken Sie **CLEAR MENU**, um die neu eingestellte Zeit anzuzeigen.

Direkt auf einem Drucker drucken

Gehen Sie beim Drucken wie folgt vor.

Connect to a Hardcopy Device. Um das Oszilloskop direkt an einen Drucker anzuschließen, bestimmen Sie, welche Schnittstelle und welche Art von Kabel erforderlich sind, und schließen Sie das Oszilloskop entsprechend an. (Siehe Abbildung 3–73.)

Einige Geräte, wie zum Beispiel der Tektronix-Plotter HC100, verwenden die GPIB-Schnittstelle. Viele Drucker, wie zum Beispiel der Tektronix HC200, verwenden eine Centronics-Schnittstelle. Zahlreiche andere Geräte, unter anderem der HC100 und HC200 mit Zusatzausstattung 03, bieten RS-232-Unterstützung. (Sehen Sie in der Dokumentation Ihres Druckers nach.)

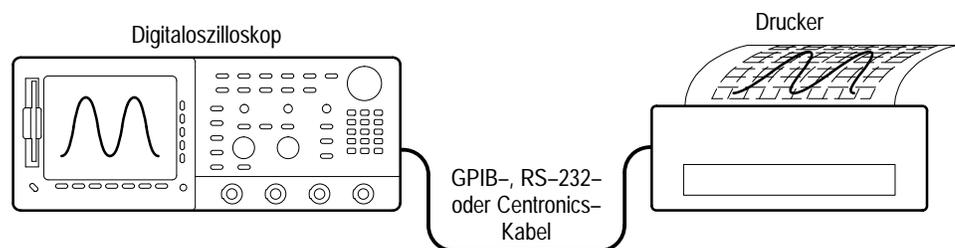


Abbildung 3–73: Direkter Anschluß des Oszilloskops an den Drucker

Print. Um einen einzelnen Ausdruck zu drucken oder weitere Druckbefehle an die Druckerwarteschlange des Oszilloskops zu senden, während Ausdrücke noch gedruckt werden, drücken Sie **HARDCOPY**.

Während die Druckdaten zum Drucker gesendet werden, zeigt das Oszilloskop die Meldung "Hardcopy in process — Press **HARDCOPY** to abort" an.

Abort. Um den Druckauftrag, der gerade gesendet wird, abubrechen und zu löschen, drücken Sie noch einmal die Taste **HARDCOPY**, während die Meldung "Hardcopy in process" noch angezeigt wird.

Add to the Spool. Um weitere Druckaufträge zur Druckerwarteschlange hinzuzufügen, drücken Sie noch einmal die Taste **HARDCOPY**, nachdem die Meldung "Hardcopy in process" wieder ausgeblendet wurde.

Sie können solange Druckaufträge zur Druckerwarteschlange hinzufügen, bis diese voll ist. Wenn die Druckerwarteschlange bereits während der Übertragung eines Druckauftrages voll ist, wird die Meldung "Hardcopy in Process—Press **HARDCOPY** to abort" weiter angezeigt. Sie können nur den *letzten* Druckauftrag löschen, indem Sie die Taste **Hardcopy** drücken, während die Meldung noch angezeigt wird. Wenn sich die Druckerwarteschlange im weiteren Verlauf leert, wird der Rest des Druckauftrages übertragen, und die Meldung verschwindet vom Bildschirm.

Clear the Spool. Um alle Druckaufträge aus der Druckerwarteschlange zu löschen, drücken Sie **SHIFT → HARDCOPY MENU → Clear Spool (main) → OK Confirm Clear Spool (side)**.

Das Oszilloskop nutzt für die Übertragung von Druckaufträgen an den Drucker jeglichen freien Arbeitsspeicher. Die Größe der Druckerwarteschlange ist daher variabel. Die Zahl der Druckaufträge, die in die Druckerwarteschlange aufgenommen werden können, ist abhängig von den folgenden drei Faktoren:

- Größe des freien Arbeitsspeichers
- Format des Ausdrucks
- Komplexität der Bildschirmanzeige

In der Regel faßt die Druckerwarteschlange etwa 2,5 Druckaufträge, bis das Oszilloskop warten muß, um den Rest des dritten Auftrags zu übertragen.

Speichern auf Diskette

Um die Druckausgabe in eine Datei umzuleiten und auf Diskette zu speichern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie die Kommunikations- und Hardwareparameter des Oszilloskops ein, wie es unter *Vornehmen der Einstellungen für die Druckausgabe* auf Seite 3–146 beschrieben ist.
2. Legen Sie eine formatierte 720-Kbyte- oder 1,44-Mbyte-Diskette in den Schlitz links neben dem Bildschirm des Oszilloskops ein.

HINWEIS. Um Disketten zu formatieren, löschen Sie die gespeicherten Dateien, und verwalten Sie den Speicherplatz. Siehe Verwaltung des Dateisystems auf Seite 3–140.

3. Drücken Sie **SHIFT** → **HARDCOPY MENU** → **Port** (main) → **File** (side), um anzugeben, daß die Druckausgabe in eine Datei auf der Diskette umgeleitet werden soll. Die Dateiliste und der entsprechende Rollbalken werden angezeigt.
4. Wählen Sie mit dem Mehrzweckknopf die Datei aus, in der der Ausdruck gespeichert werden soll.

***HINWEIS.** Beim Einschalten erstellt das Oszilloskop eine "Stellvertreter"-Datei mit der Bezeichnung TEK?????.FMT zum Speichern von Ausdrucken, wobei die Erweiterung ".FMT" durch das ausgewählte Format ersetzt wird. Wenn Sie diese Datei auswählen und die Taste Hardcopy drücken, wird dieser Ausdruck in einer eindeutig bezeichneten Datei mit fortlaufender Numerierung gespeichert. Das Oszilloskop speichert zum Beispiel den ersten Ausdruck in der Datei TEK00001.FMT, den zweiten in der Datei TEK00002.FMT usw.*

5. Drücken Sie **HARDCOPY**, um die Druckausgabe in die gewählte Datei umzuleiten.

Das Speichern von Dateien auf Diskette ist eine bequeme Möglichkeit, Ausdrücke zu sichern. Sie können die gespeicherten Ausdrücke an anderer Stelle mit einem TDS Oszilloskop drucken. Oder Sie können die gespeicherten Ausdrücke zur weiteren Verarbeitung mit einem DTP-System auf einem PC-kompatiblen Rechner laden.

Drucken mit Hilfe einer Steuereinheit

Gehen Sie dazu wie folgt vor.

Connect to a Hardcopy Device. Um zwischen dem Oszilloskop und dem Drucker eine Steuereinheit mit zwei Schnittstellen anzuschließen, verbinden Sie den GPIB-Anschluß des oscilloscope Oszilloskops (Geräterückseite) mit der GPIB-Schnittstelle der Steuereinheit und die RS-232- oder Centronics-Schnittstelle der Steuereinheit mit dem Drucker. (Siehe Abbildung 3-74.) Verwenden Sie die GPIB-Schnittstelle, um mit einem entfernten Gerät die Druckausgabe vom Oszilloskop anzufordern und zu empfangen. Verwenden Sie die RS-232- oder Centronics-Schnittstelle, um die Druckdaten von der Steuereinheit zum Drucker zu senden.

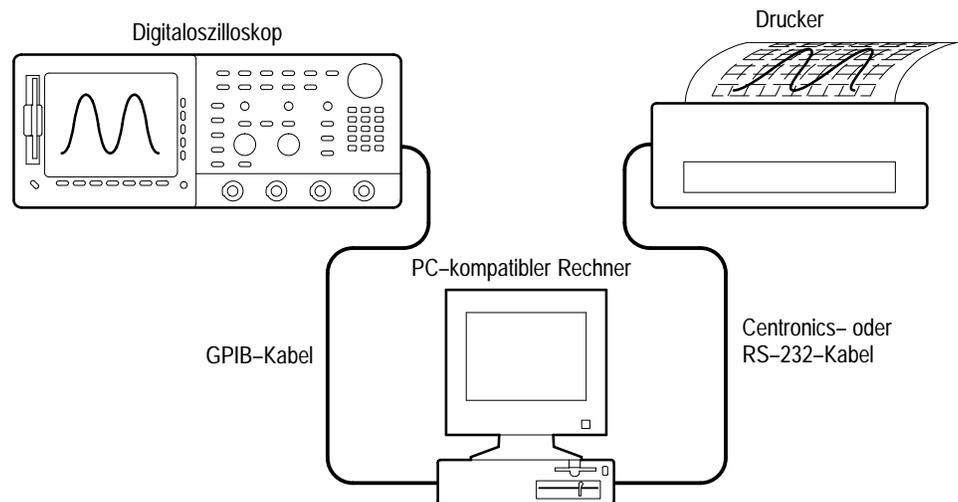


Abbildung 3-74: Verbindung des Oszilloskops und des Druckers über einen PC

Print. Wenn Ihre Steuereinheit PC-kompatibel ist und ein GPIB-Programm, wie zum Beispiel GURU™ von Tektronix oder S3FG210 (National Instruments GPIB-PCII/IIA), verwendet, gehen Sie wie folgt vor, um zu drucken:

1. Verwenden Sie den MS-DOS-Befehl `cd`, um in das Verzeichnis zu wechseln, in dem sich das Programm befindet, das mit Ihrer GPIB-Karte geliefert wurde. Wenn Sie das Programm zum Beispiel im Verzeichnis GPIB-PC installiert haben, geben Sie ein: **cd GPIB-PC**.
2. Starten Sie das IBIC-Programm, das mit Ihrer GPIB-Karte geliefert wurde. Geben Sie ein: **IBIC**.
3. Geben Sie ein: **IBFIND DEV1**, wobei "DEV1" der Name des Oszilloskops ist, den Sie mit dem Programm IBCONF.EXE, das mit Ihrer GPIB-Karte geliefert wurde, definiert haben.

HINWEIS. Wenn Sie einen anderen Namen festgelegt haben, verwenden Sie diesen anstelle von "DEV1". Denken Sie auch daran, daß die mit dem Programm IBCONF.EXE eingestellte Geräteadresse des oscilloscope Oszilloskops mit der im Menü Utility des oscilloscope Oszilloskops eingestellten Adresse übereinstimmen muß (verwenden Sie am besten "1").

4. Geben Sie ein: **IBWRT "HARDCOPY START"**

HINWEIS. Vergewissern Sie sich, daß am Oszilloskop im Menü Utility die Option Talk/Listen und nicht die Option Hardcopy (Talk Only) eingestellt ist, da sonst an dieser Stelle eine Fehlermeldung angezeigt wird. Die Einstellungen im Menü Utility des Oszilloskops sind unter Einstellen der Kommunikationsparameter auf Seite 3–146 beschrieben.

5. Geben Sie ein: **IBRDF <Filename>**, wobei <Dateiname> für einen gültigen DOS–Dateinamen steht, den Sie für Ihre Datei verwenden möchten. Dieser Dateiname darf maximal 8 Zeichen lang sein plus einer Erweiterung mit 3 Zeichen. Geben Sie zum Beispiel ein: “*ibrdf screen1*”.

6. Verlassen Sie das IBIC–Programm, indem Sie **EXIT** eingeben.

7. Schicken Sie die Daten aus Ihrer Datei zum Drucker, und geben Sie ein: **COPY <Filename> <Output port> **, wobei:

<Dateiname> der Name ist, den Sie in Schritt 5 festgelegt haben, und

<Ausgabeport> die Schnittstelle Ihres PC ist, an die der Drucker angeschlossen ist (zum Beispiel LPT1 oder LPT2).

Um zum Beispiel eine Datei mit dem Dateinamen *screen1* zu einem Drucker an der parallelen Schnittstelle *lpt1* zu schicken und dort ausdrucken zu lassen, geben Sie ein: *copy screen1 lpt1: /B*.

Nun sollte der Drucker die Bildschirmanzeige des Oszilloskops ausdrucken.

HINWEIS. Wenn Sie Druckdateien über ein Computernetzwerk übertragen, verwenden Sie einen binären (8–Bit) Datenpfad.

Kommunizieren mit entfernten Geräten

Das TDS-Oszilloskop kann in eine Systemumgebung eingebunden werden, damit Sie es von einem entfernten Gerät aus steuern können oder Meß- bzw. Signaldaten zwischen dem Oszilloskop und einem Computer austauschen können. Dieser Unterabschnitt beschreibt, wie Sie das oscilloscope Oszilloskop zur Steuerung und zum Betrieb über eine Schnittstelle vom Typ IEEE Std 488.2-1987 (GPIB) vorbereiten und einrichten.

Vorbereiten für Betrieb über ein entferntes Gerät

Um zwischen dem Oszilloskop und anderen Geräten über die GPIB-Schnittstelle Daten auszutauschen, gehen Sie wie folgt vor, um sicherzustellen, daß die Geräte GPIB-Protokolle unterstützen und die Anforderungen an GPIB-Schnittstellen erfüllen.

Check for GPIB Protocols. Vergewissern Sie sich, daß die Geräte, die angeschlossen werden sollen, die GPIB-Protokolle unterstützen. Diese Protokolle regeln:

- Steuerung entfernter Geräte
- Bidirektionale Datenübertragung
- Gerätekompatibilität
- Status- und Ereignisberichte

Um den Aufbau von GPIB-Systemen einfacher zu gestalten, verwenden Sie Geräte, die die von Tektronix definierten Codes und Formate für Nachrichten über GPIB-Verbindungen verwenden. Jedes Gerät, das diese Codes und Formate unterstützt, wie zum Beispiel dieses Oszilloskop, unterstützt auch die Standardbefehle. Wenn Sie Geräte verwenden, die diese Befehle unterstützen, vereinfachen Sie den Aufbau von GPIB-Systemen.

Know the GPIB Interface Requirements. Um die Integration des Oszilloskops in GPIB-Netze vorzubereiten, lesen und befolgen Sie die nachstehenden Regeln:

- Schließen Sie nicht mehr als 15 Geräte, einschließlich der Steuereinheit, an einen einzelnen Bus an.
- Schließen Sie einen Verbraucher pro 2 Meter Kabel an, um die elektrischen Eigenschaften des Bus zu erhalten. (In der Regel ist jedes Gerät am Bus ein Verbraucher.)
- Die Gesamtlänge des Kabels darf 20 Meter nicht übersteigen.
- Schalten Sie wenigstens zwei Drittel der vorhandenen Verbraucher ein, wenn Sie das Netzwerk benutzen.

- Legen Sie nur jeweils ein Kabel zwischen den Geräten im Netz. (Siehe Abbildung 3-75.) Vermeiden Sie Schleifen.

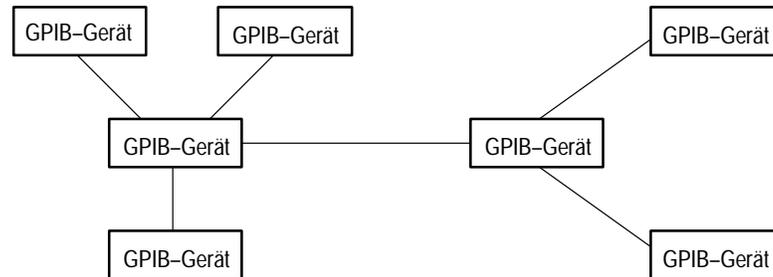


Abbildung 3-75: Typische Konfiguration eines GPIB-Netztes

Obtain the Proper Interconnect Cabling. Wenn Sie das Oszilloskop an ein GPIB-Netz anschließen möchten, verwenden Sie ein GPIB-Kabel. Das Verbinden zweier GPIB-Geräte ist ein Kabel vom Typ IEEE Std 488.1-1987 GPIB erforderlich (erhältlich bei Tektronix, Teilenummer 012-0991-00).

Das GPIB-Standardkabel verfügt über einen 24-Pin-GPIB-Stecker, der an der Rückseite des Oszilloskops angeschlossen wird. Es handelt sich um einen Sub-D-Stecker, der dem Standard IEEE Std 488.1-1987 entspricht. GPIB-Stecker können aufeinandergesteckt, d. h. gestapelt, werden. (Siehe Abbildung 3-76.)

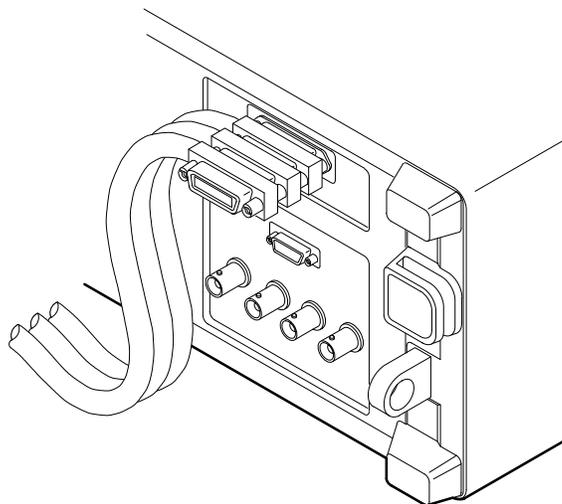


Abbildung 3-76: Stapeln von GPIB-Steckern

Einrichten für Betrieb über entferntes Gerät

Um die Kommunikation mit entfernten Geräten einzurichten, vergewissern Sie sich, daß die Einstellungen den oben beschriebenen Standards für GPIB-Protokolle und -Schnittstellen entsprechen. Gehen Sie anschließend wie folgt vor.

Connect the Oscilloscope to the GPIB. Um das Oszilloskop an ein GPIB-Netz anzuschließen, verbinden Sie das Kabel vom Typ IEEE Std 488.2-1987 GPIB mit der GPIB-Buchse an der Rückseite des Oszilloskops und der GPIB-Schnittstelle Ihrer Steuereinheit. (Siehe Abbildung 3-77.)

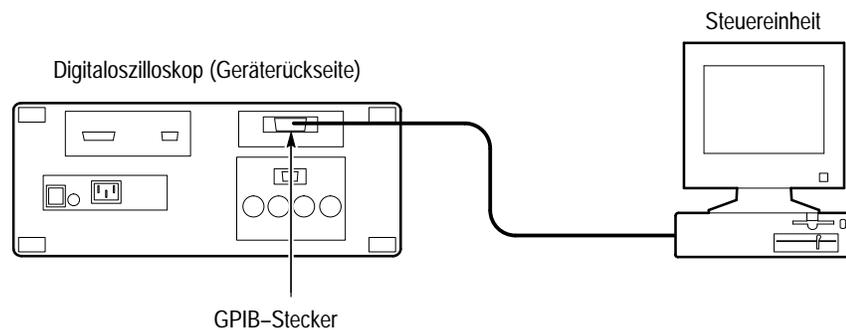


Abbildung 3-77: Anschließen des Oszilloskops an eine Steuereinheit

Select GPIB Port. Um die GPIB-Schnittstelle auszuwählen, drücken Sie **SHIFT → UTILITY → System (main) → I/O (pop-up) → Port (main) → GPIB (pop-up)**.

Configure the GPIB Port. Sie müssen zwei wichtige GPIB-Parameter einstellen: Modus und Adresse. So stellen Sie diese Parameter ein:

Drücken Sie **SHIFT → UTILITY → System (main) → I/O (pop-up) → Port (main) → GPIB (pop-up) → Configure (main) → Talk/Listen Address, Hardcopy (Talk Only) oder Off Bus (side)**. (Siehe Abbildung 3-78.)

Bei *Talk/Listen Address* wird die Schnittstelle so konfiguriert, daß die Steuerung von der Steuereinheit erfolgt. Stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld die Adresse ein.

Bei *Hardcopy (Talk Only)* wird die Schnittstelle so konfiguriert, daß der Ausdruck ohne Steuerung oder Überwachung durch die Steuereinheit erfolgt. Sobald das Oszilloskop so konfiguriert ist, sendet es die Druckdaten an alle Geräte am Bus, deren Modus auf *Listen* eingestellt ist, wenn die Taste **HARD-COPY** gedrückt wird.

Wenn Sie die Taste **HARDCOPY** drücken und die Schnittstelle anders konfiguriert ist, führt dies zu einem Fehler, und das Oszilloskop reagiert mit der Ausgabe einer Fehlermeldung, die besagt, daß die ausgewählte Schnittstelle gegenwärtig nicht verfügbar ist.

Bei *Off Bus* wird das Oszilloskop vom Bus getrennt.

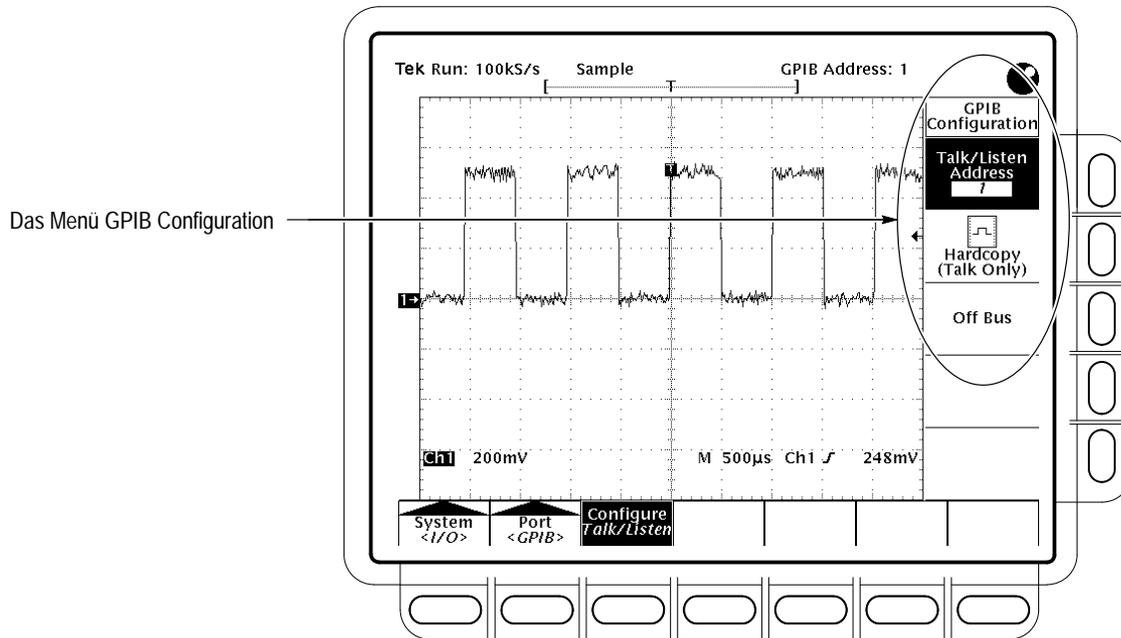


Abbildung 3-78: Das Menü Utility

Weitere Informationen Siehe *Druckausgabe* auf Seite 3-145.

Siehe *TDS-Programmierhandbuch*, Tektronix-Teilenummer 070-9385-XX.

Bestimmen des Status und Zugreifen auf Hilfefunktion

Das TDS Oszilloskop kann den Status seiner internen Systeme anzeigen. Es stellt außerdem eine Online-Hilfe zur Verfügung. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie die beiden folgenden Funktionen verwenden:

- *Status* zeigt einen Überblick über die *System*-, *Anzeige*-, *Trigger*-, *Signal*- und *Eingabe*-/Ausgabeeinstellungen an
- *Help* zeigt kurze Informationen über jedes Bedienelement des Oszilloskops an, wenn dieses Bedienelement verwendet wird.

Anzeigen des Status

Drücken Sie **SHIFT STATUS** → **Status** (main) → **System, Display, Trigger, Waveforms** oder **I/O** (side).

Wenn Sie **System** auswählen, werden Informationen über die Systeme Horizontal, Zoom, Erfassung, Messen und Druckausgabe angezeigt. (Siehe Abbildung 3-79.) Die Firmware-Version wird ebenfalls angezeigt.

Wenn Sie **Display** auswählen, werden Informationen zu den Parametern angezeigt, die für die Anzeige und die Anzeigefarben eingestellt sind.

Wenn Sie **Trigger** auswählen, werden Informationen zu den für die Triggierung eingestellten Parametern angezeigt.

Wenn Sie **Waveforms** auswählen, werden Informationen zu den eingehenden, den errechneten und den Bezugssignalen angezeigt.

Wenn Sie **I/O** auswählen, werden Informationen zu den Ein- und Ausgabe-schnittstellen angezeigt.

Anzeigen des Info-Bildschirms

So lassen Sie den Info-Bildschirm (mit Angaben zu Firmware-Version, Zusatzausstattungen, Urheberrechten und Patenten) anzeigen:

Drücken Sie **SHIFT STATUS** → **Banner** (main). (Siehe Abbildung 3-80.)

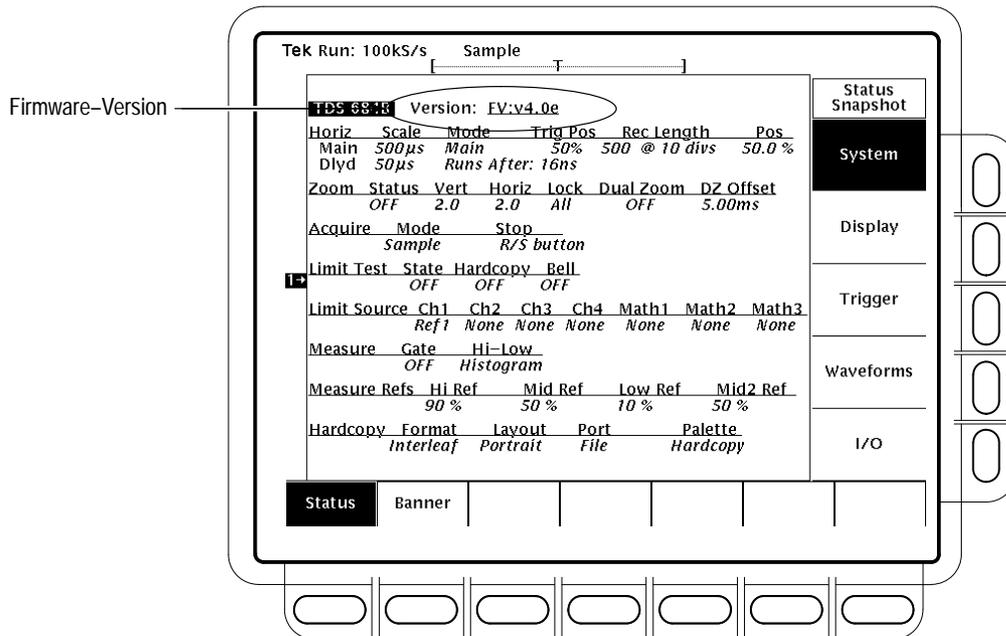


Abbildung 3-79: Das Menü Status – Systemstatus

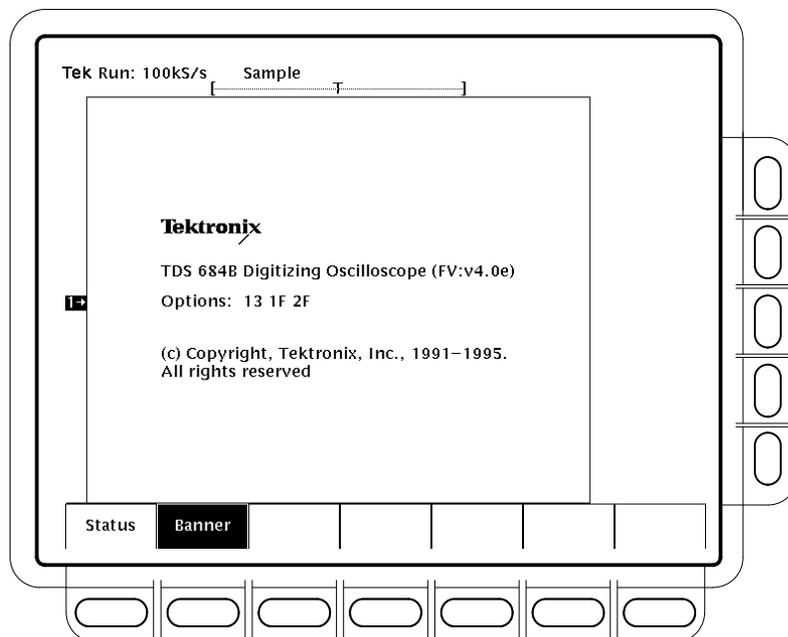


Abbildung 3-80: Info-Bildschirm

Anzeigen der Hilfe

So verwenden Sie die Online-Hilfe:

Drücken Sie **HELP**, um Informationen zu den Tasten, Drehknöpfen oder Menüpunkten abzurufen. (Siehe Abbildung 3–81.)

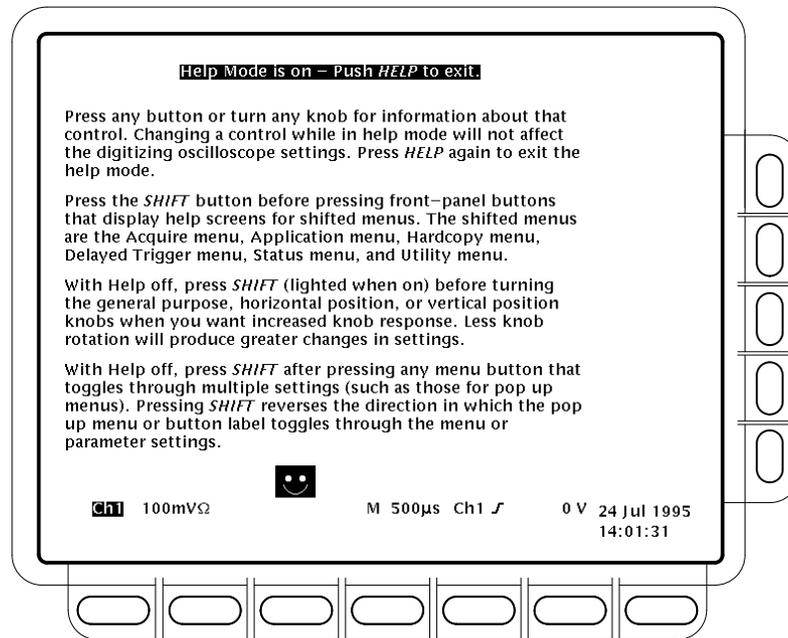


Abbildung 3–81: Hilfe-Modus – Eingangsbildschirm

Wenn Sie diese Taste drücken, wechselt das Gerät in den Online-Hilfemodus. Drücken Sie **HELP** noch einmal, um in den normalen Betriebsmodus zurückzuschalten. Wenn das Oszilloskop im Hilfe-Modus ist und Sie eine Taste (außer **HELP** oder **SHIFT**) drücken, an einem Knopf drehen oder einen Menüpunkt auswählen, wird zu diesem Element ein Hilfetext angezeigt.

Die Menüpunkte, die angezeigt wurden, bevor Sie die Taste **HELP** zum ersten Mal gedrückt haben, werden weiterhin angezeigt. Die Online-Hilfe ist für jeden Menüpunkt verfügbar, der angezeigt wurde, bevor Sie die Taste **HELP** gedrückt haben. Wenn Sie sich im Hilfe-Modus befinden und einen Hilfetext zu einem nicht angezeigten Menü abrufen möchten, müssen Sie zunächst den Hilfe-Modus verlassen, das Menü öffnen, zu dem Sie Informationen abrufen möchten und dann erneut die Taste **HELP** drücken, um wieder in den Hilfe-Modus zu wechseln.

Verwenden der Funktionen für höhere Anwendungen

Das TDS-Oszilloskop stellt leistungsfähige Funktionen zur Überprüfung und digitalen Verarbeitung von erfaßten Signalen zur Verfügung. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie die folgenden Funktionen verwenden:

- Grenzbereichsprüfung — zum Überprüfen der erfaßten Signale anhand einer von Ihnen erstellten Vorlage (ab dieser Seite)
- Kurvenberechnung — zum Invertieren, Addieren, Subtrahieren und Multiplizieren von Signalen (siehe Seite 3-168)
- Schnelle Fourier-Transformationen — zum Anzeigen des Frequenzanteils von Signalen (siehe Seite 3-171)
- Differenzieren von Signalen — zum Anzeigen der Ableitung eines Signals (siehe Seite 3-190)
- Integrieren von Signalen — zum Anzeigen des Integrals eines Signals (siehe Seite 3-195)

HINWEIS. Wenn der InstaVu-Modus aktiviert ist, sind die oben angegebenen Funktionen nicht verfügbar. Drücken Sie die Taste InstaVu an der Frontplatte, um den InstaVu-Modus abzuschalten.

Grenzbereichsprüfung

Das TDS-Oszilloskop stellt die Funktion Grenzbereichsprüfung zur Verfügung, mit der alle eingehenden oder errechneten Signale automatisch mit einer Signalvorlage verglichen werden können. Sie stellen einen Bereich mit Grenzwerten um ein Signal ein, und das Oszilloskop ermittelt Signale, die diese Grenzen überschreiten. (Siehe Abbildung 3-82.) Wenn ein solches Signal ermittelt wird, kann das Oszilloskop einen Ausdruck erzeugen, einen Ton ausgeben oder stoppen und Ihre Eingaben abwarten.

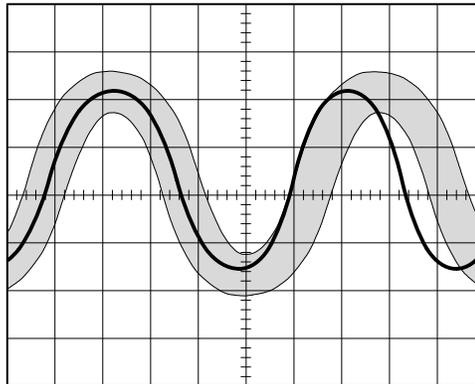


Abbildung 3-82: Vergleichen eines Signals mit einer Grenzwertvorlage

Für eine Grenzbereichsprüfung müssen Sie die folgenden Schritte durchführen:

- Aus einem Signal eine Grenzbereichsvorlage erzeugen
- Den Kanal angeben, der mit der Vorlage verglichen werden soll
- Angeben, wie das Oszilloskop reagieren soll, wenn ein eingehendes Signal die angegebenen Grenzen überschreitet
- Die Grenzbereichsprüfung einschalten, damit die festgelegten Parameter aktiviert werden

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

Erzeugen einer Grenzbereichsvorlage

Um ein eingehendes oder gespeichertes Signal für die Erzeugung einer Grenzbereichsvorlage zu verwenden, wählen Sie zunächst die Quelle aus, und geben Sie dann ein Ziel für die Vorlage an. Erzeugen Sie nun die Vorlage, indem Sie den Toleranzbereich für Abweichungen von der Vorlage angeben. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Drücken Sie **SHIFT ACQUIRE MENU**, um das Menü Acquire zu öffnen.
2. Drücken Sie **Create Limit Test Template (main) → Template Source (side) → Ch1, Ch2, Math1, Math2, Math3, Ref1, Ref2, Ref3 oder Ref4 (side)**. (Siehe Abbildung 3-83.)

HINWEIS. Die Vorlage ist feiner, wenn Sie das entsprechende Signal im Erfassungsmodus Average (Mittelwert) erfassen. Informationen zur Auswahl des Erfassungsmodus Average finden Sie unter Auswählen eines Erfassungsmodus auf Seite 3-28.

3. Wenn Sie eine Quelle ausgewählt haben, wählen Sie noch ein Ziel für die Vorlage aus: Drücken Sie **Template Destination** (side) → **Ref1**, **Ref2**, **Ref3** oder **Ref4**.

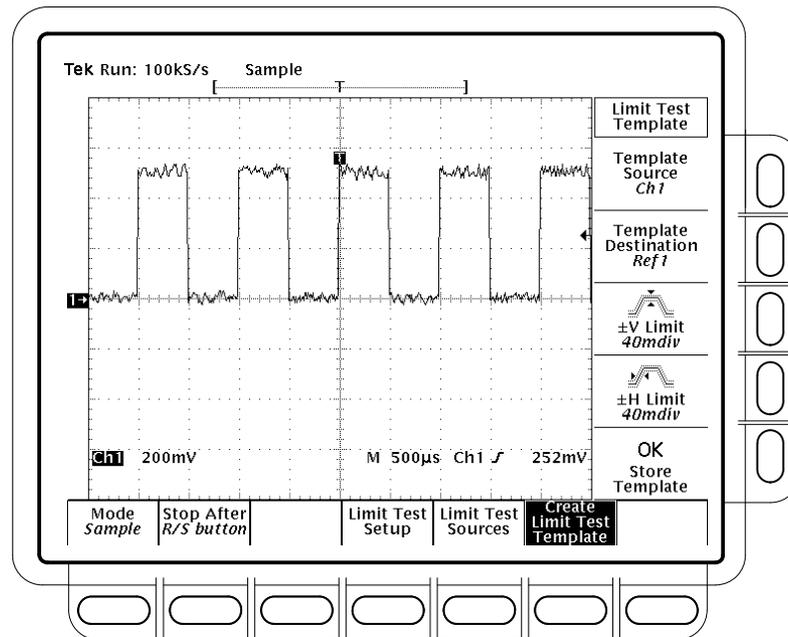


Abbildung 3–83: Das Menü Acquire — Erzeugen der Grenzbereichsvorlage

4. Drücken Sie **±V Limit** (side). Geben Sie die vertikale Toleranz (Spannung) mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.
5. Drücken Sie **±H Limit** (side). Geben Sie die horizontale Toleranz (Zeit) mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld ein.

