

Benutzerhandbuch

Tektronix

**TDS 420A, TDS 430A, TDS 460A & TDS 510A
Digitaloszilloskope**

070-9757-02

Copyright © Tektronix, Inc. Alle Rechte vorbehalten.

Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete US- und Auslandspatente geschützt. Die Informationen der vorliegenden Veröffentlichung ersetzen alle früheren Angaben. Änderungen von Preisen und Spezifikationen vorbehalten.

Printed in USA.

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

TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Warenzeichen von Tektronix, Inc.

GARANTIE

Tektronix leistet Garantie für die selbst hergestellten und eigenen Produkte gegen Werkstoff- und Fertigungsmängel für einen Zeitraum von drei (3) Jahren ab Lieferdatum. Produkte, die sich während dieses Zeitraums als mangelhaft erweisen, werden von Tektronix nach freier Entscheidung ohne Berechnung von Material- und Lohnkosten repariert oder gegen ein Austauschprodukt ausgewechselt.

Kunden, die diese Garantie in Anspruch nehmen möchten, müssen Tektronix die Mängel vor Ablauf der Garantiefrist anzeigen und die Abwicklung der Garantieleistung mit Tektronix vereinbaren. Der Kunde hat dann das mangelhafte Produkt auf eigenes Risiko zu verpacken und frachtfrei an das von Tektronix angegebene Service Center zu senden. Tektronix trägt die Kosten für die Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn der Bestimmungsort in dem Land liegt, in dem sich das Tektronix Service Center befindet. Versandkosten, Zollabgaben, Steuern und sonstige Kosten, die für die Rücksendung an andere Bestimmungsorten anfallen, sind vom Kunden zu tragen.

Diese Garantie gilt nicht für Mängel, Ausfälle oder Schäden, die durch unsachgemäße Benutzung oder durch unsachgemäße oder unzulängliche Wartung und Pflege entstanden sind. Tektronix haftet nicht für Garantieleistungen a) zur Behebung von Schäden, die auf Versuche von nicht durch Tektronix autorisiertem Personal zurückzuführen sind, das Produkt zu installieren, zu reparieren oder zu warten, b) zur Behebung von Schäden, die auf unsachgemäße Benutzung oder den Anschluß an nicht kompatible Einrichtungen zurückzuführen sind, c) zur Behebung von Schäden oder von Funktionsstörungen, die auf die Verwendung von Verbrauchsmaterial zurückzuführen sind, das nicht von Tektronix bezogen wurde, d) zur Wartung eines Produkts, das nachträglich verändert oder in andere Produkte eingebaut wurde, wenn diese Veränderung oder dieser Einbau den Zeit- oder Arbeitsaufwand für die Wartung des Produkts erhöhen.

DIESE GARANTIE VON TEKTRONIX SCHLIESST ALLE SONSTIGEN AUSDRÜCKLICHEN ODER INDIREKTEN GARANTIEN AUS. TEKTRONIX UND IHRE LIEFERANTEN LEHNEN JEDE INDIREKTE HAFTUNG FÜR MARKTFÄHIGKEIT ODER FÜR EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AB. DIE ANSPRÜCHE DES KUNDEN AUS DER VORLIEGENDEN GARANTIE GEGEN TEKTRONIX BESCHRÄNKEN SICH AUSSCHLIESSLICH AUF DIE REPARATUR BZW. DEN ERSATZ VON MANGELHAFTEN PRODUKTEN. TEKTRONIX UND IHRE LIEFERANTEN HAFTEN NICHT FÜR INDIREKTE, SONDER-, MITTELBARE ODER FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB DIE MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN TEKTRONIX ODER IHREM LIEFERANTEN VORHER BEKANNT WAR.

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassende Sicherheitshinweise	ix
	Vorwort	xi
Zu Beginn		
	Produktbeschreibung	1-1
	Inbetriebnahme	1-3
Betriebsweise		
	Betriebsgrundlagen	2-1
	Auf einen Blick	2-3
	Anwendungsbeispiele	2-11
Referenzteil		
	Überblick	3-1
	Anzeigemodi	3-3
	Automatische Einstellungen: Autoset und Reset	3-9
	Cursormessungen	3-11
	Dateisystem	3-17
	Datenfernübertragung	3-21
	Einstellungen speichern und abrufen	3-23
	Erfassungsmodi	3-27
	Flankentriggerung	3-35
	Grenzwerte prüfen	3-41
	Hardcopy	3-45
	Hilfe aufrufen	3-53
	Horizontalsteuerung	3-55
	Impulstriggerung (nur bei TDS 510A)	3-63
	Logische Triggerung (nur bei TDS 510A)	3-71
	Meßkanäle wählen	3-79
	Rollmodus (nur bei TDS 400A)	3-83
	Schnelle Fourier-Transformation (Option)	3-87
	Signale berechnen	3-103
	Signale differenzieren (Option)	3-107
	Signale integrieren (Option)	3-111
	Signale speichern und abrufen	3-117
	Signalpfadkompensation	3-123

Signalverläufe ausmessen	3-125
Status bestimmen	3-137
Tastkopf kalibrieren (nur bei TDS 510A)	3-139
Tastkopf kompensieren	3-145
Vertikalsteuerung	3-147
Verzögerte Triggerung	3-151
Videotriggerung (TDS 400A)	3-155
Zoom	3-161

Anhänge

Anhang A: Optionen und Zubehör	A-1
Anhang B: Verpackung für den Versand	B-1
Anhang C: Getrennter Bildschirm	C-1
Anhang D: Programmierdiskette	D-1

Glossar

Index

Liste der Abbildungen

Abbildung 1–1: Rückseitige Bedienelemente für die Inbetriebnahme	1–4
Abbildung 1–2: ON/STBY	1–5
Abbildung 2–1: Anschluß des Tastkopfs für die Beispiele	2–11
Abbildung 2–2: Lage der Taste SETUP	2–12
Abbildung 2–3: Das angezeigte Menü Setup	2–12
Abbildung 2–4: Taste SET LEVEL TO 50%	2–13
Abbildung 2–5: Die Anzeige nach Aufruf der Werksvorgaben	2–14
Abbildung 2–6: Die Bedienelemente VERTICAL und HORIZONTAL	2–15
Abbildung 2–7: Bedienelemente TRIGGER	2–16
Abbildung 2–8: Lage der Taste AUTOSET	2–16
Abbildung 2–9: Die Anzeige nach Drücken der Taste Autoset	2–17
Abbildung 2–10: Anzeige des Signals bei ungenügender Tastkopfkomensation	2–17
Abbildung 2–11: Tasten und Leuchten der Kanalwahl	2–18
Abbildung 2–12: Das Vertikal-Hauptmenü und das Seitenmenü Coupling	2–20
Abbildung 2–13: Die Menüs nach dem Kanalwechsel	2–21
Abbildung 2–14: Hauptmenü Measure und Seitenmenü Select Measurement	2–22
Abbildung 2–15: Vier Meßwertanzeigen gleichzeitig	2–23
Abbildung 2–16: Indikatoren zum General Purposeknopf	2–24
Abbildung 2–17: Schnappschuß zu Kanal 1	2–25
Abbildung 2–18: Menü Save/Recall Setup	2–27
Abbildung 3–1: Menü Display – Style	3–3
Abbildung 3–2: Indikatoren für Triggerpunkt und Triggerpegel	3–5
Abbildung 3–3: Cursortypen	3–11
Abbildung 3–4: Cursormodi	3–12
Abbildung 3–5: Menü und Anzeigen zum Cursor H Bars	3–13
Abbildung 3–6: Menü und Anzeigen zum Cursor Paired	3–14
Abbildung 3–7: Videozeile und IRE-Einheiten (dargestellt beim TDS 400A)	3–16
Abbildung 3–8: Seitenmenü File Utilities	3–17
Abbildung 3–9: File System – Beschriftungsmenü	3–18

Abbildung 3–10: Anschluß des Digitaloszilloskops an einen Controller	3–21
Abbildung 3–11: Menü Utility	3–22
Abbildung 3–12: Menü Save/Recall Setup	3–24
Abbildung 3–13: Menü Acquisition und Erfassungsanzeige	3–30
Abbildung 3–14: Menü Acquire – Stop After	3–32
Abbildung 3–15: Anzeigen der Flankentriggerung	3–35
Abbildung 3–16: Anzeigen des Aufzeichnungsschemas, der Triggerposition und des Triggerpegelbalkens	3–36
Abbildung 3–17: Menü Main Trigger – Edge Type	3–37
Abbildung 3–18: Bedienelemente und Statusleuchten zum TRIGGER	3–40
Abbildung 3–19: Vergleich eines Signals mit einer Toleranzmaske ..	3–41
Abbildung 3–20: Menü Acquire – Create Limit Test Template	3–42
Abbildung 3–21: Menü Utility – System I/O	3–46
Abbildung 3–22: Anzeige des Datums und der Uhrzeit	3–47
Abbildung 3–23: Anschluß des Digitaloszilloskops direkt an das Hardcopygerät	3–48
Abbildung 3–24: Anschaltung des Digitaloszilloskops und des Hardcopygeräts über einen PC	3–50
Abbildung 3–25: Allgemeiner Hilfe-Bildschirmtext	3–53
Abbildung 3–26: Aufzeichnungsschema und Zeitbasisanzeige	3–55
Abbildung 3–27: Bedienelemente der Horizontalsteuerung	3–56
Abbildung 3–28: Aliasing	3–59
Abbildung 3–29: Anzeigen bei Impulstriggerung	3–63
Abbildung 3–30: Haupttriggermenü – Glitchklasse	3–65
Abbildung 3–31: Haupttriggermenü – Runt-Klasse	3–68
Abbildung 3–32: Anzeigen der logischen Triggerung	3–72
Abbildung 3–33: Menü Logic Trigger	3–74
Abbildung 3–34: Menü Logic Trigger – TRUE mit Zeitgrenze	3–77
Abbildung 3–35: Die Kanalanzeige	3–79
Abbildung 3–36: Prioritäten der Signalwahl	3–81
Abbildung 3–37: Rollmodus (Speichertiefe 500 Punkte)	3–84
Abbildung 3–38: Menü Trigger Mode	3–86
Abbildung 3–39: Systemantwort auf eine Pulserregung	3–88
Abbildung 3–40: Menü Define FFT Waveform	3–89
Abbildung 3–41: FFT-Signal in Math1	3–91
Abbildung 3–42: Cursormessung in einem FFT-Signal	3–92
Abbildung 3–43: Signalaufzeichnung gegen FFT-Zeitbereichsaufzeichnung	3–94

Abbildung 3-44: FFT-Zeitbereichs- gegen FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung	3-94
Abbildung 3-45: Entstehen von Aliasfrequenzen in einer FFT	3-97
Abbildung 3-46: Anwendung von Fenstern auf die FFT-Zeitbereichsaufzeichnung	3-101
Abbildung 3-47: FFT-Fenster und Bandpaßkennndaten	3-102
Abbildung 3-48: Menü More	3-103
Abbildung 3-49: Menüs Dual Waveform Math	3-105
Abbildung 3-50: Differenziertes Math-Signal	3-108
Abbildung 3-51: Spitze-Spitze-Amplitudenmessung an einem differenzierten Signal	3-109
Abbildung 3-52: Integriertes Math-Signal	3-112
Abbildung 3-53: Messung eines Zeitintegrals zwischen Cursorsn H Bars	3-113
Abbildung 3-54: Menü Save Waveform Menu (dargestellt für TDS 400A)	3-118
Abbildung 3-55: Menü More	3-119
Abbildung 3-56: Menü Save Format	3-121
Abbildung 3-57: Durchführung einer Signalpfadkompensation	3-124
Abbildung 3-58: Meßwertanzeigen	3-128
Abbildung 3-59: Menü Measure	3-129
Abbildung 3-60: Menü Measure – Gating	3-130
Abbildung 3-61: Menü Measure – Reference Levels	3-132
Abbildung 3-62: Menü Measure Delay – Delay To	3-133
Abbildung 3-63: Menü und Anzeige Snapshot	3-134
Abbildung 3-64: Menü Status – System (bei dem TDS 400A)	3-137
Abbildung 3-65: Anzeige des Banners	3-138
Abbildung 3-66: Menü Probe Cal und Anzeige zur Gain Compensation	3-141
Abbildung 3-67: Menü Re-use Probe Calibration Data	3-144
Abbildung 3-68: Signalveränderungen durch ungenügende Tastkopfkompensation	3-145
Abbildung 3-69: Einstellung des Tastkopfs	3-146
Abbildung 3-70: Anzeigen und Kanalmenü Vertikal	3-148
Abbildung 3-71: Delayed Runs After Main	3-151
Abbildung 3-72: Delayed Triggerable	3-151
Abbildung 3-73: Menü Delayed Trigger (bei einem TDS 400A)	3-154
Abbildung 3-74: Menü Main Trigger – Video Type	3-155
Abbildung 3-75: Menü Video Trigger – Class	3-156
Abbildung 3-76: Menü Video Trigger – TV Delay Mode	3-157

Abbildung 3-77: Video Trigger – Scan Parameter	3-158
Abbildung 3-78: Video Trigger – Scan Rate & Interlace	3-159
Abbildung 3-79: Zoom-Modus mit der Vorgabe Horizontal Lock = None	3-163
Abbildung 3-80: Modus Zoom Preview	3-164
Abbildung D-1: Erforderliche Hardware für das Arbeiten mit den Musterprogrammen	D-1

Liste der Tabellen

Tabelle 1–1: Teilenummern von Sicherungen und Sicherungskappen	1–4
Tabelle 3–1: Paarungen im Format XY	3–7
Tabelle 3–2: Bitauflösung bei TDS 460A, TDS 430A und TDS 420A	3–28
Tabelle 3–3: Bitauflösung bei TDS 510A	3–29
Tabelle 3–4: Definitionen von Impulstriggern	3–64
Tabelle 3–5: Logische Trigger	3–73
Tabelle 3–6: Definitionen der Meßgrößen	3–125
Tabelle 3–7: Probe Cal-Status	3–143
Tabelle A–1: Länderspezifische Netzkabel	A–2
Tabelle A–2: Standardzubehör	A–3
Tabelle A–3: Optionszubehör	A–3
Tabelle A–4: Kompatible Tastköpfe	A–4
Tabelle A–5: Zusätzliche Software	A–5

Zusammenfassende Sicherheitshinweise

Beachten Sie die nachfolgenden Sicherheitsvorkehrungen, um Verletzungen zu vermeiden und Schäden an diesem Produkt oder an daran angeschlossenen Produkten zu verhindern.

Wartungsarbeiten sind ausschließlich von qualifiziertem Personal durchzuführen.

Schutz gegen Verletzungen

Geeignetes Netzkabel verwenden. Zur Vermeidung von Brandgefahr darf nur das für dieses Produkt spezifizierte Netzkabel verwendet werden.

Elektrische Überlastung vermeiden. Zur Vermeidung von Stromschlag- oder Brandgefahr darf an keinen Anschluß eine Spannung angelegt werden, die außerhalb des zulässigen Spannungsbereichs für den Anschluß liegt.

Spannungsüberlastung vermeiden. Zur Vermeidung von Stromschlag- oder Brandgefahr darf an keinen Anschluß, auch nicht an die Masseklemme, eine Spannung angelegt werden, die außerhalb des zulässigen Spannungsbereichs für den Anschluß liegt, auf Masse bezogen.

Elektroschocks vermeiden. Zum Schutz gegen Verletzungen oder mögliche tödliche Unfälle keine Tastköpfe oder Prüflleitungen anschließen oder abtrennen, die an eine Spannungsquelle angeschlossen sind.

Produkt erden. Dieses Produkt wird über den Schutzleiter des Netzkabels geerdet. Zum Schutz gegen Elektroschocks muß der Schutzleiter gegen Masse geerdet werden. Es ist immer darauf zu achten, daß das Produkt einwandfrei geerdet ist, bevor Anschlüsse an den Eingangs- oder Ausgangsanschlüssen des Produkts vorgenommen werden.

Nicht ohne Abdeckungen betreiben. Zur Vermeidung von Stromschlag- oder Brandgefahr darf dieses Produkt nicht betrieben werden, wenn nicht sämtliche Abdeckungen oder Verkleidungen angebracht sind.

Richtige Netzsicherung verwenden. Zum Schutz gegen Brandgefahr darf nur eine Netzsicherung eingesetzt werden, die in Typ und Nennspannung der für dieses Produkt spezifizierten Sicherung entspricht.

Nicht in nasser oder feuchter Umgebung betreiben. Zum Schutz gegen Elektroschocks darf dieses Produkt nicht in nasser oder feuchter Umgebung betrieben werden.

Nicht in explosionsgefährdeter Umgebung betreiben. Zum Schutz gegen Verletzungen oder Brandgefahr darf dieses Produkt nicht in explosionsgefährdeter Umgebung betrieben werden.

Schutz gegen Produktschäden

Geeignete Stromquelle verwenden. Das Produkt darf nur an eine Stromquelle angeschlossen werden, die keine höhere als die spezifizierte Spannung abgibt.

Für ausreichenden Belüftung sorgen. Zum Schutz gegen Überhitzung des Produkts ist für ausreichende Belüftung zu sorgen.

Produkt bei Verdacht auf Schäden nicht betreiben. Das Produkt bei einem Verdacht auf Schäden nicht weiter betreiben, sondern von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen lassen.

Symbole und Bezeichnungen

Bezeichnungen in diesem Handbuch. In diesem Handbuch können die folgenden Bezeichnungen vorkommen:



WARNUNG. weist auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die zu Verletzungen, auch mit Todesfolge, führen können.



VORSICHT. weist auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die zu Schäden führen können.

Bezeichnungen am Produkt. Das Produkt kann die folgenden Bezeichnungen tragen:

DANGER zeigt eine Verletzungsgefahr an, die an der betreffenden Stelle unmittelbar besteht.

WARNING zeigt eine Verletzungsgefahr an, die an der betreffenden Stelle nur mittelbar besteht.

CAUTION weist auf die Gefahr von Sachschäden hin, auch am Produkt selbst.

Symbole auf dem Produkt. Das Produkt kann die folgenden Symbole tragen:



GEFAHR
Hochspannung



Schutzleiteranschluß
(Erde)



ACHTUNG
siehe Benutzerhandbuch



doppelt isoliert

Zulassungen und Übereinstimmungen

Siehe eine Aufstellung der für dieses Produkt bestehenden Zertifizierungen und eingehaltenen Normen im Kapitel „Spezifikationen“ des Handbuchs „Leistungsprüfung und Spezifikationen“.

Vorwort

Dies ist das Benutzerhandbuch für die Digitaloszilloskope TDS 420A, TDS 430A, TDS 460A und TDS 510A.

Das Kapitel *Zu Beginn* beschreibt kurz den Aufbau des Digitaloszilloskops sowie dessen Installation und Inbetriebnahme.

Das Kapitel *Betriebsweise* behandelt die Grundlagen der Betriebsarten des Oszilloskops. Es soll verständlich machen, warum sich das Oszilloskop auf die jeweils beschriebene Weise verhält.

Das Kapitel *Referenzteil* beschreibt die Durchführung spezifischer Meßaufgaben. Seite 3–1 enthält eine vollständige Liste der Aufgaben, die in diesem Kapitel erläutert werden.

Die *Anhänge* enthalten eine Liste der Optionen, Zubehörteile und sonstige nützliche Angaben.

Zugehörige Handbücher

Nähere Angaben zu den Einsatzmöglichkeiten oder zum Betrieb des Digitaloszilloskops sind auch den folgenden Handbüchern zu entnehmen:

- Das *Programmiererhandbuch für die TDS-Familie* beschreibt die Steuerung des Digitaloszilloskops über seine GPIB-Schnittstelle mit Hilfe eines Computers.
- Das *Referenzhandbuch TDS 420A, TDS 430A, TDS 460A & TDS 510A* enthält eine übersichtliche Kurzdarstellung über die Bedienung des Digitaloszilloskops.
- Die Handbücher *Leistungsüberprüfung TDS 420A, TDS 430A & TDS 460A* und *Leistungsüberprüfung TDS 510A* beschreiben, wie die Leistungsfähigkeit der Digitaloszilloskope jeweils zu überprüfen ist.
- Das *Befehlshandbuch zur Option 13 der TDS-Familie* gibt an, wie mit Hilfe der Schnittstellen Centronics® (Option) und RS-232 eine Hardcopy-Ausgabe möglich ist (nur bei Oszilloskopen TDS, die mit dieser Option ausgerüstet sind).
- Das *Wartungshandbuch TDS 420A, TDS 430A & TDS 460A* und das *Wartungshandbuch TDS 510A* machen Angaben zur Wartung und Reparatur der Digitaloszilloskope jeweils bis herunter zur Modulebene.