Toleranzwerte werden in Bruchteilen von Skalenteilen ausgedrückt. Sie stellen den Wert dar, um den eingehende Signale von der Vorlage abweichen dürfen, ohne die festgelegten Grenzen zu überschreiten. Die Toleranz ist einstellbar auf 0 (das eingehende Signal muß der Vorlage exakt entsprechen) bis 5 Skalenteile.

6. Wenn Sie die Grenzbereichsvorlage definiert haben, drücken Sie **OK Store Template** (side). Dadurch wird das angegebene Signal mit den angegebenen Toleranzen an der angegebenen Stelle gespeichert. Solange die Vorlage nicht gespeichert ist, ist sie zwar definiert, aber nicht gebrauchsfertig.

Damit die Vorlage, die Sie soeben erzeugt haben, nicht versehentlich überschrieben wird, speichern Sie jede weitere Vorlage an einer anderen als der gerade ausgewählten Stelle.

Wenn Sie sich die Vorlage, die Sie soeben erzeugt haben, ansehen möchten, drücken Sie die Taste **MORE**. Drücken Sie anschließend die Taste, die dem Speicherplatz entspricht, den Sie für die Vorlage ausgewählt haben. Das Signal wird auf dem Bildschirm angezeigt.

HINWEIS. Um sich die Signaldaten zusammen mit der Vorlage anzeigen zu lassen, ist es von Vorteil, wenn Sie die Anzeigart Dots (Punkte) anzeigen lassen. (Siehe Auswählen der Anzeigart auf Seite 3–33.)

Auswählen der Quelle

Geben Sie nun den Kanal an, mit dem die Signale erfaßt werden, die mit der Vorlage verglichen werden sollen:

1. Drücken Sie **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Limit Test Sources** (main) → **Compare Ch1 to**, **Compare Ch2 to**, **Compare Ch3 to**, **Compare Ch4 to**, **Compare Math1 to**, **Compare Math2 to** oder **Compare Math3 to** (side).
2. Wenn Sie im Seitenmenü einen der vier Kanäle oder ein errechnetes Signal als Quelle ausgewählt haben, drücken Sie dieselbe Seitenmenütaste erneut, um einen der Speicherplätze auszuwählen, in denen Sie eine Vorlage gespeichert haben.

Gültige Auswahlmöglichkeiten sind die vier Bezugssignale Ref1 bis Ref4 oder None. Wenn Sie None auswählen, wird die Grenzbereichsprüfung für den angegebenen Kanal oder das angegebene errechnete Signal ausgeschaltet.

HINWEIS. Geben Sie denselben Speicherplatz an, in dem Sie die Vorlage gespeichert haben, wenn Sie die soeben erzeugte Vorlage verwenden möchten.

Wenn Sie mehr als eine Vorlage erzeugt haben, können Sie einen Kanal mit einer Vorlage und einen anderen Kanal mit einer anderen Vorlage vergleichen.

Festlegen der Reaktion

Legen Sie nun fest, wie das Oszilloskop reagieren soll, wenn die Signaldaten die festgelegten Grenzen überschreiten, und schalten Sie die Grenzbereichsprüfung ein:

1. Drücken Sie **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Limit Test Setup** (main), um das entsprechende Seitenmenü zu öffnen.

2. Vergewissern Sie sich, daß für die Seitenmenütaste der entsprechenden Reaktion **ON** angezeigt wird.
 - Wenn ein Druckauftrag erteilt werden soll, wenn die Signaldaten die festgelegten Grenzen überschreiten, schalten Sie die Option **Hardcopy if Condition Met** (side) auf **ON**. Sie können einstellen, daß die Druckausgabe zum Dateisystem übertragen wird. (Denken Sie daran, das Druckausgabesystem einzustellen. Siehe *Druckausgabe* auf Seite 3–145.)
 - Wenn ein Ton ausgegeben werden soll, wenn die Signaldaten die festgelegten Grenzen überschreiten, schalten Sie die Option **Ring Bell if Condition Met** (side) auf **ON**.
 - Wenn das Oszilloskop stoppen soll, wenn die Signaldaten die festgelegten Grenzen überschreiten, schalten Sie die Option **Stop After Limit Test Condition Met** (side) auf **ON**.

HINWEIS. Die mit *Stop After Limit Test Condition Met* bezeichnete Taste entspricht dem Menüpunkt *Limit Test Condition Met* im Hauptmenü *Stop After*. Sie können diese Taste im Menü *Limit Test Setup* ein-, jedoch nicht ausschalten. Um sie auszuschalten, drücken Sie *Stop After*, und wählen Sie eine der Optionen im Seitenmenü *Stop After* aus.

3. Vergewissern Sie sich, daß für **Limit Test** (side) **ON** angezeigt wird. Falls **OFF** angezeigt wird, drücken Sie einmal die Taste **Limit Test** (side), um sie auf **ON** zu schalten.

Wenn Sie die Option **Limit Test** auf **ON** einstellen, vergleicht das Oszilloskop eingehende Signale mit der gespeicherten Signalvorlage entsprechend den Einstellungen im Seitenmenü **Limit Test Sources**.

Vergleichen einzelner Signale

Sie können ein einzelnes Signal mit einer einzelnen Vorlage vergleichen. Beachten Sie dabei die folgenden Betriebsmerkmale:

- Das Signal wird horizontal verschoben, so daß der erste Abtastpunkt der Signalaufzeichnung, der die Grenzen überschreitet, in der Bildschirmmitte angezeigt wird.
- In gleichem Maße wie der Kurvenzug des Signals wird auch die Position der Vorlage verändert.

Vergleichen mehrerer Signale

Sie können auch mehr als ein Signal mit einer einzelnen Vorlage oder mehr als ein Signal mit jeweils einer Vorlage oder einer gemeinsamen Vorlage vergleichen. Beachten Sie dabei die folgenden Betriebsmerkmale:

- Sie sollten die Option Horizontal Lock (horizontale Verriegelung) im Seitenmenü Zoom auf None einstellen (drücken Sie **ZOOM** und drücken Sie (mehrmals) die Taste **Horizontal Lock**, um die Option **None** einzustellen). Weitere Informationen zur horizontalen Verriegelung finden Sie unter *Zoomen eines Signals* auf Seite 3–44.
- Wenn die horizontale Verriegelung wie oben beschrieben eingestellt ist, verschiebt das Oszilloskop jedes Signal horizontal, so daß der erste Abtastpunkt in der Signalaufzeichnung, der die festgelegten Grenzen überschreitet, in der Bildschirmmitte angezeigt wird.
- Wenn Sie jedes Signal mit einer eigenen Vorlage vergleichen, wird die Position der jeweiligen Vorlage im selben Maße verändert wie die des Signals.
- Wenn Sie zwei oder mehr Signale mit einer gemeinsamen Vorlage vergleichen, wird die Position der Vorlage gemeinsam mit der des Signals verändert, das die festgelegten Grenzen überschreitet. Wenn *im Laufe derselben Erfassung* mehrere Signale die Grenzen überschreiten, wird die Position der Vorlage im selben Maße verändert wie die des Signals in dem Kanal, der mit der höchsten Zahl bezeichnet ist. CH 2 ist beispielsweise höher als CH 1.

Kurvenberechnungen

Das TDS–Oszilloskop gibt Ihnen die Möglichkeit, Signale mathematisch zu manipulieren. Wenn Sie zum Beispiel ein stark rauschbehaftetes Signal erfassen, können Sie ein exakteres Signal erhalten, wenn Sie die Störung einfach vom eigentlichen Signal subtrahieren.

Dieser Abschnitt beschreibt die Funktionen Invertieren, Addieren, Subtrahieren, Dividieren und Multiplizieren. Unter *Schnelle Fourier–Transformationen* auf Seite 3–171, *Differenzieren von Signalen* auf Seite 3–190 und *Integrieren von Signalen* auf Seite 3–195 finden Sie Informationen über die Funktionen der höheren Mathematik bei der digitalen Signalverarbeitung (DSP).

Berechnungen aus einem einzelnen Signal

Verwenden Sie zur Signalberechnung das Menü More (Abbildung 3–84). Mit diesem Menü können Sie drei errechnete Signale anzeigen, definieren und manipulieren. Die folgenden Schritte erläutern, wie Sie ein errechnetes Signal aus einem einzelnen Signal (eingehendes oder Bezugssignal) erzeugen:

1. Drücken Sie **MORE** → **Math1**, **Math2** oder **Math3** (main) → **Change Math waveform definition** (side) → **Single Wfm Math** (main).

- Um das Quellsignal festzulegen, drücken Sie so oft **Set Single Source to** (side), bis der gewünschte Kanal oder das gewünschte Bezugssignal angezeigt wird.

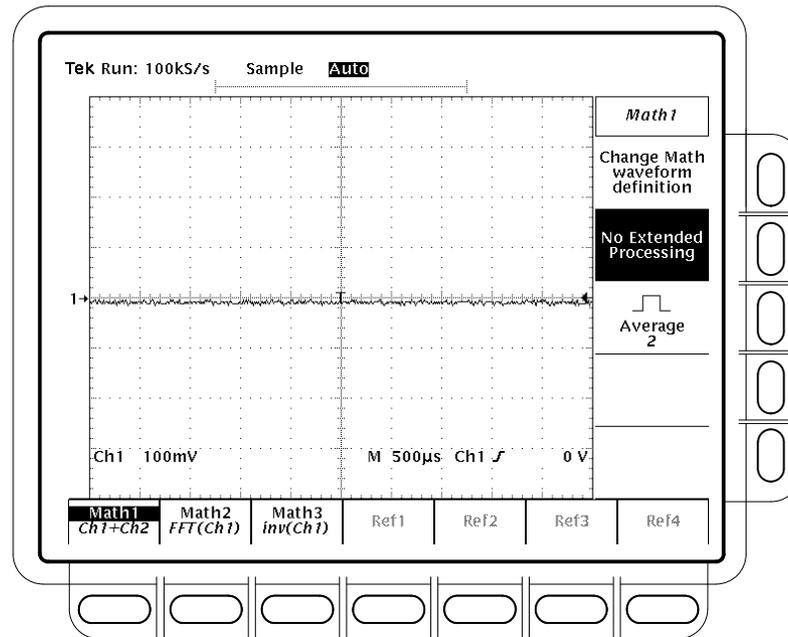


Abbildung 3–84: Das Menü More

- Drücken Sie mehrmals **Set Function to** (side), um entweder **inv** (invertieren), **intg** oder **diff** einzuschalten. Das Integrieren von Signalen (intg) ist auf Seite 3–195 beschrieben, das Differenzieren von Signalen (diff) auf Seite 3–190.
- Um eine berechnete Kurvenform zu erzeugen, drücken Sie **OK Create Math Wfm** (side).

Errechnen aus zwei Signalen

Um eine berechnete Kurvenform aus zwei Signalen zu erzeugen, gehen Sie wie folgt vor:

- Drücken Sie **MORE** → **Math1**, **Math2** oder **Math3** (main) → **Change Math waveform definition** (side) → **Dual Wfm Math** (main).
- Um das erste Quellsignal festzulegen, drücken Sie so oft **Set 1st Source to** (side), bis der gewünschte Kanal oder das gewünschte Bezugssignal angezeigt wird.

3. Um das zweite Quellsignal festzulegen, drücken Sie so oft **Set 2nd Source to** (side), bis der gewünschte Kanal oder das gewünschte Bezugssignal angezeigt wird.
4. Um das Operationszeichen anzugeben, drücken Sie mehrmals **Set operator to** (side), um sich nacheinander die Auswahlmöglichkeiten anzeigen zu lassen. Die unterstützten Operationszeichen sind +, -, * und /.

HINWEIS. Wenn Sie in Schritt 4 "*" für das Multiplizieren auswählen, wird die Amplitude bei der Cursormessung in VV und nicht in V gemessen.

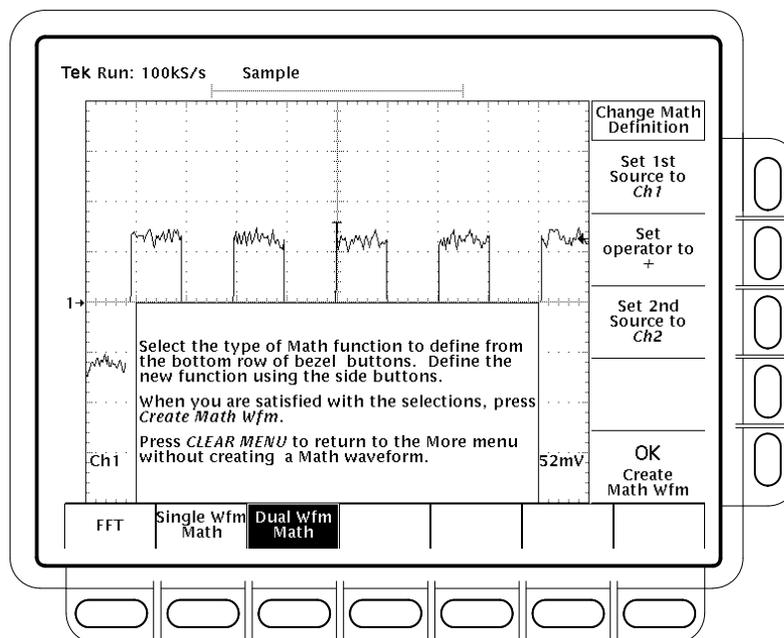


Abbildung 3-85: Haupt- und Seitenmenüs Dual Waveform Math

5. Drücken Sie **OK Create Math Wfm** (side), um die Funktion auszuführen.

Mitteln eines errechneten Signals

Sie können außerdem auswählen, ob für ein bestimmtes errechnetes Signal ein Mittelwert gebildet werden soll. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Drücken Sie **MORE → Math1, Math2** oder **Math3 (main)**, um das errechnete Signal auszuwählen, für das ein Mittelwert gebildet werden soll.

2. Drücken Sie **Average** (side), und geben Sie mit dem Mehrweckknopf oder dem Tastenfeld einen Wert ein. Jede der mathematischen Operationen, die Sie für das Signal auswählen, wird für den Mittelwert aus mehreren Erfassungen durchgeführt.
3. Um die Mittelwertbildung auszuschalten, drücken Sie **No Extended Processing** (side). Jede mathematische Operation, die Sie für das Signal auswählen, wird nun nur noch für die bei einer Erfassung ermittelten Werte durchgeführt.

Schnelle Fourier-Transformationen

Zu den DSP-Fähigkeiten des TDS-Oszilloskops zählt die Erzeugung einer *Schnellen Fourier-Transformation (FFT)* eines Signals. Dieser Abschnitt beschreibt FFTs und wie Sie das Oszilloskop für die Anzeige und Messung von FFTs einstellen.

Die FFT gibt Ihnen die Möglichkeit, ein Signal so umzuwandeln, daß statt des Verlaufs der Amplitude über der Zeit die Amplituden der verschiedenen diskreten Frequenzen angezeigt werden, die das Signal enthält. Außerdem können Sie sich die Phasenverschiebungen dieser Frequenzen anzeigen lassen. Verwenden Sie FFT-errechnete Signale für die folgenden Anwendungen:

- Überprüfung der Impulsantwort von Filtern und Systemen
- Messung des Anteils an Oberschwingungen und der Verzerrung bei Systemen
- Charakterisierung des Frequenzanteils von Gleichstromnetzteilen
- Analyse der Vibration
- Analyse von Harmonischen in 50- und 60-Hz-Leitungen
- Ermittlung von Rauschquellen in digitalen Logikschaltungen

Die FFT berechnet den Frequenzanteil eines Signals, das Sie erfassen, und zeigt diesen als FFT-Kurvenform an. Diese *Frequenzbereichskurvenform* beruht auf der folgenden Gleichung:

$$X(k) = \frac{1}{N} \sum_{n = \frac{-N}{2}}^{\frac{N}{2} - 1} x(n) e^{-\frac{j2\pi nk}{N}} \quad \text{für : } k = 0 \text{ bis } N - 1$$

Dabei sind: $x(n)$ ein Punkt im Feld der Aufzeichnungsdaten des Zeitbereichs

$X(k)$ ein Punkt im Feld der Aufzeichnungsdaten des Frequenzbereichs

n der Index für das Feld der Zeitbereichsdaten

k der Index für das Feld der Frequenzbereichsdaten

N die Länge der FFT

j die Quadratwurzel aus -1

In der sich ergebenden Kurvenform werden die Amplituden oder Phasenwinkel der verschiedenen Frequenzen, die das Signal enthält, in bezug auf diese Frequenzen angezeigt. Abbildung 3–86 zeigt zum Beispiel die untransformierte Impulsantwort eines Systems in Kanal 2 im oberen Bildschirmbereich an. Die durch FFT transformierte Amplitude und Phase werden in zwei errechneten Kurvenzügen unterhalb des Impulses angezeigt. Die Horizontalskala für durch FFT errechnete Signale wird stets in Frequenz pro Skalenteil ausgedrückt. Der Anfang (der Punkt am linken Rand) des Signals stellt dabei die Nullfrequenz (Gleichstrom) dar.

Die FFT–Kurvenform basiert auf der digitalen Signalverarbeitung (DSP), was eine größere Vielseitigkeit bei der Messung des Frequenzanteils von Signalen erlaubt. DSP ermöglicht dem Oszilloskop zum Beispiel, FFTs von Quellsignalen zu berechnen, die basierend auf einem einzelnen Trigger erfaßt werden müssen. Es kann daher für die Messung des Frequenzanteils von Einzelereignissen verwendet werden. DPS erlaubt ebenfalls die Anzeige der Phase und der Magnitude.

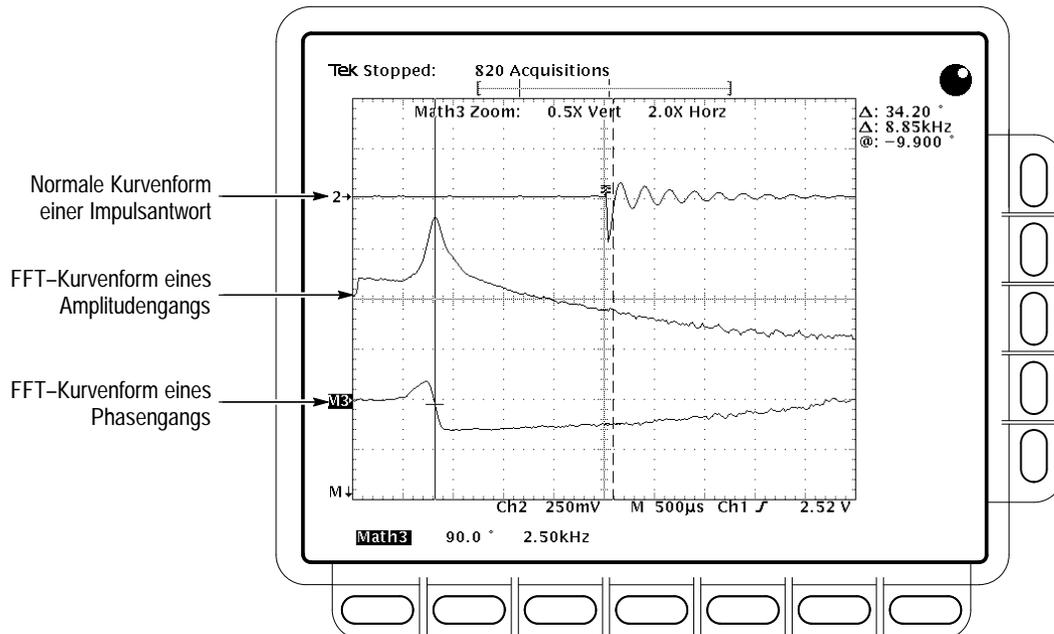


Abbildung 3–86: Systemantwort auf einen Impuls

Erzeugen einer FFT

Um eine FFT Ihres Signals durchzuführen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Koppeln Sie das Signal an den gewünschten Kanal, und aktivieren Sie diesen Kanal.
2. Passen Sie die Vertikal- und Horizontalskala an, und triggern Sie die Anzeige (oder drücken Sie **AUTOSET**).

Unter *Offset, Position und Skalierung* auf Seite 3–181 finden Sie nähere Informationen zur Optimierung der Einstellung für die FFT-Anzeige.

3. Drücken Sie **MORE**, um auf das Menü zuzugreifen, mit dem Sie Kurvenberechnungen durchführen.
4. Wählen Sie ein errechnetes Signal aus. Sie können wählen zwischen **Math1**, **Math2** und **Math3** (main).
5. Wenn der ausgewählte Menüpunkt nicht FFT ist, drücken Sie **Change Math Definition** (side) → **FFT** (main). Siehe Abbildung 3–87.
6. Drücken Sie so oft **Set FFT Source to** (side), bis der Kanal, den Sie in Schritt 1 ausgewählt haben, im Menü angezeigt wird.

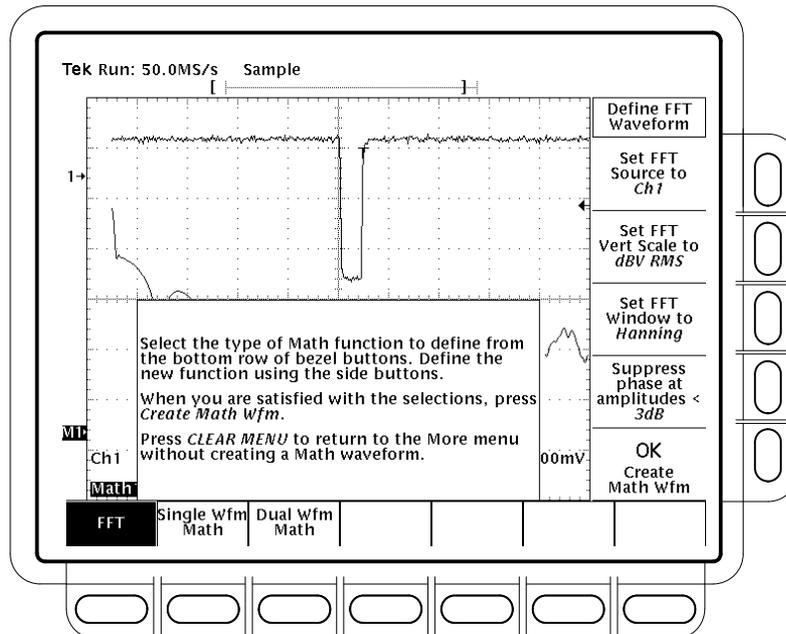


Abbildung 3–87: Das Menü Define FFT Waveform

7. Drücken Sie wiederholt **Set FFT Vert Scale to** (side), um eine der folgenden Vertikal–Skalenarten auszuwählen:

dBV RMS — Die Amplitude wird mit einer logarithmischen Skala angezeigt, ausgedrückt in dB relativ zu $1 V_{RMS}$ mit $0 \text{ dB} = 1 V_{RMS}$ (Effektivwertspannung).

Linear RMS — Die Amplitude wird mit einer Spannungsskala angezeigt.

Phase (deg) — Die Phase wird mit einer Gradskala angezeigt, der Gradbereich erstreckt sich von -180° bis $+180^\circ$.

Phase (rad) — Phase wird mit einer Bogenmaßskala angezeigt, die Radianen erstrecken sich von $-\pi$ bis $+\pi$.

Unter *Überlegungen zur Phasenanzeige* auf Seite 3–185 finden Sie nähere Informationen zu den Einstellungen für die Phasenanzeige.

8. Drücken Sie mehrmals **Set FFT Window to** (side), um eine der folgenden Fensterarten auszuwählen:

Rectangular — Beste Fensterart für die Auflösung von Frequenzen, die sich annähernd um denselben Wert bewegen, aber am wenigsten geeignet für die exakte Messung der Amplituden dieser Frequenzen. Am besten geeignetes Fenster für die Messung des Frequenzspektrums nichtperiodischer Signale und für die Messungen von Frequenzkomponenten nahe Gleichstrom.

Hamming — Sehr gut geeignet für die Auflösung von Frequenzen, die sich annähernd um denselben Wert bewegen, mit etwas größerer Amplitudenmeßgenauigkeit gegenüber dem rechteckigen Fenster.

Hanning — Sehr gut geeignet für exakte Messung von Amplituden, weniger geeignet für Auflösung von Frequenzen.

Blackman-Harris — Beste Fensterart für die Messung der Amplituden von Frequenzen, aber am wenigsten geeignet für die Auflösung von Frequenzen.

Unter *Auswählen eines Fensters* auf Seite 3–187 finden Sie nähere Informationen zur Auswahl des Fensters, das für Ihre Anwendung am besten geeignet ist.

9. Wenn Sie in Schritt 7 nicht **Phase (deg)** oder **Phase (rad)** ausgewählt haben, fahren Sie mit Schritt 12 fort. Die Phasenunterdrückung wird nur zur Rauschverminderung in Phasen-FFTs verwendet.
10. Wenn Sie die Rauscheffekte in Ihrer Phasen-FFT verringern möchten, drücken Sie **Suppress phase at amplitudes < (side)**.
11. Stellen Sie mit dem Mehrzweckknopf den Phasenunterdrückungspegel ein. Die Phasen von FFT-Beträgen unterhalb dieses Pegels werden auf Null gesetzt.

Unter *Einstellen der Phasenunterdrückung* auf Seite 3–186 finden Sie nähere Informationen zur Phasenunterdrückung.

12. Drücken Sie **OK Create Math Wfm (side)**, um die FFT des Signals anzuzeigen, das Sie in Schritt 1 an einen Eingangskanal gekoppelt haben. (Siehe Abbildung 3–88.)

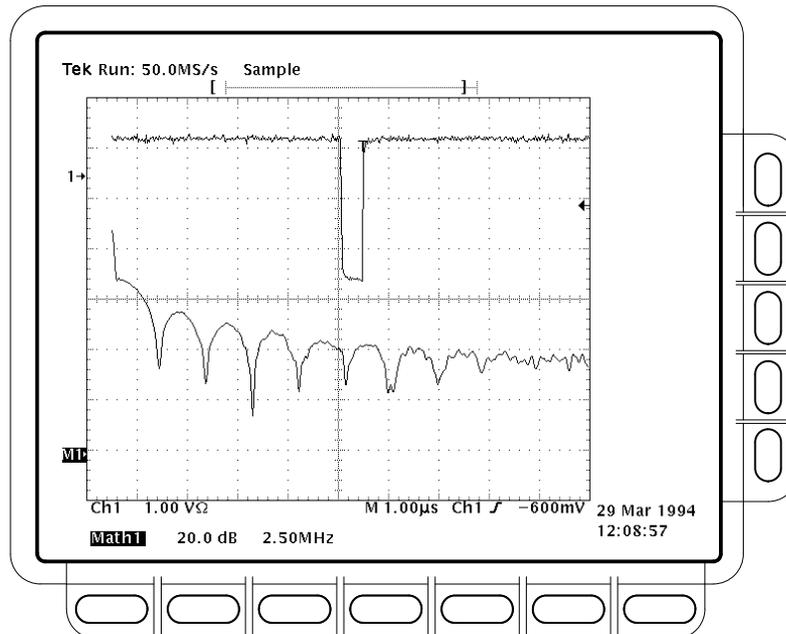


Abbildung 3–88: Errechnete FFT–Kurvenform in Math1

Vornehmen einer Cursormessung bei einer FFT

Sobald eine errechnete FFT–Kurvenform angezeigt wird, können Sie die Frequenzamplitude oder den Phasenwinkel mit Cursors messen.

1. Vergewissern Sie sich, daß die Kanalauswahl Taste **MORE** und im Hauptmenü **More** die errechnete FFT–Kurvenform ausgewählt sind.
2. Drücken Sie **CURSOR** → **Mode** (main) → **Independent** (side) → **Function** (main) → **H Bars** (side).
3. Richten Sie den ausgewählten Cursor (durchgezogene Linie) mit dem Mehrzweckknopf an der oberen Amplitude (oder einer anderen beliebigen Amplitude des Signals) aus.
4. Drücken Sie **SELECT**, um den anderen Cursor auszuwählen, und richten Sie diesen mit dem Mehrzweckknopf an der unteren Amplitude (oder einer anderen beliebigen Amplitude des Signals) aus.
5. Lesen Sie den Wert vom Readout **Δ**: ab. Lesen Sie die Amplitude am ausgewählten Cursor relativ zu entweder $1 V_{RMS}$ (0 dB) oder Masse (0 Volt) oder dem Nullphasenpegel (0 Grad oder 0 Teile Bogenmaß) vom Readout **@**: ab. (Der Signalbezugsanzeiger an der linken Rasterseite zeigt den Pegel an, an dem sich bei Phasen–FFTs die Phase Null befindet.)

In Abbildung 3–89 ist die Cursormessung einer Frequenzamplitude bei einer FFT dargestellt. Das Readout @: zeigt 0 dB an, weil der Cursor an $1 V_{RMS}$ ausgerichtet ist. Das Readout Δ: zeigt 24.4 dB an, die Amplitude der gemessenen Frequenz beträgt also -24.4 dB relativ zu $1 V_{RMS}$. Die Anzeige des Quellsignals ist ausgeschaltet.

Die Cursoreinheiten werden bei FFTs, die die Amplitude ermitteln, in dB oder Volt und für FFTs, die die Phase ermitteln, in Grad oder Bogenmaß ausgedrückt. Die Cursoreinheiten sind abhängig von der Einstellung unter Set FFT Vert Scale to (side). Weitere Informationen finden Sie unter Schritt 7 auf Seite 3–174.

6. Drücken Sie **V Bars** (side). Richten Sie einen der beiden Vertikalcursor mit dem Mehrzweckknopf an einem Punkt entlang der horizontalen Achse des Signals aus, der für Sie von Interesse ist.
7. Drücken Sie **SELECT**, um den anderen Cursor auszuwählen.
8. Richten Sie den ausgewählten Cursor an einem anderen Punkt des Signals aus, der für Sie von Interesse ist.
9. Lesen Sie den Frequenzunterschied zwischen den Cursors vom Readout Δ: ab. Lesen Sie die Frequenz am ausgewählten Cursor relativ zum Nullfrequenzpunkt vom Readout @: ab.

Die Cursoreinheiten werden stets in Hz ausgedrückt, unabhängig von der Einstellung im Seitenmenü Time Units. Der erste Punkt in der FFT–Aufzeichnung ist der Nullfrequenzpunkt für das Readout @:.

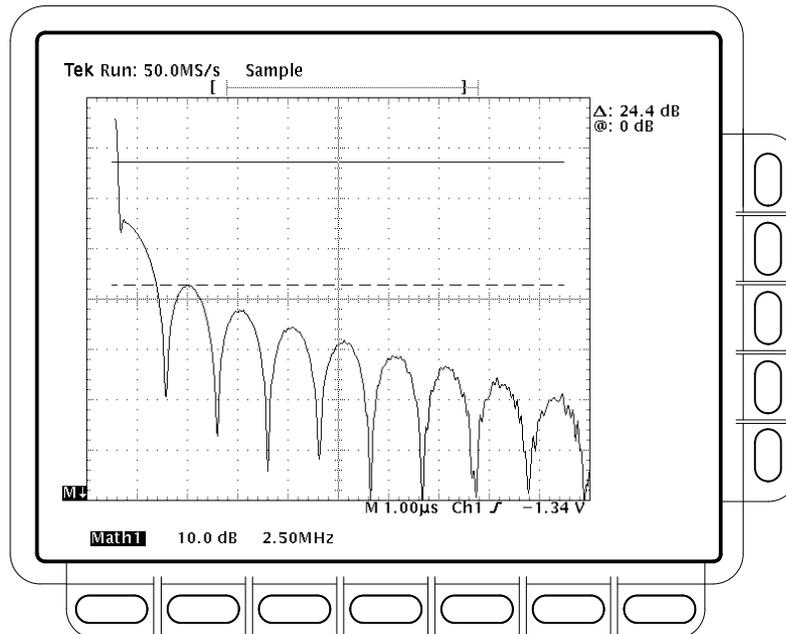


Abbildung 3–89: Cursormessung einer FFT-Kurvenform

10. Drücken Sie **Function** (main) → **Paired** (side).
11. Positionieren Sie jeden der paarweisen Cursor wie oben beschrieben an den Punkten entlang der horizontalen Achse, die Sie untersuchen möchten.
12. Lesen Sie die Amplitude zwischen den beiden X der paarweisen Cursor vom obersten mit Δ : bezeichneten Readout ab. Lesen Sie die Amplitude an der kurzen horizontalen Marke des ausgewählten Cursors (durchgezogene Linie) relativ zu entweder 1 V_{RMS} (0 dB) oder Masse (0 Volt) oder dem Nullphasenpegel (0 Grad oder 0 Teile Bogenmaß) vom Readout @: ab. Lesen Sie die Frequenz zwischen den langen horizontalen Linien der beiden paarweisen Cursor vom unteren mit Δ : bezeichneten Readout ab.

Vornehmen automatischer Messungen an einer FFT

Sie können automatische Messungen an einer errechneten FFT-Kurvenform vornehmen. Befolgen Sie die Anweisungen unter *Vornehmen automatischer Messungen* im Abschnitt *Differenzieren von Signalen* auf Seite 3–192.

Die Frequenzbereichs- aufzeichnung einer FFT

Wie FFTs angezeigt werden und interpretiert werden sollen, wird durch einige ihrer Merkmale bestimmt. In diesem Abschnitt erfahren Sie mehr über die Frequenzbereichsaufzeichnung von FFTs und den Einfluß des Quellsignals auf Aufzeichnungslänge, Frequenzauflösung und Frequenzbereich dieser Aufzeichnung. (Die FFT-Frequenzbereichskurvenform entspricht der angezeigten errechneten FFT-Kurvenform.) In den darauf folgenden Abschnitten erfahren Sie, wie Sie die Oszilloskopeinstellungen optimieren können, damit Ihre FFT-Kurvenformen möglichst gut angezeigt werden.

FFTs May Not Use All of the Waveform Record. Die *errechnete FFT-Kurvenform* ist eine Darstellung der Amplituden- und Phasendaten aus der *FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung*. Diese Aufzeichnung des Frequenzbereichs wird von der *FFT-Zeitbereichsaufzeichnung* hergeleitet, die wiederum von der *Signalaufzeichnung* hergeleitet wird. Alle drei Aufzeichnungen sind nachfolgend beschrieben.

Signalaufzeichnung — die gesamte Aufzeichnung des Signals, das an einem Eingangskanal erfaßt und vom selben Kanal oder von einem Speicherplatz aus angezeigt wird. Die Länge dieser *Zeitbereichsaufzeichnung* wird vom Benutzer im Menü Horizontal festgelegt. Die Signalaufzeichnung ist keine im Zuge der digitalen Signalverarbeitung (DSP) errechnete Kurvenform.

FFT-Zeitbereichsaufzeichnung — Der Teil der Signalaufzeichnung, der als Eingabe für eine FFT dient. Diese Kurvenform der *Zeitbereichsaufzeichnung* wird nach der Transformation zur errechneten FFT-Kurvenform. Die Aufzeichnungslänge richtet sich nach der festgelegten Länge der Signalaufzeichnung.

FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung — Die errechnete FFT-Kurvenform, nachdem bei der digitalen Signalverarbeitung Daten der *FFT-Zeitbereichsaufzeichnung* in eine *Frequenzbereichsaufzeichnung* umgewandelt wurden.

Abbildung 3-90 zeigt einen Vergleich der Signalaufzeichnung mit der *FFT-Zeitbereichsaufzeichnung*. Beachten Sie die folgenden Verhältnisse:

- Signalaufzeichnungen mit bis zu 10.000 Punkten werden vollständig als Eingabe für die FFT verwendet.
- Bei Signalaufzeichnungen mit mehr als 10.000 Punkten werden die ersten 10.000 Punkte als *FFT-Zeitbereichsaufzeichnung* verwendet.
- Jede *FFT-Zeitbereichsaufzeichnung* beginnt mit dem Anfang der Aufzeichnung des erfaßten Signals.
- Der Nullphasenpunkt bei der Kurvenform einer errechneten Phasen-FFT befindet sich in der Mitte der *FFT-Zeitbereichsaufzeichnung*, unabhängig von der Aufzeichnungslänge.

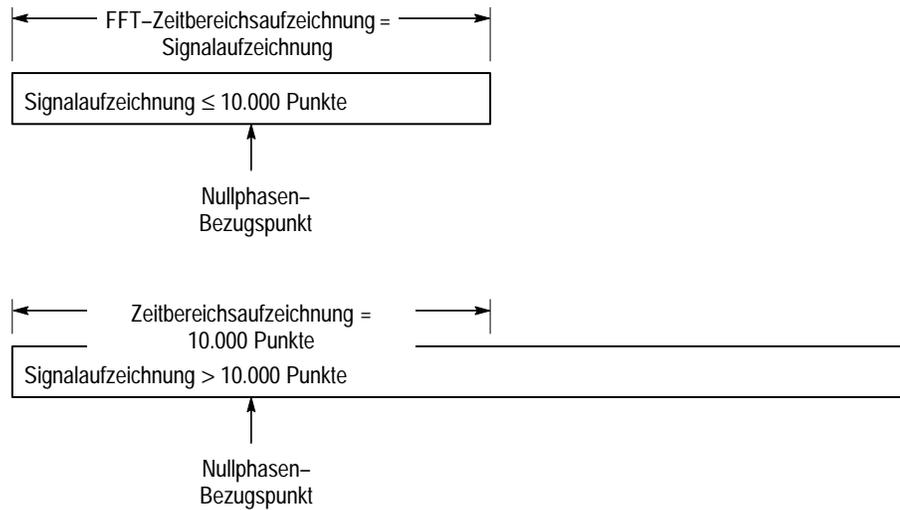


Abbildung 3-90: Signalaufzeichnung gegenüber FFT-Zeitbereichsaufzeichnung

FFTs Transform Time Records to Frequency Records. Die oben beschriebene FFT-Zeitbereichsaufzeichnung ist die Eingabe für die FFT. In Abbildung 3-91 ist die Umwandlung dieser Zeitbereichsaufzeichnung in eine FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung dargestellt. Die sich ergebende Frequenzbereichsaufzeichnung ist halb so lang wie die FFT-Eingabe, da die FFT sowohl positive als auch negative Frequenzen berechnet. Da die negativen Werte die positiven Werte widerspiegeln, werden nur die positiven Werte angezeigt.

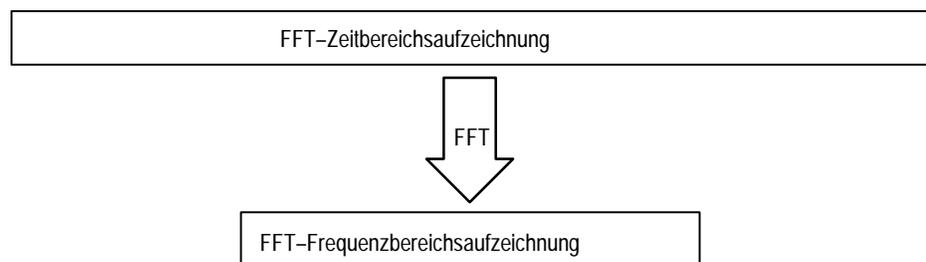


Abbildung 3-91: FFT-Zeitbereichsaufzeichnung gegenüber FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung

FFT Frequency Range and Resolution. Wenn Sie eine FFT-Kurvenform anzeigen, zeigt das Oszilloskop entweder die Amplitude oder den Phasenwinkel der FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung an. Die Auflösung zwischen den in dieser Kurvenform angezeigten diskreten Frequenzen wird durch die folgende Gleichung bestimmt:

$$\Delta F = \frac{\text{Abtastrate}}{\text{FFT-Länge}}$$

Dabei gilt: F ist die Frequenzauflösung.

Abtastrate ist die Abtastrate für das Quellsignal.

FFT-Länge ist die Länge der FFT-Zeitbereichsaufzeichnung.

Die Abtastrate bestimmt außerdem, über welchen Bereich sich die Frequenzen erstrecken. Sie reichen von 0 bis zu $\frac{1}{2}$ der Abtastrate für die Signalaufzeichnung. (Der Wert von $\frac{1}{2}$ der Abtastrate wird auch als Nyquist-Frequenz oder Nyquist-Punkt bezeichnet.) Eine Abtastrate von 20 x 10 Abtastungen pro Sekunde würde zum Beispiel eine FFT mit einem Frequenzbereich von 0 bis 10 MHz ergeben. Die für die Erfassung von Signalaufzeichnungen verfügbaren Abtastraten variieren innerhalb eines bestimmten Bereichs. Bei den TDS-Oszilloskopen wird die Abtastrate im Erfassungs-Readout im oberen Bildschirmbereich angezeigt.

Offset, Position und Skala

Die folgenden Absätze enthalten Hinweise zur ordnungsgemäßen Anzeige Ihrer FFT.

Adjust for a Non-Clipped Display. Um Ihre FFT ordnungsgemäß anzeigen zu lassen, skalieren Sie das Quellsignal so, daß sie an keiner Stelle abgeschnitten ist.

- Skalieren und positionieren Sie das Quellsignal so, daß es vollständig angezeigt wird. (Signale außerhalb des Bildschirmbereichs könnten abgeschnitten sein, was zu Fehlern in der FFT-Kurvenform führt.)

Um eine maximale vertikale Auflösung zu erreichen, können Sie Quellsignale wahlweise so einstellen, daß die Amplituden zwei Skalenteile größer sind als die Bildschirmeinteilung. Schalten Sie dann im Menü Measurement die Option **Pk-Pk** ein, und überprüfen Sie das Quellsignal auf abgeschnittene Bereiche.

- Positionieren Sie Ihr *Quellsignal* mit den Drehknöpfen für vertikale Position und vertikalen Offset. Solange das Signal an keiner Stelle abgeschnitten ist, werden die vertikale Position und der vertikale Offset, außer bei Gleichstrom (DC), keinen Einfluß auf die FFT-Kurvenform haben. (DC-Korrektur wird nachstehend erläutert.)

Adjust Offset and Position to Zero for DC Correction. Normalerweise ergibt die standardmäßige FFT-Berechnung einen Gleichstromwert, der doppelt so groß ist, wie er im Vergleich zu den anderen Frequenzen sein sollte. Außerdem kann die Auswahl der Fensterart zu einem fehlerhaften Gleichstromwert einer FFT führen.

Bei der angezeigten Ausgabe der FFT werden diese Fehler bei den TDS-Oszilloskopen korrigiert, so daß der echte Wert für die Gleichstromkomponente des Eingangssignals angezeigt wird. Position und Offset müssen im Menü Vertical für das Quellsignal auf Null eingestellt sein. Wenn Sie die Amplitude bei Gleichstrom messen, denken Sie daran, daß 1 V Gleichspannung 1 V_{RMS} (Effektivwertspannung) entspricht und die Anzeige in dB ausgedrückt ist.

Aufzeichnungslänge

In den meisten Fällen werden Sie eine kleine Aufzeichnungslänge verwenden, da ein größerer Teil der FFT-Kurvenform auf dem Bildschirm angezeigt wird und große Aufzeichnungslängen das Oszilloskop verlangsamen können. Andererseits verringert eine große Aufzeichnungslänge den Rauschpegel relativ zum Signal und erhöht die Frequenzauflösung für die FFT. Außerdem kann sie erforderlich sein, um ein bestimmtes Signalmerkmal zu erfassen, das in die FFT einbezogen werden soll.

Um bei großen Aufzeichnungslängen eine höhere Geschwindigkeit des Oszilloskops zu erreichen, können Sie das Quellsignal speichern und eine FFT an dem gespeicherten Signal vornehmen. Auf diese Weise wird bei der digitalen Signalverarbeitung die FFT anhand von gespeicherten, statischen Daten berechnet und nur aktualisiert, wenn Sie ein neues Signal speichern.

Erfassungsmodus

Die Auswahl des richtigen Erfassungsmodus führt zu weniger rauschbehafteten FFTs.

Set up in Sample. Verwenden Sie den Erfassungsmodus Sample (Abtasten), bis Sie Ihre FFT eingestellt und eingeschaltet haben. In diesem Modus können periodische und nichtperiodische Signale erfaßt werden, und er hat keinen Einfluß auf den Frequenzgang des Quellsignals.

Hi Res and Average Reduce Noise. Bei einem periodischen Impuls können Sie den Erfassungsmodus Average (Mittelwert) verwenden, um das Rauschen in einem Signal zu verringern. Dies geht jedoch zu Lasten der Anzeigegeschwindigkeit. Average kann nur bei periodischen Signalen verwendet werden und beeinflusst den Frequenzgang des Quellsignals.

Nur für Modelle TDS 500B und TDS 700A: Wenn die FFT eingestellt ist und angezeigt wird, können Sie den Erfassungsmodus Hi Res einschalten, um den Einfluß des Rauschens im Signal zu vermindern. Hi Res kann bei periodischen und nichtperiodischen Signalen verwendet werden, beeinflusst jedoch den Frequenzgang des Quellsignals.

Peak Detect and Envelope Add Distortion. Die Erfassungsmodi Peak Detect (Spitzenwerterkennung) und Envelope (Hüllkurve) können zu erheblichen Verzerrungen der FFT-Ergebnisse führen und werden zur Verwendung bei FFTs nicht empfohlen.

Zoom und Interpolation

Sobald die FFT-Kurvenform optimal angezeigt wird, können Sie sie vertikal und horizontal vergrößern (oder verkleinern), um ein beliebiges Merkmal zu untersuchen. Vergewissern Sie sich nur, daß die FFT-Kurvenform ausgewählt ist. (Drücken Sie **MORE**, und wählen Sie dann die FFT-Kurvenform im Hauptmenü More aus. Stellen Sie dann die Größe mit den Drehknöpfen VERTICAL- und HORIZONTAL-**SCALE** ein.)

Wenn Sie den Zoomfaktor (2X, 5X usw.) anzeigen lassen möchten, müssen Sie die Zoom-Funktion einschalten: Drücken Sie **ZOOM → On** (side). Die vertikalen und horizontalen Zoomfaktoren werden angezeigt.

Unabhängig davon, ob der Zoom ein- oder ausgeschaltet ist, können Sie **Reset Zoom Factors** (side) drücken, um die Vergrößerung für die FFT-Kurvenform auszuschalten.

Beim Zoomen wird stets die $\sin(x)/x$ oder die lineare Interpolation bei der Dehnung der angezeigten Signale verwendet. Um die Interpolationsmethode auszuwählen, drücken Sie **DISPLAY → Setting** (main) → **Display** (pop-up) → **Filter** (main) → **Sin(x)/x** oder **Linear** (side).

Wenn die Aufzeichnungslänge des Quellsignals 500 Punkte beträgt, wird für die FFT der Zoomfaktor 2X verwendet, um die Länge der FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung mit 250 Punkten auf 500 Punkte zu erhöhen. Daher sind FFT-Kurvenformen, die aus Signalen mit einer Aufzeichnungslänge von 500 Punkten errechnet werden, stets auf 200% gezoomt und interpoliert. Signale mit anderen Aufzeichnungslängen sind nicht unbedingt gezoomt und können über einen Mindestzoomfaktor von 1X oder weniger verfügen.

Die $\sin(x)/x$ Interpolation kann die Amplituden- und Phasenanzeige der FFT verzerren, je nachdem, welches Fenster verwendet wurde. Sie können den Einfluß der Interpolation auf einfache Weise überprüfen, indem Sie zwischen $\sin(x)/x$ und linearer Interpolation hin und her schalten und den Unterschied in den angezeigten Meßergebnissen verfolgen. Wenn sich erhebliche Unterschiede ergeben, verwenden Sie die lineare Interpolation.

Zu geringe Abtastrate (Aliasing-Effekt)

Der Aliasing-Effekt (auch Rückfaltung genannt) tritt ein, wenn das Oszilloskop ein Quellsignal mit Frequenzkomponenten erfaßt, die außerhalb des Frequenzbereichs für die aktuelle Abtastrate liegen. Bei der FFT-Kurvenform werden die tatsächlichen höheren Frequenzkomponenten in zu geringem Maße abgetastet und erscheinen daher als Frequenzrückfaltungen, das heißt sie "falten" sich um den Nyquist-Punkt zurück. (Siehe Abbildung 3-92.)

Die höchste Frequenz, die in einen Abtaster eingegeben werden kann, ohne daß ein Aliasing-Effekt eintritt, beträgt $\frac{1}{2}$ der Abtastfrequenz. Da Quellsignale häufig über eine Grundfrequenz verfügen, die sich nicht rückfaltet, aber auch über harmonische Frequenzen, die sich sehr wohl rückfalten, sollten Sie über Verfahren für die Erkennung und den Umgang mit dem Aliasing-Effekt verfügen:

- Beachten Sie, daß ein Quellsignal mit steilen Flanken viele hochfrequente Harmonische erzeugt. Die Amplitude dieser Harmonischen nimmt in der Regel ab, wenn sich ihre Frequenz erhöht.
- Tasten Sie das Quellsignal mit einer Rate ab, die mindestens das Zweifache der höchsten Frequenzkomponente mit nennenswerter Amplitude beträgt.
- Filtern Sie die Eingabe, um die Bandbreite auf Frequenzen unterhalb der Nyquist-Frequenz zu verringern.
- Ermitteln und ignorieren Sie die rückgefalteten Frequenzen.

Wenn Sie glauben, daß rückgefaltete Frequenzen in Ihrer FFT enthalten sind, wählen Sie den Quellkanal aus, und verändern Sie die Horizontalskala, um die Abtastrate zu erhöhen. Da Sie mit der Abtastrate auch die Nyquist-Frequenz erhöhen, sollten die rückgefalteten Signale mit ihrer eigentlichen Frequenz angezeigt werden.

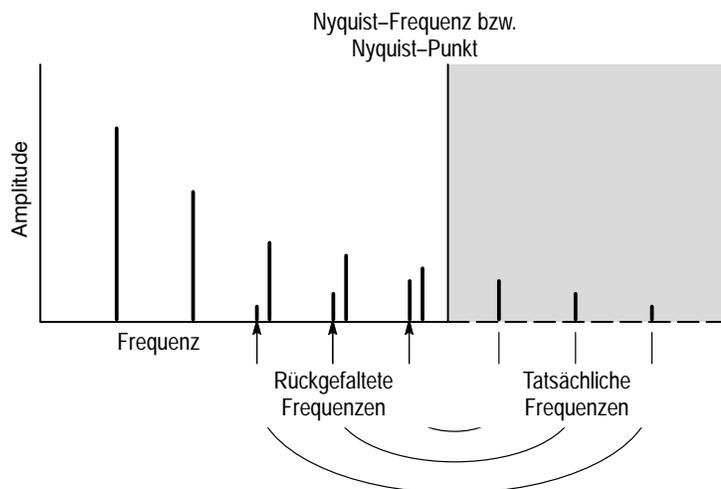


Abbildung 3-92: Wie rückgefaltete Frequenzen in einer FFT angezeigt werden

Überlegungen zur Phasenanzeige

Wenn Sie eine durch FFT errechnete Kurvenform so einstellen, daß der Phasenwinkel der enthaltenen Frequenzen angezeigt wird, sollten Sie den Bezugspunkt beachten, im Vergleich zu dem die Phase gemessen wird. Außerdem kann eine Phasenunterdrückung erforderlich sein, um das Rauschen in Ihren FFTs zu verringern.

Establish a Zero Phase Reference Point. Die Phase jeder Frequenz wird relativ zum Nullphasen-Bezugspunkt gemessen. Dieser Bezugspunkt ist der Punkt in der Mitte der FFT-Kurvenform, entspricht aber mehreren Punkten des Quellsignals (Zeitbereichsaufzeichnung). (Siehe Abbildung 3-90 auf Seite 3-180.)

Um die Phase relativ zu den meisten Quellsignalen zu messen, brauchen Sie nur die positive Spitze um den Nullphasenpunkt zu zentrieren. (Zentrieren Sie zum Beispiel den positiven Halbzyklus einer Sinuskurve oder eines Rechtecksignals um den Nullphasenpunkt.) Gehen Sie wie folgt vor:

- Vergewissern Sie sich zunächst, daß im Menü More die FFT-Kurvenform ausgewählt ist. Stellen Sie dann die horizontale Position im Menü Horizontal auf 50% ein. Dadurch wird der Nullphasenpunkt in der horizontalen Bildschirmmitte positioniert.
- Verändern Sie im Menü Horizontal den Triggerpunkt so weit, daß die positive Spitze des Quellsignals in der horizontalen Bildschirmmitte positioniert wird. Wahlweise können Sie den Triggerpegel (Drehknopf) verändern, um die positive Spitze in die Bildschirmmitte zu bringen, wenn das Phasen-Bezugssignal über ausreichend langsame Flanken verfügt.

Wenn Sie Impulse prüfen und Phasenbestimmen wollen, richten Sie die Impulseingabe am Null-Bezugspunkt der FFT-Zeitbereichskurvenform aus:

- Stellen Sie für alle Aufzeichnungslängen mit weniger als 15.000 Punkten die Triggerposition sowie die horizontale Position auf 50% ein.
- Stellen Sie bei einer Aufzeichnungslänge von 100.000 Punkten (nur bei Modellen TDS 500 B und 700A mit Zusatzausstattung 1M) die Triggerposition auf 5% ein. Verschieben Sie mit dem Drehknopf für die horizontale Position den Trigger T auf die mittlere horizontale Rasterlinie.
- Verwenden Sie weder die Aufzeichnungslänge mit 15.000 Punkten (alle Modelle) noch, sofern das Oszilloskop entsprechend ausgerüstet ist, eine der Aufzeichnungslängen mit 30.000, 75.000 oder 130.000 Punkten für die Impulsprüfung mit FFTs. Bei diesen Aufzeichnungslängen ist die Ausrichtung des Nullphasenpunktes für Phasenmessungen sehr schwierig.
- Triggern Sie auf den Eingangsimpuls.

Adjust Phase Suppression. Das Quellsignal enthält möglicherweise eine Rauschkomponente mit Phasenwinkeln, die sich im Bereich zwischen $-\pi$ und π beliebig verändern. Dieses Rauschen kann die Phasenanzeige unbrauchbar machen. In diesem Fall sollten Sie mit Hilfe der Phasenunterdrückung das Rauschen beschränken.

Sie geben den Phasenunterdrückungspegel in dB relativ zu $1 V_{RMS}$ an. Wenn die Amplitude der Frequenz diesen Schwellenwert überschreitet, wird der Phasenwinkel angezeigt. Andernfalls wird der Phasenwinkel auf Null gesetzt und als null Grad oder Teile Bogenmaß angezeigt. (Der Signalbezugsanzeiger an der linken Rasterseite zeigt den Pegel an, an dem bei Phasen-FFTs die Phase null beträgt.)

Es ist einfacher, den erforderlichen Phasenunterdrückungspegel zu bestimmen, wenn Sie zunächst eine *Frequenz-FFT* aus einem Quellsignal erzeugen und dann eine *Phasen-FFT* aus demselben Quellsignal. Gehen Sie wie folgt vor, um mit einer Cursormessung den Phasenunterdrückungspegel zu bestimmen:

1. Führen Sie die Schritte 1 bis 7 unter *Erzeugen einer FFT* ab Seite 3–173 durch. Wählen Sie **dBV RMS** (side) für den Menüpunkt **Set FFT Vert Scale to** (side) aus.
2. Drücken Sie **CURSOR → Mode** (main) → **Independent** (side) → **Function** (main) → **H Bars** (side). Richten Sie den ausgewählten Cursor mit dem Mehrzweckknopf so aus, daß die Amplitudenspitzen von Frequenzen, die für Sie von Interesse sind, sich oberhalb des Cursors befinden, andere Amplituden jedoch vollständig unterhalb des Cursors.
3. Lesen Sie den Pegel in dB vom Readout @: ab. Verwenden Sie diesen Pegel in Schritt 5.
4. Drücken Sie **MORE** (main) → **Change Waveform Definition menu** (side). **Press Set FFT Vert Scale to** (side), um entweder **Phase (rad)** oder **Phase (deg)** auszuwählen.
5. Drücken Sie **Suppress Phase at Amplitudes** (side). Stellen Sie die Phasenunterdrückung mit dem Mehrzweckknopf auf den Wert ein, den Sie mit dem Horizontalcursor ermittelt haben. Verändern Sie nicht die Fensterauswahl, da die ermittelten Ergebnisse ansonsten ungültig werden.

FFT-Fenster

Um zu erfahren, wie sie die Anzeige der FFT-Daten optimieren können, lesen Sie die Absätze über die FFT-Fenster, bevor Sie die FFT-Kurvenform berechnen. Wenn Sie die FFT-Fenstertechnik verstehen, können Sie die Anzeigemöglichkeiten besser ausnutzen.

Windowing Process. Das Oszilloskop multipliziert die FFT–Zeitbereichsaufzeichnung mit einem der vier FFT–Fenster, bevor es die Daten in die FFT–Funktion eingibt. In Abbildung 3–93 ist die Verarbeitung der Zeitbereichsaufzeichnung dargestellt.

Ein FFT–Fenster verhält sich wie ein Bandpaßfilter zwischen der FFT–Zeitbereichsaufzeichnung und der FFT–Frequenzbereichsaufzeichnung. Die Form des Fensters regelt die Fähigkeit der FFT, die Frequenzen aufzulösen (voneinander zu trennen) und die Amplitude dieser Frequenzen exakt zu messen.

Selecting a Window. Sie können ein Fenster auswählen, um eine bessere Frequenzauflösung bei geringerer Meßgenauigkeit der Amplituden in der FFT, eine bessere Meßgenauigkeit bei geringerer Frequenzauflösung oder einen Kompromiß aus beiden zu erreichen. Sie können zwischen diesen vier Fenstern wählen: Rechteckig, Hamming, Hanning und Blackman-Harris.

In Schritt 8 (Seite 3–174) unter *Erzeugen einer FFT* sind die vier Fensterarten in der Reihenfolge ihrer Fähigkeit, Frequenzen aufzulösen, im Vergleich zu ihrer Fähigkeit, die Amplitude dieser Frequenzen exakt zu messen, aufgeführt. Die Aufstellung zeigt, daß sich diese beiden Fähigkeiten umgekehrt proportional zueinander verhalten. Im allgemeinen sollten Sie also ein Fenster auswählen, daß gerade zwischen den zu messenden Frequenzen unterscheiden kann. Auf diese Weise erreichen Sie eine größtmögliche Meßgenauigkeit und geringste Fehlerwahrscheinlichkeit bei ausreichender Frequenzauflösung.

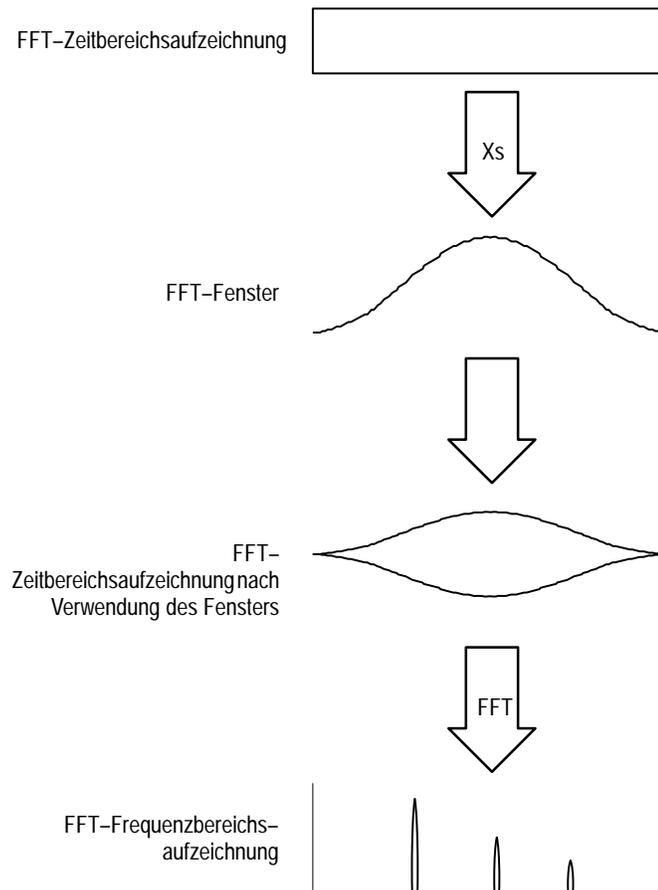


Abbildung 3-93: Ein Fensters wird über die FFT-Zeitbereichsaufzeichnung gelegt

Sie können das am besten geeignete Fenster häufig durch Ausprobieren ermitteln, indem Sie zunächst das Fenster mit der größten Frequenzauflösung (Rechteck-Fenster) verwenden und dann Schritt für Schritt die anderen Fenster bis zu dem mit der geringsten Auflösung (Blackman-Harris), bis die Frequenzen miteinander verschmelzen. Verwenden Sie schließlich das Fenster vor dem, bei dem die Frequenzen verschmelzen, als besten Kompromiß zwischen Auflösung und Meßgenauigkeit.

HINWEIS. Wenn die Frequenzen beim Hanning-Fenster verschmelzen, probieren Sie das Hamming-Fenster aus, bevor Sie sich für das Rechteck-Fenster entscheiden. Je nachdem, wie groß der Abstand der zu messenden Frequenzen zur Grundfrequenz ist, kann das Hamming-Fenster manchmal Frequenzen besser auflösen als das Hanning-Fenster.

Window Characteristics. Wenn Sie überlegen, welches Fenster Sie verwenden möchten, sollten Sie untersuchen, wie sehr die einzelnen Fenster die Daten des FFT–Zeitbereichs verändern. In Abbildung 3–94 sind die einzelnen Fenster mit Bandpaß–Eigenschaften, Bandbreite und höchster Nebenkeule aufgelistet. Beachten Sie die folgenden Eigenschaften:

- Je schmaler die Mittelkeule eines Fenster ist, um so besser kann es Frequenzen auflösen.
- Je flacher die Keulen neben der Mittelkeule eines Fensters sind, desto größer ist die Meßgenauigkeit für die Amplitude der Frequenz, die bei der FFT mit diesem Fenster gemessen wird.
- Schmale Keulen erhöhen die Frequenzauflösung, da sie schärfer trennen. Geringe Nebenkeulenamplituden erhöhen die Genauigkeit, da sie Lecks vermindern.

Fehlmessungen treten auf, wenn die Zeitbereichskurvenform, die als Eingabe in die FFT–Funktion dient, eine nicht ganzzahlige Anzahl von Signalzyklen enthält. Da in diesen Aufzeichnungen Bruchteile von Zyklen enthalten sind, entstehen an den Enden der Aufzeichnung Diskontinuitäten. Diese Diskontinuitäten führen dazu, daß Energie von jeder einzelnen diskreten Frequenz auf angrenzende Frequenzen “schwappt”. Die Folge ist ein Amplitudenfehler bei der Messung dieser Frequenzen.

Das Rechteck–Fenster verändert die Punkte der Signalaufzeichnung nicht. Es bietet im allgemeinen die beste Frequenzauflösung, da es in der FFT–Ausgabe zur schmalsten Keulenbreite führt. Wenn die gemessenen Zeitbereichsaufzeichnungen ausschließlich über eine ganzzahlige Anzahl von Zyklen verfügen, brauchen Sie nur dieses Fenster zu verwenden.

Die Fensterarten Hamming, Hanning und Blackman-Harris sind alle mehr oder weniger glockenförmig, ihre Signalaufzeichnungen zu den Enden hin verjüngt. Die Fensterarten Hanning und Blackman/Harris verjüngen die Daten zum Ende hin bis auf Null und sind daher in der Regel am besten geeignet, um die erwähnten Fehlmessungen zu beseitigen.

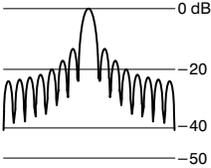
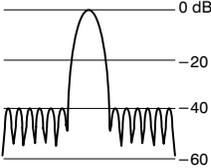
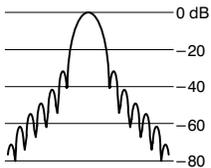
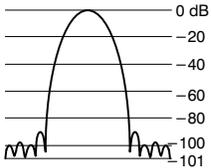
FFT-Fensterart	Bandpaßfilter	-3 dB Bandbreite	Höchste Nebenkeule
 Rechteck-Fenster		0.89	-13 dB
 Hamming-Fenster		1.28	-43 dB
 Hanning-Fenster		1.28	-32 dB
 Blackman-Harris-Fenster		1.28	-94 dB

Abbildung 3-94: FFT-Fenster und Bandpaß-Eigenschaften

Wenn Sie ein glockenförmiges Fenster verwenden, achten Sie darauf, daß sich die interessantesten Teile des Signals in der Zeitbereichsaufzeichnung im mittleren Fensterbereich befinden, so daß die Verjüngung nicht zu schwerwiegenden Fehlern führt.

Differenzieren von Signalen

Zu den DSP-Fähigkeiten TDS Oscilloscope des TDS-Oszilloskops zählt auch das *Differenzieren von Signalen*. Dies gibt Ihnen die Möglichkeit, sich eine Ableitung der Kurvenform anzeigen zu lassen, die die augenblickliche Steigung des erfaßten Signals anzeigt. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie das Oszilloskop für die Anzeige und Messung von abgeleiteten Kurvenformen einstellen.

Abgeleitete Kurvenformen werden bei der Messung der Slewrates von Verstärkern und zu Bildungszwecken verwendet. Sie können eine abgeleitete Kurvenform anzeigen, im internen Speicher speichern und dann als Quelle für eine andere abgeleitete Kurvenform verwenden. Das Ergebnis ist die zweite Ableitung des Signals, die ursprünglich differenziert wurde.

Die errechnete Kurvenform, die vom abgetasteten Signal abgeleitet wird, wird anhand der folgenden Gleichung berechnet:

$$Y_n = (X_{(n+1)} - X_n) \frac{1}{T}$$

Dabei gilt: X ist das Quellsignal

Y ist die abgeleitete Kurvenform

T ist die Zeit zwischen den Abtastungen

Da es sich bei der sich ergebenden Kurvenform um eine Ableitung handelt, ist die Vertikalskala in Volt/Sekunde ausgedrückt (die Horizontalskala in Sekunden). Das Quellsignal wird über die gesamte Aufzeichnungslänge differenziert. Daher entspricht die Aufzeichnungslänge der Ableitung der des Quellsignals.

Erzeugen einer Ableitung eines Signals

So erhalten sie die Ableitung eines Signals:

1. Koppeln Sie das Signal an den gewünschten Eingangskanal, und wählen Sie den Kanal aus.
2. Stellen Sie die Vertikal- und die Horizontalskala ein, und triggern Sie die Anzeige (oder drücken Sie **AUTOSET**).
3. Drücken Sie **MORE** → **Math1**, **Math2** oder **Math3** (main) → **Change Math Definition** (side) → **Single Wfm Math** (main). (Siehe Abbildung 3-95).
4. Drücken Sie **Set Single Source to** (side). Drücken Sie dieselbe Taste mehrmals (oder drehen Sie am Mehrzweckknopf), bis der in Schritt 1 ausgewählte Kanal im Menü angezeigt wird.
5. Drücken Sie **Set Function to** (side). Drücken Sie dieselbe Taste mehrmals (oder drehen Sie am Mehrzweckknopf), bis **diff** im Menü angezeigt wird.
6. Drücken Sie **OK Create Math Wfm** (side), um die Ableitung des in Schritt 1 angegebenen Signals anzeigen zu lassen.

Nun sollte die abgeleitete Kurvenform auf dem Bildschirm angezeigt werden. Verändern Sie bei Bedarf die Größe und Position des Signals mit den Drehknöpfen **VERTICAL-SCALE** und **VERTICAL-POSITION**.

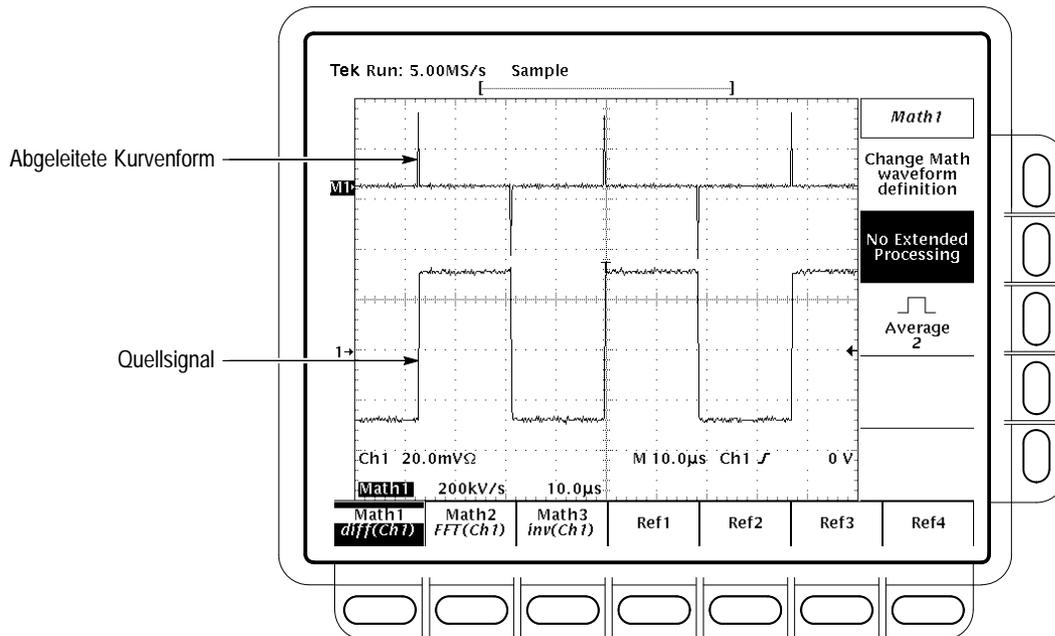


Abbildung 3-95: Abgeleitete Kurvenform

Automatische Messungen

Wenn die abgeleitete Kurvenform angezeigt wird, können Sie mit der automatischen Messung verschiedene Parametermessungen durchführen. Gehen Sie wie folgt vor, um automatische Messungen des Signals anzuzeigen:

1. Vergewissern Sie sich, daß bei den Kanalauswahltasten **MORE** und im Hauptmenü **More** die abgeleitete Kurvenform ausgewählt ist.
2. Drücken Sie **MEASURE** → **Select Measmnt** (main).
3. Wählen Sie im Seitenmenü bis zu vier Messungen aus. (Siehe Abbildung 3-95.)

Cursormessungen

Sie können abgeleitete Kurvenformen auch mit Cursors messen. Gehen Sie, wie unter *Vornehmen von Cursormessungen* auf Seite 3-196 beschrieben, vor. Beachten Sie dabei, daß Amplitudenmessungen bei einer abgeleiteten Kurvenform in Volt pro Sekunde, nicht in Voltsekunden wie bei der dabei gemessenen integrierten Kurvenform, ausgedrückt werden.

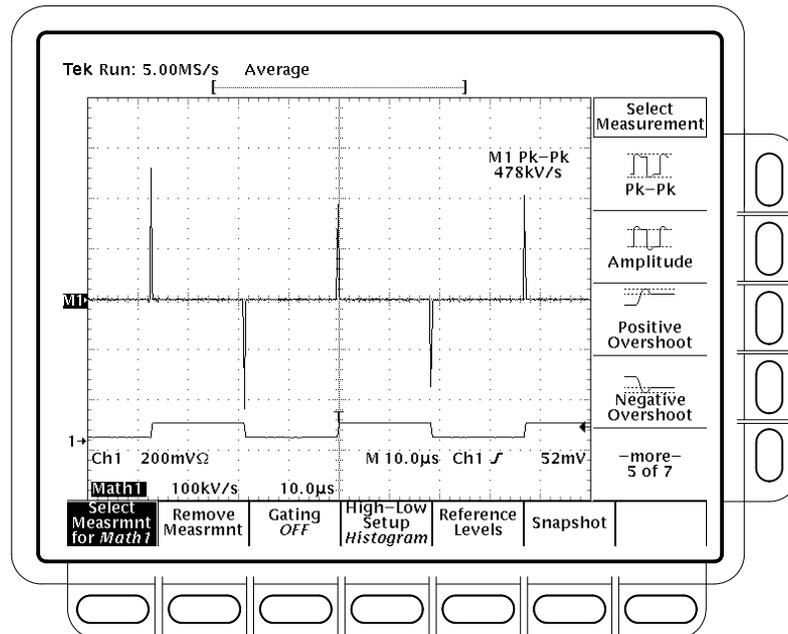


Abbildung 3-96: Spitze-Spitze-Amplitudenmessung bei einer abgeleiteten Kurvenform

Offset, Position und Skala

Die Einstellungen für Offset, Skala und Position haben Einfluß auf die sich ergebende Kurvenform. Beachten Sie die folgenden Hinweise, um eine gute Anzeige zu erhalten:

- Sie sollten das Quellsignal so skalieren und positionieren, daß es vollständig auf dem Bildschirm angezeigt wird. (Signale außerhalb des Bildschirmbereichs könnten abgeschnitten sein, was zu einer fehlerhaften Ableitung führen kann.)
- Passen Sie die vertikale Position und den vertikalen Offset des *Quellsignals* an. Die vertikale Position und der vertikale Offset haben nur Einfluß auf die abgeleitete Kurvenform, wenn Sie das Quellsignal so positionieren, daß Teile des Signals abgeschnitten sind.
- Wenn Sie das Quellsignal mit dem Drehknopf Vertical Scale skalieren, beachten Sie, daß auch die abgeleitete Kurvenform skaliert wird.