Konventionen

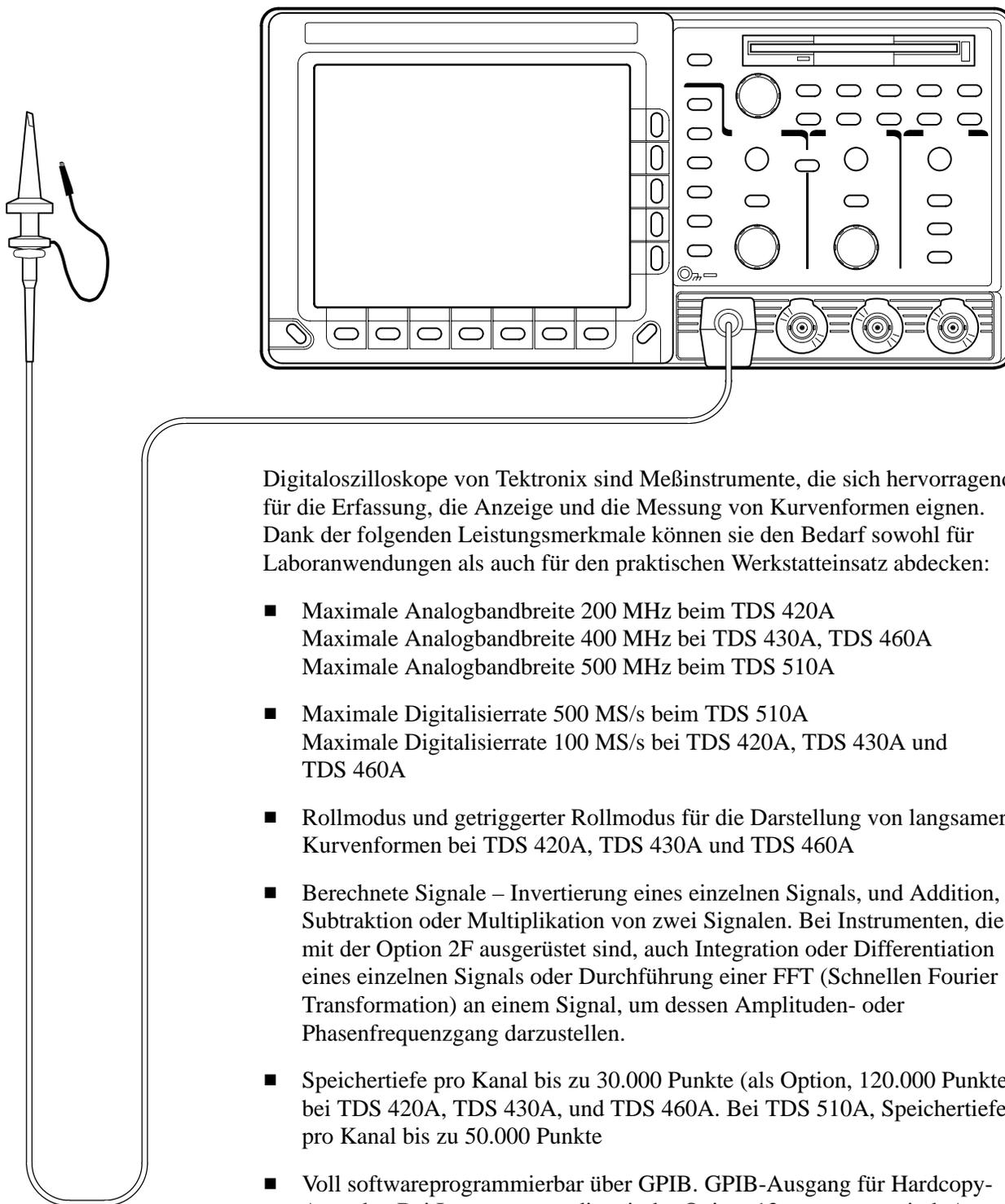
Die Kapitel *Zu Beginn* und *Referenzteil* enthalten verschiedene Prozeduren in Form von Listen von Einzelschritten, die jeweils durchzuführen sind. In diesem Handbuch soll durch folgende Konventionen erreicht werden, daß diese Anweisungen immer eindeutig und konsistent sind:

- Bezeichnungen von Bedienelementen der Frontplatte und von Menübefehlen werden in Fettschrift wiedergegeben.
- Bezeichnungen werden im Handbuch auf die gleiche Weise (Anfangsbuchstaben groß, nur Großbuchstaben usw.) wiedergegeben, wie sie auf der Frontplatte des Oszilloskops und in den Menüs erscheinen. Bezeichnungen der Frontplatte haben immer Großbuchstaben, z.B. **VERTICAL MENU**, **CH 1**, oder **SETUP**.
- Die Einzelschritte sind laufend numeriert. Eine Nummer entfällt nur, wenn kein zweiter Schritt folgt.
- In Schritten, die eine Folge von Vorgaben mit Hilfe von Bedienelementen der Frontplatte und von Menüsteuertasten erfordern, kennzeichnet ein Pfeil (→) den Wechsel jeweils zwischen einer Taste der Frontplatte und einem Menü oder zwischen verschiedenen Menüs. Es wird auch direkt angegeben, ob eine Bezeichnung jeweils zu einem Hauptmenü („main“) oder einem Seitenmenü („side“) gehört, zum Beispiel: **VERTICAL MENU** → **Coupling** (main) → **DC** (side) → **Bandwidth** (main) → **100 MHz** (side) drücken.

Dank der hier beschriebenen Konvention lassen sich die Anweisungen so gestalten, daß sie grafisch intuitiv sind, und die Prozeduren vereinfachen sich entsprechend. So entspricht die Anweisung des obigen Beispiels einer Aufzählung der folgenden fünf Schritte:

1. Die Taste **VERTICAL MENU** der Frontplatte drücken.
 2. Die Hauptmenütaste **Coupling** drücken.
 3. Die Seitenmenütaste **DC** drücken.
 4. Die Hauptmenütaste **Bandwidth** drücken.
 5. Die Seitenmenütaste **100 MHz** drücken.
- Es ist gelegentlich auch eine Auswahl aus einem Popup-Menü zu treffen, zum Beispiel: **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (Popup) wählen. Hier ist dann die Hauptmenütaste **Type** so oft zu drücken, bis im Popup-Menü die Angabe **Edge** erscheint.

Produktbeschreibung



Digitaloszilloskope von Tektronix sind Meßinstrumente, die sich hervorragend für die Erfassung, die Anzeige und die Messung von Kurvenformen eignen. Dank der folgenden Leistungsmerkmale können sie den Bedarf sowohl für Laboranwendungen als auch für den praktischen Werkstatteinsatz abdecken:

- Maximale Analogbandbreite 200 MHz beim TDS 420A
Maximale Analogbandbreite 400 MHz bei TDS 430A, TDS 460A
Maximale Analogbandbreite 500 MHz beim TDS 510A
- Maximale Digitalisiertrate 500 MS/s beim TDS 510A
Maximale Digitalisiertrate 100 MS/s bei TDS 420A, TDS 430A und TDS 460A
- Rollmodus und getriggelter Rollmodus für die Darstellung von langsameren Kurvenformen bei TDS 420A, TDS 430A und TDS 460A
- Berechnete Signale – Invertierung eines einzelnen Signals, und Addition, Subtraktion oder Multiplikation von zwei Signalen. Bei Instrumenten, die mit der Option 2F ausgerüstet sind, auch Integration oder Differentiation eines einzelnen Signals oder Durchführung einer FFT (Schnellen Fourier Transformation) an einem Signal, um dessen Amplituden- oder Phasenfrequenzgang darzustellen.
- Speichertiefe pro Kanal bis zu 30.000 Punkte (als Option, 120.000 Punkte) bei TDS 420A, TDS 430A, und TDS 460A. Bei TDS 510A, Speichertiefe pro Kanal bis zu 50.000 Punkte
- Voll softwareprogrammierbar über GPIB. GPIB-Ausgang für Hardcopy-Ausgabe. Bei Instrumenten, die mit der Option 13 ausgerüstet sind, Ausgabe einer Hardcopy über die Ports RS-232 oder Centronics

- Sämtliche Meß- und Dokumentationsmöglichkeiten
- Bedienung über intuitive grafische Icons in Verbindung mit den vertrauten Drehknöpfen für Horizontal- und Vertikaleinstellungen
- Vier Kanäle und vier Digitalisierer mit acht Bit Breite bei TDS 420A, TDS 460A und TDS 510A. Beim TDS 430A, zwei Kanäle und zwei Digitalisierer mit acht Bit Breite
- Online-Hilfe durch einfachen Tastendruck abrufbar

Anhang A gibt die Optionen und Zubehörteile an.

Die Produktspezifikationen finden sich im Handbuch der Leistungsüberprüfung, das als Standardzubehör zum Digitaloszilloskop mitgeliefert wird.

Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme ist zu prüfen, daß das Digitaloszilloskop richtig installiert wurde und eingeschaltet ist.

Erste Schritte

Das Digitaloszilloskop ist auf die folgende Weise zu installieren und einzuschalten:

Installation

1. Es müssen die spezifizierten Betriebsbedingungen herrschen. Spezifikationen für die Grenzwerte der Temperaturen, relativen Luftfeuchtigkeit, Seehöhe, Vibrationen und Emissionen sind den Handbüchern der Leistungsüberprüfung und Spezifikationen zu entnehmen (Tektronix-Teilenummern 070-9705-XX und 070-9706-XX).
2. Ausreichend Platz für die Kühlung lassen. Die Belüftungs- und Abzugöffnungen an den Seiten des Gerätegehäuses (wo die Lüfter arbeiten) müssen unbedingt für den Luftstrom frei sein. Auf beiden Seiten mindestens 5 cm Abstand halten.



WARNUNG. Zum Schutz gegen Elektroschocks vor jeder Kontrolle der Netzsicherung unbedingt das Netzkabel herausziehen.

3. Die Sicherung darauf überprüfen, ob sie den Spezifikationen für Typ und Nennstromspannung entspricht (siehe die Lage der Sicherung in Abbildung 1-1). Es sind zwei verschiedene Sicherungen möglich (siehe die Sicherungsdaten in Tabelle 1-1).
4. Auf die Einhaltung der elektrischen Anschlußdaten achten. Digitaloszilloskope TDS 400A benötigen Speisespannungen von 90-132 V/48-62 Hz, 100-132 V oder 180-250 V/48-440 Hz und können bis zu 240 W aufnehmen. Das TDS 510A benötigt 90-250 V/47-63 Hz und kann bis zu 300 W aufnehmen.
5. Das Gerät an seinem rückseitigen Netzanschlußstecker (siehe die Lage dieses Steckers in Abbildung 1-1) über das spezifizierte Netzkabel an das Stromversorgungsnetz anschließen.

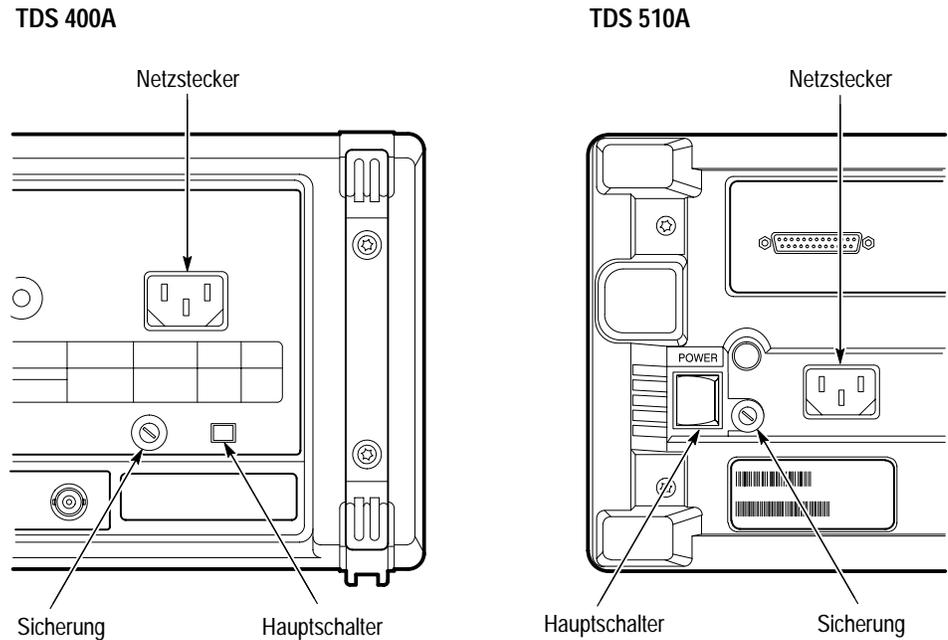


Abbildung 1–1: Rückseitige Bedienelemente für die Inbetriebnahme

Tabelle 1–1: Teilenummern von Sicherungen und Sicherungskappen

Oszilloscop	Sicherung	Teilenummer Sicherung	Teilenummer Sicherungskappe
TDS 420A, TDS 430A und TDS 460A	0,25" x 1,25" (UL 198.6, 3AG): 5 A FAST, 250 V.	159-0014-00	200-2264-00
	5 mm x 20 mm (IEC 127): 4 A (T), 250 V.	159-0255-00	200-2265-00
TDS 510A	0,25" x 1,25" (UL 198.6, 3AG): 6 A FAST, 250 V.	159-0013-00	200-2264-00
	5 mm 20 x mm (IEC 127): 5 A (T), 250 V.	159-0210-00	200-2265-00

Abbau der Frontplatte

Die Frontplatte zum Abbau an den Seitenkanten links und rechts festhalten und von der Frontgrundplatte abziehen. (Zum Wiedereinbau auf die Haltefedern ausrichten und einrasten lassen.)

Einschalten

1. Den rückseitigen Hauptschalter einschalten (siehe die Lage des Schalters in Abbildung 1–1). Der Hauptschalter unterbricht die gesamte Netzstromversorgung des Geräts.

2. Falls das Oszilloskop nicht erkennbar in Betrieb geht (der Bildschirm bleibt leer), zusätzlich die Taste **ON/STBY** in der Frontplatte drücken (Abbildung 1–2).

Nach der Installation genügt es, nur die Taste ON/STBY zu betätigen. Der Hauptschalter des Digitaloszilloskops kann immer eingeschaltet bleiben.

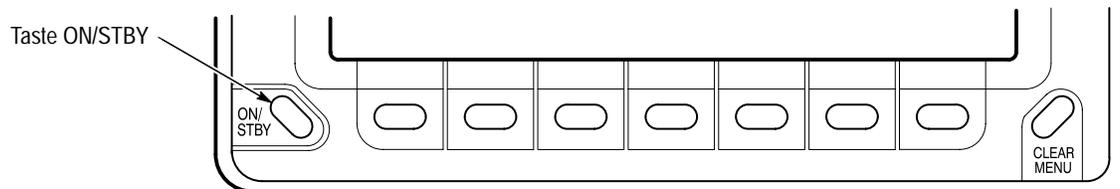


Abbildung 1–2: ON/STBY

Selbsttest Das Digitaloszilloskop führt nach jedem Einschalten automatisch einen Selbsttest durch. Zum Abschluß erscheint ein Bildschirm mit der Angabe, ob der Selbsttest erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Wenn dies der Fall war, verschwindet der Bildschirm mit dieser Statusmeldung automatisch wieder, wenige Sekunden nach Abschluß des Selbsttests.

Die Ergebnisse des Selbsttests überprüfen.

Bei einem Fehlschlag des Selbsttests muß das lokale Tektronix Service Center helfen. Je nach Art des Fehlers kann es möglich sein, das Oszilloskop bis zur Wartung weiterhin zu verwenden.

Ausschalten Es genügt, das Oszilloskop mit Hilfe der Taste **ON/STBY** auszuschalten.

Vorbereitung

Durch die *Signalpfadkompensation (SPC)* werden die Signallaufzeiten im Oszilloskop bei der jeweiligen Umgebungstemperatur abgeglichen. Mit der SPC läßt sich die maximal mögliche Genauigkeit für kritischste Messungen erreichen. Siehe weitere Angaben zu diesem Leistungsmerkmal unter *Signalpfadkompensation* auf Seite 3–123.

Betriebsgrundlagen

Dieses Kapitel beschreibt die grundsätzliche Betriebsweise des Digitaloszilloskops. Mit diesen Angaben läßt sich das Digitaloszilloskop viel rationeller einsetzen.

Der Abschnitt *Auf einen Blick* führt in die Organisation des Oszilloskops ein und enthält einige sehr allgemeine Bedienungsanweisungen. Außerdem erläutert er die folgenden Darstellungen:

- Aufbau der Frontplatte
- Aufbau der Rückwand
- Aufbau der Anzeige
- Verwendung der Menüs

Die *Anwendungsbeispiele* stellen praktische Einsatzfälle dar und erläutern daran die grundlegenden Systemkonzepte:

- *Einstellungen für die Anwendungsbeispiele* beschreibt die Einstellungen, die am Digitaloszilloskop zur Durchführung der Anwendungsbeispiele vorzunehmen sind.
- *Beispiel 1: Anzeige eines Signalverlaufs* erläutert, wie man das Digitaloszilloskop zurücksetzt und wie die Darstellung der Signalverläufe aufzurufen und einzustellen ist, und behandelt die Autoset-Funktion.
- *Beispiel 2: Anzeige von mehreren Signalen* beschreibt Addition, Steuerung und Löschung von mehreren Signalen.
- *Beispiel 3: Automatische Messungen* führt in das System der Meßautomatik ein.
- *Beispiel 4: Abspeichern von Einstellungen* befaßt sich damit, wie die Einstellungen des Digitaloszilloskops abgespeichert und später wieder abgerufen werden können.
- *Triggerung* erläutert, wie Trigger zu setzen sind, um statt unruhiger Bilder oder leerer Bildschirme aussagefähige Darstellungen zu erzielen.