Da das Oszilloskop das Quellsignal skaliert, bevor es dieses Signal differenziert, kann die abgeleitete Kurvenform zu groß für den Bildschirmbereich sein — selbst wenn das Quellsignal sich nur über wenige Bildschirmteile erstreckt. Verringern Sie die Größe der Kurvenform auf dem Bildschirm mit der Zoom-Funktion (siehe den folgenden Abschnitt *Verwenden des Zooms*). Falls jedoch die Kurvenform vor dem Zoomen abgeschnitten ist, wird sie das auch nach dem Zoomen sein.

Wenn es sich bei der Kurvenform um einen engen, differenzierten Impuls handelt, kann es sein, daß sie auf dem Bildschirm nicht abgeschnitten zu sein scheint. Sie können feststellen, ob die abgeleitete Kurvenform abgeschnitten ist, indem Sie sie mit dem Zoom horizontal strecken, damit der abgeschnittene Teil angezeigt wird. Außerdem zeigt die automatische Messung Spitze–Spitze eine entsprechende Fehlermeldung an, wenn sie eingeschaltet ist (siehe *Automatischn Messungen* auf Seite 3–192).

Wenn die abgeleitete Kurvenform abgeschnitten ist, versuchen Sie, diesen Zustand mit einer der folgenden Verfahrensweisen zu beseitigen:

- Verringern Sie die Größe des Quellsignals auf dem Bildschirm. (Wählen Sie den Quellkanal aus, und drehen Sie am Drehknopf **VERTICAL–SCALE**.)
- Strecken Sie das Signal horizontal. (Wählen Sie den Quellkanal aus, und vergrößern Sie die Horizontalskala mit dem Drehknopf **HORIZONTAL–SCALE**.) Wenn Sie zum Beispiel das in Abbildung 3–95 auf Seite 3–192 dargestellte Signal so anzeigen lassen, daß die ansteigenden und abfallenden Flanken sich über mehr horizontale Skalenteile erstrecken, verringert sich die Amplitude der abgeleiteten Kurvenform.

Welches Verfahren Sie auch anwenden, achten Sie stets darauf, daß die Zoom–Funktion ausgeschaltet und der Zoomfaktor zurückgesetzt ist (siehe nachfolgenden Abschnitt *Verwenden des Zooms*).

Verwenden des Zooms

Sobald die abgeleitete Kurvenform optimal angezeigt wird, können Sie sie horizontal und vertikal vergrößern (oder verkleinern), um ein beliebiges Merkmal zu untersuchen. Vergewissern Sie sich jedoch, daß die abgeleitete Kurvenform ausgewählt ist. (Drücken Sie **MORE**, und wählen Sie im Menü More die abgeleitete Kurvenform aus. Passen Sie die Größe der Kurvenform mit den Drehknöpfen **VERTICAL–** und **HORIZONTAL–SCALE** an.)

Wenn Sie sich den Zoomfaktor (2X, 5X usw.) anzeigen lassen möchten, müssen Sie den Zoom einschalten. Drücken Sie **ZOOM → ON** (side). Der vertikale und der horizontale Zoomfaktor werden angezeigt.

Unabhängig davon, ob der Zoom ein– oder ausgeschaltet ist, können Sie **Reset Zoom Factors** (side) drücken, um die gezoomte abgeleitete Kurvenform auf keine Vergrößerung einzustellen.

Integrieren von Signalen

Zu den DSP-Fähigkeiten des TDS-Oszilloskops zählt außerdem das *Integrieren von Signalen*. Das gibt Ihnen die Möglichkeit, eine integrierte Kurvenform des erfaßten Signals anzeigen zu lassen. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie das Oszilloskop für die Anzeige und Messung von integrierten Kurvenformen einstellen.

Integrierte Kurvenformen werden für die folgenden Anwendungsgebiete verwendet:

- Leistungs- und Energiemessungen, z. B. in Schaltnetzteilen
- Charakterisierung mechanischer Wandler, etwa bei der Integration der Ausgabe eines Beschleunigungsmessers, um Geschwindigkeit zu erhalten

Die integrierte Kurvenform, die vom abgetasteten Signal hergeleitet wird, wird anhand der folgenden Gleichung berechnet:

$$y(n) = Skala \sum_{i=1}^n \frac{x(i) + x(i-1)}{2} T$$

Dabei gilt: $x(i)$ ist das Quellsignal

$y(n)$ ist ein Punkt in der integrierten Kurvenform

Skala ist der Ausgabeskalenfaktor

T ist die Zeit zwischen den Abtastungen

Da es sich bei der sich ergebenden Kurvenform um eine integrierte Kurvenform handelt, ist die Vertikalskala in Voltsekunden (die Horizontalskala in Sekunden) ausgedrückt. Das Quellsignal wird über die gesamte Aufzeichnungslänge integriert. Daher entspricht die Aufzeichnungslänge der integrierten Kurvenform der des Quellsignals.

Erzeugen einer integrierten Kurvenform

Um eine integrierte Kurvenform zu erhalten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Koppeln Sie das Signal an den gewünschten Eingangskanal, und wählen Sie diesen Kanal aus.
2. Stellen Sie die Vertikal- und die Horizontalskala ein, und triggern Sie die Anzeige (oder drücken Sie **AUTOSET**).
3. Drücken Sie **MORE** → **Math1**, **Math2** oder **Math3** (main) → **Change Math waveform definition** (side) → **Single Wfm Math** (main).

4. Drücken Sie **Set Single Source to** (side). Drücken Sie dieselbe Taste so oft, bis der in Schritt 1 ausgewählte Kanal in dem Menü angezeigt wird.
5. Drücken Sie **Set Function to** (side). Drücken Sie dieselbe Taste so oft, bis **intg** im Menü angezeigt wird.
6. Drücken Sie **OK Create Math Waveform** (side), um die integrierte Kurvenform zu berechnen.

Nun sollte die integrierte Kurvenform auf dem Bildschirm angezeigt werden. Siehe Abbildung 3–97. Stellen Sie bei Bedarf die Größe und Position der Kurvenform mit den Drehknöpfen Vertical **SCALE** und Vertical **POSITION** ein.

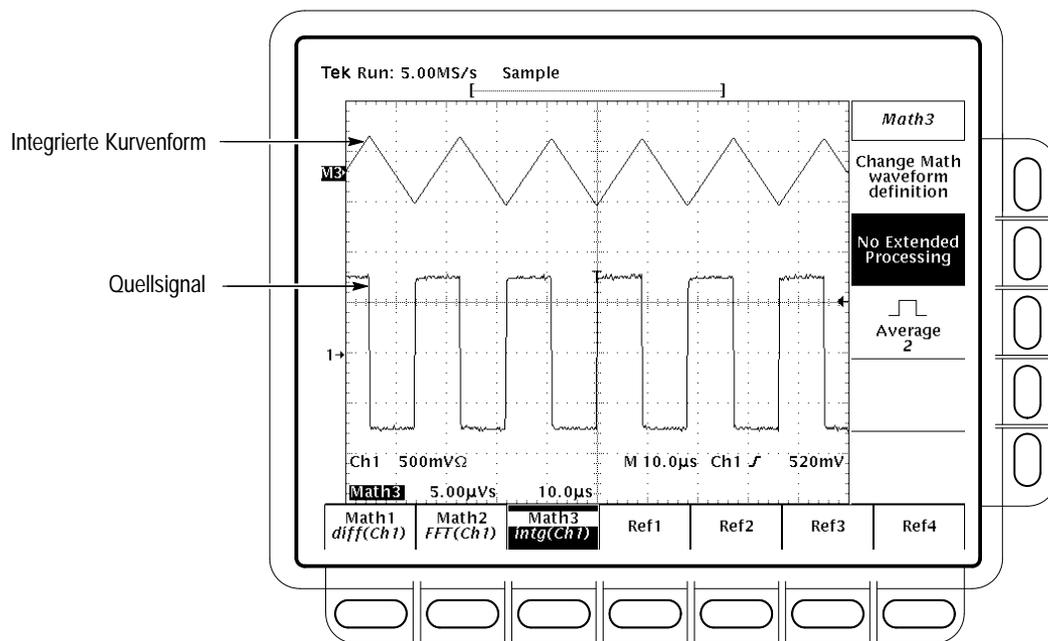


Abbildung 3–97: Integrierte Kurvenform

Cursormessungen

Sobald die integrierte Kurvenform angezeigt wird, können Sie die Spannung relativ zur Zeit mit Cursors messen.

1. Vergewissern Sie sich, daß bei den Kanalauswahltasten **MORE** und im Hauptmenü **More** die integrierte Kurvenform ausgewählt ist.
2. Drücken Sie **CURSOR → Mode** (main) → **Independent** (side) → **Function** (main) → **H Bars** (side).

3. Richten Sie den ausgewählten Cursor (durchgezogene Linie) mit dem Mehrzweckknopf am oberen (oder einem anderen beliebigen) Amplitudenpegel aus.
4. Drücken Sie **SELECT**, um den anderen Cursor auszuwählen.
5. Richten Sie diesen Cursor mit dem Mehrzweckknopf am unteren (oder einem anderen beliebigen) Amplitudenpegel aus.
6. Lesen Sie die integrierte Spannung relativ zur Zeit zwischen den Cursors vom Readout **Δ**: ab (in Voltsekunden). Lesen Sie die integrierte Spannung relativ zur Zeit zwischen dem ausgewählten Cursor und dem Bezugsanzeiger der errechneten Kurvenform vom Readout **@**: ab. (Siehe Abbildung 3–98.)

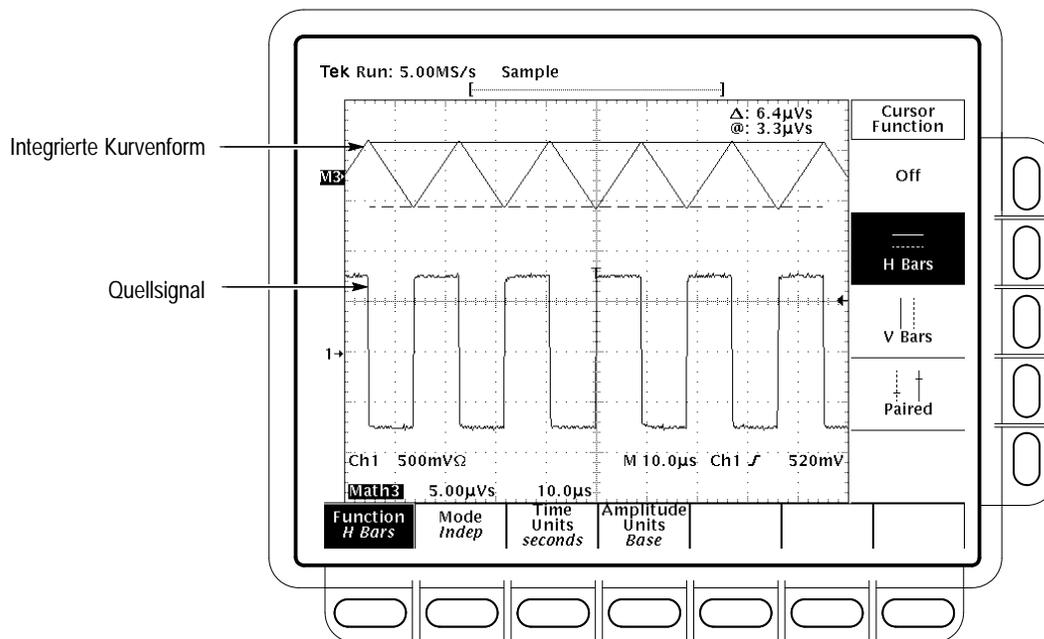


Abbildung 3–98: Horizontalcursor messen eine integrierte Kurvenform

7. Drücken Sie **Function** (main) → **V Bars** (side). Richten Sie mit dem Mehrzweckknopf einen der beiden Vertikalcursor an einem Punkt entlang der Horizontalachse der Kurvenform aus, den Sie untersuchen möchten.
8. Drücken Sie **SELECT**, um den anderen Cursor auszuwählen.
9. Richten Sie diesen Cursor an einem anderen interessanten Punkt der Kurvenform aus.

10. Lesen Sie den Zeitunterschied zwischen den Cursors vom Readout **Δ**: ab.
Lesen Sie den Zeitunterschied zwischen dem ausgewählten Cursor und dem Triggerpunkt für das *Quellsignal* vom Readout **@**: ab.
11. Drücken Sie **Function** (main) → **Paired** (side).
12. Gehen Sie entsprechend vor, um die langen vertikalen Linien jedes paarweisen Cursors an denjenigen Punkten entlang der Horizontalachse zu positionieren, die Sie untersuchen möchten.
13. Lesen Sie die folgenden Werte von den Cursor-Readouts ab:
 - Lesen Sie die integrierte Spannung relativ zur Zeit zwischen den beiden *X* der paarweisen Cursor vom Readout **Δ**: ab (in Voltsekunden).
 - Lesen Sie die integrierte Spannung relativ zur Zeit zwischen dem *X* des ausgewählten Cursors und dem Bezugsanzeiger der errechneten Kurvenform vom Readout **@**: ab.
 - Lesen Sie den Zeitunterschied zwischen den *langen* vertikalen Linien der paarweisen Cursor vom Readout **Δ**: ab.

Automatische Messungen

Sie können auch automatische Messungen für die Messung von integrierten Kurvenformen verwenden. Gehen Sie vor, wie es unter *Automatische Messungen* auf Seite 3–192 beschrieben ist. Beachten Sie dabei, daß Messungen der integrierten Kurvenform jedoch in Voltsekunden und nicht in Volt pro Sekunde ausgedrückt werden.

Offset, Position und Skala

Wenn Sie eine integrierte Kurvenform aus tatsächlich eingehenden Signalen erzeugen, beachten Sie die folgenden Hinweise. Beachten Sie außerdem die folgenden Anforderungen, um eine gute Anzeige zu erhalten:

- Sie sollten das Quellsignal so skalieren und positionieren, daß es vollständig auf dem Bildschirm angezeigt wird. (Signale außerhalb des Bildschirmbereichs könnten abgeschnitten sein, was zu einer fehlerhaften integrierten Kurvenform führt.)
- Positionieren Sie das Quellsignal mit den Drehknöpfen für die vertikale Position und den vertikalen Offset. Die vertikale Position und der vertikale Offset haben nur dann Einfluß auf die integrierte Kurvenform, wenn das Quellsignal so positioniert wird, daß Teile abgeschnitten sind.
- Beachten Sie bei der Verwendung des Drehknopfs für die Vertikalskala zur Skalierung des Quellsignals, daß auch die integrierte Kurvenform skaliert wird.

Gleichstrom-Offset

Quellsignale, die Sie an das Oszilloskop koppeln, verfügen häufig über eine Gleichstrom-Offsetkomponente. Das Oszilloskop integriert diesen Offset gemeinsam mit den über die Zeit veränderlichen Teilen des Signals. Ein Offset von wenigen Skalenteilen im Quellsignal kann bereits bewirken, daß die integrierte Kurvenform abgeschnitten wird, vor allem bei großen Aufzeichnungslängen.

Dies können Sie verhindern, wenn Sie eine kürzere Aufzeichnungslänge auswählen. (Drücken Sie **HORIZONTAL MENU** → **Record Length** (main).) Eine Verringerung der Abtastrate (mit Hilfe des Drehknopfs **HORIZONTAL SCALE**) für den ausgewählten Quellkanal kann dies ebenfalls verhindern. Außerdem können Sie für das *Quellsignal* die Wechselstromkopplung (**AC coupling**) auswählen oder das Signal auf andere Weise filtern, bevor Sie es an das Oszilloskop koppeln.

Verwenden des Zooms

Wenn die Kurvenform optimal angezeigt wird, können Sie sie vertikal und horizontal vergrößern (oder verkleinern) und jedes beliebige Merkmal untersuchen. Vergewissern Sie sich jedoch, daß die integrierte Kurvenform ausgewählt ist. (Drücken Sie **MORE**, und wählen Sie im Hauptmenü **More** die integrierte Kurvenform aus. Passen Sie anschließend die Größe der Kurvenform mit den Drehknöpfen **VERTICAL-** und **HORIZONTAL-SCALE** an.)

Wenn Sie den Zoomfaktor (2X, 5X usw.) anzeigen lassen möchten, müssen Sie den Zoom einschalten. Drücken Sie **ZOOM** → **On** (side). Der vertikale und der horizontale Zoomfaktor werden auf dem Bildschirm angezeigt.

Unabhängig davon, ob der Zoom ein- oder ausgeschaltet ist, können Sie **Reset Zoom Factors** (side) drücken, um die gezoomte integrierte Kurvenform auf keine Vergrößerung einzustellen.

Anhang

Anhang A: Optionen und Zubehör

In diesem Anhang werden die verschiedenen Optionen sowie das standardmäßige und optionale Zubehör für das TDS-Oszilloskop beschrieben.

Optionen

Die in Tabelle A-1 aufgeführten Optionen sind von Tektronix erhältlich:

Tabelle A-1: Optionen

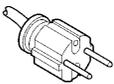
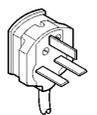
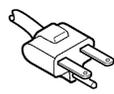
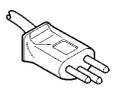
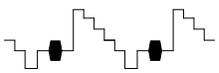
	Option #	Etikett	Beschreibung
	A1	Europäisches Universal-netzkabel	220 V, 50 Hz Netzkabel
	A2	Europäisches Universal-netzkabel	240 V, 50 Hz Netzkabel
	A3	Australisches Netzkabel	240 V, 50 Hz Netzkabel
	A4	Nordamerikanisches Netzkabel	240 V, 60 Hz Netzkabel
	A5	Schweizer Netzkabel	220 V, 50 Hz Netzkabel
	05	Videotrigger	Das Oszilloskop ist mit Tools ausgestattet, mit denen Ereignisse untersucht werden können, die auftreten, wenn ein Videosignal einen horizontalen oder vertikalen Synchronimpuls verursacht. Mit diesen Tools können NTSC-, PAL-, SECAM- und hochdefinierte TV-Signale untersucht werden.
	1F	Diskettenlaufwerk	3,5-Zoll-, 1.44-MByte-Laufwerk (nur für). (Diese Option ist nur für die Modelle TDS 500B, TDS 620B & TDS 680B erhältlich.)

Tabelle A-1: Optionen (Forts.)

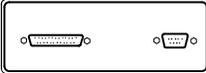
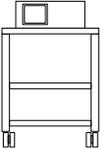
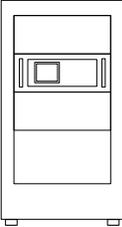
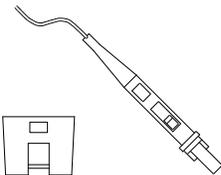
	Option #	Etikett	Beschreibung
	1G	1 G sek./Probe max.	Limitieren der Probenrate auf 1 GS/s maximal. Diese Option erlaubt den Vertrieb in exportkontrollierten Ländern. (Diese Option ist nur für die o.g. Modelle TDX 540B und TDS 744A erhältlich.)
	13	RS-232/Centronics Hardcopy-Schnittstellenports	RS-232-C und Centronics Schnittstellenports. (Diese Option ist nur für die Modelle TDS 500B, TDS 620B und TDS 680B erhältlich.)
	1K	Oszilloskopwagen	K420 Oszilloskopwagen. Mit diesem Wagen wird das Oszilloskop durch die Labors transportiert.
	1M	130,000 Aufzeichnungslänge	Sie erweitern die Aufzeichnungslänge von 50.000 Standard wie folgt: TDS 520B & 724A: Auf 250.000 Proben auf einem Kanal und 130.000 auf zwei Kanälen. TDS 540B, 744A & 784A: Auf 500.000 Proben auf einem Kanal, 250.000 auf zwei Kanälen und 130.000 Proben auf drei oder vier Kanälen. (Diese Option ist nur für die o.g. Modelle erhältlich.)
	1R	Rahmeneinbau	Das Oszilloskop ist für den Einbau in einen 19-Zoll-Rahmen konfiguriert. Zum Umbau als Feldgerät ist Bausatz Nr. 016-1136-00 erforderlich.
	20	Stromastkopf TCP 202 + Kalibriergerät	Stromastkopf/Kalibriergerät (Diese Option ist nur für die Modelle TDS 500B und TDS 700A erhältlich.)

Tabelle A-1: Optionen (Forts.)

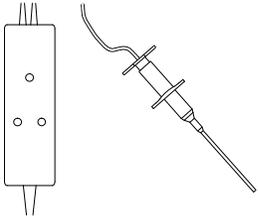
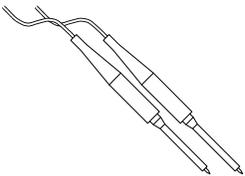
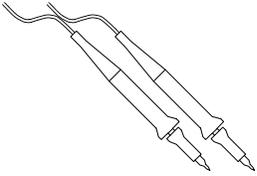
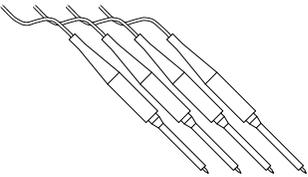
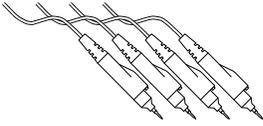
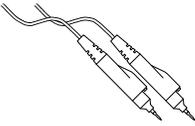
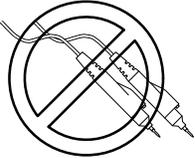
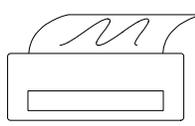
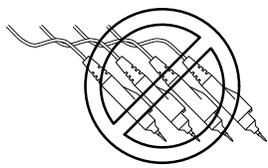
	Option #	Etikett	Beschreibung
	21	Stromtastkopf TCP 202 + Kalibriergerät und HS-Differentialtastkopf	Stromtastkopf/Kalibriergerät und HS-Differentialtastkopf (Diese Option ist nur für die Modelle TDS 500B und TDS 700A erhältlich.)
	22	zwei passive Tastköpfe	zwei passive Tastköpfe (500 MHz) P6139A (Diese Option ist nur für die Modelle TDS 520B und TDS 724A lieferbar.)
	23	zwei aktive Tastköpfe	zwei zusätzliche 1 GHz P6243 aktive Tastköpfe
	24	vier passive Tastköpfe	vier passive Tastköpfe (500 MHz) P6139A (Diese Option ist nur für das Modell TDS 784A lieferbar.)
	26	vier aktive Tastköpfe	vier aktive Tastköpfe (nur Tastkopf: 1,5 GHz) P6245 (Diese Option ist nur für das Modell TDS 784A lieferbar.)
	27	zwei aktive Tastköpfe	zwei aktive Tastköpfe (nur Tastkopf: 1,5 GHz) P6245 (Diese Option ist nur für das Modell TDS 680B erhältlich.)
	28	Differential-Vorverstärker ADA 400A	Differential-Vorverstärker, schaltbare Verstärkung (Diese Option ist nur für die Modelle TDS 500B und TDS 700A erhältlich.)

Tabelle A-1: Optionen (Forts.)

	Option #	Etikett	Beschreibung
	2D	zwei aktive Tastköpfe	Oszilloskop ohne die zwei standardmäßigen Tastköpfe (Diese Option trifft nur auf die Modelle TDS 520B, TDS 620B und TDS 724A zu.)
FFT, INTG, DIFF	2F	erweiterte DSP-Arithmetik	erweiterte DSP-Arithmetikfunktionen wie FFT, Integration und Differentiation. (Diese Option ist nur für die Modelle TDS 500B, TDS 620B und TDS 680B erhältlich.)
	3I und 3P	Farbdrucker	Tektronix Phaser 140, 360 dpi, Tintenstrahlfarbdrucker. Option 3I ist für den Einsatz bei 220 V und Option 3P bei 110 V konzipiert.
	4D (TDS 644B)	vier aktive Tastköpfe (TDS 644B)	Oszilloskop ohne die vier standardmäßigen aktiven Tastköpfe P6243 (Nur bei dem Modell TDS 644B.)

Standardzubehör

Das in Tabelle A–2 enthaltene Zubehör gehört zur Standardausstattung des Oszilloskops.

Tabelle A–2: Standardzubehör

Zubehör	Teilenummer
Benutzerhandbuch	070-9383-XX
Programmierhandbuch	070-9385-XX
Referenzhandbuch	070-9382-XX
Leistungsbestätigung	070-9384-XX
Tastköpfe: TDS 744A: vier passive Tastköpfe P6139A 10X, 500 MHz TDS 724A: zwei Tastköpfe P6139A 10X, 500 MHz TDS 644B: vier Tastköpfe P6243 TDS 620B: zwei Tastköpfe P6243 TDS 540B: vier passive Tastköpfe P6139A 10X, 500 MHz TDS 520B: zwei passive Tastköpfe P6139A 10X, 500 MHz TDS 680B, TDS 684B, TDS 784A: keine standardmäßigen Tastköpfe	P6139A P6139A P6243 P6243 P6139A P6139A
Frontabdeckung:	200-3696-00
Zubehörtasche (TDS 644B, TDS 684B, TDS 700A)	016-1268-00
US-Netzkabel	161-0230-01

Sonderzubehör

Außerdem ist das in Tabelle A–3 aufgelistete Sonderzubehör lieferbar.

Tabelle A–3: Sonderzubehör

Zubehör	Teilenummer
Wartungshandbuch	070-9386-XX
Plotter (GPIB- und Centronics-Standard)	HC100
Oszilloskopwagen	K420
Rahmenmontagebausatz (zum Umbau für Vor-Ort-Einsatz)	016-1236-00
Zubehörtasche (TDS 500B, TDS 620B, TDS 680B)	016-1268-00
Weiche Tragetasche	016-0909-01
Transportkasten	016-1135-00
GPIB-Kabel (1 m)	012-0991-01

Tabelle A-3: Sonderzubehör (Forts.)

Zubehör	Teilenummer
GPIB-Kabel (2 m)	012-0991-00
Centronics-Kabel	012-1250-00
RS-232-Kabel	012-1298-00

Tastköpfe

Die folgenden, als Sonderzubehör erhältlichen Tastköpfe werden für den Einsatz mit dem Oszilloskop empfohlen:

- P6245 aktiver, digitaler Hochgeschwindigkeits-Spannungstastkopf. FET, DC bis 1,5 GHz, Eingang 50 Ω
- P6243 aktiver, digitaler Hochgeschwindigkeits-Spannungstastkopf. FET, DC bis 1,5 GHz, Eingang 50 Ω
- P6101B 1X, passiver Tastkopf, 15 MHz
- P6156 10X, passiver kapazitätsarmer (Z_0 -impedanzarmer) Tastkopf, 3,5 GHz. Bietet mit Option 25 einen Faktor von 100X
- P6139A 10X, passiver Tastkopf, 500 MHz
- P6009 passiver Hochspannungstastkopf, 100 X, 1500 V Gleichstrom + Spitzenwechselstrom
- P6015A passiver Hochspannungstastkopf, 1000 X, 20 kV Gleichstrom + Spitzenwechselstrom (40 kV Spitze unter 100 ms)
- P6217 aktiver, digitaler Hochgeschwindigkeits-Spannungstastkopf. FET, DC bis 4 GHz, DC-Offset, Eingang 50 Ω. Gemeinsamer Einsatz mit dem TekProbe Netzteil 1103 ermöglicht Offset-Steuerung.
- P6204 aktiver, digitaler Hochgeschwindigkeits-Spannungstastkopf. FET, DC bis 1 GHz, DC-Offset, Eingang 50 Ω. Gemeinsamer Einsatz mit dem TekProbe Netzteil 1103 ermöglicht Offset-Steuerung.
- P6563AS passiver SMD-Tastkopf, 20X, 500 MHz
- P5205 Hochspannungs-Differentialtastkopf, 1 kV, DC bis 100 MHz
- P6046 aktiver Differentialtastkopf, 1X/10X, DC bis 100 MHz, Eingang 50 Ω
- AM 503S – DC/AC-Stromtastkopfsystem, AC/DC, für Stromtastkopf A6302
- AM 503S Option 03: DC/AC-Stromtastkopfsystem, AC/DC, für Stromtastkopf A6302

- TCP 202 Stromastkopf, DC bis 100 MHz
- P6021 AC–Stromastkopf, 120 Hz bis 60 MHz
- P6022 AC–Stromastkopf, 935 kHz bis 120 MHz
- CT–1 Stromastkopf – für permanente bzw. teilweise permanente Schaltkreissintegration, 25 kHz bis 1 GHz, Eingang 50 Ω
- CT–2 Stromastkopf – für permanente bzw. teilweise permanente Schaltkreissintegration, 1,2 kHz bis 200 MHz, Eingang 50 Ω
- CT–4 Stromtransformator – für den Einsatz mit AM 503S (A6302) und P6021. Spitzenimpuls 1 kA. Bei Einsatz mit AM 503S (A6302) 0,5 Hz bis 20 MHz.
- P6701A optoelektronischer Umsetzer, 500 bis 950 nm, DC bis 850 MHz, 1 V/mW
- P6703A optoelektronischer Umsetzer, 1100 bis 1700 nm, DC bis 1 GHz, 1 V/mW
- P6711 optoelektronischer Umsetzer, 500 bis 950 nm, DC bis 250 MHz, 5 V/mW
- P6713 optoelektronischer Umsetzer, 1100 bis 1700 nm, DC bis 300 MHz, 5 V/mW

Optionale Software

Optionale Software

Die in Tabelle A–4 aufgelisteten optionalen Produkte sind Tektronix–Softwareprogramme für das Oszilloskop.

Tabelle A–4: Optionale Software

Software	Teilenummer
Wavewriter: AWG und Signalerstellung	S3FT400
LabWindows	S3FG910
Telecommunication Package and i–Pattern Software	TTiP

Gewährleistungshinweise Die vollständige Gewährleistung für dieses Produkt und die o.g. Produkte ist auf der ersten Seite des Handbuchs enthalten.

Servicevereinbarungen Die folgenden Tektronix–Servicevereinbarungen können innerhalb der Gewährleistungsfrist dieses Produktes abgeschlossen werden:

- REPXXXX: Reparaturdienst für ein Jahr nach Ablauf der Gewährleistungsfrist, kann jährlich (maximal drei Jahre) erneuert werden.
- CALXXXX: Kalibrierungsdienst für ein Jahr, kann jährlich (maximal fünf Jahre) erneuert werden.

Anhang B: Algorithmen

Das TDS-Oszilloskop kann 25 automatische Messungen durchführen. Im folgenden Abschnitt wird erläutert, wie diese Berechnungen durchgeführt werden, um Ihnen einen besseren Einblick in die Verwendung des Oszilloskops und die Interpretation der Ergebnisse zu vermitteln.

Meßvariablen

Bei der Durchführung der Berechnungen setzt das Oszilloskop eine Reihe von verschiedenen Variablen ein, u.a.:

High, Low

High ist der Wert, der z.B. bei Messungen der Abfallzeit und Anstiegszeit als 100% verwendet wird. Beispiel: Wird eine Anstiegszeit zwischen 10% und 90% gefordert, kalkuliert das Oszilloskop 10% und 90% als Prozentualwerte, wobei *High* 100% entspricht.

Low ist der Wert, der z.B. bei Messungen der Abfallzeit und Anstiegszeit als 0% verwendet wird.

Die genaue Bedeutung der Größen *High* und *Low* hängt davon ab, welche der zwei Berechnungsmethoden, *Min-max* oder *Histogram*, des Menüpunkts **High-Low Setup** im Measure-Menü gewählt wird.

Min-Max-Methode — definiert die Signalpegel 0% und 100% als die niedrigste (negativste) und die höchste (positivste) Amplitudenabtastung. Die Min-Max-Methode eignet sich besonders zur Messung von Frequenz, Breite und Periode vieler Signalarten. Diese Methode reagiert jedoch auf Signalnachschwingungen und -spitzen, und somit sind Messungen von Anstiegszeit, Abfallzeit, Über- und Unterschwingen nicht immer genau.

Mit der Min-Max-Methode werden die Höchst- (High) und Tiefstwerte (Low) wie folgt berechnet:

$$High = Max$$

und

$$Low = Min$$

Histogramm-Methode — versucht, die höchste Dichte der Punkte oberhalb und unterhalb des Signalmittelpunktes zu finden. Bei der Festlegung der Pegel 0% und 100% werden mit dieser Methode Signalnachschwingungen und -spitzen ignoriert. Sie eignet sich besonders zur Messung von Rechteck- und Impulssignalen.

Die Werte *High* und *Low* werden wie folgt berechnet:

1. Das Oszilloskop erstellt ein Histogramm der Aufzeichnung, wobei für jeden Digitalpegel ein Bereich (insgesamt 256) vorhanden ist.
2. Das Histogramm wird am Mittelpunkt zwischen *Min* und *Max* (auch *Mid* genannt) in zwei Abschnitte unterteilt.
3. Der Pegel, der die meisten Punkte im oberen Histogramm aufweist, wird als *High* (oberer Wert) und der Pegel, der die meisten Punkte im unteren Histogramm aufweist, als *Low* (unterer Wert) bezeichnet. (Die Pegel sollten entsprechend der hohen und niedrigen Histogramm-Spitzenwerte gewählt werden.)

Wenn *Mid* (Mitte) den größten Spitzenwert im oberen bzw. unteren Histogramm ergibt, sollte der *Mid*-Wert für *High* und *Low* zurückgeleitet werden (hierbei handelt es sich wahrscheinlich um ein Signal mit einer sehr niedrigen Amplitude).

Wenn der Maximalwert in mehr als einem Histogramm-pegel (Bereich) enthalten ist, sollte der am weitesten von *Mid* entfernte Bereich gewählt werden.

Bei Zweipegelsignalen mit Überschwüngen von mehr als ca. 100% eignet sich dieser Algorithmus nicht besonders gut.

High Ref, Mid Ref, Low Ref, Mid2 Ref

Mit der Option **Reference Level** des Meßmenüs stellt der Anwender die verschiedenen Bezugspegel ein, u.a.:

HighRef — der obere Bezugspegel des Signals. Dieser Pegel wird für die Berechnung von Abfall- und Anstiegszeit verwendet und ist gewöhnlich auf 90% eingestellt. Er kann auf einen Wert zwischen 0% und 100% oder auf einen Spannungswert eingestellt werden.

MidRef — der mittlere Bezugspegel des Signals. Dieser Pegel ist gewöhnlich auf 50% eingestellt und kann auf einen Wert zwischen 0% und 100% oder auf einen Spannungswert eingestellt werden.

LowRef — der untere Bezugspegel des Signals. Dieser Pegel wird für die Berechnung von Abfall- und Anstiegszeit verwendet und ist gewöhnlich auf 10% eingestellt. Er kann auf einen Wert zwischen 0% und 100% oder auf einen Spannungswert eingestellt werden.

Mid2Ref — der mittlere Bezugspegel eines zweiten Signals (oder der zweite mittlere Bezugspegel desselben Signals). Dieser Pegel wird für die Berechnung der Verzögerungszeit verwendet und ist gewöhnlich auf 50% eingestellt. Er kann auf einen Wert zwischen 0% und 100% oder auf einen Spannungswert eingestellt werden.

Weitere Variablen

Das Oszilloskop führt eine eigenständige Messung mehrerer Werte durch, die zur Berechnung von Meßwerten erforderlich sind.

Aufzeichnungslänge — ist die Anzahl der Datenpunkte in der Zeitbasis und wird mit dem Element **Record Length** des Horizontalmenüs eingestellt.

Start — ist die Stelle, an der die Meßzone beginnt (X-Wert). Sofern keine Messungen mit eingeschränkter Aufzeichnungslänge durchgeführt werden, ist diese Stelle 0,0 bei solchen Messungen e die Position des linken vertikalen Cursors.

End — ist die Stelle, an der die Meßzone endet (X-Wert). Sofern keine Messungen mit eingeschränkter Aufzeichnungslänge durchgeführt werden, ist diese Stelle ($RecordLength - 1.0$). Bei solchen Messungen ist diese Stelle die Position des rechten vertikalen Cursors.

Hysteresis — Der Hysteresebereich beträgt 10% der Signalamplitude und wird in den Berechnungen von $MCross1$, $MCross2$ und $MCross3$ eingesetzt.

Beispiel: Nachdem ein Durchgang in einer negativen Richtung gemessen wurde, müssen die Signaldaten vom *MidRef*-Punkt aus unter 10% der Amplitude abfallen, bevor das Meßsystem eine Triggersperre aktiviert und für einen positiven Durchgang bereit ist. Ähnlich müssen die Signaldaten nach einem Durchgang durch den *MidRef*-Punktes auf über 10% der Amplitude ansteigen, bevor ein negativer Durchgang gemessen werden kann. Die Hysterese ist besonders bei der Messung von fremdspannungsbehafteten Signalen nützlich, weil das Oszilloskop kleinere Signalabweichungen ignorieren kann.