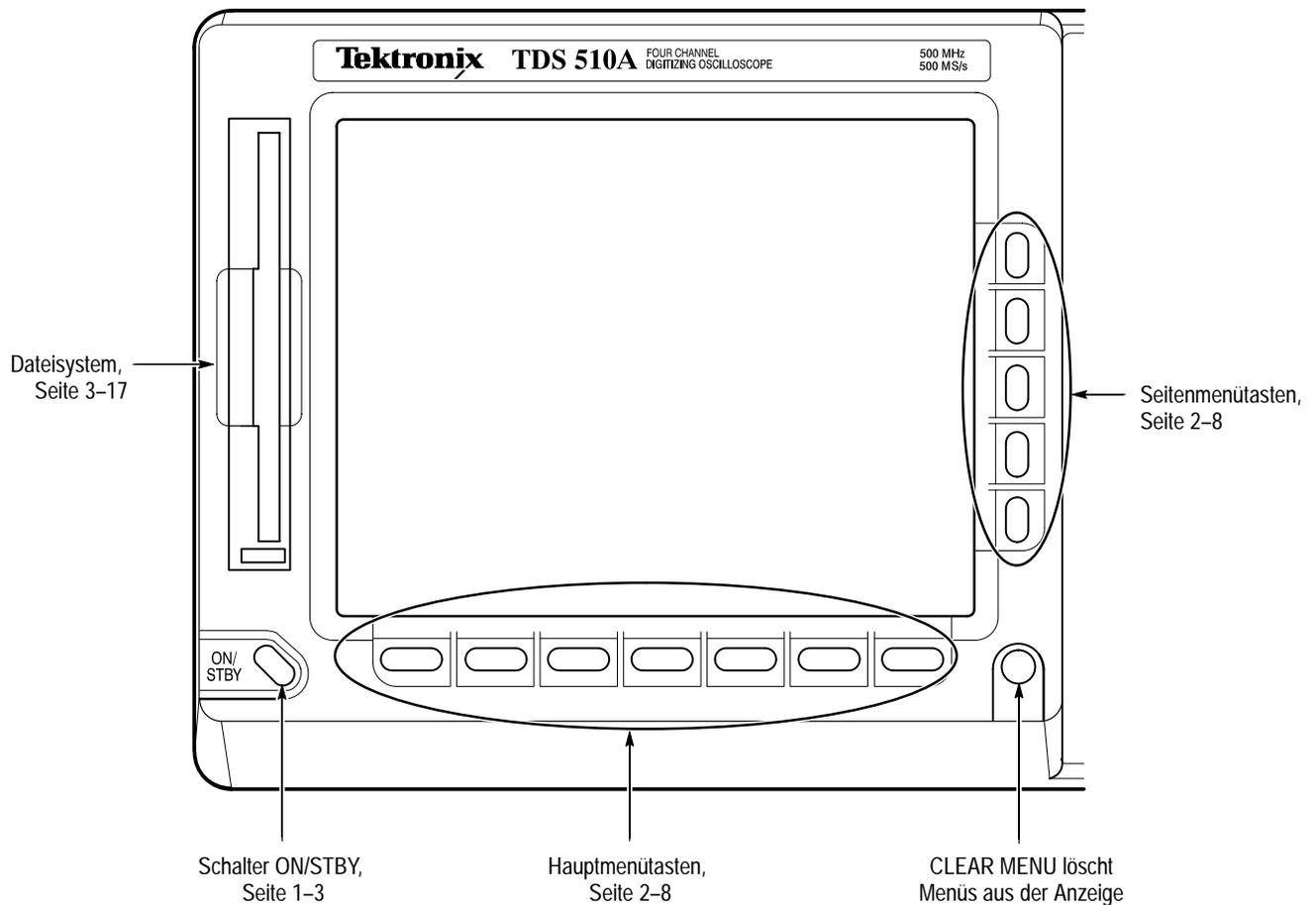
- *Skalieren und Positionieren von Signalen* erläutert die Einstellungen, mit denen sich Position und Größe der dargestellten Signale ändern lassen.
- *Messungen* beschreibt die Verwendung von automatischen Cursor- oder Rastermessungen zur Ausgabe von numerischen Daten zu den dargestellten Signalen.

Der *Referenzteil* enthält eingehendere Angaben zu diesen und zu weiteren Themen. Siehe hierzu auch die Liste der Themen auf Seite 3–1.

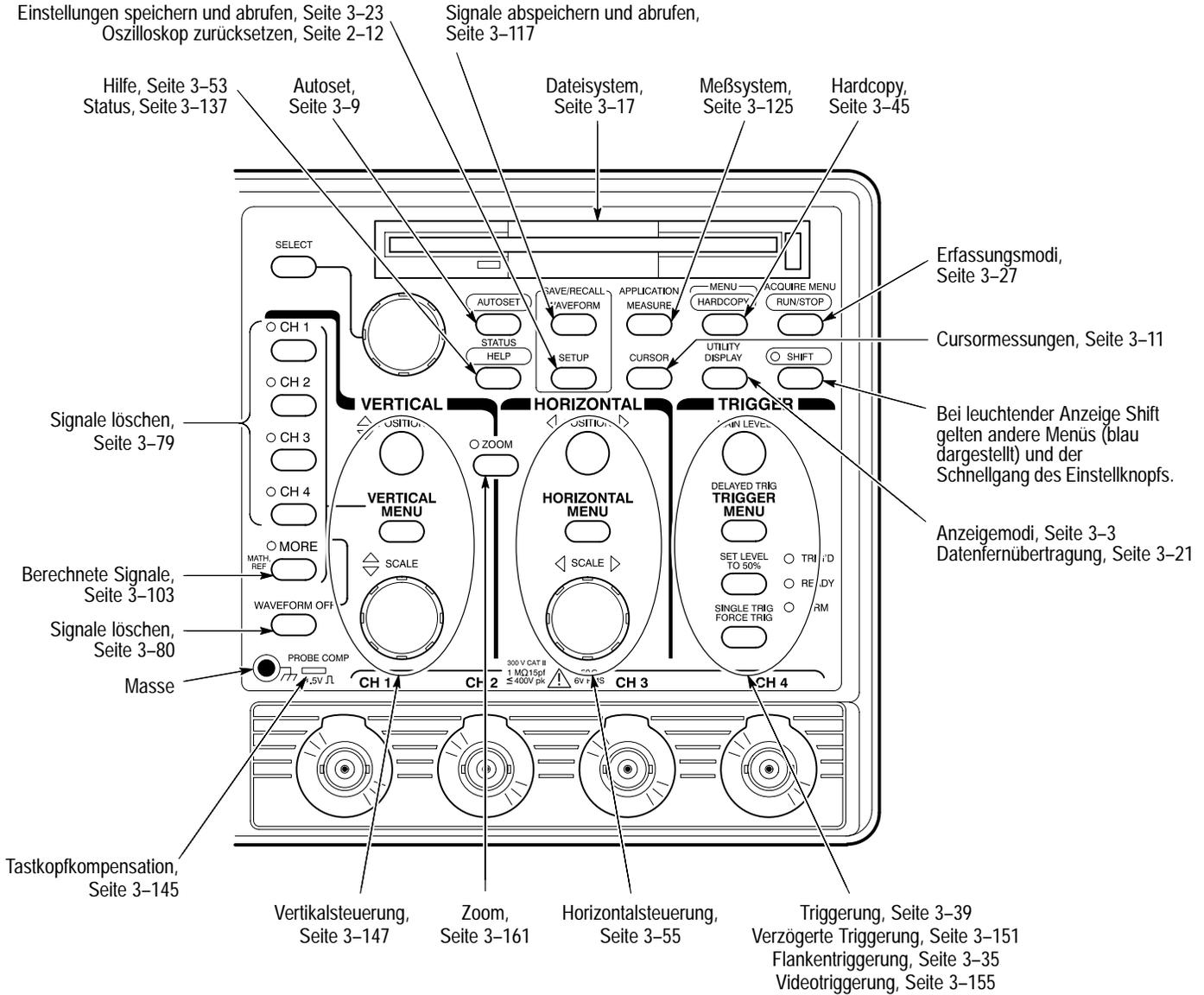
Auf einen Blick

Der Abschnitt *Auf einen Blick* enthält Abbildungen der Anzeige, der Frontplatte und der Rückwand. Diese Abbildungen sollen ein besseres Verständnis der Funktionsweise und des Betriebs des Digitaloszilloskops vermitteln. Außerdem folgt hier eine anschauliche Darstellung der Arbeitsweise mit dem Menüsystem.

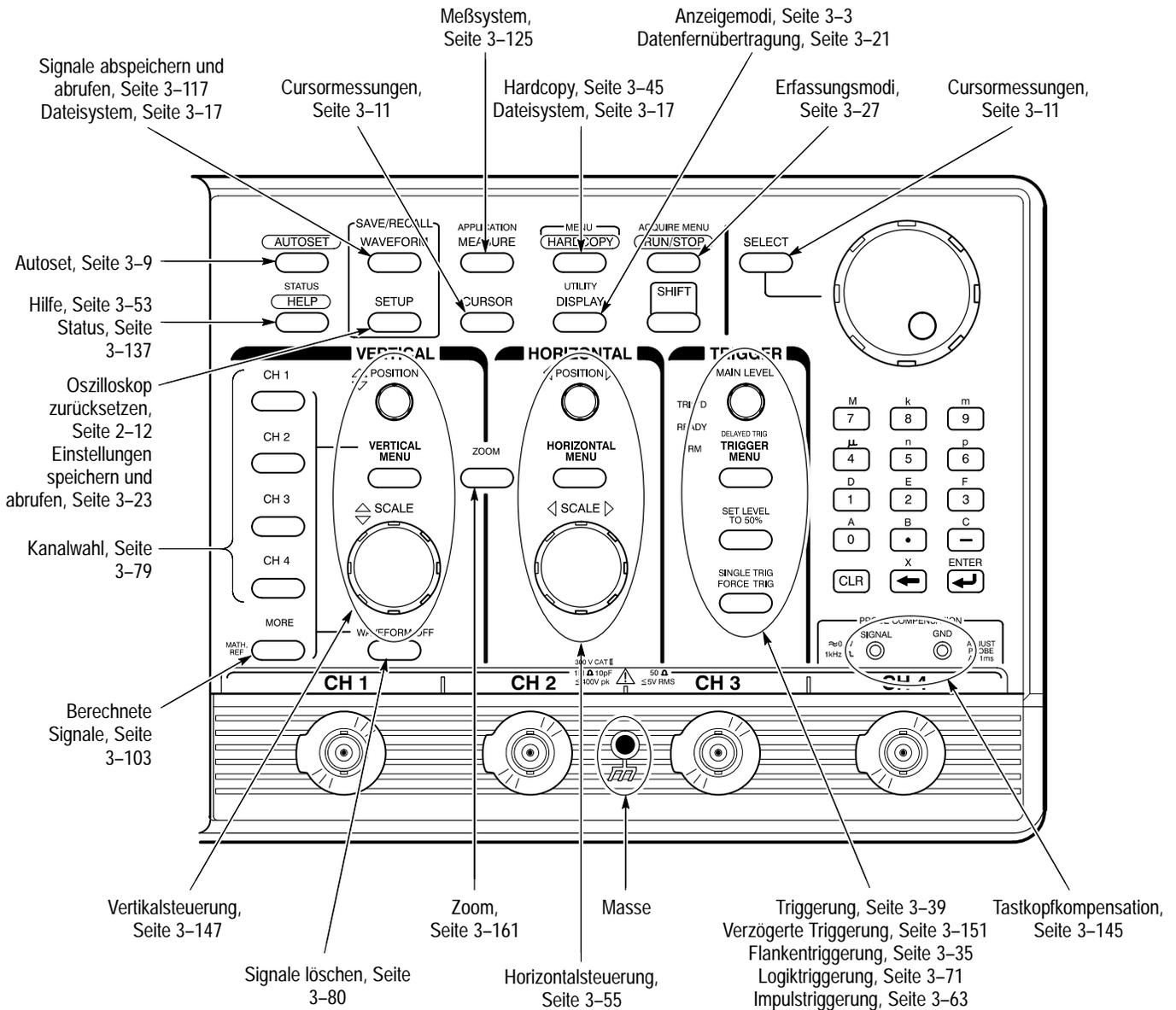
Aufbau der Frontplatte — Linke Seite



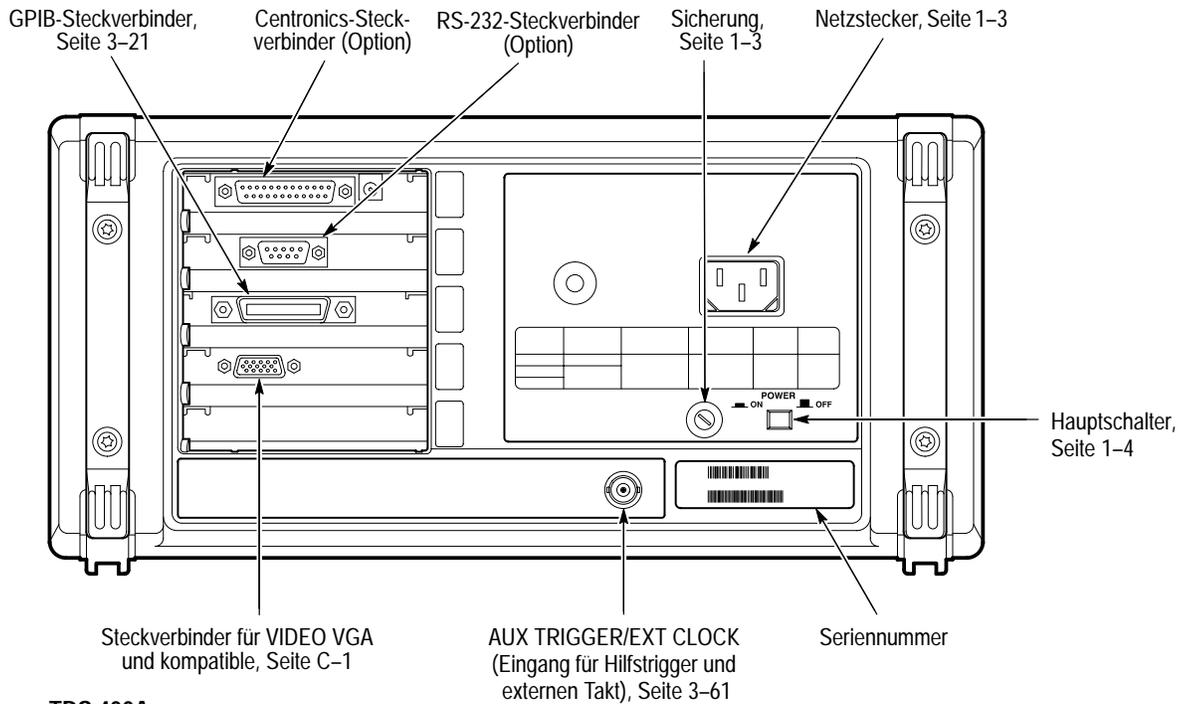
Aufbau der Frontplatte — Rechte Seite (TDS 400A)



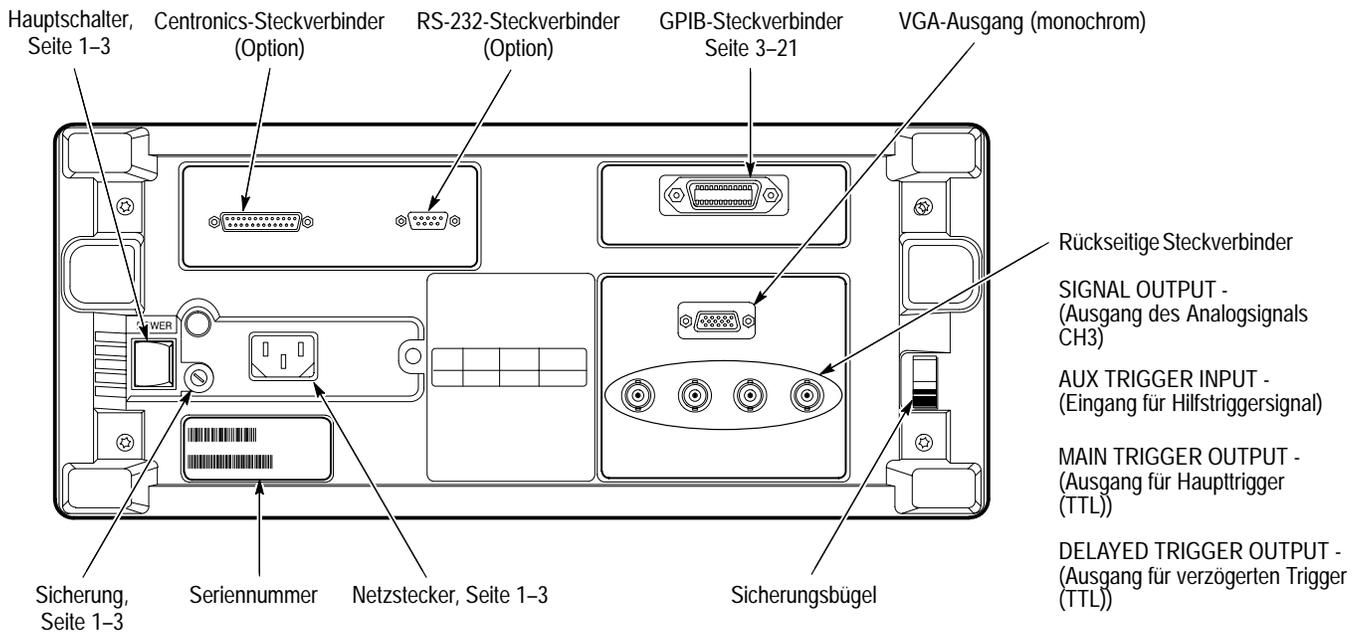
Aufbau der Frontplatte — Rechte Seite (TDS 510A)



Aufbau der Rückwand

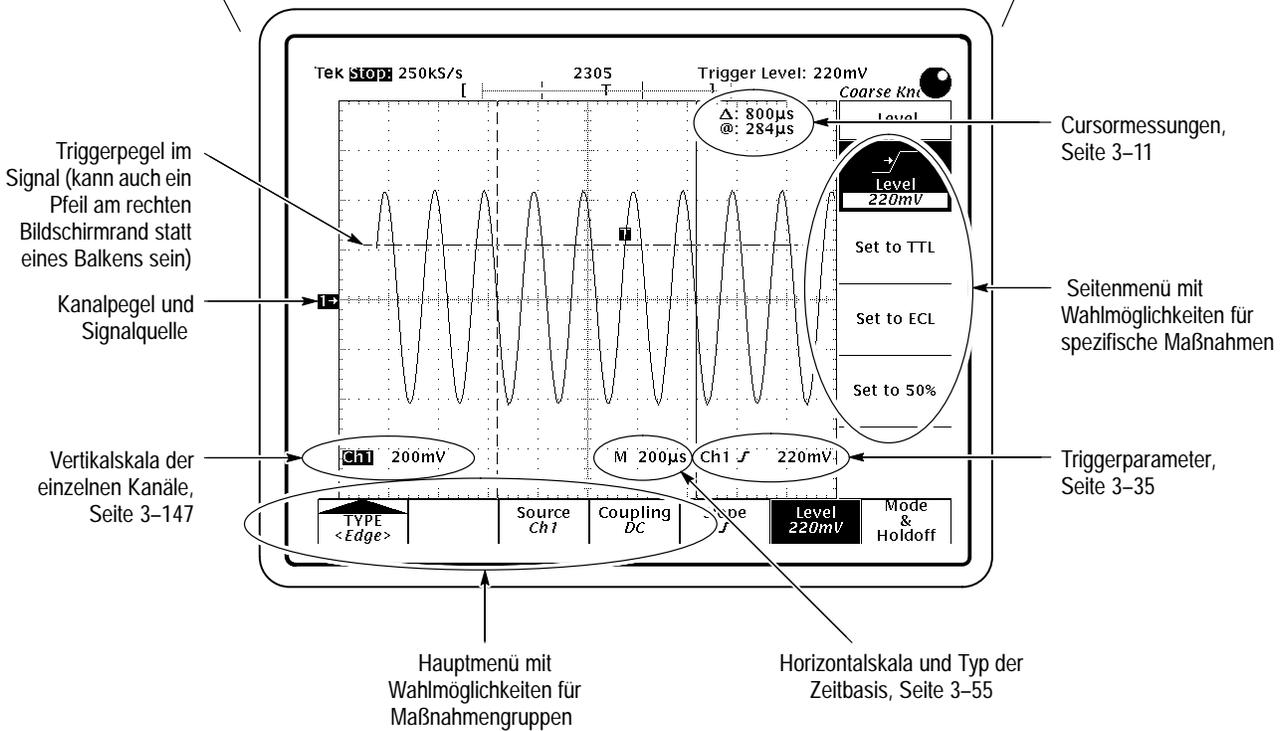
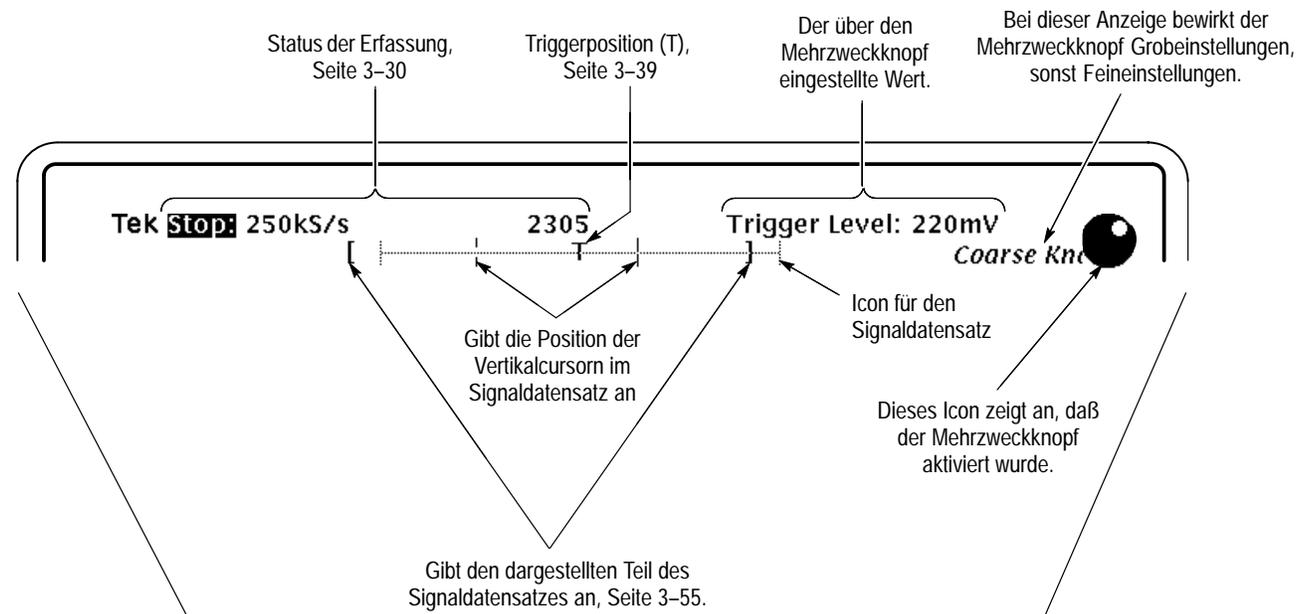