MCross-Berechnungen

MCross1, MCross2, and MCross3 — beziehen sich jeweils auf die erste, zweite und dritte Durchgangszeit des *MidRef*-Punktes (siehe Abbildung B-1).

Bei diesen Variablen spielt die Polarität der Durchgänge keine Rolle. Die Durchgänge ändern ihre Polarität jedoch, d.h. $MCross1$ kann einen positiven oder negativen Durchgang darstellen. Wenn $MCross1$ positiv ist, ist $MCross2$ negativ.

Das Oszilloskop kalkuliert diese Werte wie folgt:

1. Zuerst stellt es in der Signalaufzeichnung bzw. im Gatterzonenbereich den ersten Durchgang *MidRefCrossing* fest. Dieser Punkt ist $MCross1$.
2. Ausgehend von $MCross1$ stellt es in der Signalaufzeichnung (bzw. im Gatterzonenbereich) der nächste Durchgang *MidRefCrossing* mit entgegengesetzter Polarität fest. Dieser Punkt ist $MCross2$.
3. Ausgehend von $MCross2$ sucht es in der Signalaufzeichnung (bzw. im Gatterzonenbereich) den nächsten Durchgang *MidRefCrossing* mit derselben Polarität wie $MCross1$. Dieser Punkt ist $MCross3$.

MCross1Polarity — ist die Polarität des ersten Durchgangs (keine Vorgabe) und kann steigend oder fallend sein.

StartCycle — ist die Startzeit von Zyklusmessungen im Gleitkommaformat mit Werten zwischen 0,0 und $(RecordLength - 1,0)$.

$$StartCycle = MCross1$$

EndCycle — ist die Endzeit der Zyklusmessungen im Gleitkommaformat mit Werten zwischen 0,0 und $(RecordLength - 1,0)$.

$$EndCycle = MCross3$$

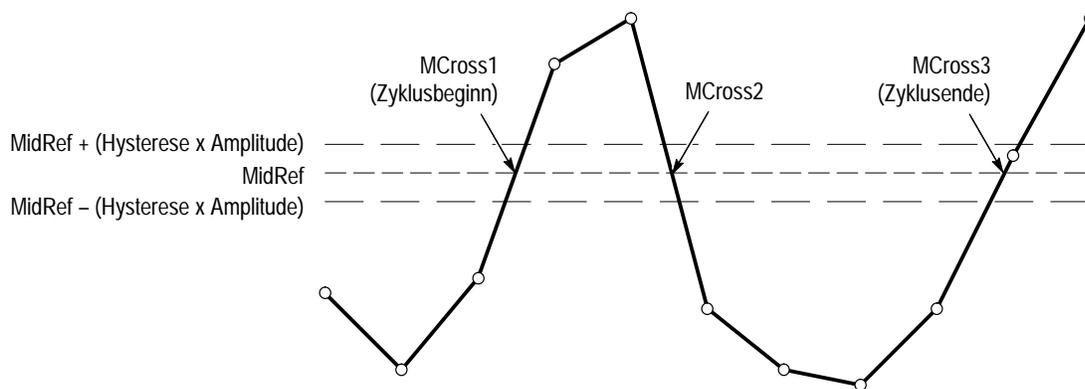


Abbildung B-1: MCross-Berechnungen

Waveform[<0.0 ... RecordLength-1.0>] — enthält die erfaßten Daten.

TPOS — ist die Position des Abtastpunktes direkt vor dem Triggerpunkt (der zeitliche Nullbezugspunkt), d.h. der Bereichsbezugspunkt. Dieser Punkt entspricht der Stelle, an der die Zeit = 0 ist.

TSOFF — ist der Offset zwischen *TPOS* und dem tatsächlichen Triggerpunkt, d.h. das Offset des Triggerabtastpunktes. Der Wertebereich liegt zwischen 0,0 und 1,0 Aufzeichnungslängen und wird vom Gerät bestimmt, wenn es eine Triggerung empfängt. Der tatsächliche Nullbezugspunkt (Trigger) in der Meßaufzeichnung liegt bei $(TPOS+TSOFF)$.

Meßalgorithmen

Die automatischen Messungen werden wie folgt definiert und kalkuliert:

Amplitude $Amplitude = High - Low$



Area (Bereich)

Der arithmetische Bereich eines Signals. Dabei ist zu beachten, daß ein Signal nicht unbedingt einem Zyklus entspricht. Bei zyklischen Daten ist u.U. der Zyklusbereich dem arithmetischen Bereich vorzuziehen.



wenn $Start = End$, dann Rückleitung des (interpolierten) $Start$ -Wertes.

Anderenfalls

$$Area = \int_{Start}^{End} Waveform(t) dt$$

Nähere Einzelheiten zum Integrationsalgorithmus finden Sie auf Seite B-12.

**Cycle Area
(Zyklusbereich)**

Amplituden- (Spannungs-) Messung. Der Bereich eines Signalzyklus. Bei nichtzyklischen Daten ist u.U. die Bereichsmessung vorzuziehen.



wenn $StartCycle = EndCycle$, dann Rückleitung des (interpolierten) Wertes $StartCycle$.

$$CycleMean = \int_{StartCycle}^{EndCycle} Waveform(t) dt$$

Nähere Einzelheiten zum Integrationsalgorithmus finden Sie auf Seite B-12.

**Burst Width (Breite des
Burstsignals)**

Zeitmessung. Die Dauer eines Burstsignals.



1. Das Gerät sucht $MCross1$ am Signal. Dieser Punkt ist $MCrossStart$.
2. Anschließend sucht es die letzte Überkreuzung $MCross$ (die Suche verläuft von $EndCycle$ ausgehend in Richtung $StartCycle$). Dieser Punkt ist $MCrossStop$ und kann einen anderen Wert als $MCross1$ haben.
3. Die Breite des Burstsignals wird wie folgt errechnet: $BurstWidth = MCrossStop - MCrossStart$

**Cycle Mean
(Zyklusmittelwert)**



Amplituden- (Spannungs-) Messung. Der Mittelwert eines Signalzyklus. Bei nichtzyklischen Daten ist u.U. die Mittelwertmessung vorzuziehen.

wenn $StartCycle = EndCycle$, dann Rückleitung des (interpolierten) $StartCycle$ -Wertes.

$$CycleMean = \frac{\int_{StartCycle}^{EndCycle} Waveform(t) dt}{(EndCycle - StartCycle) \times SampleInterval}$$

Nähere Einzelheiten zum Integrationsalgorithmus finden Sie auf Seite B-12.

**Cycle RMS
(Zyklus-Effektivwert)**

Die tatsächliche Effektivspannung eines Zyklus.

wenn $StartCycle = EndCycle$, dann $CycleRMS = Waveform[Start]$.

Anderenfalls

$$CycleRMS = \sqrt{\frac{\int_{StartCycle}^{EndCycle} (Waveform(t))^2 dt}{(EndCycle - StartCycle) \times SampleInterval}}$$

Nähere Einzelheiten zum Integrationsalgorithmus finden Sie auf Seite B-12.

Delay (Verzögerung)



Zeitmessung. Die Zeit zwischen den Überkreuzungen $MidRef$ und $Mid2Ref$ zweier verschiedener Abtastspuren oder zweier verschiedener Punkte einer Abtastspur.

Bei Verzögerungsmessungen handelt es sich um eine Reihe von Messungen. Um einen bestimmten Verzögerungswert zu messen, müssen die Polarität der Ziel- und der Bezugsüberkreuzung und die Bezugsrichtung der Suche angegeben werden.

$Delay$ = die Zeit zwischen einer $MidRef$ -Überkreuzung am Quellsignal und der $Mid2Ref$ -Überkreuzung am zweiten Signal.

Die Verzögerung kann in der Momentaufnahme nicht angezeigt werden.

Fall Time (Abfallzeit)



Zeitmessung. Die von der abfallenden Flanke eines Impulses für den Abfall von einem $HighRef$ -Wert (Vorgabe = 90%) auf einen $LowRef$ -Wert (Vorgabe = 10%) erforderliche Zeit.

In Abbildung B-2 ist eine abfallende Flanke mit den zwei zur Berechnung einer Abfallzeitmessung erforderlichen Überkreuzungen dargestellt.

1. Das Gerät sucht von *Start* bis *End* nach dem ersten Abtastpunkt im Meßbereich, der größer als *HighRef* ist.
2. Von diesem Punkt aus wird die Suche nach der ersten (negativen) Überkreuzung von *HighRef* fortgesetzt. Die Zeit dieser Überkreuzung ist *THF* (und wird ggf. durch lineare Interpolation errechnet).
3. Von *THF* aus wird die Suche nach einer Überkreuzung von *LowRef* fortgesetzt. Wenn weitere *HighRef*-Überkreuzungen gefunden werden, wird *THF* aktualisiert. Wenn eine *LowRef*-Überkreuzung gefunden wird, wird diese *TLF* (und wird ggf. durch lineare Interpolation errechnet).
4. $\text{FallTime} = \text{TLF} - \text{THF}$

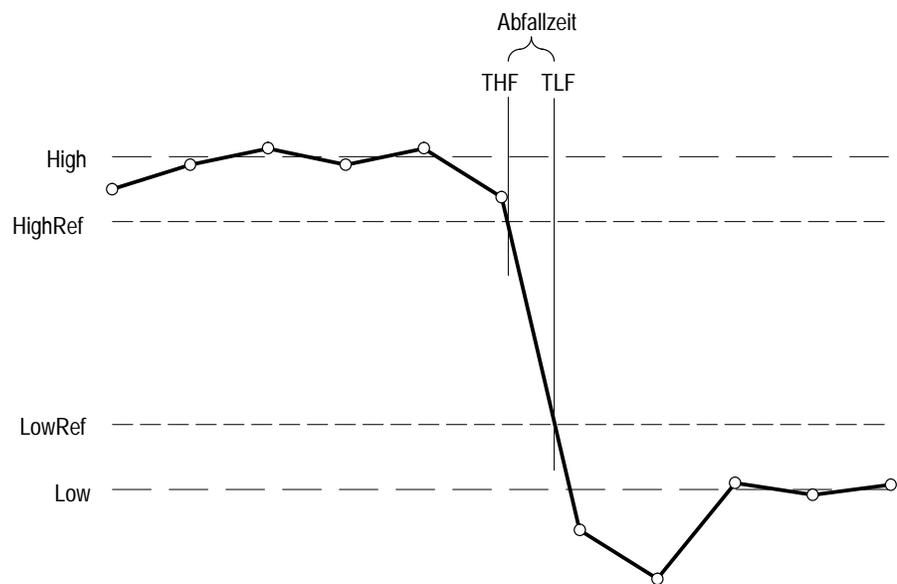


Abbildung B-2: Abfallzeit

Frequency (Frequenz)



Zeitmessung. Der Kehrwert der Periode und gemessen in Hertz (Hz), wobei gilt: 1 Hz = 1 Zyklus pro Sekunde.

wenn $\text{Period} = 0$ oder ungültig, wird ein Fehler gemeldet.

$$\text{Frequency} = 1/\text{Period}$$

High (oberer Bezugswert)



100%iger (höchster) Spannungsbezugswert (siehe *High, Low*, Seite B-1).

Min-Max-Meßmethode:

$$High = Max$$

Low (unterer Bezugswert)



0%iger (unterster) Spannungsbezugswert (siehe *High, Low*, Seite B-1).

Min-Max-Meßmethode:

$$Low = Min$$

Maximum



Amplituden- (Spannungs-) Messung. Die Maximalspannung, generell die positivste Spitzenspannung.

Untersuchung aller *Waveform[]*-Abtastpunkte von *Start* bis *End* und Einstellung von *Max* auf den größten vorhandenen *Waveform[]*-Wert.

Mean (Mittelwert)



Der arithmetische Mittelwert eines Signals. Es ist zu beachten, daß ein Signal nicht unbedingt einem Zyklus entspricht. Bei zyklischen Daten ist u.U. der Zyklusmittelwert dem arithmetischen Mittelwert vorzuziehen.

wenn *Start = End* dann Rückleitung des (interpolierten) *Start*-Wertes.

Anderenfalls gilt:

$$Mean = \frac{\int_{Start}^{End} Waveform(t) dt}{(End - Start) \times SampleInterval}$$

Nähere Einzelheiten zum Integrationsalgorithmus finden Sie auf Seite B-12.

Minimum



Amplituden- (Spannungs-) Messung. Die Minimalspannung, generell die negativste Spitzenspannung.

Untersuchung aller *Waveform[]*-Abtastpunkte von *Start* bis *End* und Einstellung von *Min* auf den kleinsten vorhandenen *Waveform[]*-Wert.

Negative Duty Cycle (negatives Tastverhältnis)



Zeitmessung. Das Verhältnis zwischen der negativen Impulsbreite und der Signalperiode, ausgedrückt als Prozentualwert.

NegativeWidth ist weiter unten unter dem Begriff **Negative Width** definiert.

wenn *Period = 0* oder nicht definiert, wird ein Fehler gemeldet.

$$\text{NegativeDutyCycle} = \frac{\text{NegativeWidth}}{\text{Period}} \times 100\%$$

Negative Overshoot (negatives Überschwingen)



Amplituden- (Spannungs-) Messung.

$$\text{NegativeOvershoot} = \frac{\text{Low} - \text{Min}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

Beachten Sie bitte, daß dieser Wert nie negativ sein sollte (es sei denn, daß High bzw. Low außerhalb des gültigen Bereichs eingestellt sind).

Negative Width (negative Impulsbreite)



Zeitmessung. Der Abstand (Zeit) zwischen *MidRef*-Amplitudenpunkten (Vorgabe = 50%) eines negativen Impulses.

wenn *MCross1Polarity* = ‘-’

dann

$$\text{NegativeWidth} = (\text{MCross2} - \text{MCross1})$$

andere

$$\text{NegativeWidth} = (\text{MCross3} - \text{MCross2})$$

Peak to Peak (Spitze-Spitze)



Amplitudenmessung; die absolute Differenz zwischen der Maximal- und Minimalamplitude.

$$\text{PeaktoPeak} = \text{Max} - \text{Min}$$

Period (Periode)



Zeitmessung. Die für einen vollständigen Signalzyklus erforderliche Zeit, der Kehrwert der Frequenz, gemessen in Sekunden.

$$\text{Period} = \text{MCross3} - \text{MCross1}$$

Phase



Zeitmessung. Die Phasenverschiebung, ausgedrückt in Grad des Zielsignalzyklus, zwischen den *MidRef*-Überkreuzungen zweier verschiedener Signale. Die gemessenen Signale sollten dieselbe Frequenz haben, oder ein Signal sollte eine Oberschwingung des zweiten Signals sein.

Bei der Phasenmessung handelt es sich um eine Doppelsignalmessung, d.h. die Messung erfolgt von einem Zielsignal zu einem Bezugssignal. Um eine Phasenmessung durchzuführen, müssen die Ziel- und die Bezugsquelle angegeben werden.

Die Phase wird wie folgt errechnet:

1. Die erste *MidRefCrossing* (*MCross1Target*) und die dritte Überkreuzung (*MCross3*) des Quell- (Ziel-) Signals werden festgestellt.
2. Die Periode des Zielsignals wird errechnet (siehe *Period* im vorherigen Abschnitt).
3. Die erste Überkreuzung *MidRefCrossing* (*MCross1Ref*) des Bezugssignals in derselben Richtung (d.h. mit derselben Polarität) wie die Überkreuzung *MCross1Target* des Zielsignals wird festgestellt.
4. Die Phase wird wie folgt kalkuliert:

$$Phase = \frac{MCross1Ref - MCross1Target}{Period} \times 360$$

Wenn das Zielsignal dem Bezugssignal vorangeht, ist die Phase positiv; wenn es nachkommt, negativ.

Die Phasenmessung kann in der Momentaufnahme nicht angezeigt werden.

Positive Duty Cycle (positives Tastverhältnis)



Zeitmessung. Das Verhältnis der positiven Impulsbreite zur Signalperiode, ausgedrückt als Prozentualwert.

PositiveWidth ist weiter unten unter dem Begriff **Positive Width** definiert.

Wenn *Period* = 0 oder nicht definiert, wird ein Fehler gemeldet.

$$PositiveDutyCycle = \frac{PositiveWidth}{Period} \times 100\%$$

Positive Overshoot (positives Überschwingen)



Amplituden- (Spannungs-) Messung.

$$PositiveOvershoot = \frac{Max - High}{Amplitude} \times 100\%$$

Beachten Sie, daß dieser Wert nie negativ sein sollte.

Positive Width (positive Impulsbreite)

Zeitmessung. Der Abstand (Zeit) zwischen *MidRef*-Amplitudenpunkten (Vorgabe = 50%) eines positiven Impulses.

Wenn *MCross1Polarity* = '+'

dann

$$PositiveWidth = (MCross2 - MCross1)$$

andere

$$PositiveWidth = (MCross3 - MCross2)$$

Rise Time (Anstiegszeit)



Zeitmessung. Die von der steigenden Flanke eines Impulses für die Steigung von einem *LowRef*-Wert (Vorgabe = 10%) auf einen *HighRef*-Wert (Vorgabe = 90%) erforderliche Zeit.

In Abbildung ist eine steigende Flanke mit den zwei zur Berechnung einer Anstiegszeitmessung erforderlichen Überkreuzungen dargestellt.

1. Das Gerät sucht von *Start* bis *End* nach dem ersten Abtastpunkt im Meßbereich, der kleiner als *LowRef* ist.
2. Von diesem Punkt aus wird die Suche nach der ersten (positiven) Überkreuzung von *LowRef* fortgesetzt. Die Zeit dieser Überkreuzung ist *TLR* (und wird ggf. durch lineare Interpolation errechnet).
3. Von *TLR* aus wird die Suche nach einer Überkreuzung von *HighRef* fortgesetzt. Wenn weitere *LowRef*-Überkreuzungen gefunden werden, wird *TLR* aktualisiert. Wenn eine *HighRef*-Überkreuzung gefunden wird, wird diese *THR* (und wird ggf. durch lineare Interpolation errechnet).
4. $RiseTime = THR - TLR$

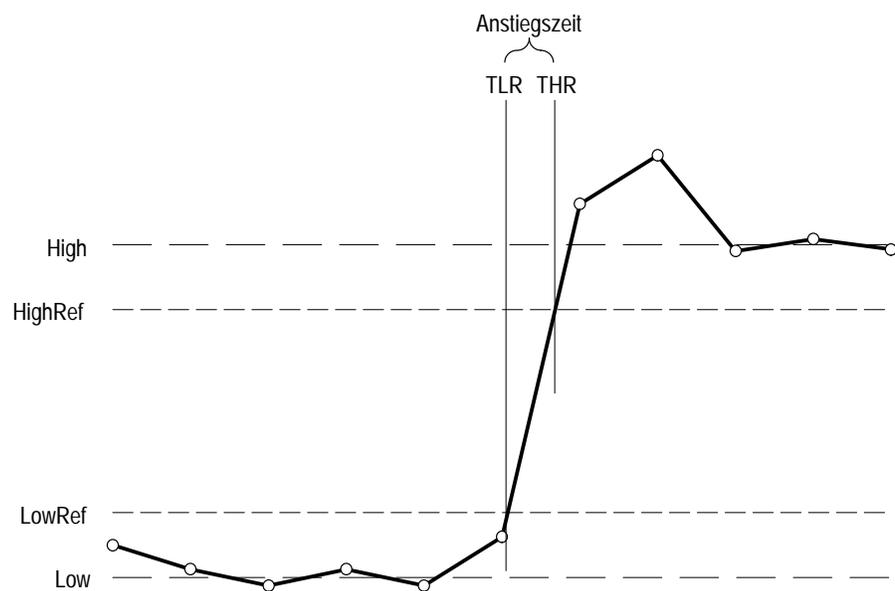


Abbildung B-3: Anstiegszeit

RMS (EFF): Amplituden– (Spannungs–) Messung. Die tatsächliche Effektivspannung.



Wenn $Start = End$ dann $RMS =$ der (interpolierte) Wert von $Waveform[Start]$.

Anderenfalls

$$RMS = \sqrt{\frac{\int_{Start}^{End} (Waveform(t))^2 dt}{(End - Start) \times SampleInterval}}$$

Nähere Einzelheiten zum Integrationsalgorithmus sind im folgenden Abschnitt erläutert.

Integrationsalgorithmus

Der vom Oszilloskop verwendete Algorithmus lautet:

$$\int_A^B W(t) dt \text{ wird angenähert durch } \int_A^B \hat{W}(t) dt \text{ wobei gilt:}$$

$W(t)$ ist das abgetastete Signal.

$\hat{W}(t)$ ist die aus der linearen Interpolation von $W(t)$ erhaltene kontinuierliche Funktion.

A und B sind Zahlen zwischen $0,0$ und $RecordLength-1,0$

Wenn A und B Ganzzahlen sind, dann gilt:

$$\int_A^B \hat{W}(t) dt = s \times \sum_{i=A}^{B-1} \frac{W(i) + W(i + 1)}{2}$$

wobei s das Abtastintervall ist.

Ähnlich gilt:

$$\int_A^B (W(t))^2 dt \text{ is approximated by } \int_A^B (\hat{W}(t))^2 dt \text{ where:}$$

$W(t)$ ist das abgetastete Signal.

$\hat{W}(t)$ ist die aus der linearen Interpolation von $W(t)$ erhaltene kontinuierliche Funktion.

A und B sind Zahlen zwischen $0,0$ und $RecordLength-1,0$

Wenn A und B Ganzzahlen sind, dann gilt:

$$\int_A^B (\hat{W}(t))^2 dt = s \times \sum_{i=A}^{B-1} \frac{(W(i))^2 + W(i) \times W(i+1) + (W(i+1))^2}{3}$$

wobei s das Abtastintervall ist.

Messungen an Hüllkurvensignalen

Da Hüllkurvensignale zahlreiche offensichtliche Überkreuzungen enthalten, müssen Zeitmessungen an dieser Art von Signal anders als bei anderen Signalen durchgeführt werden. Falls nicht anders angegeben, werden bei Hüllkurvensignalen, wie in den folgenden Schritten festgelegt, entweder die Minima oder die Maxima (jedoch nicht beide Größen) verwendet:

1. Abtasten des Signals von *Start* bis *End*, bis der Minimal- und der Maximal-Abtastpunkt den *MidRef*-Pegel *NICHT* überspannen.
2. Wenn das Punktepaar *MidRef* ist, werden die Minima, anderenfalls die Maxima verwendet.

Wenn alle Punktepaare *MidRef* überspannen, werden die Maxima verwendet (siehe Abbildung B-4).

Bei der Messung der Burstsinalbreite werden zur Festlegung der Überkreuzungen immer sowohl die Maxima als auch die Minima verwendet.

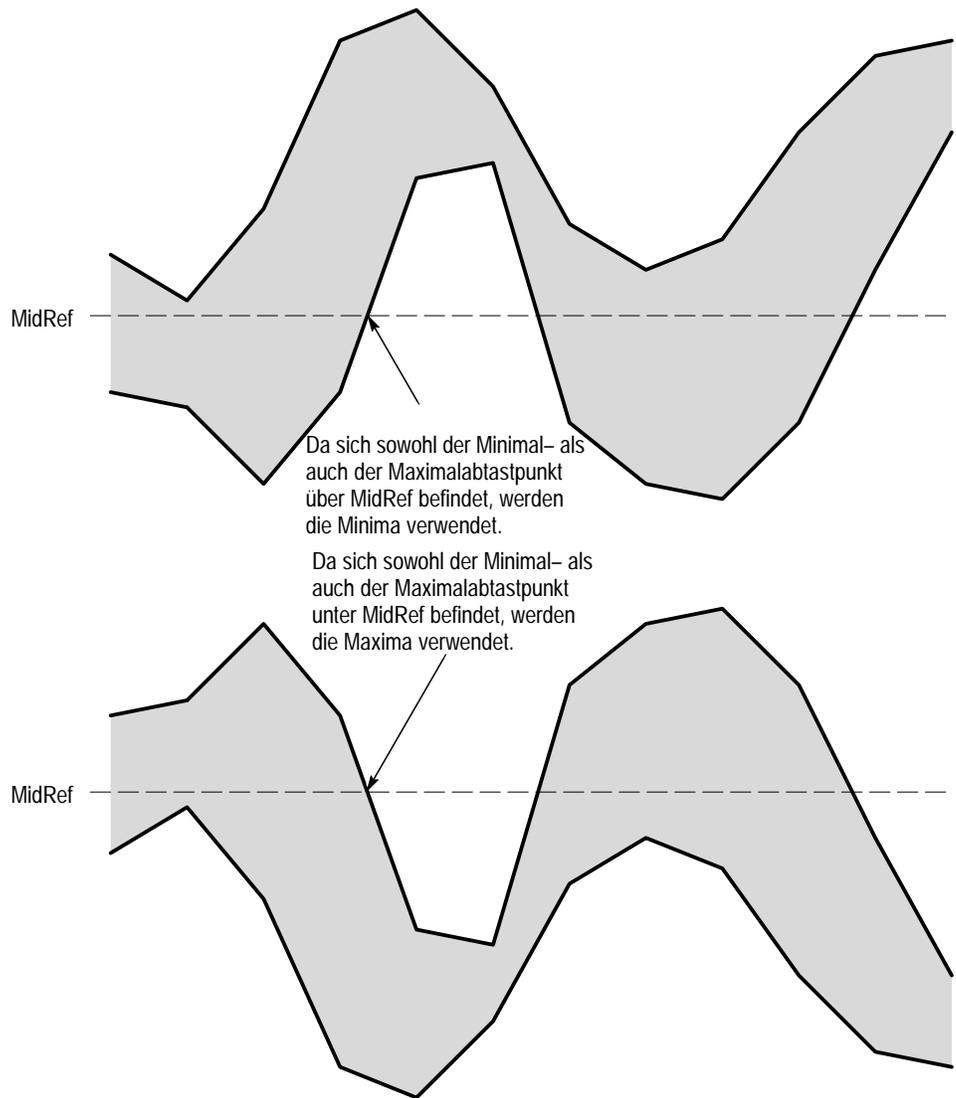


Abbildung B-4: Wahl der Minima bzw. Maxima für Hüllkurvenmessungen

Fehlende oder außerhalb des gültigen Bereichs liegende Abtastpunkte

Wenn einige Abtastpunkte des Signals fehlen oder außerhalb der gültigen Skala liegen, werden die Messungen zwischen bekannten Abtastpunkten linear interpoliert, um eine "entsprechende" Annäherung des Abtastwertes zu errechnen. Als Wert fehlender Abtastpunkte am Ende der Meßaufzeichnung wird der Wert des nächstgelegenen bekannten Abtastpunktes angenommen.

Wenn sich Abtastpunkte außerhalb des gültigen Bereichs befinden, wird während der Messung eine entsprechende Warnmeldung angezeigt (z.B. "CLIPPING"), wenn sich der Meßwert durch eine geringe Vergrößerung des Meßbereichs verändern könnte. Bei der Durchführung der Algorithmen wird angenommen, daß sich die Abtastpunkte von einem Übersteuerungszustand sofort erholen.

Beispiel: Wenn der *MidRef*-Pegel direkt eingestellt wird, würde er sich auch dann nicht verändern, wenn Abtastpunkte außerhalb des gültigen Bereichs liegen. Wurde der *MidRef*-Pegel jedoch im Meßmenü mit dem %-Element der Option **Set Levels in % Units** gewählt, wird u.U. eine "CLIPPING"-Warnmeldung ausgegeben.

***HINWEIS.** Wenn Messungen als Momentaufnahme angezeigt werden, sind Außerbereichs-Warnmeldungen NICHT verfügbar. Wenn jedoch die Gültigkeit eines Meßwertes in der Momentaufnahme bezweifelt wird, kann die jeweilige Messung separat angezeigt und auf eine Warnmeldung überprüft werden.*

Anhang C: Verpackung für den Versand

Das TDS–Oszilloskop sollte zum Versand in seinem Originalkarton mit dem Originalverpackungsmaterial verpackt werden. Sind diese nicht mehr verfügbar, muß das Gerät wie folgt verpackt werden:

1. Verwenden Sie einen Versandkarton aus Wellpappe, dessen Innenabmessungen mindestens 15 cm höher, breiter und länger sind als das Oszilloskop. Der Versandkarton muß einer Prüfkraft von 170 kg widerstehen.
2. Wenn das Oszilloskop zur Reparatur an eine Tektronix–Niederlassung gesandt wird, muß am Gerät ein Etikett befestigt werden, das den Namen und die Adresse des Eigentümers sowie den Namen der Kontaktperson, die Modellnummer und die Seriennummer enthält.
3. Wickeln Sie das Oszilloskop in Polyethylen–Schaumstofflagen oder ein gleichwertiges Material ein, um Kratzer an der Lackierung zu vermeiden.
4. Umgeben Sie das Oszilloskop an allen Seiten im Versandkarton mit einer dämpfenden Schicht aus dicht gepacktem Transportfüllmaterial oder Schaumstoff, die an den vier Seiten, oben und unten 7,5 cm dick ist.
5. Verschließen Sie den Versandkarton mit Klebeband oder Heftdraht.

HINWEIS. Achten Sie vor dem Verpacken darauf, daß sich im Laufwerk des Oszilloskops keine Diskette befindet. Anderenfalls ragt die Diskettenauslösungstaste heraus und kann leicht beschädigt werden.

Anhang D: Werksseitige Initialisierungseinstellungen

Durch Aufruf der werksseitigen Vorgabeeinstellung wird das TDS-Oszilloskop auf die in Tabelle aufgeführten Initialisierungseinstellungen zurückgesetzt.

Tabelle D-1: Werksseitige Initialisierungsvorgaben

Funktion	Rücksetzung durch "Factory Init" auf:
Acquire mode	Sample
Acquire repetitive signal	TDS 500B & TDS 700A: ON (Enable ET)
Acquire stop after	RUN/STOP button only
Acquire # of averages	16
Acquire # of envelopes	10
Channel selection	Kanal 1 ein, alle anderen Kanäle aus
Cursor H Bar 1 position	10% der Rasterhöhe (-3,2 Skalenteile ab Mitte)
Cursor H Bar 2 position	90% der Rasterhöhe (+3.2 Skalenteile ab Mitte)
Cursor V Bar 1 position	10% der Aufzeichnungslänge
Cursor V Bar 2 position	90% Aufzeichnungslänge
Cursor amplitude units	Base
Cursor function	Off
Cursor mode	Independent
Cursor time units	Seconds
Date and time	unverändert
Delay trigger average #	16
Delay trigger envelope #	10
Delay events, triggerable after main	2
Delay time, delayed runs after main	16 ns
Delay time, delayed triggerable after main	16 ns
Delayed, delay by ...	Delay by Time
Delayed edge trigger coupling	Main Trigger
Delayed edge trigger level	0 V
Delayed edge trigger slope	steigend
Delayed edge trigger source	Kanal 1
Delayed, time base mode	Delayed Runs After Main

Tabelle D-1: Werksseitige Initialisierungsvorgaben (Forts.)

Funktion	Rücksetzung durch "Factory Init" auf:
Deskew, Channel/Probe	0 s
Display clock	unverändert
Display color – collision contrast	TDS 624B, 684B, & TDS 700A: Off
Display color – map math colors	TDS 624B, 684B, & TDS 700A: Color 'Math'
Display color – map reference colors	TDS 624B, 684B, & TDS 700A: Farbe 'Ref'
Display color – palette	TDS 624B, 684B, & TDS 700A: Normal
Display color – palette colors	TDS 624B, 684B, & TDS 700A: Die Farben jeder Palette werden auf die werksseitig vorgegebenen Ton-, Sättigungs- und Helligkeits- (HLS-) Werte zurückgesetzt
Display color – persistence palette	TDS 624B, 684B, & TDS 700A: Temperatur
Display format	YT
Display graticule type	Full
Display instavu persistence	TDS 500B & TDS 700A: Persistence
Display instavu style	TDS 500B & TDS 700A: Vectors Vektaven
Display instavu varpersist	TDS 500B & TDS 700A: 500 e-3
Display intensity – contrast	TDS 620B & 680B: 175%
Display intensity – overall	TDS 620B & 680B: 85%
Display intensity – text	TDS 624B, 684B, & TDS 700A: 100% TDS 500B, TDS 620B & 680B: 60%
Display intensity – waveform	TDS 624B, 684B, & TDS 700A: 100% TDS 500B, TDS 620B & 680B: 75%
Display interpolation filter	Sin(x)/x
Display mode	Normal (TDS 500B und TDS 700A: InstaVu aus)
Display style	Vectors
Display trigger bar style	Short
Display trigger "T"	On
Display variable persistence	500 ms
Edge trigger coupling	DC
Edge trigger level	0.0 V
Edge trigger slope	Rising
Edge trigger source	Kanal 1

Tabelle D-1: Werksseitige Initialisierungsvorgaben (Forts.)

Funktion	Rücksetzung durch "Factory Init" auf:
GPIB parameters	unverändert
Hardcopy Format	unverändert
Layout	unverändert
Palette	unverändert
Port	unverändert
Horizontal – delay time/division	50 μ s
Horizontal – delay trigger position	50%
Horizontal – delay trigger record length	500 Punkte (10 Div)
Horizontal – FastFrame	TDS 500B und TDS 700A: Off
Horizontal – FastFrame, frame count	TDS 500B und TDS 700A: 2
Horizontal – FastFrame, frame length	TDS 500B und TDS 700A: 500
Horizontal – fit to screen	Off
Horizontal – main time/division	500 μ s
Horizontal – main trigger position	50%
Horizontal – main trigger record length	500 Punkte (10 Div)
Horizontal – time base	Main only
Limit template \pm V Limit	40 mDiv
\pm H Limit	40 mDiv
Limit template destination	Ref1
Limit template source	Ch1
Limit test sources	Ch1 im Vergleich zu Ref1; alle weiteren Kanäle werden nicht verglichen
Limit testing	Off
Limit testing – hardcopy if condition met	Off
Limit testing – ring bell if condition met	Off
Logic pattern trigger Ch4 (Ax2) input	X (egal)
Logic state trigger Ch4 (Ax2) input	steigende Flanke
Logic trigger class	Pattern
Logic trigger input (pattern and state)	Kanal 1 = H (high), Kanäle 2 u. 3 (Ax1) = X (egal)
Logic trigger logic (pattern and state)	AND
Logic trigger pattern time qualification	
Lower limit	5 ns
Upper limit	5 ns

Tabelle D-1: Werksseitige Initialisierungsvorgaben (Forts.)

Funktion	Rücksetzung durch "Factory Init" auf:
Logic trigger Setup/Hold times Setup Hold	3 ns 2 ns
Logic trigger sources and levels (Setup/Hold)	Datenquelle = Kanal 1 = 1.4 V Taktquelle = Kanal 2 = 1.4 V (Quellpegel sind bei der durch "Factory Init" aufgerufenen V/Div-Einstellung auf 1,2 V abgeschnitten) Taktflanke = steigend
Logic trigger threshold (all channels) (pattern, state, and Setup/Hold)	1.4 V (bei der V/div-Vorgabeeinstellung auf 1,2 V abgeschnitten, wenn kein 10X-Tastkopf angeschlossen ist)
Logic trigger triggers when ... (pattern and state)	Goes TRUE
Main trigger mode	Auto
Main trigger type	Edge
Math1 definition	Ch 1 + Ch 2
Math1 extended processing	Keine erweiterte Verarbeitung
Math2 definition	Ch 1 – Ch 2 (FFT von Ch 1 für Geräte mit Option 2F erweiterte DSP-Arithmetik)
Math2 extended processing	Keine erweiterte Verarbeitung
Math3 definition	Inv von Ch 1
Math3 extended processing	keine erweiterte Verarbeitung
Measure delay edges	steigend und in Vorwärtsrichtung suchend
Measure delay to	Kanal 1 (Ch1)
Measure gating	Off
Measure high ref	90% und 0 V (Einheiten)
Measure high-low setup	Histogram
Measure low ref	10% und 0 V (Einheiten)
Measure mid ref	50% und 0 V (Einheiten)
Measure mid2 ref	50% und 0 V (Einheiten)
Pulse glitch filter state	On (Glitchimpuls wird akzeptiert)
Pulse glitch trigger polarity	Positive
Pulse glitch width	2.0 ns
Pulse runt high threshold	1.2 V
Pulse runt low threshold	0.8 V
Pulse runt trigger polarity	Positive

Tabelle D-1: Werksseitige Initialisierungsvorgaben (Forts.)

Funktion	Rücksetzung durch "Factory Init" auf:
Pulse runt triggers when ...	Occurs
Pulse runt width	2.0 ns
Pulse slew rate delta time	2.0 ns
Pulse slew rate polarity	Positive
Pulse slew rate thresholds Upper Lower	1.80 V 800 mV
Pulse slew rate triggers when ...	Trig if faster than
Pulse timeout polarity	TDS 600B: Either
Pulse timeout time	TDS 600B: 2.0 ns
Pulse trigger class	Glitch
Pulse trigger level	0.0 V
Pulse trigger source (Glitch, runt, width, and slew rate) (Timeout – TDS 600B)	Kanal 1 (Ch 1)
Pulse width lower limit	2.0 ns
Pulse width trigger polarity	Positive
Pulse width trigger when	Within limits
Pulse width upper limit	2.0 ns
Repetitive signal	TDS 500B & TDS 700A: On
RS-232 parameters	unverändert
Saved setups	unverändert
Saved waveforms	unverändert
Stop after	RUN/STOP-Taste
Vertical bandwidth (all channels)	Full
Vertical coupling (all channels)	DC
Vertical impedance (termination) (all channels)	1 M Ω
Vertical offset (all channels)	0 V
Vertical position (all channels)	0 Div
Vertical volts/division (all channels)	100 mV/Skalenteil
Zoom dual	Off
Zoom dual offset	verfügbares Minimum
Zoom, dual window, selected graticule	Upper
Zoom graticule	Upper
Zoom horizontal (all channels)	2.0X

Tabelle D-1: Werksseitige Initialisierungsvorgaben (Forts.)

Funktion	Rücksetzung durch "Factory Init" auf:
Zoom horizontal lock	All
Zoom horizontal position (all channels)	50% = 0.5 (Anzeigemitte)
Zoom mode	Off
Zoom vertical (all channels)	2.0X
Zoom vertical position (all channels)	0 Skalenteile

Anhang E: Auswahl der Tastköpfe

Mit dem TDS-Oszilloskop kann zur Durchführung verschiedenartiger Messungen eine Reihe von Tektronix-Tastköpfen eingesetzt werden. Um die Wahl des geeigneten Tastkopfes zu erleichtern, sind in diesem Abschnitt die fünf wichtigsten Arten erläutert: passive, aktive, Strom-, optische und Zeit/Spannungstastköpfe. Eine Auflistung der als Zubehör erhältlichen Tastköpfe ist in *Anhang A: Optionen und Zubehör* enthalten; weitere Informationen über einzelne Tastköpfe sind im Tektronix-Produktkatalog aufgeführt.

HINWEIS. Bei einigen TDS-Modellen sind die empfohlenen Allzweck-Tastköpfe als Standardzubehör im Lieferumfang enthalten. (Ausführung und Anzahl richten sich jeweils nach dem Modell — siehe Tastköpfe in Tabelle, Seite A-4.) Die Oszilloskope TDS 680B, TDS 684B und TDS 784A werden ohne Tastköpfe geliefert. Für generelle Messungen und zur Nutzung der 1-GHz-Bandbreite dieser Geräte wird der aktive Tastkopf P6245 empfohlen. In diesem Handbuch ist der als Sonderzubehör erhältliche Tastkopf P6245 in Anhang A, Optionen und Zubehör, aufgelistet.

Passive Spannungstastköpfe

Diese Tastköpfe werden zur Messung von Spannung eingesetzt und wenden passive Schaltkreiskomponenten, wie beispielsweise Widerstände, Kondensatoren und Induktivitäten, an. Die passiven Spannungstastköpfe sind in drei allgemeine Kategorien unterteilt:

- Allzweck-Tastköpfe (hoher Eingangswiderstand)
- Tastköpfe mit geringer Impedanz (Z_O)
- Hochspannungstastköpfe

Allzweck-Tastköpfe (hoher Eingangswiderstand)

Tastköpfe mit hohem Eingangswiderstand werden generell als “typische” Oszilloskop-Tastköpfe bezeichnet. Aufgrund der äußerst geringen DC-Belastung durch den hohen Eingangswiderstand (gewöhnlich 10 M Ω) eignen sich passive Tastköpfe besonders gut für exakte DC-Amplitudenmessungen.

Das Aufladen ihrer Kapazitäten von 8pF bis 12pF (über 60pF bei 1X) können Zeit- und Phasenmessungen jedoch verzerrt werden. Passive Tastköpfe mit hohem Eingangswiderstand eignen sich für folgende Messungen:

- Prüfung der Geräteeigenschaften (über 15 V, thermische Abwanderung)

- Maximale Amplitudenempfindlichkeit mit hoher Impedanz (1X)
- Großer Spannungsbereich (zwischen 15 und 500 V)
- Qualitative oder Ja–Nein–Messungen

Tastköpfe mit niedriger Impedanz (ZO)

Mit diesen Tastköpfen lassen sich genauere Frequenzmessungen als mit den Allzweck–Tastköpfen durchführen; die Amplitudenmessungen sind jedoch weniger exakt. Ein weiterer Vorteil ist das bessere Verhältnis von Bandbreite zu Preis.

Diese Tastköpfe müssen an einen 50- Ω -Oszilloskopeingang angeschlossen werden. Zwar ist die Eingangskapazität wesentlich niedriger als bei passiven Tastköpfen mit hoher Impedanz, gewöhnlich 1 pF, der Eingangswiderstand ist jedoch auch geringer (gewöhnlich 500 bis 5000 Ω). Obwohl die Amplitudengenauigkeit durch die DC–Belastung verringert wird, reduziert die niedrigere Eingangskapazität hohe Frequenzbelastungen des geprüften Schaltkreises. Somit eignen sich ZO–Tastköpfe besonders für Zeit– und Phasenmessungen, bei denen die Amplitudengenauigkeit nicht besonders wichtig ist.

ZO–Tastköpfe eignen sich für Messungen bis zu 40 V.

Hochspannungstastköpfe

Die Dämpfungsfaktoren dieser Tastköpfe liegen im Bereich zwischen 100X und 1000X. Mit wenigen Ausnahmen gelten auch hier die Gesichtspunkte, die auf andere passive Tastköpfe zutreffen. Aufgrund des weiten Spannungsbereichs von 1 kV bis 20 kV (DC+ Spitze AC) ist der Kopf der Hochspannungstastköpfe viel größer als bei passiven Tastköpfen. Ferner erweist sich die niedrigere Eingangskapazität (gewöhnlich 2–3 pF) als Vorteil.

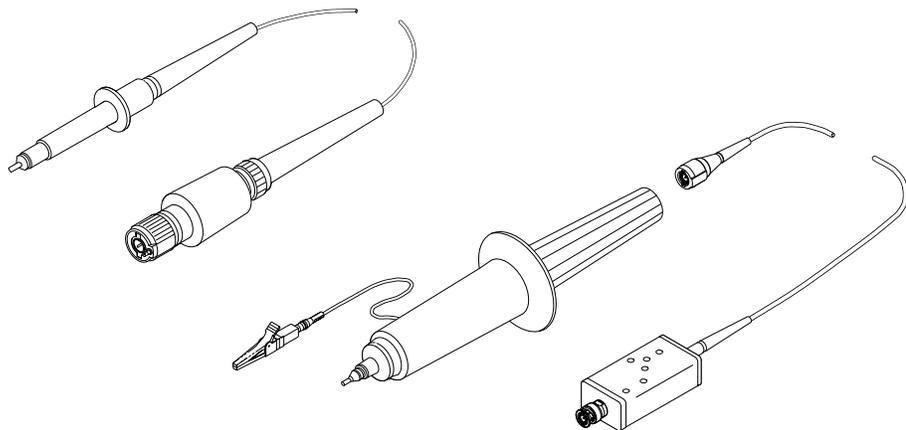


Abbildung E–1: Typische Hochspannungstastköpfe

Aktive Spannungstastköpfe

Aktive Spannungstastköpfe, auch “FET” genannt, verwenden aktive Schaltungselemente, wie beispielsweise Transistoren, und sind in drei Kategorien unterteilt:

- aktive Hochgeschwindigkeits-Tastköpfe
- aktive Differential-Tastköpfe
- auf Vorrichtung montierte aktive Tastköpfe

Aktive Spannungstastköpfe verwenden aktive Schaltungselemente, um das Signal des geprüften Schaltkreises zu verarbeiten. Sie müssen deshalb über eine externe Spannungsquelle oder über das Oszilloskop mit Spannung versorgt werden.

HINWEIS. Wenn ein aktiver Tastkopf (z.B. P6245) an das Oszilloskop angeschlossen wird, wird die Eingangsimpedanz des Oszilloskops automatisch auf $50\ \Omega$ eingestellt. Wenn ein passiver Tastkopf angeschlossen wird, muß die Eingangsimpedanz wieder auf $1\ M\Omega$ eingestellt werden. Dieser Vorgang ist im Abschnitt Ändern der vertikalen Skala und Position auf Seite 3–11 erläutert. Weitere Informationen sind auch im Abschnitt Eingangsimpedanz auf Seite 3–5 enthalten.

Hochschnelle aktive Tastköpfe

Aktive Tastköpfe bieten eine geringere Eingangskapazität (gewöhnlich 1 bis 2 pF), während gleichzeitig der höhere Eingangswiderstand passiver Tastköpfe ($10\ k\Omega$ bis $10\ M\Omega$) aufrechterhalten wird. Ähnlich wie Z_0 -Tastköpfe eignen sie sich für genaue Zeit- und Phasenmessungen, ohne jedoch die Amplitudengenauigkeit zu vermindern. Der dynamische Bereich aktiver Tastköpfe beträgt gewöhnlich +8 bis +15 V.

Differentialtastköpfe

Mit Differentialtastköpfen wird der Spannungsabfall zwischen zwei Punkten des geprüften Schaltkreises bestimmt. Bei diesem Vorgang werden zwei Punkte gleichzeitig gemessen und die Differenz der zwei Spannungen angezeigt.

Aktive Differentialtastköpfe sind selbständige Geräte, die für den Einsatz mit $50\text{-}\Omega$ -Eingängen entwickelt wurden. Die Merkmale der aktiven Tastköpfe treffen auch auf aktive Differentialtastköpfe zu.

Auf Vorrichtung montierte aktive Tastköpfe

Bei einigen Anwendungen mit kleiner Geometrieconfiguration oder hoher Schaltungsdichte, z.B. bei oberflächenmontierbaren Bauteilen (SMD), ist ein Hand-Tastkopf zu groß, um eingesetzt werden zu können. Zur Herstellung einer präzisen Verbindung zwischen dem Oszilloskop und dem geprüften Gerät können in diesem Fall aktive Tastköpfe (oder gepufferte Verstärker), die auf einer Vorrichtung (oder Tastkopfkarte) montiert sind, eingesetzt werden. Diese

Tastköpfe weisen dieselben elektrischen Merkmale wie die hochschnellen aktiven Tastköpfe auf, sind jedoch von der Ausführung her kleiner.

Stromtastköpfe

Mit Stromtastköpfen können Stromsignale, die sich von Spannungssignalen erheblich unterscheiden können, unmittelbar betrachtet und gemessen werden. Die Stromtastköpfe von Tektronix unterscheiden sich von herkömmlichen Geräten, indem sie von Gleichstrom zu 1 GHz Wechselstrom messen können.

Es sind zwei Arten von Stromtastköpfen erhältlich: einer ausschließlich zur Messung von Wechselstrom und der andere zur Messung von Wechsel- und Gleichstrom. Bei dem letzteren wird zur exakten Messung der AC- und DC-Komponenten eines Signals der Hall-Effekt angewandt. Bei reinen Wechselstromtastköpfen wird der Wechselstromfluß mittels eines Transformators in ein Spannungssignal zum Oszilloskop umgewandelt und ein Frequenzverhalten von einigen hundert Hertz bis maximal 1 GHz erzeugt. AC/DC-Stromtastköpfe enthalten Halbleiterkomponenten mit Hall-Effekt und haben einen Frequenzbereich von Gleichstrom bis 50 MHz.

Zur korrekten Anwendung eines Stromtastkopfes werden die Klemmbacken um den zu messenden stromführenden Leiter geklemmt (im Gegensatz zu einem Strommesser, der in Serie mit dem Schaltkreis verbunden werden muß). Da Stromtastköpfe nicht aufschaltend sind und die Belastung gewöhnlich im Milliohm-Bereich oder niedrigen Ω -Bereich liegt, sind sie besonders dann geeignet, wenn eine geringe Schaltkreisbelastung von Bedeutung ist. Mit diese Tastköpfen können auch Differentialmessungen durchgeführt werden. Hierzu werden zwei entgegengesetzte Ströme in zwei Leitern, die sich in den Klemmbacken des Tastkopfes befinden, gemessen.

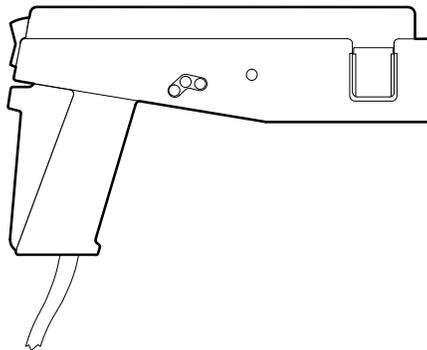


Abbildung E-2: Stromtastkopf A6303, hier mit dem AM 503S Opt. 03 abgebildet

Optische Tastköpfe

Mit diesen Tastköpfen können die Funktionen eines optischen Leistungsmeßgerätes mit der Fähigkeit eines Oszilloskops, hochschnelle Analogsignale zu analysieren, kombiniert werden, d.h. optische und elektrische Signale können gleichzeitig erfaßt, angezeigt und analysiert werden.

Zu den Anwendungsmöglichkeiten gehört die Messung von transienten optischen Eigenschaften von Laserstrahlen, LED-Anzeigen, elektro-optischen Modulatoren und Blitzlampen. Ferner können diese Tastköpfe bei der Entwicklung, Herstellung und Wartung von LWL-Steuernetzwerken, LAN-Netzen, faseroptischen, auf dem FDDI- und SONET-Standard basierenden Systemen, Bildplattengeräten und hochschnellen LWL-Kommunikationssystemen eingesetzt werden.

***HINWEIS.** Wenn ein Tastkopf über eine TEKPROBE-Schnittstelle (Level 2) an das Oszilloskop angeschlossen wird, wird die Eingangsimpedanz des Oszilloskops automatisch $50\ \Omega$. Wird anschließend ein passiver Tastkopf mit hoher Eingangsimpedanz angeschlossen, muß die Eingangsimpedanz des Oszilloskops wieder auf $1\ M\Omega$ eingestellt werden. Dieser Vorgang ist auf Seite 3-13 im Abschnitt Ändern der vertikalen Parameter näher erläutert.*

Zeit/Spannungs-Umwandler

Mit diesem Gerät (TVC – Time-to-Voltage Converter) werden aufeinanderfolgende Zeitmessungen kontinuierlich in ein Zeitintervall/Zeitsignal-Verhältnis umgewandelt.

Das Oszilloskop stellt zeitliche Variationen gewöhnlich als Zittern oder eine Bewegung von links nach rechts dar. Die Stabilität der Anzeige kann u.U. durch Justieren der Zeitbasis oder der Triggersperre verbessert werden, wobei jedoch die Dynamik der Zeitmessungen nicht dargestellt wird. Das TVC zeigt die oftmals verwirrenden Signale als zusammenhängende Echtzeit-Darstellung an.

Das TVC erweitert die Spannungs-/Zeitfunktion des Oszilloskops um drei weitere Meßfunktionen: Zeitverzögerung/Zeit, Impulsbreite/Zeit und Periode/Zeit.

Anhang F: Inspektion und Reinigung des Gerätes

Überprüfen Sie das Äußere des TDS-Oszilloskops auf Schmutz und Schäden. Bei regelmäßiger Durchführung dieser präventiven Inspektion können Störungen verhindert und die Zuverlässigkeit des Gerätes optimiert werden.

Die Häufigkeit dieser Überprüfung richtet sich jeweils nach den Umgebungsbedingungen, unter denen das Oszilloskop eingesetzt wird. Es empfiehlt sich jedoch, das Gerät vor jeder Einstellung zu überprüfen.

Allgemeine Pflege

Das Gehäuse schützt das Oszilloskop vor Staub und muß während des Gebrauchs installiert sein. Die Frontabdeckung schützt die Frontplatte und die Anzeige vor Staub und Beschädigung und sollte zur Aufbewahrung und zum Transport angebracht werden.

Inspektion und Reinigung

Überprüfen und reinigen Sie das Äußere des Oszilloskops nach Bedarf.

Senden Sie das Gerät zur Wartung ein, wenn es innen gereinigt werden muß. Schmutzablagerungen an internen Komponenten können ein Überhitzen und den Ausfall des Gerätes verursachen. Schmutz wirkt wärmeisolierend, verhindert eine effektive Wärmeabfuhr und kann eine elektrisch leitende Verbindung herstellen, was besonders bei hoher Luftfeuchtigkeit zu Störungen des Oszilloskops führen kann.



VORSICHT. Benutzen Sie keine chemischen Reinigungsmittel, um zu vermeiden, daß die Kunststoffteile des Oszilloskops beschädigt werden. Zur Reinigung der Menütasten und der Tasten der Frontplatte sollte nur destilliertes Wasser verwendet werden. Reinigen Sie das Gerät mit einer 75% igen Isopropylalkohollösung, und spülen Sie es mit destilliertem Wasser ab. Halten Sie vor der Verwendung eines anderen Reinigungsmittels Rücksprache mit Ihrem Tektronix Kundendienst.

Inspektion. Bei der Inspektion des Äußeren des Oszilloskops auf Schäden, Abnutzung und fehlende Teile kann Tabelle F-1 als Richtlinie herangezogen werden. Wenn das Gerät den Anzeichen nach fallengelassen oder anderweitig mißbraucht wurde, sollte es gründlich auf ordnungsgemäße Funktion und Betriebsweise überprüft werden. Schäden, die Verletzungen oder weitere Geräteschäden verursachen können, müssen sofort repariert werden.

Tabelle F-1: Liste für die Sichtprüfung

Komponente	Prüfmerkmal	Reparaturmaßnahmen
Gehäuse, Frontplatte und Abdeckung	Risse, Kratzer, Verformungen, beschädigte Kleinteile und Dichtungen	zur Reparatur einsenden
Regler der Frontplatte	fehlende, beschädigte und lockere Regler	zur Reparatur einsenden
Tragegriff, Gehäusefüße	ordnungsgemäße Funktionsweise	zur Reparatur einsenden

Reinigung des Äußeren

Das Äußere des Oszilloskops wird folgendermaßen gereinigt:

1. Entfernen Sie Staub am Äußeren des Gerätes mit einem flusenfreien Tuch.
2. Entfernen Sie abgelagerten Schmutz mit einem flusenfreien Tuch, das mit einer Lösung aus Allzweckreiniger und Wasser befeuchtet ist. Verwenden Sie keine scheuernden Reinigungsmittel.
3. Reinigen Sie den Bildschirmfilter mit einem flusenfreien Tuch, das mit Isopropylalkohol oder vorzugsweise mit einer milden Lösung aus Allzweckreiniger und Wasser befeuchtet ist.



VORSICHT. Um zu verhindern, daß Feuchtigkeit in das Oszilloskop gelangt, sollte das Reinigungstuch bzw. Reinigungsstäbchen nur befeuchtet werden.

Schmierung. Dieses Oszilloskop erfordert keine regelmäßige Schmierung.

Glossar

Glossar



Abfallzeit

Eine Messung der Zeit, die von der fallenden Flanke eines Impulses benötigt wird, um von einem hohen Bezugswert (High Ref) der Amplitude, der gewöhnlich 90% beträgt, auf einen niedrigen Bezugswert (LowRef), der gewöhnlich 10% beträgt, abfällt.



Abtast-Erfassungsmodus

Der vorgegebene Erfassungsmodus. Das Oszilloskop erstellt einen Aufzeichnungspunkt, indem es den ersten Abtastpunkt jedes Erfassungsintervalls speichert.

Abtastintervall

Das Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden Abtastungen einer Zeitbasis. Bei der Echtzeit-Digitalisierung ist das Abtastintervall der Kehrwert der Abtastrate. Bei der Äquivalenzzeit-Digitalisierung repräsentiert das Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden Abtastungen die Äquivalenz- und nicht die Echtzeit.

Abtastung

Das Verfahren der Erfassung eines Analogeingangssignals, z.B. eines Spannungswertes, zu einem diskreten Zeitpunkt und der konstanten Aufrechterhaltung des Signals zur Quantisierung. Zwei allgemeine Abtastmethoden sind: *Echtzeit-* und *Äquivalenzzeitabtastung*.



AC-Kopplung

Eine Art der Signalübertragung, in der die Gleichstromkomponente eines Signals blockiert wird, während die dynamische (Wechselstrom-) Komponente des Signals übertragen wird. Dieser Modus eignet sich zur Beobachtung eines Wechselstromsignals, das normalerweise auf ein Gleichstromsignal aufgesetzt ist.

Aktiver Cursor

Der Cursor, der sich bei Drehen des Allzweckreglers bewegt. Er wird auf der Anzeige als durchgehende Linie angezeigt. Der absolute Wert des aktiven Cursors wird im @-Readout auf der Anzeige dargestellt.

Alias-Effekt

Eine falsche Darstellung eines Signals, die auf unzureichende Abtastung hoher Frequenzen oder schneller Übergänge zurückzuführen ist. Dieser Zustand tritt dann ein, wenn ein Oszilloskop Signale mit einer effektiven Abtastrate, die zur Nachvollziehung des Eingangssignals zu langsam ist, in Digitalwerte umwandelt. Das auf dem Oszilloskop abgebildete Signal hat u.U. eine niedrigere Frequenz als das tatsächliche Eingangssignal.

**Amplitude**

Der obere Signalwert minus dem unteren Signalwert.

**AND**

Eine logische (boolesche) Funktion, bei der der Ausgang nur dann true ist, wenn alle Eingänge true sind; bei einem Oszilloskop ein logisches Triggermuster und eine Zustandsfunktion.

Anstiegsratentriggerung

Ein Modus, in dem die vom Oszilloskop ausgelöste Triggerung davon abhängt, wie schnell eine Impulsflanke den Bereich zwischen einem oberen und unteren Schwellwert durchläuft. Die Impulsflanke kann entweder positiv oder negativ sein. Das Oszilloskop kann Anstiegsraten antriggern, die schneller oder langsamer als die vom Anwender definierte Rate sind.

**Anstiegszeit**

Die von der Vorderflanke eines Impulses benötigte Zeit, um von einem *LowRef*-Wert (gewöhnlich 10%) auf einen *HighRef*-Wert (gewöhnlich 90%) seiner Amplitude anzusteigen.

Anzeigesystem

Der Teil des Oszilloskops, auf dem Signale, Messungen, Menüelemente, Statusdaten und weitere Parameter angezeigt werden.

Äquivalenzzeitabtastung (ET – Equivalent-time sampling)

Nur bei den Modellen TDS 500B und TDS 700A: Ein Abtastmodus, in dem das Oszilloskop Signale über viele Wiederholungen des Ereignisses erfasst. Die bei den Oszilloskopen TDS 500B und TDS 700A angewandte sogenannte *Zufalls-Äquivalenzzeitabtastung* erfolgt mittels einer internen Uhr, die asynchron zu Eingangssignal und Signaltrigger läuft. Unabhängig von der Triggerposition werden Abtastungen kontinuierlich durchgeführt und, basierend auf der Zeitdifferenz zwischen der Abtastung und dem Trigger, angezeigt. Die Abtastungen werden zwar zeitmäßig sequentiell durchgeführt, sind aber in bezug auf den Trigger zufällig.

Aufzeichnungslänge

Die spezifizierte Anzahl von Abtastpunkten eines Signals.

Automatischer Triggermodus

Ein Triggermodus, in dem das Oszilloskop automatisch eine Erfassung ausführt, wenn es innerhalb eines bestimmten Zeitraums kein triggerfähiges Ereignis vorfindet.

Autoset

Eine Oszilloskopfunktion, in der automatisch ein stabilisiertes Signal in einer brauchbaren Größe erzeugt wird. Mit dieser Funktion werden die Frontplatten-Bedienungselemente entsprechend den Merkmalen des aktiven Signals eingestellt. Bei einer erfolgreichen Autoset-Einstellung werden die Parameter Volt/Div., Zeit/Div. und Triggerpegel so justiert, daß eine kohärente und stabilisierte Signalanzeige entsteht.

**Bandbreite**

Das Signal mit der höchsten Frequenz, das vom Oszilloskop bei einer Dämpfung von maximal 3 dB ($\times 0,707$) des Original- (Bezugs-) Signals erfaßt werden kann.

**Bereich**

Eine Messung des Signalbereichs, die am gesamten Signal bzw. in der ausgewählten Zone durchgeführt wird, ausgedrückt in Volt-Sekunden. Der Bereich oberhalb des Erdpotentials ist positiv und der Bereich unterhalb des Erdpotentials ist negativ.

Bezugsspeicher

Der Speicherbereich eines Oszilloskops, in dem Signaldaten oder Einstellungen abgelegt werden. Das Gerät speichert die Daten auch dann, wenn es ausgeschaltet bzw. ausgesteckt wird.

**Burstsignalbreite**

Eine Zeitmessung der Dauer eines Burstsignals.

Cursor

Paarweise angeordnete Markierungssymbole, die zur Durchführung von Messungen zwischen zwei Signalpositionen eingesetzt werden. Das Oszilloskop zeigt die (als Spannung oder Zeit ausgedrückten) Werte der Position des aktiven Cursors sowie den Abstand zwischen den beiden Cursors an.

Dämpfung

Das Ausmaß, um das die Amplitude eines Signals reduziert wird, wenn es durch ein Dämpfungsgerät wie z.B. einen Tastkopf oder ein Dämpfungsglied geleitet wird (d.h. das Verhältnis der Eingangsmessung zur Ausgangsmessung). Beispiel: ein 10X-Tastkopf dämpft oder reduziert die Eingangsspannung eines Signals um das Zehnfache.

DC

DC-Kopplung

Ein Modus, in dem sowohl Wechsel- als auch Gleichstromsignalkomponenten an den Stromkreis übertragen werden. Für das Trigger- und das vertikale System verfügbar.

Digitalisierung

Das Verfahren der Umwandlung eines kontinuierlichen Analogsignals, wie beispielsweise einer Signalkurve, in diskrete Zahlen, die die Signalamplitude zu gegebenen Zeitpunkten darstellen. Die Digitalisierung besteht aus zwei Schritten: Abtastung und Quantifizierung.

Echtzeit-Abtastung

Ein Abtastmodus, in dem das Oszilloskop die abgetasteten Punkte so schnell erfaßt, daß eine Signalaufzeichnung bei einer einzigen Triggerauslösung vollständig gefüllt wird. Die Echtzeit-Abtastung eignet sich besonders zur Erfassung von Einzelshot- oder transienten Ereignissen.



EFF (RMS)

Amplituden- (Spannungs-) Messung der tatsächlichen Effektivspannung.

Erfassung

Das Verfahren, mit dem Signale über die Eingangskanäle abgetastet, in Digitalwerte umgewandelt, die Ergebnisse in Datenpunkte verarbeitet und die Datenpunkte in Form einer Signalaufzeichnung erstellt werden. Die Signalaufzeichnung wird im Speicher abgelegt. Der Triggerungspunkt markiert in diesem Verfahren den Zeitpunkt Null.

Erfassungsintervall

Die Signalaufzeichnungsdauer dividiert durch die Aufzeichnungslänge. Das Oszilloskop zeigt für jedes Erfassungsintervall einen Datenpunkt an.

Flanke

Die Richtung an einem Signalpunkt (Steigung). Zur Kalkulierung der Richtung kann das Vorzeichen des Verhältnisses zwischen der Veränderung des vertikalen Werts (Y) und der Veränderung des horizontalen Werts errechnet werden. Bei diesen zwei Größen handelt es sich um steigende und fallende Werte.

Flankentriggerung

Die Triggerung, die eintritt, wenn das Oszilloskop feststellt, daß das Quellsignal in der angegebenen Richtung einen bestimmten Spannungspegel (Triggerflanke) überschreitet.



Frequenz

Eine Zeitmessung, die den Kehrwert der Periode darstellt, gemessen in Hertz (Hz), wobei gilt: 1 Hz = 1 Zyklus je Sekunde.

Genauigkeit

Die Genauigkeit des angegebenen Wertes im Vergleich zum wahren Wert.

Gewähltes Signal

Das Signal, an dem alle Messungen durchgeführt werden und das von der vertikalen Position und von Skaleneinstellungen beeinflusst wird. Die Leuchtanzeige oberhalb einer der Kanalwahltasten signalisiert, welches Signal gewählt ist.



GPIB (General Purpose Interface Bus)

Ein Verbindungsbus und Protokoll für die Einbindung mehrerer, von einer speicherprogrammierbaren Steuerung gesteuerter Geräte in ein Netzwerk, auch unter der Bezeichnung IEEE 488-Bus bekannt. Über diese Verbindung werden Daten auf acht parallel verlaufenden Datenleitungen, fünf Steuerleitungen und drei Handshake-Leitungen übertragen.



Hardcopy

Eine elektronische Kopie des Bildschirminhalts in einem drucker- bzw. plotterkompatiblen Format.

Hauptmenü

Eine Gruppe von sachverwandten Steuerungselementen einer Hauptfunktion des Oszilloskops, die am unteren Bildschirmrand dargestellt wird.

Hauptmenütasten

Tasten unterhalb der Anzeige des Hauptmenüs, mit denen die Elemente des Hauptmenüs gewählt werden können.



High (oberer Wert)

Der bei automatischen Messungen (die die Werte HighRef, MidRef und LowRef erfordern, z.B. Messungen der Abfall- und Anstiegszeit) als 100% verwendete Wert. Dieser Wert kann entweder mit der Min-Max-Methode oder als Histogramm ermittelt werden. Bei der (für allgemeine Signale am besten geeigneten) Min-Max-Methode ist dies der maximale ermittelte Wert und bei der (für Impulse am besten geeigneten) Histogramm-Methode der oberhalb des Mittelpunktpegels am häufigsten vorkommende Wert. Einzelheiten sind in *Anhang B: Algorithmen* enthalten.



Hochauflösender Erfassungsmodus

Nur bei den Modellen TDS 500B und TDS 700A: Ein Erfassungsmodus, in dem das Oszilloskop einen Mittelwert aller während des Erfassungsintervalls erhaltenen Abtastwerte bildet, um einen Aufzeichnungspunkt zu erstellen. Durch diese Mittelwertbildung wird ein Signal mit höherer Auflösung und geringerer Bandbreite erzielt. Dieser Modus ist nur bei der nicht-interpolierten Echtzeitabtastung funktionsfähig.



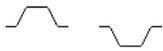
Horizontale Strichcursor

Die zwei horizontalen Striche, die zur Messung der Spannungsparameter eines Signals positioniert werden. Das Oszilloskop zeigt den Wert des aktiven (beweglichen) Cursors im Verhältnis zur Masse sowie den Spannungswert zwischen den Strichen an.



Hüllkurven-Erfassungsmodus

Ein Modus, in dem das Oszilloskop ein Signal, das die Extremwerte der Abweichungen mehrerer Erfassungen enthält, erfasst und anzeigt.

**Impulstriggerung**

Ein Triggermodus, in dem eine Triggerung ausgelöst wird, wenn das Oszilloskop einen Impuls der spezifizierten Poliarität feststellt, dessen Breite zwischen oder auch außerhalb der vom Anwender definierten unteren und oberen Grenzwerte liegt.

Intensität

Helligkeit der Anzeige.

Interpolation

Die Methode, in der Werte als Aufzeichnungspunkte berechnet werden, wenn das Oszilloskop mit einem Triggerereignis nicht alle Punkte für eine vollständige Aufzeichnung erfassen kann. Dies ist dann der Fall, wenn das Gerät auf Echtzeitabtastung begrenzt ist und die Zeitablenkung auf einen Wert eingestellt ist, der die effektive Abtastrate überschreitet. Es stehen zwei Arten der Interpolation zur Verfügung: *lineare* und *sin(x)/x-Interpolation*.

Bei der linearen Interpolation werden Aufzeichnungspunkte in Form einer geraden Linie zwischen den tatsächlich erfaßten Werten errechnet und bei der Methode $\sin(x)/x$ als Kurve zwischen den tatsächlich erfaßten Werten kalkuliert. Dabei wird vorausgesetzt, daß alle interpolierten Punkte am jeweils entsprechenden Zeitpunkt der Kurve liegen.

InstaVu–Erfassungsmodus

Modus, in dem die Signalerfassungsrate bis auf 400.000 Signale pro Sekunde erhöht wird. Bei dieser äußerst schnellen Erfassungsrate wird die Wahrscheinlichkeit, daß nicht vollständig ausgebildete Signale, Glitch–Impulse und sonstige kurzzeitige Veränderungen im Signalspeicher aufgezeichnet werden, erhöht. Das Oszilloskop zeigt dann das Signal unter Verwendung variabler bzw. unendlicher Nachleuchtdauer bei normaler Anzeigegeschwindigkeit an.

Kanal

Eine Art Eingang zur Erfassung von Signalen. Das Oszilloskop ist mit vier Kanälen ausgestattet.

Kanalanzeige

Die an der linken Seite der Anzeige befindliche Markierung, die auf die Position zeigt, an der das Signal bei Änderung der vertikalen Skala verkleinert bzw. vergrößert wird. Diese Position entspricht dem Erdpotential, wenn das Offset auf 0 V eingestellt ist, anderenfalls der Summe aus Erdpotential und Offset.

Kanal–/Tastkopf–Verzögerungsausgleich

Eine relative Zeitverzögerung jedes Kanals. Mit dieser Funktion können Signale aufeinander abgestimmt werden, d.h. Verzögerungen, die auf unterschiedliche Kabellängen der Signalverbindung zurückzuführen sind, ausgeglichen werden.

Kopplung

Die Verbindung zweier oder mehr Schaltkreise bzw. Systeme auf eine Weise, daß Leistung oder Daten übertragen werden können. Das Eingangssignal kann auf verschiedene Weisen mit dem Trigger und dem Vertikalsystem gekoppelt werden.

Kurvenverlauf

Der Verlauf bzw. die Form (sichtbare Darstellung) eines Signals.

**Low (unterer Wert)**

Der bei automatischen Messungen (die die Werte HighRef, MidRef und LowRef erfordern, z.B. Messungen der Abfall- und Anstiegszeit) als 0% verwendete Wert. Dieser Wert kann entweder mit der Min-Max-Methode oder als Histogramm ermittelt werden. Bei der (für allgemeine Signale am besten geeigneten) Min-Max-Methode ist dies der minimale ermittelte Wert und bei der (für Impulse am besten geeigneten) Histogramm-Methode der unterhalb des Mittelpunktpegels am häufigsten vorkommende Wert. Einzelheiten sind in *Anhang B: Algorithmen* enthalten.

GND↔

Masse- (GND-) Kopplung

Kopplung, bei der das Eingangssignal vom vertikalen System getrennt wird.

**Maximum**

Amplituden- (Spannungs-) Messung der maximalen Amplitude, gewöhnlich die positivste Spitzenspannung.

Messungen über einen ausgewählten Bereich

Eine Funktion, mit der automatische Messungen auf einen bestimmten Teil des Signals begrenzt sind. Dieser Bereich wird vom Benutzer mit den vertikalen Cursors eingestellt.

**Mehrzweckknopf**

Der große, eine Vertiefung aufweisende Regler der Frontplatte, mit dem der Wert des zugeordneten Parameters verändert werden kann.

**Minimum**

Amplituden- (Spannungs-) Messung der minimalen Amplitude, gewöhnlich die negativste Spitzenspannung.

**Mittelwert**

Amplituden- (Spannungs-) Messung des arithmetischen Mittelwerts am gesamten Signal.

**Mittelwert-Erfassungsmodus**

Ein Modus, in dem das Oszilloskop ein Signal, das aus dem Mittelwert mehrerer Erfassungen gebildet wurde, erfaßt und anzeigt. Störimpulse werden somit reduziert. Das Oszilloskop erfaßt Daten genauso wie im Abtastmodus und bildet dann den Mittelwert aus einer bestimmten Anzahl von Daten.

Nachtriggern

Der spezifizierter Teil der Signalaufzeichnung, in dem die nach dem Triggerereignis erfaßten Daten enthalten sind.

**NAND**

Eine logische (boolesche) Funktion, in der der Ausgang der AND-Funktion komplementiert wird (d.h. wahr wird unwahr und unwahr wird wahr). Am Oszilloskop ist dies ein logisches Triggermuster und eine Zustandsfunktion.

**Negative Glitch-Triggerung**

Eine Triggerung tritt ein, wenn das Oszilloskop negative Spitzenimpulsbreiten feststellt, die unter der spezifizierten Glitch-Zeit liegen.

**Negative Impulsbreite**

Eine Zeitmessung des Abstands (d.h. der Zeit) zwischen zwei Amplitudenpunkten — *MidRef*-Pegel der fallenden Flanke (Vorgabe: 50%) und *MidRef*-Pegel der steigenden Flanke (Vorgabe: 50%) — eines negativen Impulses.

**Negative oder positive Glitch-Triggerung**

Eine Triggerung tritt ein, wenn das Oszilloskop entweder positive oder negative Spitzenimpulsbreiten feststellt, die unter der spezifizierten Glitch-Zeit liegen.