TDS 400A



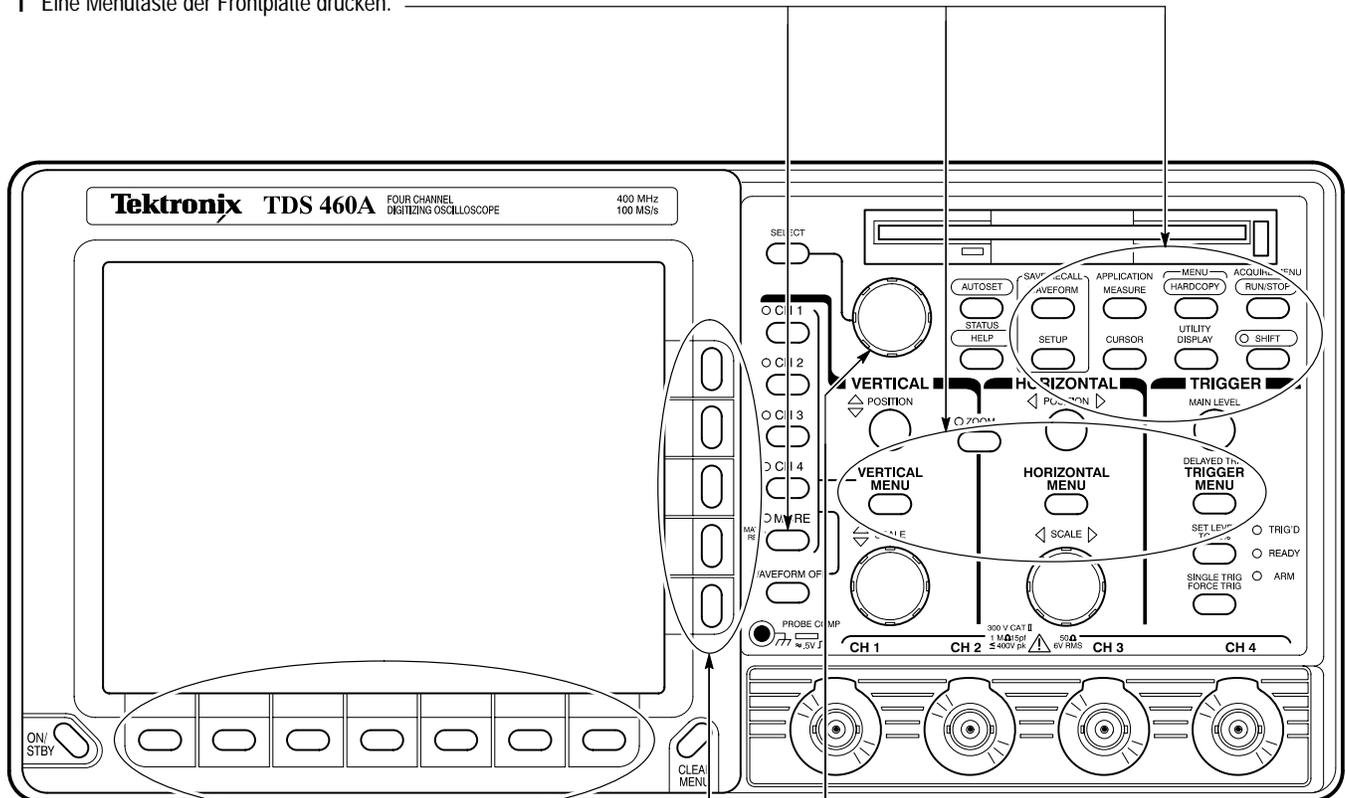
TDS 510A

Aufbau der Anzeige



Verwendung von Menüs (TDS 400A)

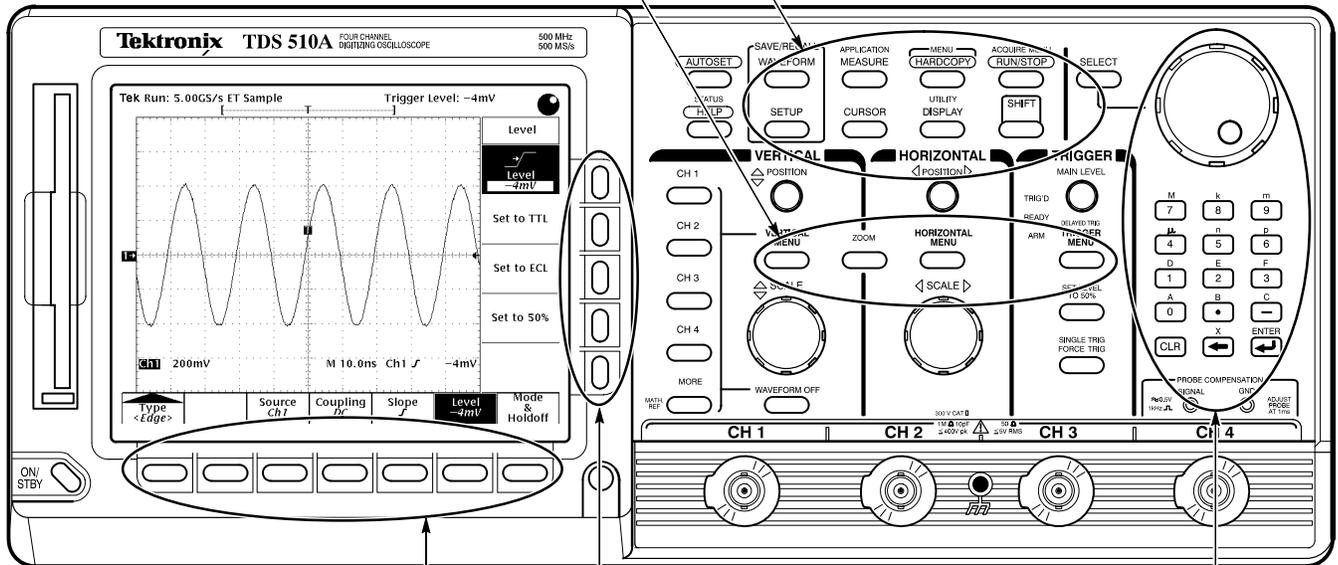
- 1 Eine Menütaste der Frontplatte drücken.



- 2 Mit einer dieser Tasten die gewünschte Auswahl im Hauptmenü treffen.
- 3 Mit einer dieser Tasten die gewünschte Auswahl im Seitenmenü treffen (sofern angezeigt).
- 4 Falls zu einer Auswahl des Seitenmenüs ein bestimmter Wert einzustellen ist (in Negativschrift dargestellt), diese Einstellung mit dem Mehrzweckknopf vornehmen.

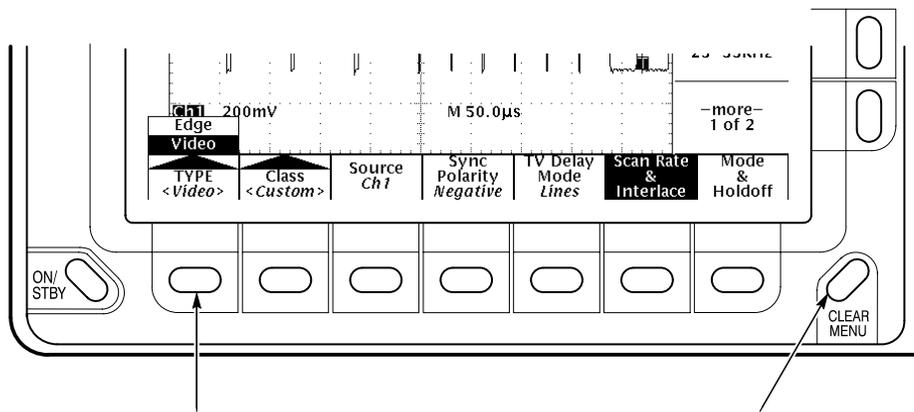
Verwendung von Menüs (TDS 510A)

- 1 Eine Menütaste der Frontplatte drücken.
(Eine **SHIFT** zur Anwahl von Funktionen, die in blauer Schrift wiedergegeben sind.)



- 2 Mit einer dieser Tasten die gewünschte Auswahl im Hauptmenü treffen.
- 3 Mit einer dieser Tasten die gewünschte Auswahl im Seitenmenü treffen (sofern angezeigt).
- 4 Falls zu einer Auswahl des Seitenmenüs ein bestimmter Wert einzustellen ist (in Negativschrift dargestellt), diese Einstellung mit dem Mehrzweckknopf oder über das Tastenfeld vornehmen.

Verwendung von Popup-Menüs



Zur Ausgabe der
Popup-Menüs drücken.

Zur Anwahl eines bestimmten
Befehls nochmals drücken.

Oder zunächst die Taste SHIFT
drücken: die Durchlaufrichtung
kehrt sich um.

Die Anwahl eines Popup-Menüs wirkt
sich auf die sonst verfügbaren
Hauptmenüs aus.

Diese Taste löscht
Menüs im Bildschirm.

Anwendungsbeispiele

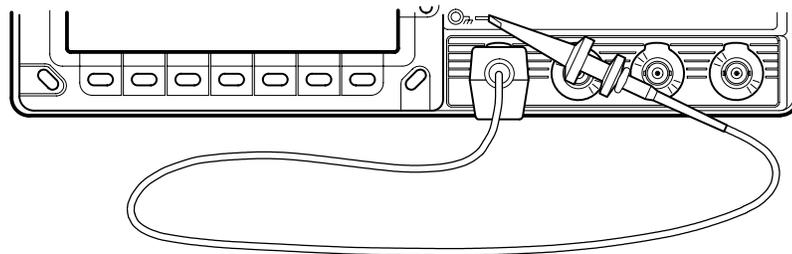
Der folgende Abschnitt stellt eine schnelle Einführung in einige der einfachen Betriebsarten dar, in denen das Digitaloszilloskop Messungen durchführen kann. Die Anwendungsbeispiele beginnen immer mit den *Einstellungen für die Anwendungsbeispiele*.

Einstellungen für die Anwendungsbeispiele

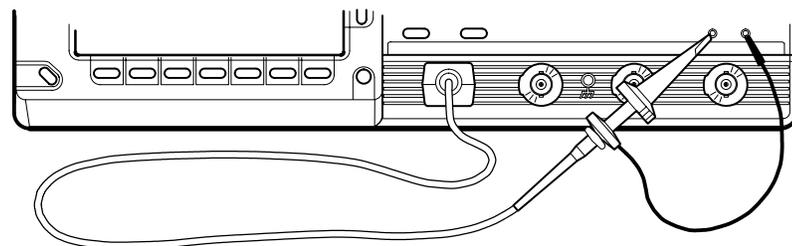
Die folgenden Angaben beschreiben, wie Eingangssignale an das Digitaloszilloskop anzuschließen sind und wie dieses zurückzusetzen ist. Außerdem erläutern sie den Aufbau des Anzeigebildschirms. Nach Abschluß der hier angegebenen Maßnahmen ist das Digitaloszilloskop für die Messungen bereit, die in den folgenden Beispielen beschrieben werden.

Eingangssignal anschließen

Alle etwa vorhandenen Tastköpfe und Signaleingänge von den BNC-Eingangssteckern unten rechts in der Frontplatte abtrennen. Dann den Steckverbinder **CH 1** des Digitaloszilloskops über einen der Tastköpfe, die zum Digitaloszilloskop mitgeliefert wurden, mit dem Steckverbinder der Tastkopfkompensation (Abbildung 2-1) verbinden.



TDS 400A



TDS 510A

Abbildung 2-1: Anschluß des Tastkopfs für die Beispiele

Reset des Oszilloskops

Die folgenden Schritte bewirken, daß das Digitaloszilloskop in einen bekannten Zustand zurückkehrt, in dem es mit den Werksvorgaben arbeitet. (Das Oszilloskop ist immer dann zurückzusetzen, wenn für eine neue Meßaufgabe wieder mit den bekannten Standardeinstellungen begonnen werden soll.)

1. Die Taste **SAVE/RECALL SETUP** drücken. Es erscheint das Menü Setup (siehe die Abbildung 2-2).

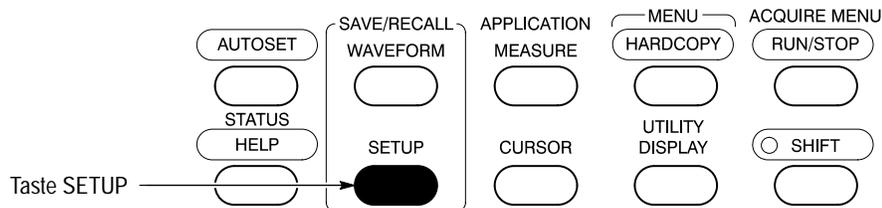


Abbildung 2-2: Lage der Taste SETUP

Das Digitaloszilloskop gibt am unteren Bildschirmrand *Hauptmenüs* aus. Abbildung 2-3 zeigt das Hauptmenü Setup.

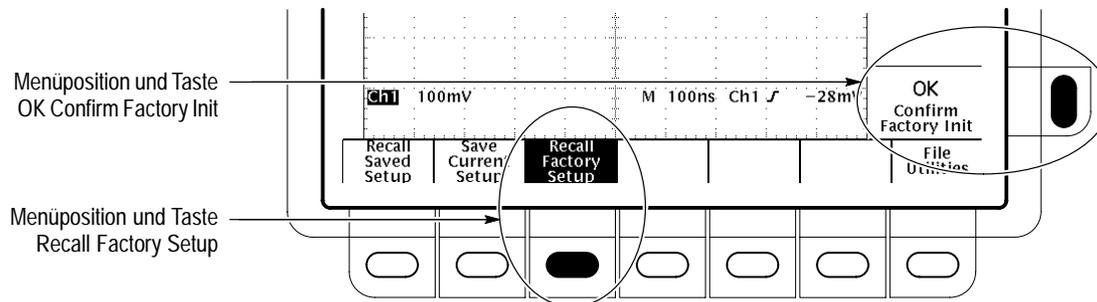


Abbildung 2-3: Das angezeigte Menü Setup

2. Die Taste direkt unter dem Menütext **Recall Factory Setup** drücken.

In der Anzeige erscheinen am rechten Bildschirmrand *Seitenmenüs*. Rechts neben dem Seitenmenü befinden sich die Tasten, mit denen die betreffenden Befehle einzugeben sind.

Eine unbeabsichtigte Rücksetzung könnte bewirken, daß mühsam erarbeitete Einstellungen verlorengehen. Das Digitaloszilloskop fordert deshalb eine Bestätigung des Befehls „Recall Factory Setup“ an (siehe die Abbildung 2-3).

3. Die Taste rechts neben dem Seitenmenütext **OK Confirm Factory Init** drücken.

HINWEIS. In diesem Handbuch werden die Eingaben, die oben in den Schritten 1, 2 und 3 beschrieben wurden, auf die folgende Weise dargestellt: Die Tasten **SAVE/RECALL SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → **OK Confirm** **Factory Init** (side) drücken, wobei sich „main“ auf Hauptmenü und „side“ auf das entsprechende Seitenmenü bezieht.



Im Bildschirm erscheint ein Uhren-Icon. Das Oszilloskop gibt dieses Icon bei allen Vorgängen aus, deren Bearbeitung länger als nur wenige Sekunden dauert.

4. Taste **SET LEVEL TO 50%** (siehe die Abbildung 2–4) drücken, damit das Oszilloskop mit Sicherheit durch das Eingangssignal getriggert wird.

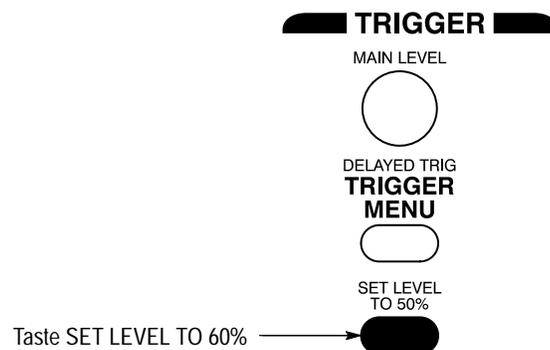


Abbildung 2–4: Taste **SET LEVEL TO 50%**

Die Elemente der Anzeige

Die folgenden Angaben beschreiben die einzelnen Elemente in der Anzeige. Abbildung 2–5 zeigt die Darstellung, die sich nach dem Reset des Oszilloskops einstellt. Wichtig sind vor allem:

- Der *Triggerpegelbalken* gibt an, daß das Signal durch einen Pegel getriggert wird, der etwa 50% seiner Amplitude entspricht (aufgrund von Schritt 4).
- Der *Indikator der Triggerposition* zeigt an, daß der Triggerzeitpunkt genau in der horizontalen Mitte des Rasters liegt.
- Der *Kanalindikator* bezeichnet die Vertikalposition von Kanal 1 (Ch1), wenn kein Eingangssignal anliegt. Er gibt den Massepegel dieses Kanals an, wenn im Vertikalmenü der Vertikaloffset mit 0 V gewählt wurde; bei einem Vertikaloffset *ungleich* 0 V entspricht die Position dieses Indikators dem Pegel des Vertikaloffsets.
- Die *Triggeranzeige* meldet, daß das Digitaloszilloskop für die Darstellung des Signals in Kanal 1 (Ch1) durch die ansteigende Flanke und bei einem Pegel von etwa 200-300 mV getriggert wird.

- Die *Zeitbasisanzeige* ist abzulesen, daß die Hauptzeitbasis auf eine Horizontalskala von 500 µs/div eingestellt ist.
- Die *Kanalanzeige* gibt an, daß das Signal von Kanal 1 (Ch1) mit DC-Kopplung wiedergegeben wird. (Bei AC-Kopplung würde hinter dem Wert der Spannungsskala V/div ein ~ erscheinen.) Nach einem Reset zeigt das Digitaloszilloskop immer das Signal von Kanal 1.

Bisher erscheinen die Anzeigen für den Kanal, die Zeitbasis und den Trigger in der Rasterfläche, weil noch ein Menü ausgegeben wird. Mit der Taste CLEAR MENU lassen sich die Menüangaben jederzeit unterdrücken. Dann rücken auch die angegebenen Anzeigen unter die Rasterfläche.

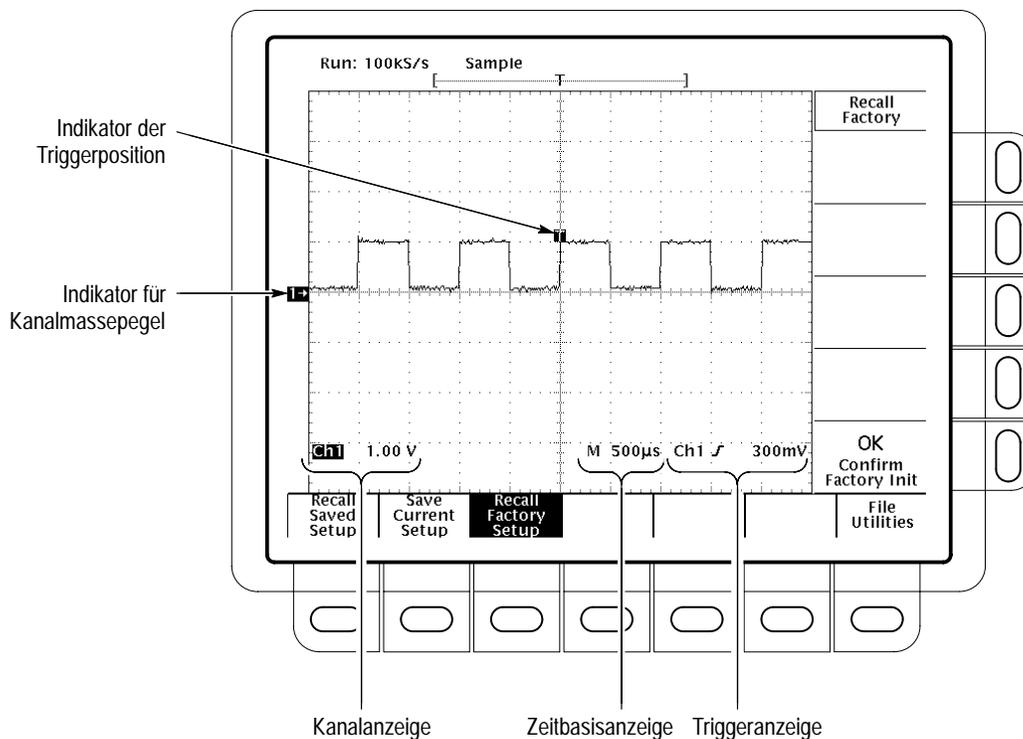


Abbildung 2-5: Die Anzeige nach Aufruf der Werksvorgaben

Beispiel 1: Anzeige eines Signalverlaufs

Das Digitaloszilloskop besitzt Einstellknöpfe in der Frontplatte, mit denen sich die Darstellung eines Signals optimieren läßt, kann aber seine Einstellungen auch automatisch entsprechend ändern. Die folgende Anleitung gibt an, wie die Signaleinstellungen vorzunehmen sind bzw. wie sich das Digitaloszilloskop durch Autoset selbsttätig einstellt.

Optimierung der Signalstrahlspur

Die Anzeige gibt das Signal der Tastkopfkompensation wieder. Dies ist ein Rechtecksignal von 1 kHz mit einer Amplitude von etwa 0,5 V. Die folgenden Schritte ergeben eine Einstellung und Positionierung dieses Signals mit Hilfe der Drehknöpfe in der Frontplatte.

Die Abbildung 2–6 gibt die Hauptbereiche für Einstellungen VERTICAL und HORIZONTAL der Frontplatte wieder. Es sind jeweils eigene Einstellknöpfe für SCALE und POSITION vorhanden.

1. Den Knopf **SCALE** (Skala) der Vertikaleinstellungen im Uhrzeigersinn verdrehen. Es ändern sich die dargestellte Signalform und die zugehörige Kanalanzeige am unteren Bildschirmrand.

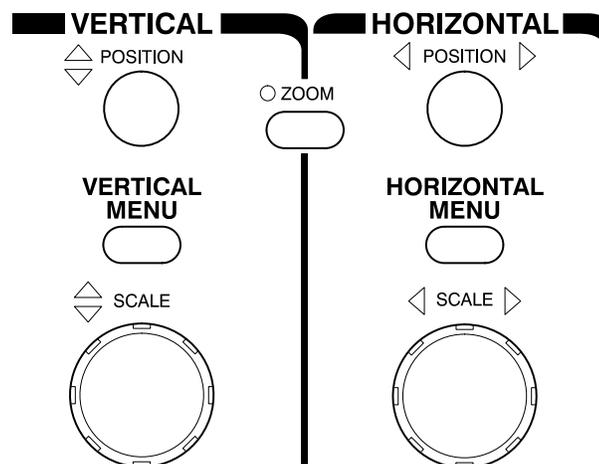


Abbildung 2–6: Die Bedienelemente VERTICAL und HORIZONTAL

2. Den Knopf **POSITION** der Vertikaleinstellungen in beide Richtungen verdrehen. Das dargestellte Signal verschiebt sich entsprechend. Dann das Signal wieder in die Mitte des Rasterfeldes setzen.

- Den Knopf **SCALE** der Horizontaleinstellungen um einen Rastschritt im Uhrzeigersinn verdrehen. Dann die Anzeige der Zeitbasis am unteren Bildschirmrand beobachten. Ihr Wert sollte sich jetzt nach $200 \mu\text{s}/\text{div}$ geändert haben, und in der Anzeige müssen zwei volle Signalzyklen erscheinen.

Autoset des Oszilloskops

Das Oszilloskop wird ein Signal, das an einen Kanal angeschlossen wurde, nicht unbedingt sofort im richtigen Maßstab und mit der richtigen Triggerung wiedergeben. Mit der Funktion Autoset läßt sich schnell eine aussagefähige Darstellung erreichen.

Im obigen Schritt sollte sich eine stabile Darstellung des Signals der Tastkopf-kompensation ergeben haben. Die folgenden Schritte führen zunächst zu einer instabilen und dann automatisch zu einer stabilen Anzeige:

- Zur Darstellung einer instabilen Anzeige den Triggerknopf **MAIN LEVEL** (siehe die Abbildung 2–7) langsam in beiden Richtungen verdrehen. Dann die Darstellung beobachten, während der Triggerpegel über den höchsten Pegel des dargestellten Signals angehoben wird. Den Triggerpegel in der Höhe stehenlassen, in der keine Triggerung erfolgt.
- Die Taste **AUTOSET** drücken (siehe die Abbildung 2–8): die Anzeige wird sofort stabil.

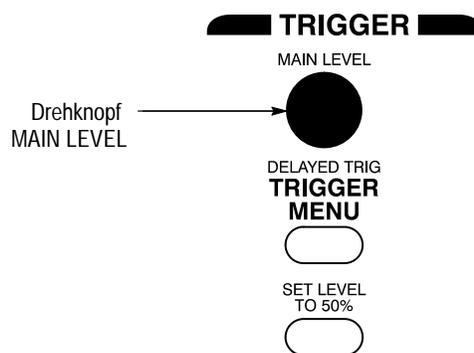


Abbildung 2-7: Bedienelemente TRIGGER

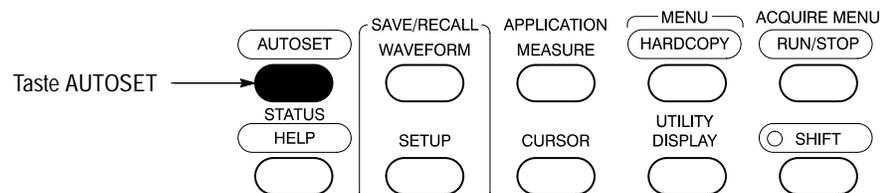


Abbildung 2-8: Lage der Taste AUTOSET

Die Abbildung 2–9 zeigt die Anzeige nach Drücken der Taste AUTOSET. Die Signalform kann dann noch bei Bedarf mit Hilfe der Einstellknöpfe, die in diesem Beispiel bereits beschrieben wurden, weiter optimiert werden.

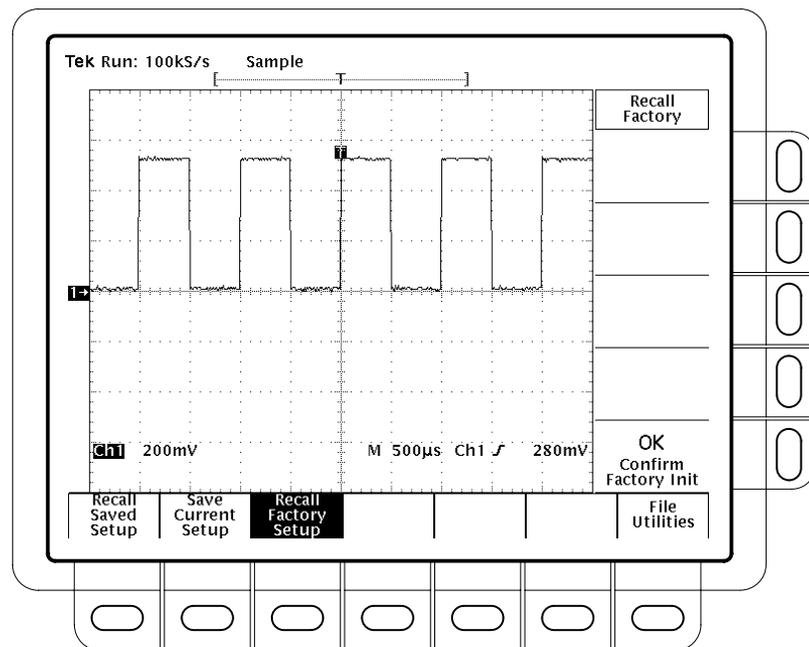


Abbildung 2–9: Die Anzeige nach Drücken der Taste Autoset

HINWEIS. Wenn das angezeigte Rechtecksignal verrundete oder überspitzte Ecken (siehe die Abbildung 2–10) aufweist, kann es erforderlich sein, den Tastkopf erneut zu kompensieren. Siehe die Beschreibung der Prozeduren für Kalibration und Kompensation der Tastköpfe auf den Seiten 3–139 und 3–145.



Abbildung 2–10: Anzeige des Signals bei ungenügender Tastkopfkompensation

Beispiel 2: Anzeige von mehreren Signalen

Das folgende Beispiel beschreibt, wie sich mehrere Signale gleichzeitig darstellen und steuern lassen.

Ein weiteres Signal anzeigen lassen

Der Bereich VERTICAL der Frontplatte enthält die Tasten für die Kanalwahl. Diese tragen bei den Digitaloszilloskopen TDS 420A, TDS 460A und TDS 510A die Bezeichnungen CH 1, CH 2, CH 3, CH 4 und MORE (Abbildung 2–11), beim TDS 430A CH 1, CH 2 und MORE.

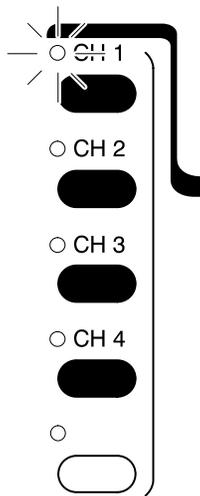


Abbildung 2–11: Tasten und Leuchten der Kanalwahl

Zu jeder der Kanalwahltasten (CH) gehört über oder neben der Beschriftung eine Anzeigeleuchte. Auf die folgende Weise erscheint in der Anzeige ein zweites Signal:

1. Zunächst die *Einstellungen für die Anwendungsbeispiele* gemäß der Anleitung auf Seite 2–11 vornehmen, soweit dies nicht bereits für das vorangehende Beispiel erfolgt ist.
2. Die Tasten **SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → **OK Confirm** **Factory Init** (side) drücken.
3. Die Taste **AUTOSET** drücken.
4. Die Taste **CH 2** drücken.

Die Anzeige gibt einen zweiten Kurvenzug wieder, der dem Signal von Kanal 2 entspricht.

Hier ist auf folgendes hinzuweisen:

- Die Kanalanzeige im Bildschirm gibt jetzt die Einstellungen für die beiden Kanäle Ch1 und Ch2 an.
 - Am linken Rand des Rasterfeldes erscheinen jetzt zwei Kanalindikatoren. Bisher überlappen sie sich noch.
 - Die Leuchte an der Taste CH 2 ist hell, und die Bedienelemente der Vertikaleinstellung betreffen jetzt den Kanal 2.
 - Die Triggerquelle hat sich durch den weiteren Kanal nicht geändert. (Die Triggerquelle kann aber im TRIGGER MENU gewechselt werden.)
5. Den Knopf **POSITION** der Vertikaleinstellung im Uhrzeigersinn verdrehen, um das Signal von Kanal 2 im Rasterfeld nach oben zu verschieben. Der Kanalindikator für den Kanal 2 verschiebt sich zusammen mit dem Signal.
 6. Die Tasten **VERTICAL MENU** → **Coupling** (main) drücken.

Im Vertikalmenü lassen sich viele Parameter der Vertikalkanäle steuern (Abbildung 2–12). Der Bildschirm kann zwar die Signale von mehreren Kanälen gleichzeitig wiedergeben, jedoch betreffen die Menütexte und Tasten des Vertikalmenüs immer nur den jeweils gewählten Kanal.

Zu jedem Menütext des Vertikalmenüs gehört jeweils ein eigenes Seitenmenü. Im Augenblick ist die Angabe „Coupling“ im Hauptmenü markiert, und deshalb enthält das Seitenmenü die Wahlmöglichkeiten für die Kopplung.

7. Die Taste Ω (side) macht die Angabe **50 Ω** wirksam; hierdurch ändert sich die Eingangsimpedanz für den Kanal 2 von 1 M Ω nach 50 Ω . In der Kanalanzeige für den Kanal 2 (am unteren Rand des Rasterfeldes) erscheint dementsprechend der Indikator Ω .

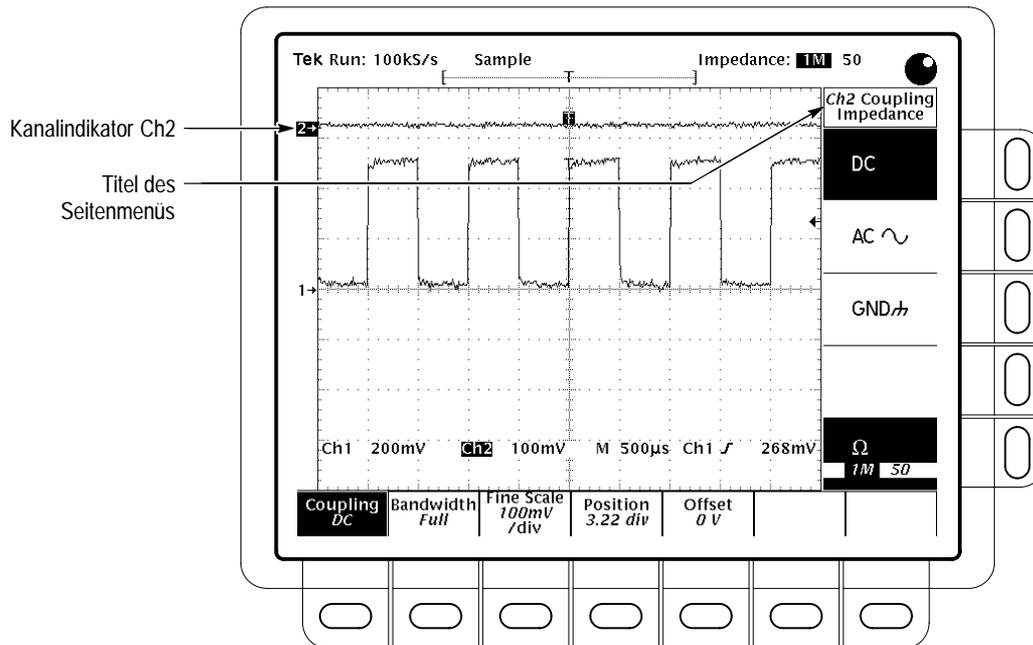


Abbildung 2–12: Das Vertikal-Hauptmenü und das Seitenmenü Coupling

Einstellungen für einen anderen Kanal vornehmen

Mit der Betätigung einer Kanaltaste (CH) werden die Bedienelemente der Vertikaleinstellungen für diesen Kanal aktiv. Gleichzeitig erscheint dieser Kanal gegebenenfalls neu in der Anzeige. Die folgenden Schritte zeigen, wie sich Einstellungen für verschiedene Kanäle vornehmen lassen:

1. Die Taste **CH 1** drücken.

Die Titelzeile des Seitenmenüs enthält die Angabe Ch1 (siehe die Abbildung 2–13), und es leuchtet die Anzeigeleuchte neben der Taste CH 1. Gleichzeitig wechselt die markierte Angabe im Seitenmenü von 50 Ω , entsprechend der Einstellung für Kanal 2, in die Impedanzangabe von 1 M Ω für den Kanal 1.

2. Die Tasten **CH 2** \rightarrow Ω (side) machen wieder die Vorgabe 1 M Ω wirksam. Damit gilt für den Kanal 2 wieder die ursprüngliche Eingangsimpedanz.

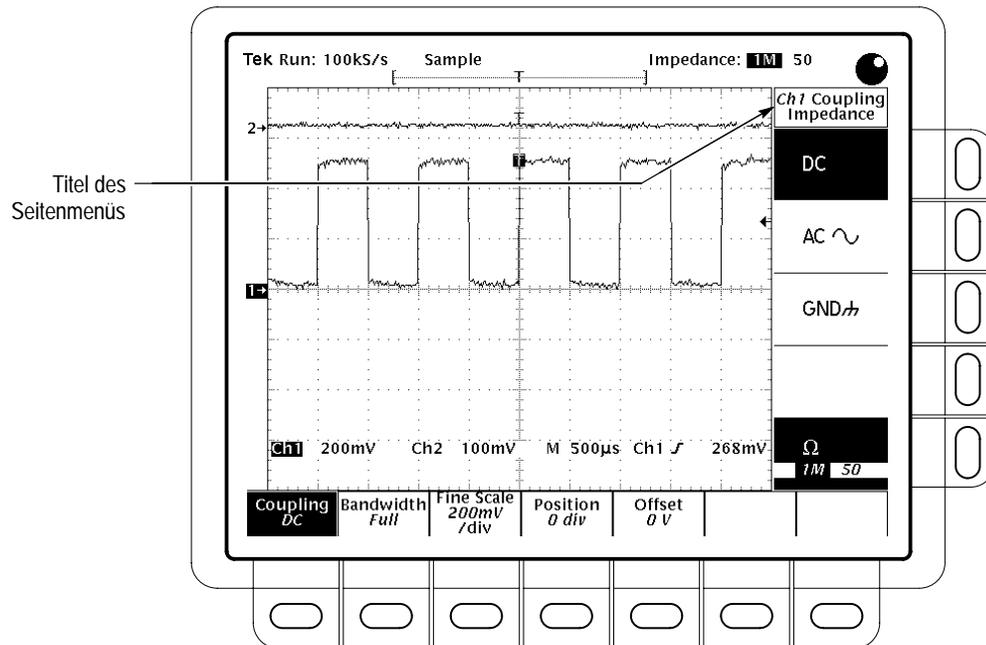


Abbildung 2-13: Die Menüs nach dem Kanalwechsel

Signale löschen

Die Taste WAVEFORM OFF löscht das Signal des jeweils gewählten Kanals aus der Anzeige. Gegebenenfalls muß das zu löschende Signal zunächst mit Hilfe der entsprechenden Kanaltaste (CH) gewählt werden. Signale also auf die folgende Weise aus der Anzeige löschen:

1. Die Taste **WAVEFORM OFF** drücken (unter dem Vertikaleinstellknopf **SCALE**).

Da bei der Betätigung der Taste WAVEFORM OFF die Anzeigeleuchte zu CH 2 hell war, wurde das Signal von Kanal 2 gelöscht.

Es leuchtet jetzt die Anzeigeleuchte (CH) zu Kanal 1. Damit ist der Kanal 1 der gewählte Kanal. Wird auch dessen Signal gelöscht, so erlöschen alle Anzeigeleuchten CH.

2. Die Taste **WAVEFORM OFF** nochmals drücken, um auch den Kanal 1 zu löschen.

Beispiel 3: Automatische Messungen

Das Digitaloszilloskop kann viele Signalparameter automatisch ausmessen und die Meßergebnisse über den Bildschirm ausgeben. Die folgende Beschreibung erläutert die Durchführung der automatischen Messungen mit dem Oszilloskop.

Meßwerte automatisch anzeigen lassen

Automatische Messungen lassen sich auf die folgende Weise durchführen:

1. Zunächst die *Einstellungen für die Anwendungsbeispiele* gemäß der Anleitung auf Seite 2–11 vornehmen, soweit dies nicht bereits für das vorangehende Beispiel erfolgt ist.
2. Die Tasten **SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → **OK Confirm** **Factory Init** (side) drücken.
3. Die Taste **AUTOSET** drücken.
4. Mit der Taste **MEASURE** das Meßhauptmenü Measure aufrufen (siehe die Abbildung 2–14).