**Negatives Tastverhältnis**

Eine Zeitmessung, die das Verhältnis der negativen Impulsbreite zur Signalperiode, dargestellt als Prozentualwert, ausdrückt.

**Negative Überschwungmessung**

Amplituden- (Spannungs-) Messung.

$$\text{NegativeOvershoot} = \frac{\text{Low} - \text{Min}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

**NOR**

Eine logische (boolesche) Funktion, in der der Ausgang der OR-Funktion komplementiert wird (d.h. wahr wird unwahr und unwahr wird wahr). Am Oszilloskop ist dies ein logisches Triggermuster und eine Zustandsfunktion.

Normaler Triggermodus

Ein Modus, in dem das Oszilloskop nur dann eine Signalaufzeichnung erfaßt, wenn ein gültiges Triggerereignis eintritt, d.h. es wartet auf ein gültiges Triggerereignis, bevor es Signaldaten erfaßt.

**OR**

Eine logische (boolesche) Funktion, in der der Ausgang true ist, wenn ein oder mehrere Eingänge true sind. Anderenfalls ist der Ausgang false. Am Oszilloskop ist dies ein logisches Triggermuster und eine Zustandsfunktion.

Oszilloskop

Ein Gerät zur graphischen Darstellung zweier Faktoren, gewöhnlich Spannung im Vergleich zu Zeit.

**Periode**

Eine Messung der Zeit, die von einem vollständigen Signalzyklus benötigt wird. Der Kehrwert der Frequenz, gemessen in Sekunden.

**Phase**

Eine Zeitmessung der zwischen zwei Signalen vorhandenen Vor- der Nacheilung, ausgedrückt in Grad, wobei 360° einen vollständigen Zyklus eines der beiden Signale umfassen. Die gemessenen Signale sollten dieselbe Frequenz besitzen bzw. ein Signal sollte die Oberwelle des zweiten Signals sein.

Pixel

Ein sichtbarer Punkt auf der Anzeige. Die Anzeige des Oszilloskops ist 640 Pixel breit und 480 Pixel hoch.

Pop-up-Menü

Ein Untermenü, das vorübergehend in einem Teil des Signalanzeigebereichs dargestellt wird und die weiteren mit der Menüauswahl verbundenen Wahlmöglichkeiten anzeigt. Durch wiederholtes Drücken der Menütaste unterhalb des Pop-up-Menüs können die einzelnen Wahlmöglichkeiten gewählt werden.

**Positive Glitch-Triggerung**

Eine Triggerung tritt ein, wenn das Oszilloskop positive Spitzenimpulsbreiten feststellt, die unter der spezifizierten Glitch-Zeit liegen.

**Positive Impulsbreite**

Eine Zeitmessung des Abstands (d.h. der Zeit) zwischen zwei Amplitudenpunkten — *MidRef*-Pegel der steigenden Flanke (Vorgabe: 50%) und *MidRef*-Pegel der fallenden Flanke (Vorgabe: 50%) — eines positiven Impulses.

**Positives Tastverhältnis**

Eine Zeitmessung, die das Verhältnis der positiven Impulsbreite zur Signalperiode, dargestellt als Prozentualwert, ausdrückt.

**Positive Überschwungung**

Amplituden- (Spannungs-) Messung.

$$PositiveOvershoot = \frac{Max - High}{Amplitude} \times 100\%$$

Quantisierung

Die Umwandlung erfaßter analoger Eingangsdaten, z.B. einer Spannung, in einen Digitalwert.

**Raster**

Ein Gitternetz auf dem Anzeigebildschirm, das zur Erstellung der horizontalen und vertikalen Achse dient und für Sichtmessungen der Signalparameter eingesetzt werden kann.

Regler

Ein drehbares Bedienelement.

Seitliches Menü

Das an der rechten Seite der Anzeige dargestellte Menü. Die Optionen dieses Menüs erweitern die Auswahlmöglichkeiten des Hauptmenüs.

Setup/Hold-Triggerung

Ein Modus, in dem das Oszilloskop eine Triggerung auslöst, wenn sich der Zustand der Datenquelle innerhalb der eingestellten Parameter oder Haltezeit im Vergleich zu einer Taktquelle ändert. Positive Einstellungszeiten gehen der Zeitflanke voran, während positive Haltezeiten der Zeitflanke folgen. Bei der Zeitflanke kann es sich um eine steigende oder fallende Flanke handeln.

Signalintervall

Das zwischen Aufzeichnungspunkten angezeigte Zeitintervall.

**Spitzenerkennungsmodus**

Ein Modus, in dem die Minimal- und Maximalabtwerte zweier aufeinanderfolgender Erfassungsintervalle gespeichert werden. Bei vielen glitchlosen Signalen kann dieser Modus nicht vom Erfassungsmodus unterschieden werden. (Der Spitzenerkennungsmodus ist nur bei der nicht-interpolierenden Echtzeiterfassung funktionsfähig.)

**Spitze-Spitze**

Amplituden- (Spannungs-) Messung der absoluten Differenz zwischen der Maximal- und der Minimalamplitude.

Tastkopf

Ein Oszilloskopeingangsgesetz.

Tasten des seitlichen Menüs

Die an der rechten Seite des seitlichen Menüs befindlichen Tasten. Sie dienen zur Auswahl von Elementen.

Tastkopfkompensierung

Justierung zur Verbesserung des Niederfrequenzverhaltens eines Tastkopfes.

Tek Secure

Eine Funktion, die alle Signale und Einstellungen aus dem Speicher löscht (Einstellungsspeicher werden auf die werksseitigen Vorgabewerte zurückgesetzt). Anschließend werden die Speicheradressen überprüft, um den Löschvorgang zu bestätigen. Diese Funktion ist dann von Vorteil, wenn das Oszilloskop zur Erfassung von vertraulichen Meßdaten, z.B. bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten, verwendet wird.

Timeout-Triggerung

Ein Triggermodus, in dem eine Triggerung ausgelöst wird, wenn das Oszilloskop innerhalb des vorbestimmten Zeitraums KEINEN Impuls mit den spezifizierten Polaritäts- und Pegelwerten vorfindet.

Trigger

Ein Ereignis, das in der Signalaufzeichnung den Zeitwert Null markiert und zur Erfassung und Anzeige des Signals führt.

Trigger-Holdoff

Ein bestimmter Zeitraum, der nach einem Triggersignal verstreichen muß, bevor der Triggerschaltkreis ein weiteres Triggersignal empfängt. Der Holdoff trägt zur Erstellung einer stabilen Anzeige bei.

**Triggerpegel**

Der vertikale Pegel, den das Triggerungssignal kreuzen muß, um (bei der Flankentriggerung) eine Triggerung auszulösen.

**Triggerung aufgrund eines logischen Musters**

Je nach der Kombination der logischen Bedingung von Kanal 1, 2, 3 und 4 veranlaßt das Oszilloskop eine Triggerung. Zulässige Bedingungen: AND, OR, NAND und NOR.

**Triggerung aufgrund eines logischen Zustands**

Bei einem Übergang an Kanal 4, der die vordefinierten Flanken- und Schwellenbedingungen erfüllt, sucht das Oszilloskop an Kanal 1, 2 und 3 nach bestimmten kombinatorischen logischen Bedingungen. Wenn die Bedingungen für Kanal 1, 2 und 3 erfüllt sind, veranlaßt das Oszilloskop eine Triggerung.

Triggerung nicht vollständig ausgebildeter Signale

Ein Modus, in dem das Oszilloskop ein nicht vollständig ausgebildetes Signal antriggert. Solch ein Signal ist ein Impuls, der eine Schwelle in einer Richtung und anschließend in der entgegengesetzten Richtung überschreitet, ohne jemals die zweite Schwelle zu überschreiten. Die festgestellten Durchgänge können positiv oder negativ sein.

Verschachtelung

Nur bei den Modellen TDS 500B und TDS 700A: Methode, mit der eine höhere Digitalisierungsgeschwindigkeit erzielt wird. Mittels der Digitalisierungsfunktion unbelegter Kanäle (d.h. Kanäle, die ausgeschaltet sind) tastet das Oszilloskop die belegten (eingeschalteten) Kanäle ab. In Tabelle auf Seite 3–21 sind die Erfassungsraten im Vergleich zur Anzahl der eingeschalteten Kanäle aufgeführt.

**Vertikale Strichcursor**

Die zwei vertikalen Striche, die zur Messung des Zeitparameters eines Signals positioniert werden. Das Oszilloskop zeigt den Wert des aktiven (beweglichen) Cursors im Verhältnis zum Triggerpunkt sowie den Zeitwert zwischen den Strichen an.

**Verzögerungsmessung**

Messung der Zeit zwischen den mittleren Bezugspunkt–Durchgängen zweier verschiedener Signale.

Verzögerungszeit

Die Zeit zwischen dem Triggerereignis und der Datenerfassung.

Vortriggern

Der spezifizierte Teil der Signalaufzeichnung, in dem die vor dem Triggerereignis erfaßten Daten enthalten sind.

Wahltaste

Eine Taste, mit der die beiden Cursor abwechselnd aktiviert werden können.

**XY-Format**

Ein Anzeigeformat, das den Spannungspegel zweier Signalaufzeichnungen Punkt für Punkt vergleicht. Dieses Format eignet sich für die Analyse des Phasenverhältnisses zwischen zwei Signalen.

**YT-Format**

Das konventionelle Oszilloskopformat. Es zeigt die sich zeitlich (horizontale Achse) verändernde Spannung einer Signalaufzeichnung (vertikale Achse).

Zeitablenkung

Die Parameter, mit denen die Attribute der Zeit- und Horizontalachse einer Signalaufzeichnung definiert werden. Die Zeitablenkung bestimmt, wann und wie lange Aufzeichnungspunkte erfaßt werden.

Zwei-plus-Zwei-Kanalbetrieb

Bei dieser Betriebsart können von den vier verfügbaren Kanälen nur zwei gleichzeitig angezeigt werden. Über die nicht angezeigten Kanäle kann ein Triggerungssignal an das Oszilloskop übertragen werden.

**Zyklusbereich**

Messung eines Signalzyklus, ausgedrückt in Volt–Sekunden. Der Bereich oberhalb des Erdpotentials ist positiv und der Bereich unterhalb des Erdpotentials ist negativ.

**Zyklusmittelwert**

Amplituden– (Spannungs–) Messung des arithmetischen Mittelwertes innerhalb eines Zyklus.

**Zyklus-Effektivwert**

Die tatsächliche Effektivspannung innerhalb eines Zyklus.

Index

Index

Zahlwörter

1/Sekunden (Hz), Cursor-Menü, 3-119
2 + 2 Kanalbetrieb, xiv
20 MHz, Menü Vertical, 3-14
250 MHz, Menü Vertical, 3-14

A

Abfallende Flanke, Menü Delayed Trigger, 3-100
Abfallende Flanke, Menü Main Trigger, 3-70, 3-79, 3-80
Abfallzeit, 3-104, Glossar-1
Abgeleitete Kurvenform, 3-189
Anwendung, 3-189
Aufzeichnungslänge von, 3-189
Herleiten von, 3-189
Vorgehensweise für Anzeige von, 3-189
Vorgehensweisen für Messung, 3-190
Abrufen
Einstellungen, 3-131-3-156
Signale, 3-134
Abscheiden, von integrierten Kurvenformen, 3-196
Abschneiden
Vermeidung, 3-179, 3-191, 3-196
von abgeleiteten Kurvenformen, 3-191
von FFT-Kurvenformen, 3-179
Abstimmung, Glossar-6
Abtasten und digitalisieren, 3-20
Abtastintervall, Glossar-1
Abtastrate
Maximum, 3-23
Option 1G, A-2
Abtastung, 3-21, Glossar-1
Abtastung und Erfassungsmodus, 3-28
AC, Menü Main Trigger, 3-68
Accept Glitch, Menü Main Trigger, 3-86
Accessories
Optional, A-5-A-8
Software, A-7
Standard, A-5, A-7
Tastköpfe, A-6
Accuracy, Glossar-4
ACQUIRE MENU-Taste, 3-28, 3-162
Acquire, Menü, 3-28
Average, 3-28
Average-Modus, 3-162
Compare Ch1 to, 3-164

Compare Ch2 to, 3-164
Compare Ch3 to, 3-164
Compare Ch4 to, 3-164
Compare Math1 to, 3-164
Compare Math2 to, 3-164
Compare Math3 to, 3-164
Create Limit Test Template, 3-162
Envelope, 3-28
Grenzbereichsprüfung, 3-162
H Limit, 3-163
Hardcopy if Condition Met, 3-165
Hi Res, 3-28
Limit Test, 3-165
Limit Test Condition Met, 3-165
Limit Test Setup, 3-164, 3-165
Limit Test Sources, 3-164
OFF (Real Time Only), 3-28
OK Store Template, 3-163
ON (Enable ET), 3-28
Peak Detect, 3-28
Repetitive Signal, 3-28
Ring Bell if Condition Met, 3-165
RUN/STOP, 3-30
Sample, 3-28
Stop After, 3-30, 3-165
Stop After Limit Test Condition Met, 3-165
Template Source, 3-162
V Limit, 3-163
active, Status gespeichertes Signal, 3-135
Advanced applications, Features for, 3-161
Advanced DSP Math, Option 2F, A-4
Aktiver Cursor, Glossar-1
Algorithms, B-1-B-15
Alias-Effekt (Rückfaltung), 3-31, 3-181, Glossar-1
Amplitude, 3-103, Glossar-2
Amplitudeneinheiten, Cursor-Menü, 3-119
AND, Glossar-2
AND, Menü Main Trigger, 3-77, 3-79
Anschluß
AUX TRIGGER INPUT, 2-5
Centronics, 2-5
DELAYED TRIGGER OUTPUT, 2-5
GPIB, 2-5, 3-154
MAIN TRIGGER OUTPUT, 2-5
Netz, 2-5
RS-232, 2-5
SIGNAL OUTPUT, 2-5
VGA, 2-5
Anstiegszeit, Glossar-2

Anwendungen

- Abgeleitete Kurvenformen, 3–189
- integrierte Kurvenformen, 3–193
- Anzeige, 2–6
 - Aufzeichnungsausschnitt, 3–65
 - Druckausgabe von, 3–143
 - Optionen, 3–33–3–56
 - System, Glossar–2
- Anzeigedauer, 3–34
- Applications, FFT math waveforms, 3–169
- Äquivalenzzeitabtastung, 3–21, 3–56
 - zufallsgesteuert, Glossar–2
- Aufzeichnungsausschnitt, 2–6, 3–11, 3–15, 3–65
- Aufzeichnungslänge, 3–18, Glossar–2
 - abgeleitete Kurvenformen, 3–189
 - Begrenzung im Hi Res-Modus, 3–18
 - integrierte Kurvenformen, 3–193
 - Option 1M, A–2
- Aufzeichnungslängen, Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
- Ausbreitungsverzögerung, 3–103
- Ausgewähltes Signal, Glossar–4
- Ausschalten, 1–9
- Ausschnittsmessungen, Glossar–7
- Auswahl Messung**, Menü Measure, 3–106
- AUSWAHL** Taste, 3–118
- Auto**, Menü Main Trigger, 3–69
- Automated Measurements, Snapshot of, 2–25
- Automatic trigger mode, Glossar–2
- Automatische Messungen, 2–20, 3–102
 - Von abgeleiteten Kurvenformen, 3–190
 - (Vorgenhensweise), 3–190
 - von abgeleiteten Kurvenformen, 3–176
 - von integrierten Kurvenformen, 3–196
- Automatischer Triggermodus, 3–59
- Autosave**, Menü Save/Recall Waveform, 3–137
- Autoset, 3–6–3–56, Glossar–3
 - Ausführen von, 3–6–3–56
 - Standardeinstellungen, 3–7–3–56
- AUTOSET**–Taste, 2–15
- AUX TRIGGER INPUT**, BNC, 2–5
- Average, Erfassungsmodus, 3–26, 3–56, Glossar–7
- Average**, Menü Acquire, 3–28
- Average**, Menü More, 3–169
- Average**–Modus, Menü Acquire, 3–162

B

- Bandbreite, Glossar–3
 - Auswählen, 3–14
- Bandwidth**, Menü Vertical, 3–14
- Basis, Cursor–Menü**, 3–119
- Bereich, 3–103, Glossar–3

Bezugspegel, 2–23

Blackman-Harris-Fenster, 3–173

BMP, 3–143

BMP Color, Menü Hardcopy, 3–145**BMP Mono**, Menü Hardcopy, 3–145

BNC

AUX TRIGGER INPUT, 2–5**DELAYED TRIGGER OUTPUT**, 2–5**MAIN TRIGGER OUTPUT**, 2–5**SIGNAL OUTPUT**, 2–5**Bold**, Menü Color, 3–39

Breite, 2–22, Glossar–8, Glossar–9

Breitentrigger, 3–83, 3–89

Einstellen von, 3–89–3–101

Burstbreite, 3–103

BW Symbol, 3–14**C****Cal Probe**, Vertikal–Menü, 3–123

Cart, Oszilloskopwagen, A–2

Centronics, 2–5

Schnittstelle, 3–146, 3–153**CH1, CH2 ...** Tasten, 3–10**Ch1, Ch2 ...**, Menü Delayed Trigger, 3–100**Ch1, Ch2 ...**, Menü Main Trigger, 3–68, 3–76, 3–79, 3–80, 3–86, 3–87, 3–89, 3–90, 3–94**Change Colors**, Menü Color, 3–40

Channel readout, 2–6

Circuit loading, Glossar–7

Class Glitch, Menü Main Trigger, 3–85**Class**, Menü Main Trigger, 3–89, 3–94**Pattern**, 3–75**Runt**, 3–87**Setup/Hold**, 3–80**Slew Rate**, 3–90**State**, 3–79**CLEAR MENU**–Taste, 2–3, 2–8, 2–13, 2–22, 2–23, 3–112**Clear Spool**, Menü Hardcopy, 3–149**Clock Source**, Menü Main Trigger, 3–80**Collision Contrast**, Menü Color, 3–42

Color Deskjet, 3–143

Color Matches Contents, Menü Color, 3–41, 3–42**Color**, Menü Color, 3–40, 3–41, 3–42**Color**, Menü Display, 3–38**Compare Ch1 to**, Menü Acquire, 3–164**Compare Ch2 to**, Menü Acquire, 3–164**Compare Ch3 to**, Menü Acquire, 3–164**Compare Ch4 to**, Menü Acquire, 3–164**Compare Math1 to**, Menü Acquire, 3–164**Compare Math2 to**, Menü Acquire, 3–164

Compare Math3 to, Menü Acquire, 3–164
Configure, Menü Utility, 3–144, 3–155
Confirm Delete, Menü File Utilities, 3–142
Contrast, Menü Display, 3–35
Copy, Menü File Utilities, 3–141
Coupling, Menü Delayed Trigger, 3–100
Coupling, Menü Main Trigger, 3–68
Coupling, Menü Vertical, 3–14
Create Directory, Menü File Utilities, 3–142
Create Limit Test Template, Menü Acquire, 3–162
Create Measrmt, Measure Delay Menü, 3–111
Cross Hair, Menü Display, 3–37
 Current probes, E–4
 Cursor, 3–114, 3–120–3–130, Glossar–3
 bei abgeleiteten Kurvenformen, 3–190
 bei FFT–Kurvenformen, 3–174
 bei integrierten Kurvenformen, 3–194
 Einstellen der Ansprechzeit
 (Geschwindigkeit), 3–119
 gepaart, 3–115
 Horizontalcursor, 3–114
 Messungen, 3–114
 Modi, 3–115
 Readout, 3–116
 Vertikalcursor, 3–114
 Verwenden von, 3–117
 Cursor menu
 Base, 3–119
 H Bars, 3–117, 3–118
 IRE (NTSC), 3–119
 seconds, 3–119
 Cursor messungen, 3–102
CURSOR Taste, 3–117
 Cursor, Menü, 3–174, 3–194
 Cursor–Menü, 3–117
 1/Sekunden (Hz), 3–119
 Amplitudeneinheiten, 3–119
 Function, 3–117
 Funktion, 3–118
 Tracking, 3–118
 Unabhängig, 3–118
 Video Line Number, 3–119
 Zeiteinheiten, 3–119
 Cursor–Readout
 gepaarte Cursor, 3–176, 3–196
 Horizontalcursor, 3–174, 3–190, 3–195
 Vertikalcursor, 3–175, 3–190, 3–196
 Cursor–Readout, gepaarte, 3–190
 Cycle RMS, 3–103

D

Dämpfung, Glossar–3
Data Source, Menü Main Trigger, 3–80
 Dateisystem, 3–138–3–156
 Datum/Uhrzeit
 Einstellen von, 3–147
 im Ausdruck, 3–146
DC, Menü Main Trigger, 3–68
 Default Model(s), xiv
Define Inputs, Menü Main Trigger, 3–76, 3–79, 3–81
Define Logic, Menü Main Trigger, 3–77, 3–79
Delay by Events, Menü Delayed Trigger, 3–99
Delay by Time, Menü Delayed Trigger, 3–99
Delay by, Menü Delayed Trigger, 3–99
 Delay measurement, 3–110
Delay To, Measure Delay menu, 3–110
Delayed Only, Menü Horizontal, 3–96
Delayed Runs After Main, Menü Horizontal, 3–19,
 3–96
Delayed Scale, Menü Horizontal, 3–18
DELAYED TRIG–Taste, 3–62, 3–97
 Delayed Trigger Menü, 3–97–3–101
 Abfallende Flanke, 3–100
 Ansteigende Flanke, 3–100
 Ch1, Ch2 ..., 3–100
 Coupling, 3–100
 Delay by, 3–99
 Delay by Events, 3–99
 Delay by Time, 3–99
 Level, 3–100
 Set to 50%, 3–101
 Set to ECL, 3–100
 Set to TTL, 3–100
 Slope, 3–100
 Source, 3–100
DELAYED TRIGGER OUTPUT, BNC, 2–5
Delayed Triggerable, Menü Horizontal, 3–19, 3–97
Delete Refs, Save/Recall Waveform, Menü, 3–136
Delete, Menü File Utilities, 3–139
Delta Time, Menü Main Trigger, 3–91
 Desk Top Publishing, 3–144
 Deskew, 3–123
Deskew, Vertikal–Menü, 3–123
 Deskjet, 3–143
Deskjet, Menü Hardcopy, 3–145
DeskjetC, Menü Hardcopy, 3–145
 Desktop–Publishing, Ausdruck, 3–131
 Differential active probes, E–3

- Differenzieren
 - einer Ableitung, 3–189
 - eines Signals, 3–188
 - Differenzieren von Kurvenformen, 3–188
 - Digitalisierung, Glossar–4
 - Diskette, Speichern einer Druckausgabe auf, 3–149
 - Diskettenlaufwerk, 3–138–3–156
 - Option 1F, A–1
 - Display ‘T’ @ Trigger Point**, Menü Display, 3–35
 - DISPLAY** Taste, 3–38
 - Display, Menü, 3–33, 3–38
 - Color**, 3–38
 - Contrast**, 3–35
 - Cross Hair**, 3–37
 - Display**, 3–33
 - Display ‘T’ @ Trigger Point**, 3–35
 - Dots**, 3–33
 - Dots**, Anzeigeart, 3–164
 - Filter**, 3–36
 - Frame**, 3–37
 - Full**, 3–36
 - Graticule**, 3–36–3–56
 - Grid**, 3–37
 - Infinite Persistence**, 3–34
 - Intensified Samples**, 3–33
 - Intensity**, 3–35–3–56
 - Lineare Interpolation**, 3–36
 - NTSC**, 3–37
 - Overall**, 3–35
 - PAL**, 3–37
 - Readout**, 3–35, 3–37
 - Settings**, 3–33, 3–38
 - Sin(x)/x Interpolation**, 3–36
 - Style**, 3–33
 - Text/Grat**, 3–35
 - Trigger Bar**, 3–35
 - Variable Persistence**, 3–34
 - Vectors**, 3–33
 - Waveform**, 3–35
 - XY**, 3–37
 - YT**, 3–37
 - Display, Menü Display, 3–33
 - Display, Menü Status, 3–157
 - DISPLAY**-Taste, 3–33
 - Dots**, Anzeigeart, Menü Display, 3–164
 - Dots**, Menü Display, 3–33
 - DPU411–II**, Menü Hardcopy, 3–145
 - DPU412**, Menü Hardcopy, 3–145
 - Drehknopf, Glossar–10
 - Horizontal **POSITION**, 2–14, 3–16
 - Horizontal **SCALE**, 2–14, 3–16
 - Mehrzweck, 2–7, 2–23, Glossar–7
 - Trigger **MAIN LEVEL**, 2–15, 3–61
 - Vertical **POSITION**, 2–14, 3–12
 - Vertical **SCALE**, 2–14, 3–12
 - Druckausgabe*, Abschnitt im Referenzteil, 3–143
 - Druckausgabe, 3–143–3–156, Glossar–5
 - Ausdrucken (mit Steuereinheit), 3–150
 - Ausdrucken (ohne Steuereinheit), 3–148
 - Druckausgabe*, 3–143
 - Druckerschleif, 3–149
 - How to set up for, 3–144
 - Speichern auf Dickette, 3–149
 - Druckerschleif, Druckausgabe, 3–149
 - Dual Wfm Math**, Menü More, 3–167
 - Dual Zoom**, Menü Zoom, 3–48
 - Dual Zoom Offset**, Menü Zoom, 3–48
 - Duty cycle, Glossar–8, Glossar–9
- ## E
- Echtzeitabtastung, 3–21, Glossar–4
 - Edge**, Menü Main Trigger, 3–67
 - Edges**, Measure Delay menu, 3–111
 - Einschalten, 1–7
 - Einstellungen, Speichern und Abrufen, 3–131–3–156
 - Einzelschuß-Abtastung, 3–21
 - Either**, Menü Main Trigger, 3–86, 3–87, 3–90
 - empty**, Status gespeichertes Signal, 3–135
 - Encapsulated Postscript, 3–143
 - Enter Char**, Menü Labelling, 3–140, 3–142
 - Entfernte Geräte, *Steuerung mit Hilfe von*, 3–153
 - Entfernte Geräte, Kommunikation mit, 3–153–3–156
 - Entfernte Geräte, Steuerung mit Hilfe von
 - Anschließen an GRIB, 3–155
 - Auswählen und konfigurieren der Schnittstelle, 3–155
 - GPIO-Protokolle, 3–153
 - GPIO-Schnittstelle, Anforderungen, 3–153
 - Verbindungskabel, 3–154
 - Vorbereiten auf, 3–153
 - Vorgehensweise, 3–155
 - Envelope**, Menü Acquire, 3–28
 - EPS Color Img**, Menü Hardcopy, 3–145
 - EPS Color Plt**, Menü Hardcopy, 3–145
 - EPS Mono Img**, Menü Hardcopy, 3–145
 - EPS Mono Plt**, Menü Hardcopy, 3–145
 - Epson, 3–143
 - Epson**, Menü Hardcopy, 3–145
 - Erfassung, 3–20–3–56, Glossar–4
 - Intervall, Glossar–4
 - Modi
 - Abtasten, 3–24
 - Average, 3–56
 - Hi Res, 3–26

- HiRes, 3–56
- Hüllkurve, 3–56
- Mittelwert, 3–26
- Spitzenwerterkennung, 3–26
- Modus, Hüllkurve, 3–24
- Readout, 3–27
- Erfassung und Anzeigen von Signalen, 3–3
- Erfassungsmodi
 - Auswählen, 3–28
 - Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
- Erfassungsmodus, Auswählen eines, 3–19
- Errechnet Kurvenform, FFT. *Siehe* FFT–Kurvenform
- Errechnete Kurvenform, 3–168
 - integriert. *Siehe* Integrierte Kurvenform
- Errechnete Kurvenformen
 - abgeleitet. *Siehe* Abgeleitete Kurvenform
 - Nicht zulässig im InstaVu–Modus, 3–53

F

- Factory initialization settings, D–1–D–6
- factory**, Status der gespeicherten Einstellungen, 3–132
- Farben, 3–38–3–56
 - Einstellen von, 3–38–3–56
- Fast Fourier Transforms (FFTs), applications, 3–169
- FastFrame, Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
- FastFrame interactions, 3–116
- FastFrame Setup**, Menü Horizontal, 3–54
- FastFrame**, Menü Horizontal, 3–54
- FastFrame–Betrieb, 3–56
- Fenster, 3–184
 - Auswählen von, 3–185
 - Beschreibung, 3–172–3–173
 - Blackman-Harris, 3–173, 3–185, 3–188
 - Hamming, 3–173, 3–185, 3–188
 - Hanning, 3–173, 3–185, 3–188
 - Merkmale, 3–187
 - Rechteck, 3–172, 3–185, 3–188
 - Rechteck gegenüber glockenförmig, 3–187
- Fenstertechnik, 3–185
- FFT–Kurvenformmath, Herleiten von, 3–169
- FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung
 - Definition, 3–177–3–179
 - Länge der, 3–178
- FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung, 3–177
- FFT-Kurvenform, 3–169
 - Alias-Effekt (Rückfaltung), 3–181
 - Anzeigen der Phase, 3–172
 - Aufzeichnungslänge, 3–178
 - Automatische Messungen, 3–176

- DC-Korrektur, 3–179
- Erfassungsmodus, 3–180
- Frequenzauflösung, 3–178
- Frequenzereich, 3–178
- Interpolationsmethode, 3–181
- Nullphasen-Bezugspunkt, 3–183
- Phasenanzeige, Einstellung, 3–183
- Phasenunterdrückung, 3–173, 3–184
- Unterabtastung, 3–181
- Vergrößern von, 3–181
- Verringern des Rauschens, 3–180
- Vorgehensweise für Messung von, 3–174
- Vorgehensweise für Anzeige von, 3–171

File Utilities Menü

- Confirm Delete**, 3–142
- Copy**, 3–141
- Create Directory**, 3–142
- Delete**, 3–139
- File Utilities**, 3–139
- Format**, 3–142
- Overwrite Lock**, 3–142
- Print**, 3–141
- Rename**, 3–140
- File Utilities, Menü, Symbole, 3–132, 3–135, 3–139, 3–142
- File Utilities**, Menü File Utilities, 3–139
- File Utilities**, Menü Save/Recall Waveform, 3–138
- File Utilities**, Save/Recall Setup, Menü, 3–134
- Filter**, Menü Display, 3–36
- Fine Scale**, Menü Vertical, 3–15
- Firmware–Version, 3–157
- Fit to screen**, Menü Horizontal, 3–18
- Fixtured active probes, E–3
- Flankenrichtung, Glossar–4
- Flankentriggerung, 3–58, 3–67, Glossar–4
 - Einstellen von, 3–67–3–101
 - Readout, 3–67
- FORCE TRIG**–Taste, 3–63
- Format**, Menü File Utilities, 3–142
- Format**, Menü Hardcopy, 3–145
- Frame Count**, Menü Horizontal, 3–55
- Frame Length**, Menü Horizontal, 3–55
- Frame**, Menü Display, 3–37
- Frame**, Menü Horizontal, 3–55
- Frequenz, 2–21, 3–104, Glossar–4
- Front Cover removal, 1–7
- Frontplatte, 2–4
- Full**, Menü Display, 3–36
- Full**, Menü Vertical, 3–14
- Funktion**, Cursor–Menü, 3–117, 3–118

G

- Gated Measurements, 3–107
- Gating**, Menü Measure, 3–108
- General purpose (high input resistance) probes, E–1
- Gleichstromkopplung, Glossar–3
- Gleichstrom-Offset, 3–179
 - bei errechneten Kurvenformen, 3–179, 3–197
 - für Gleichstromkorrektur von FFTs, 3–179
- Glitch**, Menü Main Trigger, 3–86
- Glitchtriggerung, 3–83, 3–84, Glossar–9
 - Einstellen der, 3–85–3–101
- Goes FALSE**, Menü Main Trigger, 3–77, 3–79
- Goes TRUE**, Menü Main Trigger, 3–77, 3–79
- GPIB, 2–5, 3–153–3–156, Glossar–5
 - Anschluß an, 3–155
 - Auswählen und konfigurieren der Schnittstelle, 3–154, 3–155
 - Protokolle, 3–153
 - Schnittstellen-Anforderungen, 3–153
 - Verbindungskabel, 3–154
 - Vorgehensweise für Verwendung, 3–155
- GPIB**, Menü Hardcopy, 3–146
- GPIB**, Utility menu, 3–155
- Graticule, 3–36
- Graticule**, Menü Display, 3–36–3–56
- Grenzbereichsprüfung, 3–161–3–197
 - Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
- Grid**, Menü Display, 3–37
- GROUP 1, GROUP 2 ...** Tasten, 3–44

H

- H Bars**, Cursor-Menü, 3–117, 3–118
- H Limit**, Menü Acquire, 3–163
- Hamming-Fenster, 3–173
- Hanning-Fenster, 3–173
- Hardcopy (Talk Only)**, Utility menu, 3–144
- Hardcopy if Condition Met**, Acquire menu, 3–165
- Hardcopy menü
 - BMP Color**, 3–145
 - BMP Mono**, 3–145
 - Clear Spool**, 3–145, 3–149
 - Deskjet**, 3–145
 - DeskjetC**, 3–145
 - DPU411-II**, 3–145
 - DPU412**, 3–145
 - EPS Color Img**, 3–145
 - EPS Color Plt**, 3–145
 - EPS Mono Img**, 3–145
 - EPS Mono Plt**, 3–145
 - Epson**, 3–145

- Format**, 3–145
- GPIB**, 3–146
- HPGL**, 3–145
- Interleaf**, 3–145
- Landscape**, 3–145
- Laserjet**, 3–145
- Layout**, 3–145
- OK Confirm Clear Spool**, 3–149
- Palette**, 3–146
- PCX**, 3–145
- PCX Color**, 3–145
- Port**, 3–146
- Portrait**, 3–145
- RLE Color**, 3–145
- Thinkjet**, 3–145
- TIFF**, 3–145
- HARDCOPY** Taste, 3–139, 3–145, 3–155
- Hardcopy**, Menü Color, 3–39
- Hardcopy**, Menü Utility, 3–155
- Hauptmenü, Glossar–5
- Helligkeit, Glossar–6
- HELP**-Taste, 3–159
- HF Rej**, Menü Main Trigger, 3–68
- Hi Res, Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
- Hi Res**, Menü Acquire, 3–28
- Hi Res-Erfassungsmodus, 3–26, 3–56, Glossar–5
- High Ref**, Measure menu, 3–110
- High speed active probes, E–3
- High voltage probes, E–2–E–6
- High-Low Setup**, Menü Measure, 3–109
- Hilfe, Zugreifen auf, 3–157
- Hilfesystem, 3–157
- Hilfstrigger, 3–58
- Histogram**, Measure Menü, 3–109
- Höchstwert, 3–104, Glossar–5
- Holdoff, Trigger, 3–60, Glossar–11
- Horiz Pos**, Menü Horizontal, 3–19
- Horiz Scale**, Menü Horizontal, 3–18
- Horizontal
 - Cursor, 3–114, Glossar–5
 - Menü, 3–62
 - Position, 3–16
 - Readouts, 3–15
 - SCALE**-Drehknopf, 2–14
 - Skala, 3–16
 - Steuerung, 3–16–3–56
 - System, 2–14
- HORIZONTAL MENÜ**-Taste, 3–62, 3–96
- Horizontal **POSITION** Drehknopf, 3–16, 3–45
- Horizontal **SCALE** Drehknopf, 3–16, 3–45
- Horizontal, Menü, 3–96
 - Delayed Only**, 3–96

Delayed Runs After Main, 3–19, 3–96
Delayed Scale, 3–18
Delayed Triggerable, 3–19, 3–97
Fit to screen, 3–18
Horiz Pos, 3–19
Horiz Scale, 3–18
Intensified, 3–97, 3–99
Main Scale, 3–18
Record Length, 3–18
Set to 10%, 3–19
Set to 50%, 3–19
Set to 90%, 3–19
Time Base, 3–96
Trigger Position, 3–17
Horizontalreadouts, 3–15
HPGL, 3–143
HPGL, Menü Hardcopy, 3–145
Hue, Menü Color, 3–40
Hüllkurve, Erfassungsmodus, 3–24, 3–56, Glossar–5
Hüllkurvenmodus, Inkompatibel mit InstaVu, 3–53

I

I/O, Menü Status, 3–157
I/O, Menü Utility, 3–144
Impulstrigger, 3–59, 3–82
Definition der Klassen, 3–82
Definitionen, 3–84
Infinite Persistence, Menü Display, 3–34
Installation, 1–6
InstaVu, 3–50–3–56, Glossar–6–Glossar–12
InstaVu–Modus
Im Vergleich mit normalem DSO–Modus (Abbildung), 3–51
Inkompatible Modi, 3–53
Signalerfassungsrate, 3–50
Verwenden des, 3–50
Integrieren von Kurvenformen, 3–193
Integrierte Kurvenform, 3–193
Anwendung, 3–193
Aufzeichnungslänge, 3–193
automatische Messungen von, 3–196
Herleitung von, 3–193
Vergrößern von, 3–192, 3–197
Vorgehensweise für Anzeige von, 3–193
Vorgehensweise für Messung von, 3–194
Intensified Samples, Menü Display, 3–33
Intensified, Menü Horizontal, 3–97, 3–99
Intensity, Menü Display, 3–35–3–56
Interleaf, 3–143
Interleaf, Menü Hardcopy, 3–145
Interpolation, 3–22, 3–23, 3–36, Glossar–6