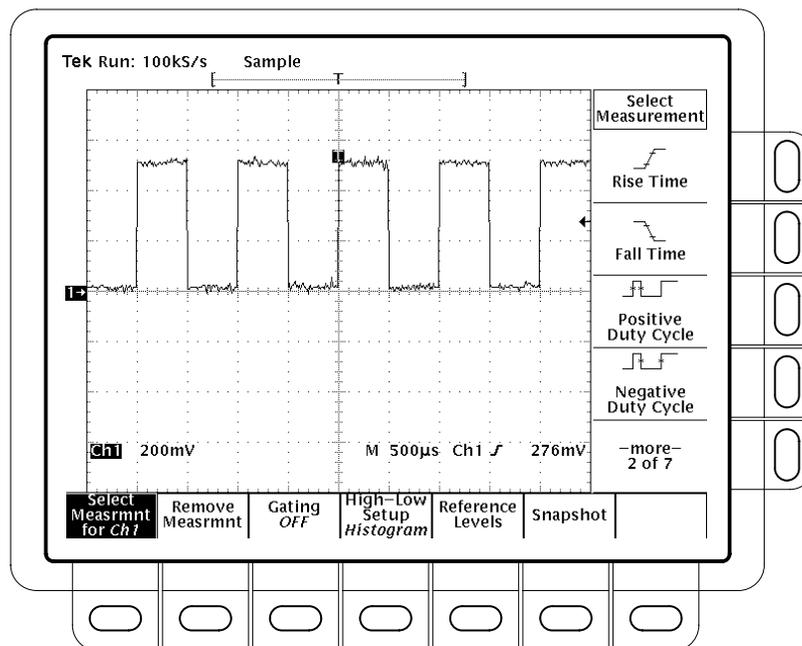


Abbildung 2–14: Hauptmenü Measure und Seitenmenü Select Measurement

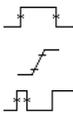
5. Die Taste **Select Measrmt** (main) drücken, soweit noch erforderlich. Dem betreffenden Menütext ist zu entnehmen, welcher Kanal ausgemessen wird. Automatische Messungen erfolgen immer nur am Signal des jeweils gewählten Kanals.

Das Seitenmenü Select Measurement gibt die jeweils möglichen Messungen an. Es lassen sich bis zu vier Meßwerte gleichzeitig aufnehmen und anzeigen. Die Taste neben dem Menütext **–more–** ruft die sonst noch möglichen Meßgrößen auf.



- Die Taste **Frequency** (side) drücken. Falls die Angabe **Frequency** nicht sichtbar sein sollte, ist die Taste **–more–** (side) so oft zu drücken, bis der Menütext **Frequency** erscheint. Dann die Taste **Frequency** (side) drücken.

Jetzt erscheint in der rechten Hälfte des Rasterfeldes ein Frequenzmeßwert. Er trägt die Angabe Ch1, die darauf hinweist, daß der Meßwert für das Signal von Kanal 1 gilt. (Um einen Meßwert eines anderen Kanals aufzunehmen, müssen der betreffende Kanal und dann die gewünschte Messung gewählt werden.)



- Die Tasten **Positive Width** (side) → **–more–** (side) → **Rise Time** (side) → **Positive Duty Cycle** (side) drücken.

Es werden alle vier Meßwerte angezeigt.

- Die Taste **CLEAR MENU** verschiebt die Meßwertanzeigen aus dem Rasterfeld heraus (siehe die Abbildung 2–15).

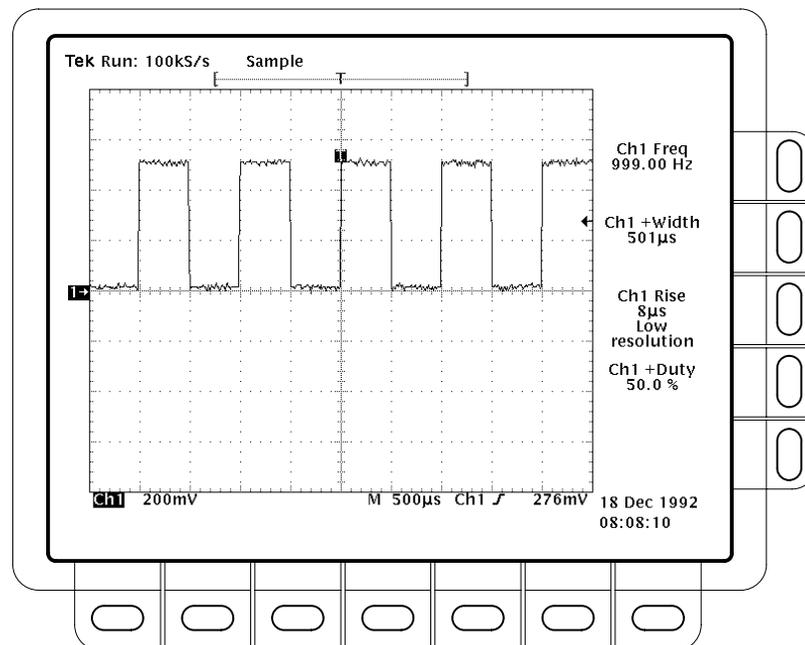


Abbildung 2–15: Vier Meßwertanzeigen gleichzeitig

Meßwertanzeigen löschen

Zur Aufhebung von Meßwertanzeigen, die nicht mehr benötigt werden:

Die Tasteneingaben **MEASURE** → **Remove Measrmt** (main) → **Measurement 1**, **Measurement 2** und **Measurement 4** (side) löschen die betreffenden Meßwertanzeigen. Der Meßwert der Anstiegszeit (rise time) bleibt erhalten.

Meßbezugspegel prüfen

Zur Prüfung der aktuellen Werte:



Die Tasten **Reference Levels** (main) → **High Ref** (side) drücken.

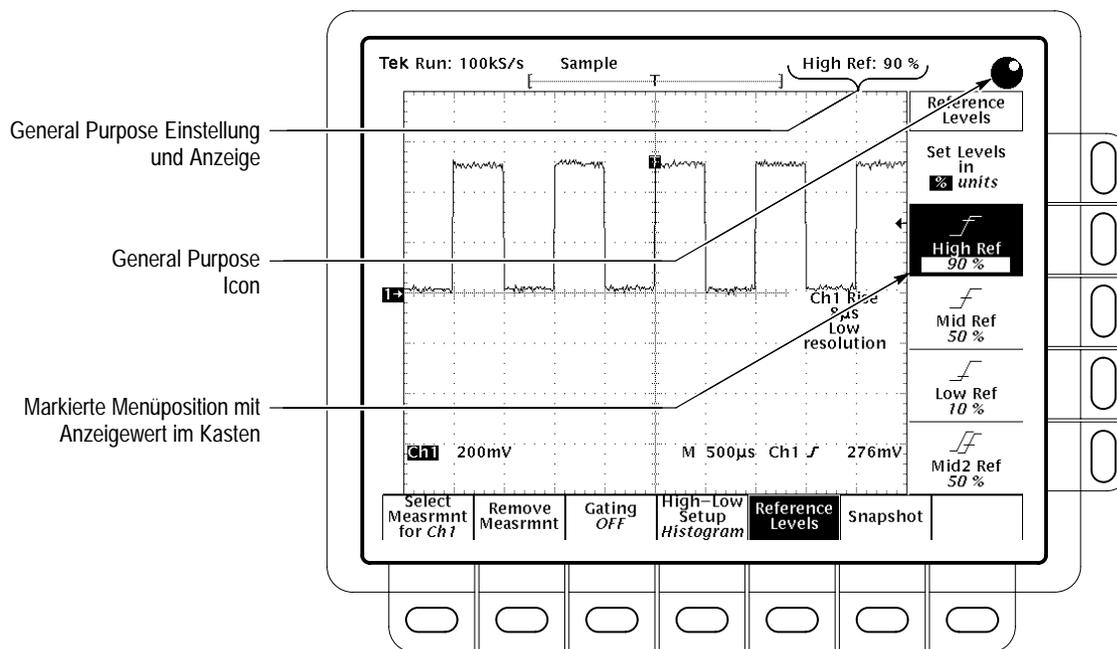


Abbildung 2-16: Indikatoren zum General Purposeknopf

Meßbezugspegel ändern

Gemäß Standardvorgabe mißt das System die Anstiegszeit bei 10% and 90% der jeweiligen Signalamplitude. Für diese Werte lassen sich andere Prozentsätze oder auch absolute Spannungspegel vorgeben.



Zur Prüfung der aktuellen Werte die Tasten **Reference Levels** (main) → **High Ref** (side) drücken.

Der Bildschirmenthält mehrere wichtige Angaben:



- Am oberen Bildschirmrand erscheint das Knopf-Icon. Es zeigt an, daß mit dem Mehrzweckknopf ein Parameter eingestellt werden kann.
- In der Bildschirmecke oben rechts erscheint die Anzeige High Ref: 90%.

- Im Seitenmenü ist der Text High Ref markiert, und darin ist der Wert 90% mit einem Kasten umrahmt. Der Kasten zeigt an, daß dieser Parameter jetzt mit dem Mehrzweckknopf eingestellt werden kann.

Es ist nur der Mehrzweckknopf zu verstellen, um beispielsweise den oberen Meßpegel „High Level“ auf 80% abzusenken.

Schnappschuß der automatischen Messungen abrufen

Der Bildschirm kann einen Schnappschuß ausgeben, der nahezu alle automatischen Messungen umfaßt. Die folgende Eingabe ruft einen solchen Schnappschuß für den jeweils gewählten Kanal ab:

1. Nach Betätigung der Taste **Snapshot** (main) erscheint ein Schnappschuß über alle verfügbaren Meßwerte von Einzelsignalen. (Siehe die Abbildung 2–17).

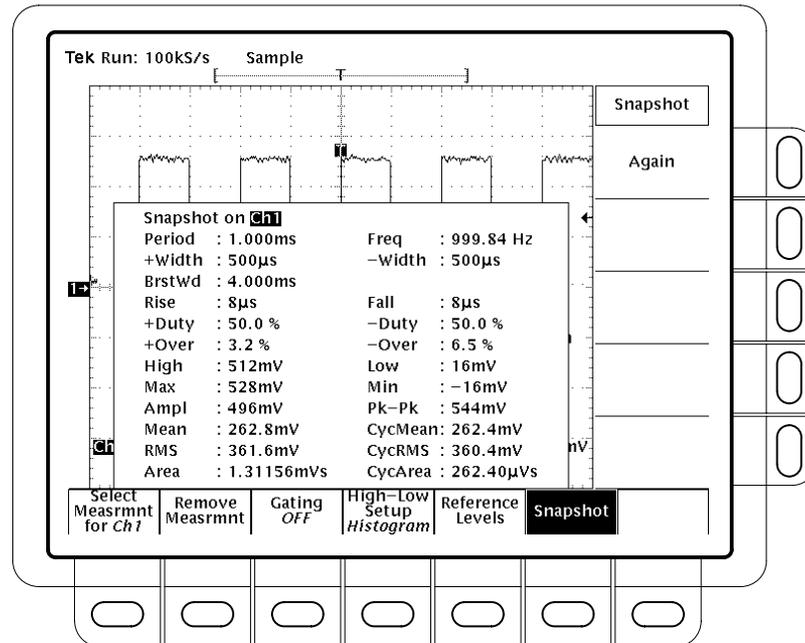


Abbildung 2–17: Schnappschuß zu Kanal 1

Beispiel 4: Speichern von Einstellungen

Das Digitaloszilloskop kann seine Geräteeinstellungen speichern und bei einem späteren Abruf wieder ausgeben, so daß sich der zuvor gespeicherte Zustand leicht wieder herstellen läßt. Die folgende Beschreibung gibt an, wie diese Einstellungen zu speichern sind und dann später abgerufen werden können.

Einstellungen speichern

Zunächst müssen am Gerät die Einstellungen vorgenommen werden, die gespeichert werden sollen. Die folgenden Schritte ergeben eine Einstellung, die ausreichend komplex und nicht so einfach direkt herzustellen ist, und lassen sie speichern:

1. Zunächst die *Einstellungen für die Anwendungsbeispiele* gemäß der Anleitung auf Seite 2–11 vornehmen, soweit dies nicht bereits für das vorangehende Beispiel erfolgt ist.
2. Die Tasten **SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → **OK Confirm** **Factory Init** (side) drücken.
3. Die Taste → **AUTOSET** drücken.
4. Die Tasten **MEASURE** → **Select Measrmnt** (main) → **Frequency** (side) drücken. (Die Seitenmenütaste **more** drücken, falls die Angabe **Frequency** im Seitenmenü nicht gleich sichtbar sein sollte.)
5. Die Tasten **CH 2** → **CLEAR MENU** drücken.



Die folgenden Schritte bewirken die Abspeicherung der Einstellungen:

6. Mit den Tasten **SETUP** → **Save Current Setup** (main) das Hauptmenü Setup aufrufen (siehe die Abbildung 2–18).

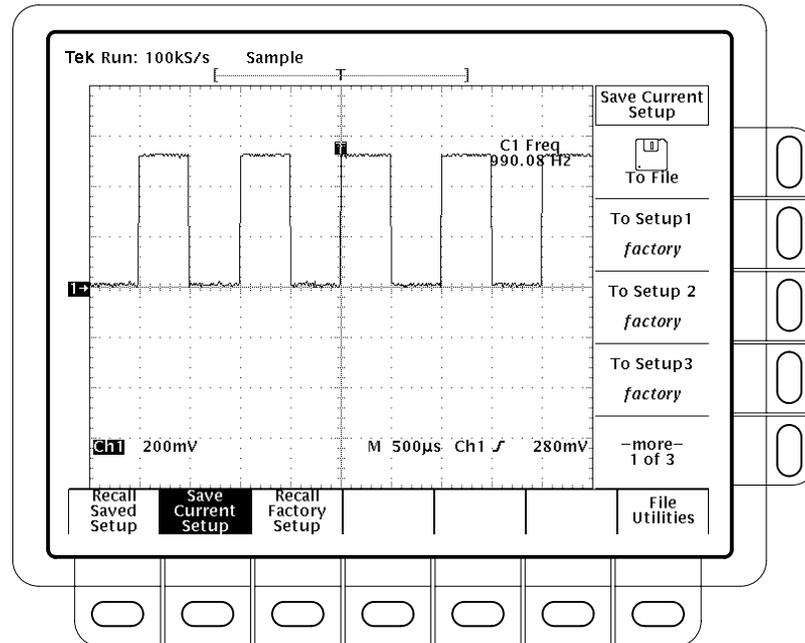


Abbildung 2-18: Menü Save/Recall Setup

- Zur Abspeicherung der aktuellen Einstellungen des Geräts eine der Seitenmenütasten **To Setup** drücken. Sie rufen jeweils einen bestimmten Speicherplatz auf. Unter der Nummer dieses Speicherplatzes sind die Einstellungen wieder abzurufen.

Nach der Abspeicherung können die Einstellungen beliebig geändert werden. Es ist jederzeit möglich, die abgespeicherten Einstellungen wieder herzustellen.



- Nach Betätigung der Tasten **MEASURE** → **Positive Width** (side) erscheint auch diese Messung in der Bildschirmanzeige.

Abgespeicherte Einstellungen abrufen

Zur Wiederherstellung der abgespeicherten Einstellungen sind die Tasten **SETUP** → **Recall Saved Setup** (main) → **Recall Setup** (side) für den Speicherplatz zu drücken, unter dem die gewünschten Einstellungen (oben) abgespeichert wurden.

Überblick

Das folgende Kapitel beschreibt die Betriebsweise des Digitaloszilloskops eingehend. Es enthält eine Liste der Meßaufgaben, die sich mit dem Digitaloszilloskop durchführen lassen. Hier finden sich auch Antworten zu spezifischen Fragen über die Betriebsweise des Geräts. Die beschriebenen Meßaufgaben sind im einzelnen:

- Hilfe aufrufen
- Erfassungsmodi
- Verzögerte Triggerung
- Status bestimmen
- Anzeigemodi
- Flankentriggerung
- Schnelle Fourier-Transformation
- Dateisystem
- Hardcopy
- Horizontalsteuerung
- Grenzwerte prüfen
- Signalverläufe ausmessen
- Tastkopf kalibrieren
- Tastkopf kompensieren
- Impulstriggerung
- Datenfernübertragung
- Rollmodus
- Einstellungen speichern und abrufen
- Signale speichern und abrufen
- Meßkanäle wählen
- Automatische Einstellungen
- Signalpfadkompensation
- Cursormessungen
- Vertikalsteuerung
- Videotriggerung
- Signale differenzieren
- Signale integrieren
- Signale berechnen
- Zoom

Viele Beschreibungen dieser Meßaufgaben enthalten Listen der jeweils erforderlichen Einstellschritte. Hierzu wird auf die Erläuterung der *Konventionen* auf Seite xii des *Vorworts* verwiesen.

Anzeigemodi

Der folgende Abschnitt beschreibt die Einstellmöglichkeiten für die Anzeigart, die Strahlhelligkeit, den Rastertyp und das Anzeigeformat des Oszilloskops.

Einstellungen der Anzeige ändern

Die Taste **DISPLAY** ruft das Menü Display auf.

Anzeigart wählen

Die Tasten **DISPLAY** → **Style** (main) → **Vectors**, **Intensified Samples**, **Dots**, **Infinite Persistence** oder **Variable Persistence** (side) drücken (Abbildung 3–1).

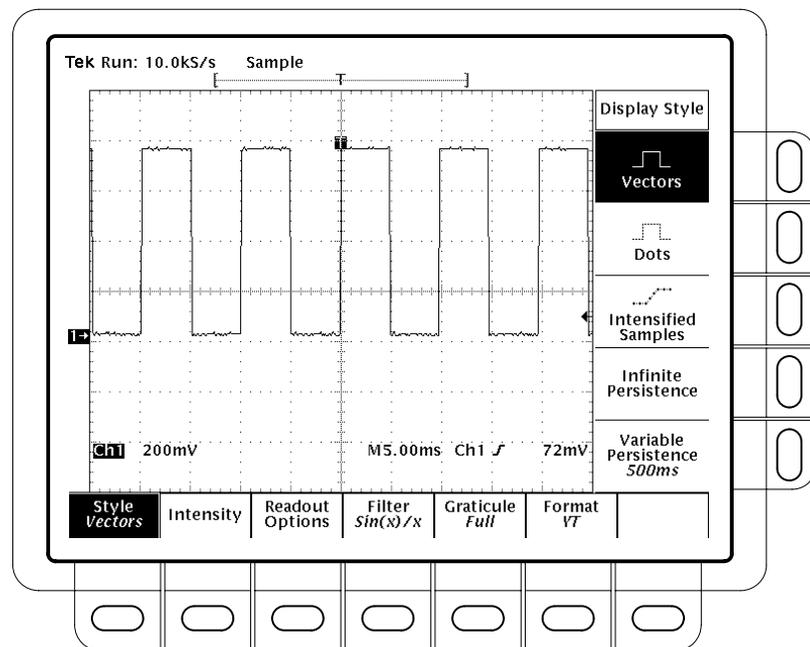


Abbildung 3–1: Menü Display – Style

In der Anzeigart *Vectors* werden die Datensatzpunkte durch Vektoren (Geraden) miteinander verbunden.

Die Anzeigart *Dots* gibt die Punkte der Signalaufzeichnung als Einzelpunkte wieder.

Die Anzeigart *Intensified Samples* gibt ebenfalls die Punkte der Signalaufzeichnung als Einzelpunkte wieder, jedoch sind die Punkte, die tatsächlichen

Meßwerten entsprechen, gegenüber den Interpolationspunkten hell hervorgehoben.

Zugleich mit der Wahl von Intensified Samples im Seitenmenü muß das Oszilloskop mit Interpolation (Äquivalentzeitabtastung gesperrt) oder mit einem Zoom mit einer Horizontalvergrößerung größer als 1X arbeiten. Siehe die Beschreibung zum Zoom ab Seite 3–161.

Variable Persistence kumuliert die Datensatzpunkte der Bildschirmdarstellung über mehrere Erfassungen und gibt sie nur während einer spezifischen Zeitspanne aus. In diesem Modus verhält sich die Anzeige wie die eines Analogoszilloskops.

Infinite Persistence kumuliert die Datenpunkte der Bildschirmdarstellung unbegrenzt lange, bis die Anzeige infolge einer Änderung der Einstellungen (zum Beispiel eines Skalenfaktors) gelöscht wird.

Helligkeit einstellen

Die Helligkeit läßt sich overall (global), für text/graticule (Text/Raster) und für waveform (Signalstrahlspur) einstellen. Zur Einstellung der Helligkeiten:

Die Tasten **DISPLAY** → **Intensity** (main) → **Overall, Text/Grat, Waveform** oder **Contrast** (side) drücken. Die gewünschte Helligkeit als Prozentwert mit Hilfe des Mehrzweckknopfs oder des Tastenfeldes eingeben.

***HINWEIS.** Die Einstellung Intensified für die Zeitbasis im Horizontalmenü läßt eine Zone des Signalverlaufs besonders hell hervorheben. Wenn der Kontrast auf 100% eingestellt wurde, sind der hell markierte Teil und der Rest des Signalverlaufs gleich hell und damit nicht mehr voneinander zu unterscheiden.*

Optionen der Bildschirmdarstellung wählen

Diese Optionen geben an, ob der Triggerindikator, der Triggerpegelbalken und die Angabe von Datum und Uhrzeit auf dem Bildschirm erscheinen und ob der Triggerpegelbalken lang oder kurz wiedergegeben wird:

1. Die Tasten **DISPLAY** → **Readout** (main) drücken.
2. Mit der Taste **Display 'T' @ Trigger Point** (side) läßt sich vorgeben, ob der Triggerpunkt durch ein 'T' bezeichnet werden soll. Hier können **ON** oder **OFF** gewählt werden. (Der Triggerpunkt bezeichnet den Triggerzeitpunkt in der Signalaufzeichnung.)

3. Mit der Taste **Trigger Bar Style** (side) läßt sich vorgeben, ob der Triggerbalken kurz oder lang oder überhaupt nicht dargestellt werden soll. (Siehe die Abbildung 3–2. Hier wurden zur Veranschaulichung beide Formen des Triggerbalkens dargestellt, jedoch ist jeweils nur eine Form möglich.)

Der Triggerbalken erscheint nur, wenn die Triggerquelle ein aktives Signal ist, das auch dargestellt wird. Bei der Wiedergabe von Signalen, die mit Verzögerung erfaßt werden, erscheinen sogar zwei Triggerbalken. Diese markieren jeweils optisch den zugehörigen Triggerpegel.

4. Die Anzeige von Datum und Uhrzeit mit der Taste **Display Date/Time** (side) ein- bzw. ausschalten. Nach Betätigung der Taste **Clear Menu** wird diese Anzeige sichtbar. Siehe weitere Angaben hierzu unter *Hardcopy mit Datum und Uhrzeit kennzeichnen* auf Seite 3–47.

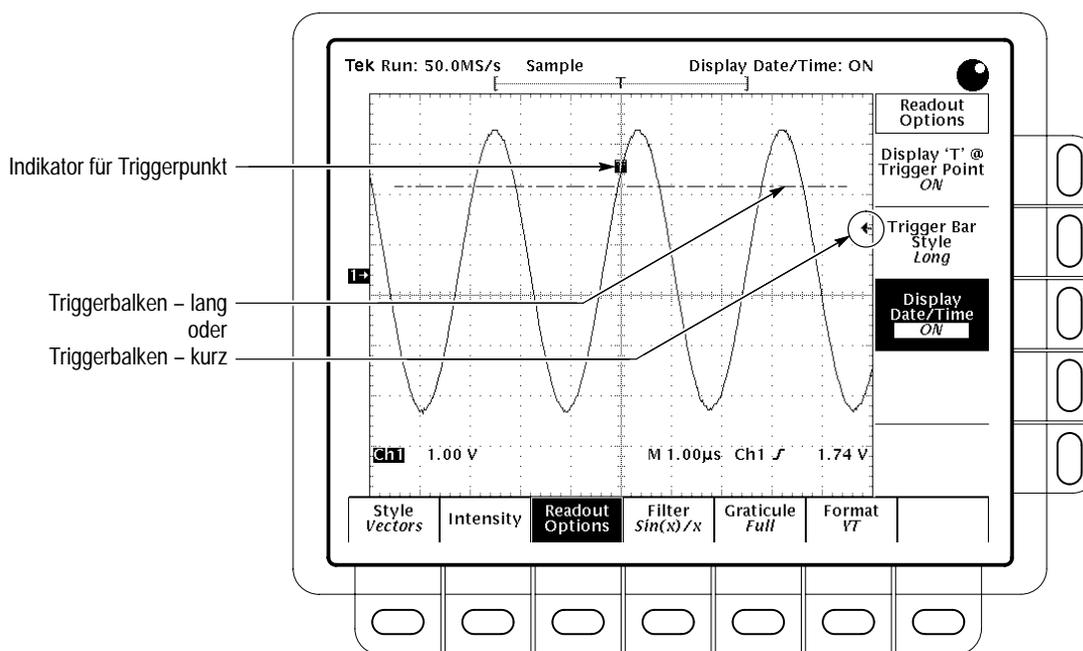


Abbildung 3–2: Indikatoren für Triggerpunkt und Triggerpegel

Interpolationsfilter wählen

Die folgenden Tasteneingaben rufen den gewünschten Filtertyp auf (Interpolation nach $\sin(x)/x$ oder linear):

Die Tasten **DISPLAY** → **Filter** (main) → **Sin(x)/x Interpolation** oder **Linear Interpolation** (side) drücken.

Rastertyp wählen

Zur Einstellung des Rastertyps:

Die Tasten **DISPLAY** → **Graticule** (main) → **Full, Grid, Cross Hair, Frame, NTSC** oder **PAL** (side) drücken.



Full erzeugt ein Gitter mit Achsenkreuz und Rahmen.



Grid läßt nur einen Rahmen mit Gitter ausgeben.



Cross Hair ergibt ein Achsenkreuz mit Rahmen.



Frame liefert nur einen Rahmen.

NTSC erzeugt ein Gitter, wie es für Signalmessungen der NTSC-lasse benötigt wird.

PAL liefert ein Gitter, wie es für Signalmessungen der PAL-lasse benötigt wird.

HINWEIS. Nach der Anwahl eines NTSC- oder PAL-Rasters ändern sich automatisch der Vertikalmaßstab, die Positionseinstellungen und die Kopplung, und für alle dargestellten Kanäle wird der Vertikaloffset auf Null zurückgesetzt. Diese Änderungen werden nach der Umstellung auf andere Rastertypen nicht rückgängig gemacht.

Anzeigeformat wählen

Es sind zwei Anzeigeformate vorgesehen: YT und XY.



YT ist das übliche Format der Oszilloskopdarstellungen. Es stellt die Signalspannung (in der Vertikalachse) in ihrem zeitlichen Verlauf (Horizontalachse) dar.



Das Format *XY* stellt die Spannungspegel von zwei Signalverläufen einander punktweise einzeln gegenüber. Das Digitaloszilloskop gibt hierzu die Spannungen der beiden Signalverläufe in ihrem zeitlichen Verlauf in den beiden Koordinatenachsen wieder. Dieses Format eignet sich besonders gut für die Untersuchung von Phasenbeziehungen.

Zur Einstellung des Anzeigeformats:

Die Tasten **DISPLAY** → **Format** (main) → **XY** oder **YT** (side) drücken.

Bei Aufruf des Formats *XY* wird das jeweils gewählte Eingangssignal in der X-Achse dargestellt, und das Digitaloszilloskop wählt automatisch das Eingangssignal für die Y-Achse an (siehe die Tabelle 3–1).

Tabelle 3-1: Paarungen im Format XY

Kanal der X-Achse (frei wählbar)	Kanal der Y-Achse (fest vorgegeben)
Ch 1	Ch 2
Ch 3 (nur bei TDS 420A, TDS 460A und TDS 510A)	Ch 4 (nur bei TDS 420A, TDS 460A und TDS 510A)

Nach der Betätigung der Taste WAVEFORM OFF für einen Kanal der XY-Darstellung löscht das Digitaloszilloskop die XY-Darstellung der Kanäle.

Da sich die Formatwahl YT oder XY nur auf die Wiedergabe auswirkt, steuern die Drehknöpfe und Menüs für Skala und Position horizontal und vertikal unabhängig von dieser Wahl immer die gleichen Parameter. So steuert also die Horizontalskala auch im Anzeigeformat XY weiterhin die Zeitbasis, und die Horizontalposition legt fest, welcher Teil der Signalverläufe jeweils auf dem Bildschirm erscheint.

Im Format XY erfolgt nur eine Punktwiedergabe, für die aber auch Nachleuchten möglich ist. Nach Wahl des Anzeigeformats XY ist die Anzeigart Vector bedeutungslos.

Im Format XY können keine berechneten Signale (Math) dargestellt werden. Sie verschwinden nach der Wahl des Formats XY vom Bildschirm.

Automatische Einstellungen: Autoset und Reset

Das Digitaloszilloskop kann Signale automatisch stabil und in sinnvoller Größe darstellen. Der folgende Abschnitt beschreibt die Verwendung von Autoset.

Autoset stellt die Bedienelemente der Frontplatte automatisch entsprechend den Kenndaten des Eingangssignals ein. Hierzu beeinflusst Autoset die Einstellungen der folgenden Kategorien: Erfassung, Anzeige, Horizontal, Triggerung und Vertikal.

***HINWEIS.** Autoset kann auch die Vertikalposition ändern, um das Signal gut wiedergeben zu können. Der Vertikaloffset ist hierbei immer 0 V.*

Oszilloskop durch Autoset einstellen lassen

Die folgenden Schritte bewirken die automatische Einstellung des Oszilloskops:

1. Die Taste der Kanalwahl (zum Beispiel **CH 1**) drücken, die dem gewünschten Eingangskanal entspricht, um diesen zum aktiven Kanal zu machen.
2. Die Taste **AUTOSET** drücken.

Bei Aufruf von Autoset während der Wiedergabe von mehreren Kanälen stellt das Digitaloszilloskop die horizontale Skalierung und die Triggerung entsprechend dem Kanal mit der niedrigsten Kanalnummer ein. Vertikal werden alle aufgerufenen Kanäle einzeln skaliert.

Bei einem Aufruf von Autoset ohne Darstellung eines Kanalsignals ruft das Digitaloszilloskop den Kanal Eins (CH 1) auf und skaliert ihn.

Oszilloskop zurücksetzen (Reset)

Die folgenden Schritte stellen am Oszilloskop wieder die Werkseinstellungen her:

Die Tasten **SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → **OK Confirm Factory Init** (side) drücken.

Cursormessungen

Mit den Cursors lassen sich Differenzen (in der Zeit- oder in der Spannungsachse) zwischen zwei Punkten einer Signalaufzeichnung ausmessen. Der folgende Abschnitt beschreibt den Einsatz von Cursors – wie Typ und Modus zu wählen sind, wie sie dargestellt werden und wie mit ihnen Messungen durchzuführen sind.

Beschreibung

Ein Cursor ist eine Markierung, die sich mit dem Mehrzweckknopf verschieben läßt. Es sind immer zwei gleiche Cursor vorhanden. Anzeigen im Bildschirm geben dann die Positionen der Cursor und damit auch aktuelle Meßwerte aus.

Cursorarten

Es gibt drei Typen von Cursors: *Horizontalbalken*, *Vertikalbalken* und *gepaarte Cursor* (siehe die Abbildung 3–3).

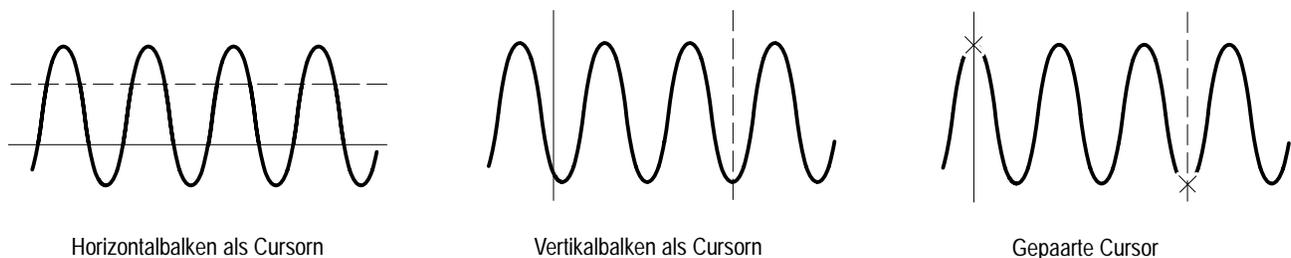


Abbildung 3–3: Cursorarten

Mit *Horizontalbalken* (H Bars) lassen sich vertikale Parameter (typisch Spannungen) ausmessen.

Mit *Vertikalbalken* (V Bars) lassen sich horizontale Parameter (typisch Zeiten oder Frequenzen) ausmessen.

Mit *gepaarten Cursors* (Paired) lassen sich vertikale und horizontale Parameter gleichzeitig ausmessen.

Die verschiedenen Cursorarten sind in Abbildung 3–3 dargestellt. Die beiden gepaarten Cursor bestehen jeweils aus einem langen Vertikalbalken mit einem X. Die X bezeichnen die Meßposition zur Messung von Vertikalparametern; Horizontalparameter werden zwischen den beiden langen Vertikalbalken gemessen.

HINWEIS. In bestimmten berechneten Signalen lassen sich mit den Cursors auch andere Größen als Zeiten, Frequenzen oder Spannungen messen. Cursormessungen an solchen Signalen werden unter „Signale berechnen“ ab Seite 3–103 beschrieben.

Cursormodi Es gibt zwei Cursormodi: *independent (unabhängig)* und *tracking (gekoppelt)* (siehe die Abbildung 3–4).

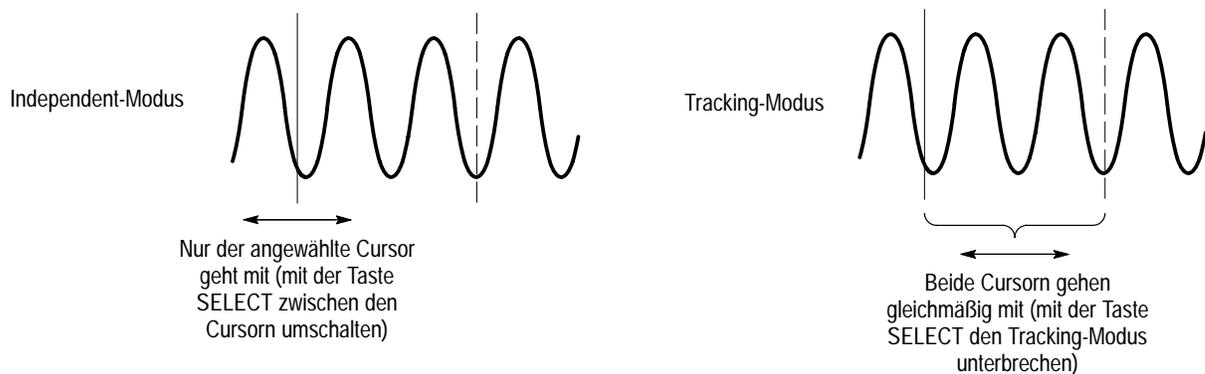


Abbildung 3–4: Cursormodi

Cursoranzeigen Die Bedeutung der Cursoranzeigen hängt vom jeweils gewählten Cursortyp ab: H Bars, V Bars oder Paired.

H Bars. Der Wert hinter dem Zeichen Δ bezeichnet die Spannungsdifferenz zwischen den Cursorpositionen. Der Wert hinter dem Zeichen @ gibt die Spannung an der Position des gewählten Cursors gegen Masse an (siehe die Abbildung 3–5). Bei Videotriggerung kann die Spannung auch in IRE-Einheiten angegeben werden.

V Bars. Der Wert hinter dem Zeichen Δ bezeichnet die Zeitdifferenz (oder Frequenzdifferenz) zwischen den Cursorpositionen. Der Wert hinter dem Zeichen @ gibt die Zeit (Frequenz) an der Position des gewählten Cursors gegen den Triggerpunkt an. Bei Videotriggerung kann die Zeilennummer angegeben werden.

Paired. Der Wert hinter dem ersten Zeichen Δ bezeichnet die Spannungsdifferenz zwischen den beiden X, der hinter dem zweiten Δ die Zeitdifferenz (oder Frequenzdifferenz) zwischen den beiden langen Vertikalbalken. Der Wert hinter dem Zeichen @ gibt die Spannung an der Position X des gewählten Cursors gegen Masse an (siehe die Abbildung 3–6).

Wenn die gepaarten Cursor horizontal über den Bildschirmrand hinaus verschoben wurden, erscheint Edge anstelle der Spannungswerte in der Cursoranzeige.

Cursorfunktion wählen

Zur Durchführung von Cursormessungen sind die folgenden Prozeduren einzuhalten. Mit den hier folgenden Schritten ist der gewünschte Cursortyp zu wählen:

1. Nach Betätigung der Taste **CURSOR** erscheint das Cursormenü (siehe die Abbildung 3–5).
2. Die Tasten **CURSOR** → **Function** (main) → **H Bars**, **V Bars**, **Paired** oder **Off** (side) drücken.

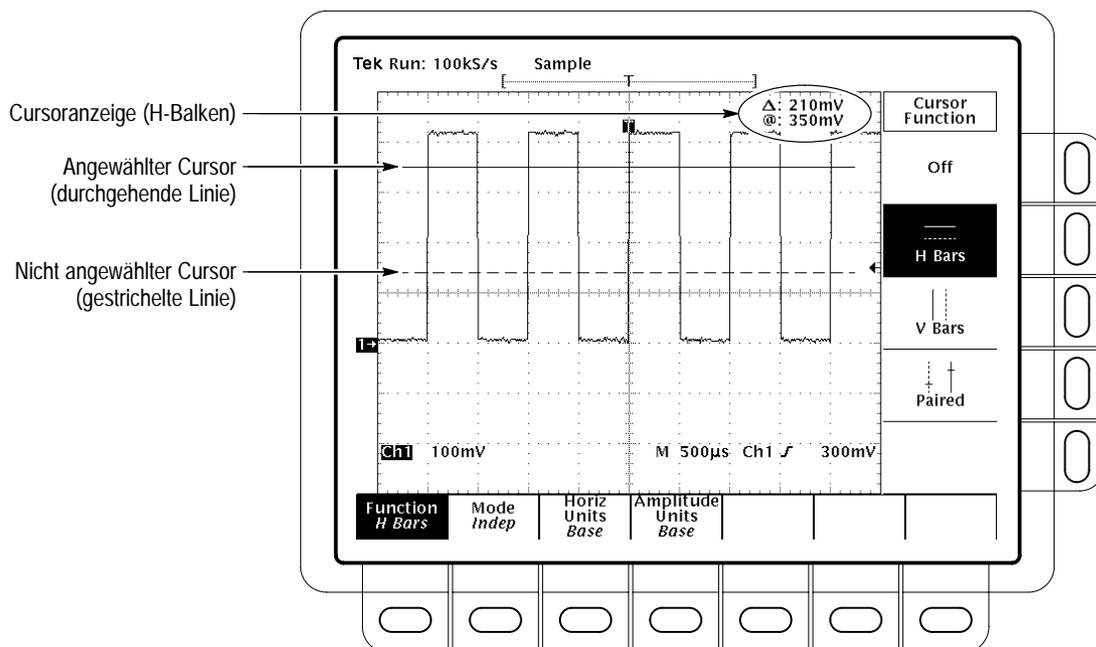


Abbildung 3–5: Menü und Anzeigen zum Cursor H Bars

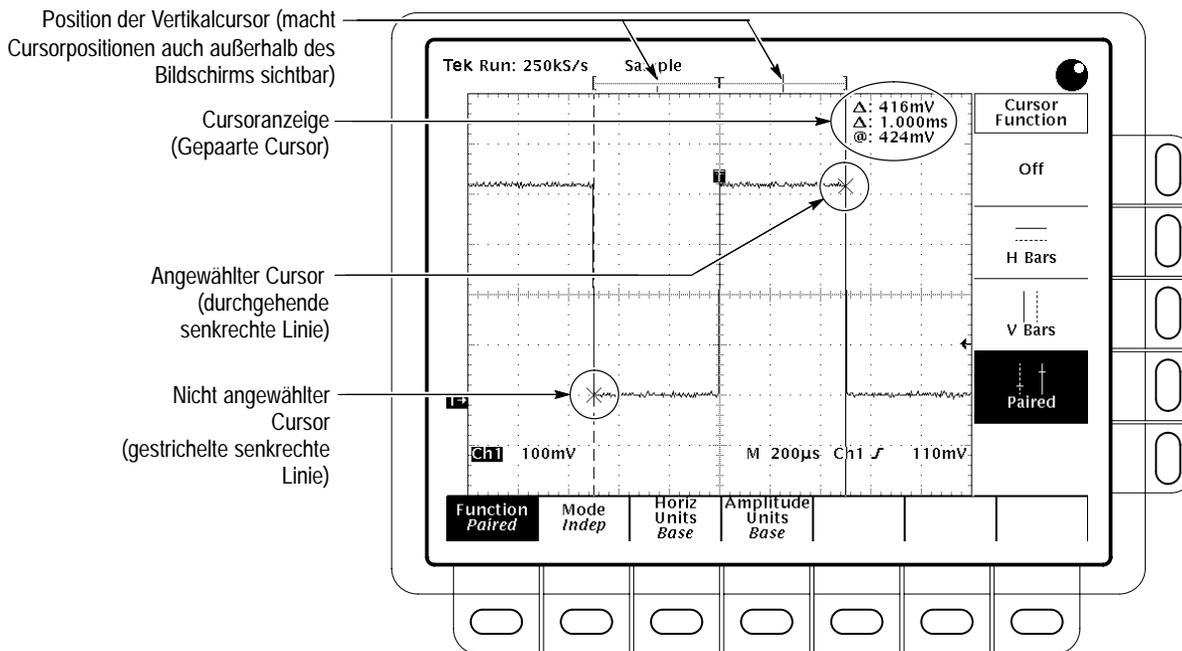


Abbildung 3-6: Menü und Anzeigen zum Cursor Paired

Modus wählen und Cursor einstellen

Auf die folgende Weise sind der Cursormodus zu wählen und die Cursor im betreffenden Modus einzustellen:

1. Die Tasten **CURSOR** → **Mode** (main) → **Independent** oder **Tracking** (side) drücken:

Im Modus *Independent* können beide Cursor unabhängig voneinander positioniert werden.