FFT-Verzerrung, 3–181
Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
lineare gegenüber $\sin(x)/x$, 3–181
und Zoom, 3–44
IRE (NTSC), Cursor–Menü, 3–119

K

Kabel, 3–154
Kanal, Glossar–6
Auswahltasten, 2–17, 3–10
Readout, 2–6, 3–9, 3–44
Referenzanzeiger, 2–6, 3–9
Triggerquelle, 3–58–3–101
Kanal–Tastkopf–Abstimmung, 3–123–3–130
Kanal/Tastkopf–Abstimmung, Glossar–6
Kanäle, Auswählen von, 3–9–3–56
Kanalreferenzanzeiger, Glossar–6
Keypad, 2–7
Klassen, von Impulstriggern, 3–84
Kompensierung, von passiven Tastköpfen, 3–4
Koppeln von Signalen, 3–3
Kopplung, 2–18
Auswählen der, 3–14–3–56
Masse, Glossar–7
Trigger, 3–61–3–101
Kurvenform, Glossar–7
Autoset bei, 3–6–3–56
Erfassen und Anzeigen von, 3–3
Errechnete, 3–168
Intervall, Glossar–10
Koppeln an Oszilloskop, 3–3
Messen von, 3–102
Priorität beim Ausschalten, 3–10
Speichern, 3–131
Speichern von Formaten, 3–135
Triggern auf, 3–57
Kurvenform, Abschneiden. *Siehe* Abschneiden
Kurvenformen
Skalieren und Positionieren von, 3–11
Und Zoom, 3–44
Kurvenformspeicher, 3–136

L

Labelling menü, **Enter Char**, 3–140, 3–142
Landscape, Menü Hardcopy, 3–145
Laserjet, 3–143
Laserjet, Menü Hardcopy, 3–145
Level, Menü Delayed Trigger, 3–100
Level, Menü Main Trigger, 3–70, 3–86, 3–90, 3–94

LF Rej, Menü Main Trigger, 3–68
Lightness, Menü Color, 3–40
Limit Test Condition Met, Menü Acquire, 3–165
Limit Test Setup, Menü Acquire, 3–164, 3–165
Limit Test Sources, Menü Acquire, 3–164
Limit Test, Menü Acquire, 3–165
Lineare Interpolation, 3–22, 3–36
Lineare Interpolation, Menü Display, 3–36
Logic, Main Trigger menu, 3–67
Logiktrigger, 3–59, 3–71–3–101
 Definitionen, 3–72
 Muster, 3–72, Glossar–11
 Readout, 3–75
 Zustand, 3–72, Glossar–11
Low impedance Z_0 probes, E–2
Low Ref, Measure menu, 3–110
Lubrication, F–2

M

Main Menü, Tasten, 2–3, Glossar–5
Main Scale, Menü Horizontal, 3–18
Main Trigger Menü, **Set to 50%**, 3–63
MAIN TRIGGER OUTPUT, BNC, 2–5
Main Trigger, Menü, 3–67, 3–75, 3–79, 3–80, 3–85,
 3–87, 3–90
 Abfallende Flanke, 3–70, 3–79, 3–80
 Absteigende Flanke, 3–70
 AC, 3–68
 Accept Glitch, 3–86
 AND, 3–77, 3–79
 Ansteigende Flanke, 3–79, 3–80
 Auto, 3–69
 Ch1, Ch2 ..., 3–68, 3–76, 3–79, 3–80, 3–86, 3–87,
 3–89, 3–90, 3–94
 Class, 3–89, 3–94
 Pattern, 3–75
 Runt, 3–87
 Setup/Hold, 3–80
 Slew Rate, 3–90
 State, 3–79
 Class Glitch, 3–85
 Clock Source, 3–80
 Coupling, 3–68
 Data Source, 3–80
 DC, 3–68
 Define Inputs, 3–76, 3–79, 3–81
 Define Logic, 3–77, 3–79
 Delta Time, 3–91
 Edge, 3–67
 Either, 3–86, 3–87, 3–90
 Glitch, 3–86

Goes FALSE, 3–77, 3–79
Goes TRUE, 3–77, 3–79
HF Rej, 3–68
Level, 3–70, 3–86, 3–90, 3–94
LF Rej, 3–68
Mode & Holdoff, 3–69
NAND, 3–77, 3–79
Negative, 3–86, 3–87, 3–90
Noise Rej, 3–68
NOR, 3–77, 3–79
Normal, 3–69
OR, 3–77, 3–79
Polarity, 3–87, 3–90
Polarity and Width, 3–86
Positive, 3–86, 3–87, 3–90
Pulse, 3–67, 3–87, 3–89, 3–94
Reject Glitch, 3–86
Runt, 3–87
Set Thresholds, 3–76, 3–79
Set to 50%, 3–70, 3–86, 3–95
Set to ECL, 3–70, 3–86, 3–91, 3–95
Set to TTL, 3–70, 3–86, 3–91, 3–94
Slope, 3–70
Source, 3–68, 3–86, 3–87, 3–89, 3–90, 3–94
State, 3–79, 3–80
Thresholds, 3–88, 3–91
Time, 3–94
Timeout, 3–94
Trigger When, 3–77, 3–79, 3–91
True for less than, 3–77
True for more than, 3–77
Type, 3–67, 3–89, 3–94
 Logic, 3–75, 3–79, 3–80
 Pulse, 3–90
 Pulse, 3–87
Type Pulse, 3–85
Width, 3–86, 3–89
Map Math, Menü Color, 3–41
Map Reference, Menü Color, 3–41
Massekopplung, Glossar–7
Math, Menü Color, 3–41
Math1/2/3, Menü More, 3–168
Maximum, 3–104, Glossar–7
Mean, 3–104
Measure Delay Menü
 Create Measrmnt, 3–111
 Delay To, 3–110
 Edges, 3–111
 Measure Delay To, 3–110
 OK Create Measurement, 3–111
Measure Delay To, Measure Delay menu, 3–110
Measure menu

- High Ref**, 3–110
- Low Ref**, 3–110
- Mid Ref**, 3–110
- Mid2 Ref**, 3–110
- Reference Levels**, 3–109
- Remove Measrmnt**, 3–107, 3–112
- Select Measrmnt**, 3–110
- Set Levels in % units**, 3–109
- MEASURE** Schaltfläche, 3–106
- Measurement
 - Delay, 3–110
 - Mean, 3–104
- Measurement Accuracy, Ensuring maximum, 3–121
- Measurements, Gated, 3–107
- Mehrzweckknopf, 2–7, 2–23, Glossar–7
- Menü
 - Acquire, 3–28, 3–162
 - Color, 3–38
 - Cursor, 3–117
 - Delayed Trigger, 3–97–3–101
 - Display, 3–33, 3–38
 - File Utilities, 3–139
 - Haupt, 2–6
 - Horizontal, 3–62, 3–96
 - Main Trigger, 3–67, 3–75, 3–79, 3–80, 3–85, 3–87, 3–90
 - Measure, 3–106, 3–112
 - More, 3–136, 3–166, 3–171, 3–189
 - Siehe* More menu
 - Operation, 2–7
 - Pop-up, 2–8, Glossar–9
 - Save/Recall, 3–132
 - Save/Recall Waveform, 3–135
 - Setup, 2–10, 3–8
 - Status, 3–157–3–160
 - Utility, 3–144
- Menü Color, 3–38
 - Bold**, 3–39
 - Change Colors**, 3–40
 - Collision Contrast**, 3–42
 - Color**, 3–40, 3–41, 3–42
 - Color Matches Contents**, 3–41, 3–42
 - Hardcopy**, 3–39
 - Hue**, 3–40
 - Lightness**, 3–40
 - Map Math**, 3–41
 - Map Reference**, 3–41
 - Math**, 3–41
 - Monochrome**, 3–39
 - Normal**, 3–39
 - Options**, 3–42
 - Palette**, 3–39
 - Persistence Palette**, 3–39
 - Ref**, 3–42
 - Reset All Mappings To Factory**, 3–43
 - Reset All Palettes To Factory**, 3–43
 - Reset Current Palette To Factory**, 3–43
 - Reset to Factory Color**, 3–40
 - Restore Colors**, 3–42
 - Saturation**, 3–40
 - Spectral**, 3–39
 - Temperatur**, 3–39
 - View Palette**, 3–39
- Menü File Utilities, 3–139
- Menü Horizontal
 - FastFrame**, 3–54
 - FastFrame Setup**, 3–54
 - Frame Count**, 3–55
 - Frame Length%**, 3–55
 - Frame%**, 3–55
- Menü Measure, 3–106, 3–112
 - Auswahl Messung**, 3–106
 - Gating**, 3–108
 - High-Low Setup**, 3–109
 - Histogram**, 3–109
 - Min-Max**, 3–109
 - Snapshot**, 3–112
- Menü Save/Recall Waveform, 3–135
 - active** Statusanzeige, 3–135
 - Autosave**, 3–137
 - Delete Refs**, 3–136
 - empty** Statusanzeige, 3–135
 - File Utilities**, 3–138
 - Ref1, Ref2, Ref3, Ref4, File**, 3–136
 - Save Format**, 3–135
 - Save Waveform**, 3–135
- Menü Zoom
 - Dual Zoom**, 3–48
 - Dual Zoom Offset**, 3–48
 - Preview**, 3–47
 - Reset Zoom Factors**, 3–46
- Messen von Signalen, 3–102
- Meßgenauigkeit, Sicherstellen der maximalen, 3–123–3–130
- MEssung, Negative Breite, 3–104
- Messung
 - Abfallzeit, 3–104
 - Amplitude, 3–103, Glossar–2
 - Anstiegszeit, 3–105, Glossar–2
 - Ausbreitungsverzögerung, 3–103
 - Ausschnittsbereich, Glossar–7
 - Bereich, 3–103, Glossar–3
 - Bezugspegel, 2–23
 - Breite, 2–22, Glossar–8, Glossar–9
 - Burstbreite, 3–103, Glossar–3
 - Effektivwert, Glossar–4

Frequenz, 2–21, 3–104, Glossar–4
Höchstwert, 3–104, Glossar–5
Maximum, 3–104, Glossar–7
Minimum, 3–104, Glossar–7
Mittelwert, Glossar–7
Negative Überschwingung, 3–104
Negativer Tastgrad, 3–104
Niedrigstwert, 3–104, Glossar–7
Periode, 3–104, Glossar–9
Phase, 3–104, Glossar–9
Positive Breite, 3–105
Positive Überschwingung, 3–105
Positiver Tastgrad, 3–105
Readout, 3–105, 3–106
RMS, 3–105
Spitze–Spitze, 3–104, Glossar–10
Tastgrad, Glossar–8, Glossar–9
Überschwingung, Glossar–9
Unterschwingung, Glossar–8
Verzögerung, Glossar–12
Zyklus (Effektivwert), 3–103, Glossar–12
Zyklus (Mittelwert), 3–103, Glossar–12
Zyklusbereich, 3–103, Glossar–12

Messungen, 3–102–3–130
Algorithmen, B–1–B–15
Aufstellung automatischer, 3–103
automatische, 2–20, 3–102
Cursor, 3–102–3–130
Graticule, 3–102–3–130
Klassen von, 3–102–3–130
Snapshot von, 3–112

Mid Ref, Menü Measure, 3–110
Mid2 Ref, Menü Measure, 3–110
Min-Max, Menü Measure, 3–109
Minimum, 3–104, Glossar–7
Mittelwert, Glossar–7
Mittelwertmodus, Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
Mode & Holdoff, Menü Main Trigger, 3–69
Model number location, 2–3
Models, Manual references to, xiv
Monochrome, Menü Color, 3–39
MORE Taste, 3–136
More, Menü, 3–136, 3–166, 3–189
Average, 3–169
Blackman-Harris, 3–173
Change Math waveform definition, 3–171, 3–189, 3–193
dBV RMS, 3–172
diff, 3–189
Dual Wfm Math, 3–167
FFT, 3–171

Hamming, 3–173
Hanning, 3–173
intg, 3–194
Linear RMS, 3–172
Math1, Math2, Math3, 3–171, 3–189, 3–193
Math1/2/3, 3–168
No Process, 3–169
OK Create Math Waveform, 3–167, 3–194
Phase (deg), 3–172
Phase (rad), 3–172
Rectangular, 3–172
Set 1st Source to, 3–167
Set 2nd Source to, 3–167
Set FFT Source to:, 3–171
Set FFT Vert Scale to:, 3–172
Set FFT Window to:, 3–172
Set Function to, 3–167
Set Function to:, 3–189, 3–194
Set operator to, 3–168
Set Single Source to, 3–167
Set Single Source to:, 3–189, 3–194
Single Wfm Math, 3–166, 3–189, 3–193
Status des Bezugssignals, 3–136
MORE–Taste, 3–10, 3–164, 3–166
Mustertrigger, 3–71
Einstellen von, 3–75–3–101

N

Nachtrigger, Glossar–8
NAND, Glossar–8
NAND, Menü Main Trigger, 3–77, 3–79
Negative Breite, 3–104
Negative Überschwingung, 3–104
Negative, Menü Main Trigger, 3–86, 3–87, 3–90
Negativer Tastgrad, 3–104
Netzanschluß, 2–5
Netzkabel, A–1
Niedrigstwert, 3–104, Glossar–7
No Process, Menü More, 3–169
Noise Rej, Menü Main Trigger, 3–68
NOR, Glossar–8
NOR, Menü Main Trigger, 3–77, 3–79
Normal, Menü Color, 3–39
Normal, Menü Main Trigger, 3–69
Normaler Triggermodus, 3–59, Glossar–8
NTSC, Menü Display, 3–37
Nullphasen-Bezugspunkt, 3–177, 3–183
Einstellen für Impulsprüfung, 3–183–3–184
Nyquist-Frequenz, 3–181

O

- OFF (Real Time Only)**, Menü Acquire, 3–28
- Off Bus**, Menü Utility, 3–155, 3–156
- Offset
 - Gleichstrom. *Siehe* Gleichstrom-Offset
 - vertikaler, 3–15, 3–179, 3–191, 3–196
- Offset**, Menü Vertical, 3–15
- OK Confirm Clear Spool**, Menü Hardcopy, 3–149
- OK Create Math Wfm**, Menü More, 3–167
- OK Create Measurement**, Measure Delay Menü, 3–111
- OK Erase Ref & Panel Memory**, Utility, Menü, 3–134
- OK Store Template**, Menü Acquire, 3–163
- ON (Enable ET)**, Menü Acquire, 3–28
- ON/STBY**–Taste, 1–7, 2–3
- Optical probes, E–5
- Options**, Menü Color, 3–42
- OR, Glossar–8
- OR**, Menü Main Trigger, 3–77, 3–79
- Oszilloskop, Glossar–9
- Overall**, Menü Display, 3–35
- Overwrite Lock**, Menü File Utilities, 3–142

P

- P6205 Aktiver Tastköpf, 1–5
- Paar–Cursor, 3–115
- PAL**, Menü Display, 3–37
- Palette**, Menü Color, 3–39
- Palette**, Menü Hardcopy, 3–146
- Passive voltage probes, E–1–E–6
- PCX, 3–143
- PCX Color**, Menü Hardcopy, 3–145
- PCX**, Menü Hardcopy, 3–145
- Peak Detect**, Menü Acquire, 3–28
- Pegel, Triggerpegel, 3–61
- Periode, 3–104, Glossar–9
- Persistence Palette**, Menü Color, 3–39
- Phase, 3–104, Glossar–9
- Phasenunterdrückung, 3–184
- Pixel, Glossar–9
- Polarity and Width**, Menü Main Trigger, 3–86
- Polarity**, Menü Main Trigger, 3–87, 3–90
- Pop-up menü, 2–8
- Pop-Up–Menü, Glossar–9
- Port**, Menü Hardcopy, 3–146
- Port**, Menü Utility, 3–155
- Portrait**, Menü Hardcopy, 3–145
- Position, vertikale, 3–13, 3–179, 3–191, 3–196
- Position**, Menü Vertical, 3–15

- Positive Breite, 3–105
- Positive Überschwingung, 3–105
- Positive**, Menü Main Trigger, 3–86, 3–87, 3–90
- Positiver Tastgrad, 3–105
- Postscript, 3–143
- Power connector, 1–6
- Preview**, Menü Zoom, 3–47
- Principal power switch, 1–7, 2–5
- Print**, Menü File Utilities, 3–141
- Printer (Fabre), Option 5, A–4
- Probe usage, 1–5
- Procedures, Inspection and Cleaning, *F–1–F–2*
- Product description, 1–1
- Pulse**, Menü Main Trigger, 3–67, 3–87, 3–89, 3–94
- Punktanzeige, 3–33

Q

- Quantizing, Glossar–9

R

- Rack mounting, A–2
- Raster, Glossar–10
 - Messungen, 3–102
- Rauschen
 - Verringern bei FFTs, 3–180
 - Verringern bei Phasen-FFT, 3–173, 3–184
- Readout
 - Aufzeichnungsausschnitt, 2–6
 - Cursor, 2–6
 - Erfassung, 3–27
 - Flankentrigger, 3–67
 - Kanal, 2–6, 3–9, 3–44
 - Logiktrigger, 3–75
 - Mehrzweckknopf, 2–6
 - Messung, 3–105, 3–106
 - Snapshot, 3–112
 - Trigger, 2–6, 3–65
 - Triggerpegelleiste, 3–35
 - Triggerpunkt, 3–35
 - Zeitbasis, 2–6
- Readout, Cursor
 - gepaarte, 3–176, 3–190, 3–196
 - horizontale, 3–174, 3–190, 3–195
 - vertikale, 3–175, 3–190, 3–196
- Readout**, Menü Display, 3–35, 3–37
- Rear panel, 2–5
- Recall Factory Setup**, Menü Save/Recall Setup, 3–133
- Recall Saved Setup**, Menü Save/Recall Setup, 3–133
- Rechteck–Fenster, 3–172

- Record Length**, Menü Horizontal, 3–18
 - Ref**, Menü Color, 3–42
 - Ref1, Ref2, Ref3, Ref4, File**, Save/Recall Waveform, Menü, 3–136
 - Ref1, Ref2, Ref3, Ref4**, Status des Bezugssignals, 3–136
 - Reference levels, Defining for Measure, 3–109
 - Reference Levels**, Measure menu, 3–109
 - Reference memory, Glossar–3
 - Referenzanzeiger, Kanal, 3–9
 - Reject Glitch**, Menü Main Trigger, 3–86
 - Remove Measrmnt**, Measure menu, 3–107, 3–112
 - Rename**, Menü File Utilities, 3–140
 - Repetitive Signal**, Menü Acquire, 3–28
 - Reset All Mappings To Factory**, Menü Color, 3–43
 - Reset All Palettes To Factory**, Menü Color, 3–43
 - Reset Current Palette To Factory**, Menü Color, 3–43
 - Reset to Factory Color**, Menü Color, 3–40
 - Reset Zoom Factors**, Zoom, Menü, 3–46
 - Restore Colors**, Menü Color, 3–42
 - Ring Bell if Condition Met**, Menü Acquire, 3–165
 - Rise time, 3–105
 - Rising edge, Menü Delayed Trigger, 3–100
 - Rising edge, Menü Main Trigger, 3–70, 3–79, 3–80
 - RLE Color**, Menü Hardcopy, 3–145
 - RMS, 3–105, Glossar–4
 - RS-232, 2–5
 - RS-232, **Schnittstelle**, 3–146, 3–153
 - RS232C/Centronics Hardcopy Interface, Option 13, A–2
 - RUN/STOP, 3–56
 - RUN/STOP**, Menü Acquire, 3–30
 - Runt**, Menü Main Trigger, 3–87
 - Runtrigger, 3–83, 3–84, Glossar–11
 - Einstellen des, 3–87–3–101
- S**
- Sample, Erfassungsmodus, 3–24, Glossar–1
 - Sample**, Menü Acquire, 3–28
 - Saturation**, Menü Color, 3–40
 - Save Current Setup**, Save/Recall Setup, Menü, 3–132
 - Save Format**, Save/Recall Waveform, Menü, 3–135
 - Save Waveform**, Save/Recall Waveform, Menü, 3–135
 - Save/Recall **SETUP** Taste, 3–132, 3–139
 - Save/Recall Setup, Menü, 3–132
 - factory** Status, 3–132
 - File Utilities**, 3–134
 - Recall Factory Setup**, 3–133
 - Recall Saved Setup**, 3–133
 - Save Current Setup**, 3–132
 - user** Status, 3–132
 - Save/Recall **SETUP**–Taste, 2–10, 3–8
 - Save/Recall **WAVEFORM** Taste, 3–135, 3–139
 - Schaltfläche, **MEASURE**, 3–106
 - Schnelle Fourier-Transformationen, Beschreibung, 3–169
 - seconds**, Cursor Menü, 3–119
 - Security bracket, 2–5
 - Seitenmenü, Glossar–10
 - Seitenmenütasten, 2–3, Glossar–10
 - Select Measrmnt**, Measure menu, 3–110
 - SELECT**–Taste, Glossar–12
 - Self test, 1–8
 - Serial number, 2–5
 - Service Assurance, A–8
 - Set 1st Source to**, Menü More, 3–167
 - Set 2nd Source to**, Menü More, 3–167
 - Set Function to**, Menü More, 3–167
 - SET LEVEL TO 50%**–Taste, 3–63
 - Set Levels in % units**, Measure menu, 3–109
 - Set operator to**, Menü More, 3–168
 - Set Single Source to**, Menü More, 3–167
 - Set Thresholds**, Menü Main Trigger, 3–76, 3–79
 - Set to 10%**, Menü Horizontal, 3–19
 - Set to 50%**, Menü Delayed Trigger, 3–101
 - Set to 50%**, Menü Horizontal, 3–19
 - Set to 50%**, Menü Main Trigger, 3–63, 3–70, 3–86, 3–95
 - Set to 90%**, Menü Horizontal, 3–19
 - Set to ECL**, Menü Delayed Trigger, 3–100
 - Set to ECL**, Menü Main Trigger, 3–70, 3–86, 3–91, 3–95
 - Set to TTL**, Menü Delayed Trigger, 3–100
 - Set to TTL**, Menü Main Trigger, 3–70, 3–86, 3–91, 3–94
 - Set to Zero**, Menü Vertical, 3–15
 - Set/Halten–Triggerung, 3–73
 - Setting Up for the Examples, 2–9
 - Settings**, Menü Display, 3–33, 3–38
 - Setup, Menü, 2–10, 3–8
 - Setup/Halten–Trigger, 3–71
 - Einstellen, 3–80–3–101
 - Maximale Haltezeit (Hinweis), 3–75
 - Negative Setup–oder Haltezeit, 3–74
 - Positive Setup–oder Haltezeit, 3–73
 - Triggerpunkt, Position, 3–73
 - Shipping, C–1
 - Sicherung, 1–6, 2–5
 - SIGNAL OUTPUT**, BNC, 2–5
 - Signal Path Compensation, 3–121

Signalaufzeichnung
 FFT, 3–177
 FFT-Frequenzbereich, 3–177
 Länge von, 3–177
 FFT-Quelle, 3–177
 Definition, 3–177
 Erfassungsmodus, 3–180
 lang gegenüber kurz, 3–180
 FFT-Zeitbereich, 3–177–3–179
 Signale, Schnelle Fourier-Transformationen, 3–169
 Signalwegkompensierung, 1–5
 Sin(x)/x Interpolation, 3–23, 3–36
Sin(x)/x Interpolation, Menü Display, 3–36
SINGLE TRIG-Taste, 3–31, 3–64
Single Wfm Math, Menü More, 3–166
 Skala, vertikale, 3–179, 3–191, 3–196
 Slewraten-Einstellung, Herleitung, 3–93
 Slewraten-Trigger, 3–83, 3–84, Glossar-2, Glossar-10
 600ps-Begrenzung, 3–92–3–101
 7,5ns-Begrenzung, 3–92–3–101
 Einstellen von, 3–90–3–101
Slope, Menü Delayed Trigger, 3–100
Slope, Menü Main Trigger, 3–70
 Slope, Trigger, 3–61
 Snapshot, Readout, 3–112
 Snapshot von Messungen, 2–25, 3–112
Snapshot, Menü Measure, 3–112
 Software-Version, 3–157
Source, Menü Delayed Trigger, 3–100
Source, Menü Main Trigger, 3–68, 3–86, 3–87, 3–89,
 3–90, 3–94
Spectral, Menü Color, 3–39
 Speicher, Signal-, 3–136
 Speichern
 Einstellungen, 3–131–3–156
 Signale, 3–134
 Speichern und Abrufen von Einstellungen, 2–27, 3–131
 Speichern und Abrufen von Signalen, 3–134
 Speichern von Kurvenformen und Einstellungen, 3–131
 Spitze-Spitze, 3–104, Glossar-10
 Spitzenwerverkennung, Erfassungsmodus, 3–26,
 Glossar-10
 Start up, 1–5
State, Menü Main Trigger, 3–79, 3–80
 Status, Bestimmen von, 3–157
 Status Menü, 3–157–3–160
 Display, 3–157
 Firmware-Version, 3–157
 I/O, 3–157
 System, 3–157
 Trigger, 3–157
 Waveforms, 3–157

STATUS-Taste, 3–157
Stop After Limit Test Condition Met,
 Menü Acquire, 3–165
Stop After, Menü Acquire, 3–30, 3–165
Style, Menü Display, 3–33
 Switch, principal power, 1–7, 2–5
 Symbole, Menü File Utilities, 3–132, 3–135, 3–139,
 3–142
System, Menü Status, 3–157
System, Menü Utility, 3–144

T

Talk/Listen Address, Menü Utility, 3–155
 Taste
 ACQUIRE MENU, 3–28, 3–162
 AUSWAHL, 3–118
 AUTOSET, 2–15
 CLEAR MENU, 2–3, 2–8, 2–13, 2–22, 2–23, 3–112
 CURSOR, 3–117
 DELAYED TRIG, 3–62, 3–97
 DISPLAY, 3–33, 3–38
 FORCE TRIG, 3–63
 HARDCOPY, 3–139, 3–145, 3–155
 HELP, 3–159
 HORIZONTAL MENU, 3–62, 3–96
 InstaVu, 3–50
 MORE, 3–10, 3–136, 3–166
 ON/STBY, 1–7, 2–3
 Save/Recall **SETUP**, 2–10, 3–8, 3–132, 3–139
 Save/Recall **WAVEFORM**, 3–135, 3–139
 SELECT, Glossar-12
 SET LEVEL TO 50%, 3–63
 SINGLE TRIG, 3–31, 3–64
 STATUS, 3–157
 TRIGGER MENU, 3–67, 3–75, 3–79, 3–80, 3–85,
 3–87, 3–90
 UTILITY, 3–122, 3–144, 3–155
 VERTICAL MENU, 2–18
 WAVEFORM OFF, 2–20, 3–10, 3–37
 ZOOM, 3–43, 3–44
 Tasten
 CH1, CH2 ..., 3–10
 Hauptmenü, 2–3
 Kanalauswahl, 2–17, 3–10
 Seitenmenü, 2–3
 Tastenfeld, 2–24
 Tastkopf-Kanal Deskew, 3–123–3–130
 Tastkopf/Kanal-Abstimmung, Glossar-6–Glossar-12
 Tastkopfe, P6205 Active, 1–5

Tastköpfe

- Accessories, A-6
- Anschluß, 2-9
- Current, E-4
- Definition, Glossar-10
- Differential active, E-3
- Fixtured active, E-3
- General purpose (high input resistance), E-1
- High speed, E-3
- High voltage, E-2-E-6
- Kompensieren von, 3-4
- Kompensierung, 2-17, Glossar-10
- Kompensierungssignal, 2-14, 2-15
- Low impedance Z_0 , E-2
- Optical, E-5
- Option 20 to add, A-2
- Option 21 to add, A-3
- Option 22 to add, A-3
- Option 23 to add, A-3
- Option 24 to add, A-3
- Option 26 to add, A-3
- Option 27 to add, A-3
- Option 28 to add, A-3
- Option 2D to delete, A-4
- Option 4D to delete, A-4
- Passive, 3-4
- Passive voltage, E-1-E-6
- Selection, E-1-E-6
- Time-to-voltage converter, E-5
- Tastkopfkalibrierung, 3-123-3-130
- Tek Secure, 3-134, Glossar-10
- Tek Secure Erase Memory**, Utility menu, 3-134
- Temperatur**, Menü Color, 3-39
- Temperature compensation, 3-121
- Template Source**, Menü Acquire, 3-162
- Text/Grat**, Menü Display, 3-35
- Thinkjet, 3-143
- Thinkjet**, Menü Hardcopy, 3-145
- Thresholds**, Menü Main Trigger, 3-88, 3-91
- TIFF, 3-143
- TIFF**, Menü Hardcopy, 3-145
- Time Base**, Menü Horizontal, 3-96
- Time**, Menü Main Trigger, 3-94
- Time-to-voltage converter, E-5
- Timeout**, Menü Main Trigger, 3-94
- Timeout-Trigger, 3-83, 3-85, 3-94, Glossar-11
 - Einstellen von, 3-94-3-101
- Tracking**, Cursor-Menü, 3-118
- Trigger, 3-57-3-101, Glossar-11
 - Arten, 3-67-3-101
 - Breite, 3-83, 3-89
 - Flanke, 3-58, 3-67, Glossar-4
 - Flankenrichtung, 3-61
 - Glitch, 3-83, 3-84, Glossar-9
 - Hilfs, 3-58
 - Holdoff, 3-60
 - Impuls, 3-59
 - Impulse, 3-82
 - Kopplung, 3-61-3-101
 - Logik, 3-59, 3-71-3-101
 - Modus, 3-59
 - Muster, 3-71, 3-75-3-101
 - Pegel, 3-61, Glossar-11
 - Position, 3-17, 3-56, 3-61
 - Quelle, 3-58
 - Readout, 3-65
 - Runt, 3-83, 3-84, Glossar-11
 - Setup/Halten, 3-71, 3-73, 3-80-3-101
 - Slewrates, 3-83, 3-84, Glossar-2, Glossar-10
 - Statusanzeigen, 3-64
 - Timeout, 3-83, 3-85, 3-94, Glossar-11
 - Verzögert, 3-95-3-101
 - Verzögerung, 3-62
 - Video, 3-59
 - Wechselspannung, 3-58
 - Zustand, 3-71, 3-79-3-101
- Trigger Bar Style**, Menü Display, 3-35
- Trigger if Faster Than**, Menü Main Trigger, 3-92
- Trigger if Slower Than**, Menü Main Trigger, 3-92
- Trigger **MAIN LEVEL**, Drehknopf, 3-61, 3-63
- Trigger **MAIN LEVEL**-Drehknopf, 2-15
- TRIGGER MENU**-Taste, 3-67, 3-75, 3-79, 3-80, 3-85, 3-87, 3-90
- Trigger Position**, Menü Horizontal, 3-17
- Trigger When**, Menü Main Trigger, 3-77, 3-79, 3-91
- Trigger, Breite, Einstellen von, 3-89-3-101
- Trigger, Flanke, Einstellen von, 3-67-3-101
- Trigger, glitch, Einstellen von, 3-85-3-101
- Trigger**, Menü Status, 3-157
- Trigger, Runt, Einstellen von, 3-87-3-101
- Trigger, Slewrates, Einstellen von, 3-90-3-101
- Trigger, Timeout, Einstellen von, 3-94-3-101
- Trigger, verzögert, Einstellen von, 3-96
- Triggerleiste, 2-6, 3-56
- Triggern auf Signale, 3-57
- Triggerpegelleiste, Readout, 3-35, 3-56
- Triggerpunkt, Readout, 3-35, 3-56
- Triggerstatusanzeigen, 3-64
- Triggerung, Automodus, Inkompatibel mit InstaVu, 3-53
- True for less than**, Menü Main Trigger, 3-77
- True for more than**, Menü Main Trigger, 3-77
- Type Logic**, Menü Main Trigger
 - Logic**, 3-75, 3-79, 3-80
 - Pulse**, 3-90

Type Pulse, Menü Main Trigger, 3–85
Type, Menü Main Trigger, 3–67, 3–89, 3–94
Pulse, 3–87

U

Überschwingung, Glossar–9
Unabhängig, Cursor–Menü, 3–118
 Unterschwingung, Glossar–8
user, Status von gespeicherten Einstellungen, 3–132
 Utility menü, 3–144
Configure, 3–144, 3–155
GPIB, 3–155
Hardcopy, 3–155
Hardcopy (Talk Only), 3–144
I/O, 3–144
Off Bus, 3–155, 3–156
Port, 3–155
System, 3–144
Talk/Listen Address, 3–155
UTILITY Taste, 3–122
 Utility, Menü
OK Erase Ref & Panel Memory, 3–134
Tek Secure Erase Memory, 3–134
UTILITY–Taste, 3–144, 3–155

V

V Limit, Menü Acquire, 3–163
Variable Persistence, Menü Display, 3–34
Vectors, Menü Display, 3–33
 Vektoren, 3–33
 Vektorenanzeige, Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
 Verpackung, C–1
 Verschachteln, 3–23, Glossar–11
VERTICAL MENU–Taste, 2–18
 Vertical **POSITION** Drehknopf, 3–12, 3–45
 Vertical **SCALE** Drehknopf, 3–12, 3–45
 Vertical, Menü
20 MHz, 3–14
250 MHz, 3–14
Bandwidth, 3–14
Coupling, 3–14
Fine Scale, 3–15
Full, 3–14
Offset, 3–15
Position, 3–15
Set to Zero, 3–15
 Vertikal
 Cursor, 3–114, Glossar–12
 Offset, 3–15

Position, 3–12–3–56
 Readout, 3–12
SCALE–Drehknopf, 2–14, 3–12
 Skala, 3–12
 System, 2–14
 Vertikal–Deskew, 3–123
 Vertikal–Menü
Cal Probe, 3–123
Deskew, 3–123
 Vertikalabstimmung, Glossar–6
 Vertikale Position, für DC–Korrektur von FFTs, 3–179
 Vertikalreadout, 3–12
 Verzögerte Ausführung nach Haupttrigger, 3–62–3–101
 Verzögerte Triggerung, 3–62–3–101
 Einstellen von, 3–96
 Verzögerte Zeitbasis, Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
 Verzögerungsmessung, Glossar–12
 Verzögerungszeit, Glossar–12
 VGA Output, 2–5
Video Line Number, Cursor–Menü, 3–119
 Videotrigger, 3–59
 Option 5, A–1
View Palette, Menü Color, 3–39
 Vortrigger, Glossar–12

W

Waveform, Math, 3–166–3–197
WAVEFORM OFF Taste, 3–37
WAVEFORM OFF–Taste, 2–20, 3–10
Waveform, Menü Display, 3–35
Waveforms, Menü Status, 3–157
 Wechselstrom–Netzspannung, Triggerquelle, 3–58
 Wechselstromkopplung, Glossar–1
 Werkseinstellung, Abrufen der, 3–8–3–56
Width, Menü Main Trigger, 3–86, 3–89

X

XY
 Format, 3–37
 Inkompatibel mit InstaVu, 3–53
XY, Menü Display, 3–37
 XY–Format, Glossar–12

Y

YT, Format, 3–37
YT, Menü Display, 3–37
 YT–Format, Glossar–12

Z

Zeitbasis, Glossar-12

Zeiteinheiten, Cursor-Menü, 3-119

Zoom, 3-43-3-56

Abgeleitete Kurvenformen, 3-192

bei FFT-Kurvenformen, 3-181

bei untegruerten Kurvenformen, 3-197

Doppelfenster-Modus, 3-47

Dual Zoom, 3-48

Dual Zoom Offset, 3-48

Inkompatibel mit InstaVu, 3-53

und Interpolation, 3-44

und Kurvenformen, 3-44

ZOOM Taste, 3-44

Zoom-Funktion, 3-43

Zurücksetzen, Durchführung, 3-8-3-56

Zustandstrigger, 3-71, 3-79-3-101

Einstellen von, 3-79-3-101

Zwei+Zwei-Kanalbetrieb, 1-1, 1-2, Glossar-12

Zweifenstermodus, 3-47

Zyklus RMS, Glossar-12

Zyklusbereich, Glossar-12

Zyklusmittel, Glossar-12

1/Sekunden (Hz), Cursor-Menü, 3-119

2 + 2 Kanalbetrieb, xiv

20 MHz, Menü Vertical, 3-14

250 MHz, Menü Vertical, 3-14