Im Modus *Tracking* sind die beiden Cursor als Tandem zu positionieren: sie bewegen sich gleichzeitig und in einem festen horizontalen oder vertikalen Abstand zueinander.

2. Die Cursor entsprechend dem gewählten Modus wie folgt einstellen:

- Im Modus *Independent* läßt sich immer der gewählte (aktive) der beiden Cursor mit dem Mehrzweckknopf verschieben. Hierbei werden der verstellbare Cursor durch eine durchgezogene Linie, der inaktive Cursor gestrichelt wiedergegeben. Zur Umschaltung zwischen den beiden Cursorn die Taste **SELECT** drücken.
- Im Modus *Tracking* verschiebt der Mehrzweckknopf beide Cursor gleichzeitig.

- Zur Einstellung des Abstandes zwischen den beiden Cursor im Modus Tracking ist die Taste **SELECT** zu drücken, um die Kopplung vorübergehend aufzuheben. Dann ist der aktive Cursor auf den gewünschten Abstand gegen den gestrichelten Cursor einzustellen. Nach erneuter Betätigung der Taste **SELECT** gilt wieder der Tracking-Modus.

Horizontaleinheiten wählen

Meßergebnisse zwischen Vertikalbalken als Cursor können wahlweise in der Basis der Horizontaleinheiten des Signals oder in deren Kehrwert ausgegeben werden. Diese Einheiten sind bei intern getakteten Signalen Zeit- oder Frequenzeinheiten, bei extern getakteten Signalen (nur bei TDS 400A) Taktimpulse oder deren Kehrwert. Geräte, die mit der Option 5 Video ausgerüstet sind, können auch Video-Zeilenummern ausgeben (siehe die Abbildung 3–7). Die Wahl zwischen den Cursoreinheiten für die Vertikalbalken ist wie folgt zu treffen:

***HINWEIS.** Nach Aufruf des Videomodus Custom muß im Menü Custom Video auch die Scanperiode eingestellt werden.*

Bei einem TDS 400A die Tasten **CURSOR** → **Horiz Units** (main) → **Base** oder **1/Base** drücken, bei der Option 5 auch **video line number** (side).

Bei einem TDS 510A die Tasten **CURSOR** → **Time Units** (main) → **seconds** oder **1/seconds** drücken, bei der Option 5 auch **video line number** (side).

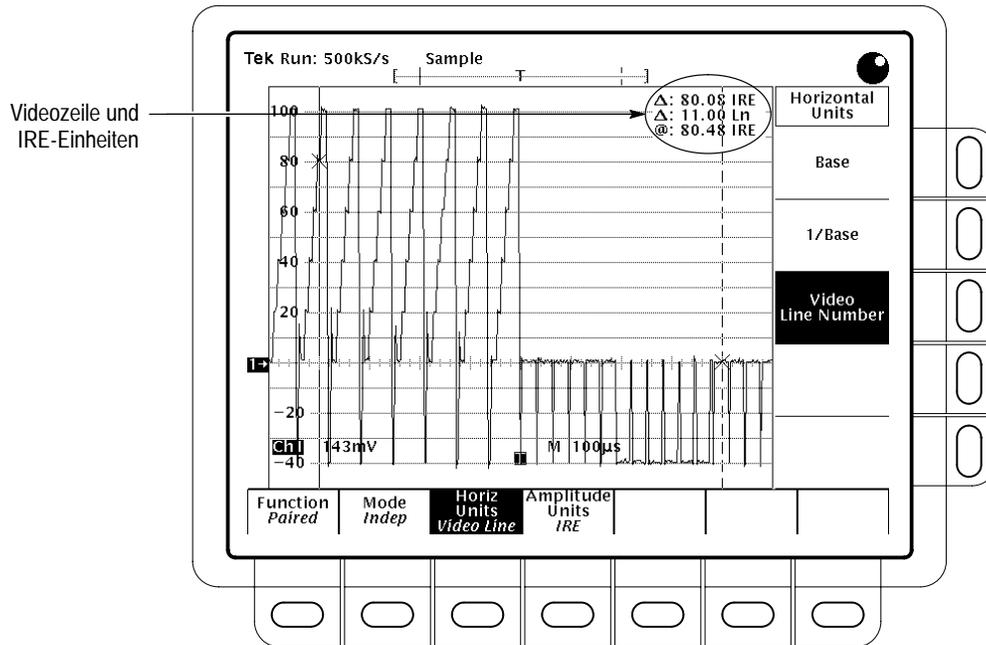


Abbildung 3-7: Videozeile und IRE-Einheiten (dargestellt beim TDS 400A)

Amplitudeneinheiten wählen

Wenn der Video Trigger der Option 05 verfügbar ist und NTSC-Signale gemessen werden sollen, können Amplitudenwerte auch in IRE-Einheiten ausgegeben werden (siehe die Abbildung 3-7). Die Umschaltung zwischen IRE- und Basiseinheiten des Cursors ist wie folgt durchzuführen:

1. Die Tasten **CURSOR** → **Amplitude Units** (main) → **IRE** (NTSC) drücken.
2. Die folgende Tasteneingabe stellt den Normalzustand wieder her:
CURSOR → **Amplitude Units** (main) → **Base**.

Cursorgeschwindigkeit wählen

Bei Betätigung der Taste **SHIFT** vor der Durchführung von Einstellungen mit dem Mehrzweckknopf ergibt sich eine andere Einstellgeschwindigkeit. Die Cursor bewegen sich schneller, wenn die Leuchte neben der Taste **SHIFT** leuchtet und oben rechts im Bildschirm die Angabe *Coarse Knobs* (Grobeinstellung) zu lesen ist.

Dateisystem

Zum Dateisystem gehören die Hilfsprogramme der Dateibearbeitung und ein Diskettenlaufwerk für die Speicherung von Hardcopies, Einstellungen und Signalverläufen. Der folgende Abschnitt beschreibt die Verwaltung dieser Dateien (Löschen, Umbenennen usw.) mit Hilfe des Dateisystems.

Dateihilfsprogramme aufrufen

Die folgende Tasteneingabe ruft das Menü File Utilities auf:

1. Die Taste **SETUP** ruft das Menü Save/Recall Setup auf, die Taste **WAVEFORM** das Menü Save/Recall Waveform und die Taste **Shift HARDCOPY** das Menü Hardcopy.
2. Im Hauptmenü ruft die Taste **File Utilities** das Seitenmenü File Utilities auf. (Siehe die Abbildung 3–8.)

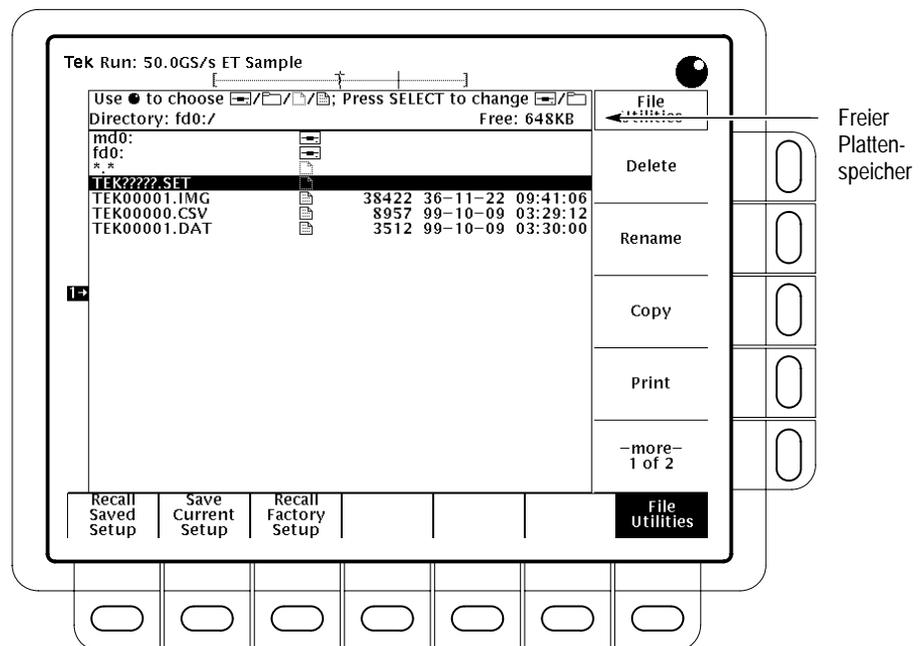


Abbildung 3–8: Seitenmenü File Utilities

Datei oder Verzeichnis löschen

Zur Löschung einer Datei oder eines Verzeichnisses den Cursor mit Hilfe des Mehrzweckknopfes auf den Namen der betreffenden Datei bzw. des Verzeichnisses setzen. Dann die Taste **Delete** im Seitenmenü drücken.

In der Position *.* löscht das Programm sämtliche Dateien der Dateiliste.

Das Digitaloszilloskop löscht Directories mit allen zugehörigen Dateien.

Datei oder Verzeichnis umbenennen

Um eine Datei oder ein Verzeichnis umzubenennen, ist der Cursor mit Hilfe des Mehrzweckknopfes auf die betreffende Datei bzw. das Verzeichnis zu setzen. Soll also beispielsweise die Zieldatei mit dem Standardnamen TEK????? umbenannt werden, muß der Cursor auf diesen Namen gesetzt werden. Dann die Taste **Rename** im Seitenmenü drücken.

Daraufhin muß das Benennungsmenü erscheinen. Hier sind die einzelnen Zeichen mit dem Mehrzweckknopf oder mit den Pfeiltasten im Hauptmenü zu wählen. Nach jedem Zeichen muß die Taste **Enter Char** im Hauptmenü gedrückt werden, um es übernehmen zu lassen. Zum Abschluß der Eingabe die Taste **OK Accept** im Seitenmenü drücken. (Siehe die Abbildung 3–9).

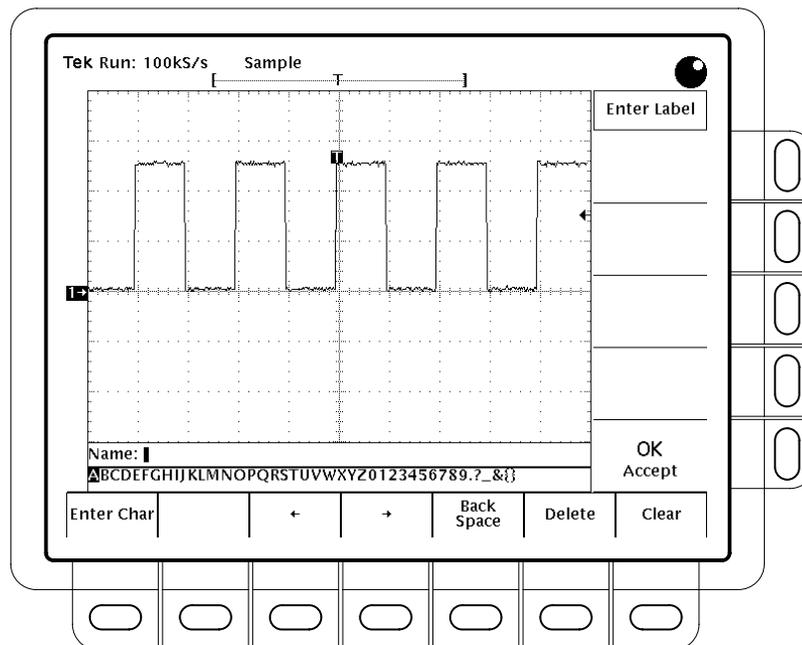


Abbildung 3–9: File System – Beschriftungsmenü

Datei oder Verzeichnis kopieren

Um eine Datei oder ein Verzeichnis zu kopieren, ist der Cursor mit Hilfe des Mehrzweckknopfes auf die betreffende Datei bzw. das Verzeichnis zu setzen. Dann die Taste **Copy** im Seitenmenü drücken. Das Dateimenü erscheint neu mit den Namen der Directories, in die kopiert werden kann. Hier ein Verzeichnis wählen und die Taste **Copy <Namen> to Selected Directory** im Seitenmenü drücken.

Bei Auswahl der Angabe *.* werden sämtliche Dateien kopiert.

Das Digitaloszilloskop kopiert Directories mit allen zugehörigen Dateien.

Datei oder Verzeichnis ausdrucken lassen

Um eine Datei oder ein Verzeichnis ausdrucken zu lassen, ist der Cursor mit Hilfe des Mehrzweckknopfes auf die betreffende Datei bzw. das Verzeichnis zu setzen. Dann die Taste **Print** im Seitnemenü drücken.

Daraufhin muß das Seitenmenü Print-To erscheinen. Das gewünschte Druckausgabeport aus den Optionen **GPIB**, **RS-232** oder **Centronics** auswählen. (Siehe die Abbildung 3–9.) Das Digitaloszilloskop überträgt dann die Datei in ihrer Rohform zur Ausgabe an dieses Port.

Neues Verzeichnis einrichten

Um ein neues Verzeichnis einzurichten, ist die Taste **Create Directory** im Seitenmenü zu drücken.

Daraufhin erscheint das Benennungsmenü. Hier sind die einzelnen Zeichen mit dem Mehrzweckknopf oder mit den Pfeiltasten im Hauptmenü zu wählen. Nach jedem Zeichen muß die Taste **Enter Char** im Hauptmenü gedrückt werden, um es übernehmen zu lassen. Zum Abschluß der Eingabe die Taste **OK Accept** im Seitenmenü drücken. (Siehe die Abbildung 3–9.)

Löschungsbestätigung anfordern

Mit der Taste **Confirm Delete** im Seitenmenü läßt sich die Löschungsbestätigungsmeldung freigeben bzw. unterdrücken.

Wenn die Löschungsbestätigung unterdrückt ist (OFF), löscht das Digitaloszilloskop Dateien oder Directories sofort und ohne weitere Rückfrage. Bei gesetzter Option (ON) erwartet das Digitaloszilloskop eine Bestätigung, bevor es Dateien löscht.

Überschreibsperre setzen

Mit der Taste **Overwrite Lock** im Seitenmenü läßt sich die Überschreibsperre setzen bzw. aufheben.

Wenn die Überschreibsperre gesetzt ist, läßt es das Digitaloszilloskop nicht zu, bestehende Dateien mit dem gleichen Namen zu überschreiben. Ein wichtiger Grund, das Überschreiben zuzulassen, liegt in der Möglichkeit, Zieldateien mit Namen zu verwenden, die Platzhalterzeichen („?“) enthalten. In solchen Fällen legt das Digitaloszilloskop Dateien mit jeweils dem gleichen Namen an, die sich nur durch die laufende Nummer unterscheiden, die im Namen anstelle der Fragezeichen eingesetzt wird.

Diskette formatieren

Um eine Diskette für 720 kByte oder 1,44 MByte zu formatieren, ist der Cursor mit Hilfe des Mehrzweckknopfes auf den Namen des betreffenden Laufwerks (**fd0:**) zu setzen. Dann die Taste **Format** im Seitenmenü drücken.

Datenfernübertragung

Der folgende Abschnitt erläutert die Vorbereitungen und Einstellungen des Oszilloskops für seine Steuerung und die Datenausgabe über die Schnittstelle gemäß Standard IEEE 488.2-1987 (GPIB). Weitere Angaben hierzu sind dem Programmiererhandbuch und dem *Befehlshandbuch zur Option 13 der TDS-Familie* zu entnehmen (nur bei Geräten, die mit der Option 13 ausgerüstet sind).

Gerät für Fernsteuerung verbinden

Zur Einrichtung einer Datenfernübertragung muß der Geräteaufbau den Protokoll- und Schnittstellenanforderungen des GPIB entsprechen. Es sind dann die folgenden Prozeduren durchzuführen.

Oszilloskop an den GPIB anschließen. Zur Anschaltung des Oszilloskops den GPIB-Steckverbinder in dessen Rückwand über ein GPIB-Kabel gemäß Standard IEEE 488.2-1987 (erhältlich von Tektronix, Teilenummer 012-0991-00) mit dem GPIB-Port des Controllers bzw. des Hardcopygeräts verbinden (siehe die Abbildung 3-10).

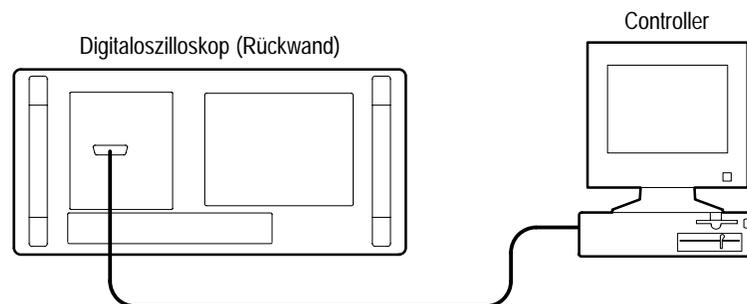


Abbildung 3-10: Anschluß des Digitaloszilloskops an einen Controller

GPIB-Port wählen. Zur Anwahl des GPIB-Ports die Tasten **SHIFT → UTILITY → System (main) → I/O (pop-up) → Port (main) → GPIB (pop-up)** drücken.

GPIB-Port konfigurieren. GPIB-Modus und GPIB-Adresse wie folgt einstellen:

Die Tasten **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)** drücken (siehe die Abbildung 3-11).

Talk/Listen Address konfiguriert das Port für einen normalen Systembetrieb mit Steuerung durch einen Controller. Die Adresse ist dann mit Hilfe des Mehrzweckknopfes zu definieren.

Hardcopy (Talk Only) konfiguriert das Port für eine Hardcopyausgabe ohne Steuerung durch einen Controller. Bei dieser Konfiguration des Ports gibt das Oszilloskop die Hardcopydaten an alle aufnahmebereiten Geräte (Listener) am Bus aus, sobald die Taste HARDCOPY gedrückt wird.

Wenn das Port für einen anderen Modus konfiguriert ist, quittiert das Digitaloszilloskop jede Betätigung der Taste HARDCOPY mit der Meldung, daß das gewählte Hardcopy-Port nicht verfügbar ist.

Off Bus trennt das Digitaloszilloskop vollständig vom Bus ab.

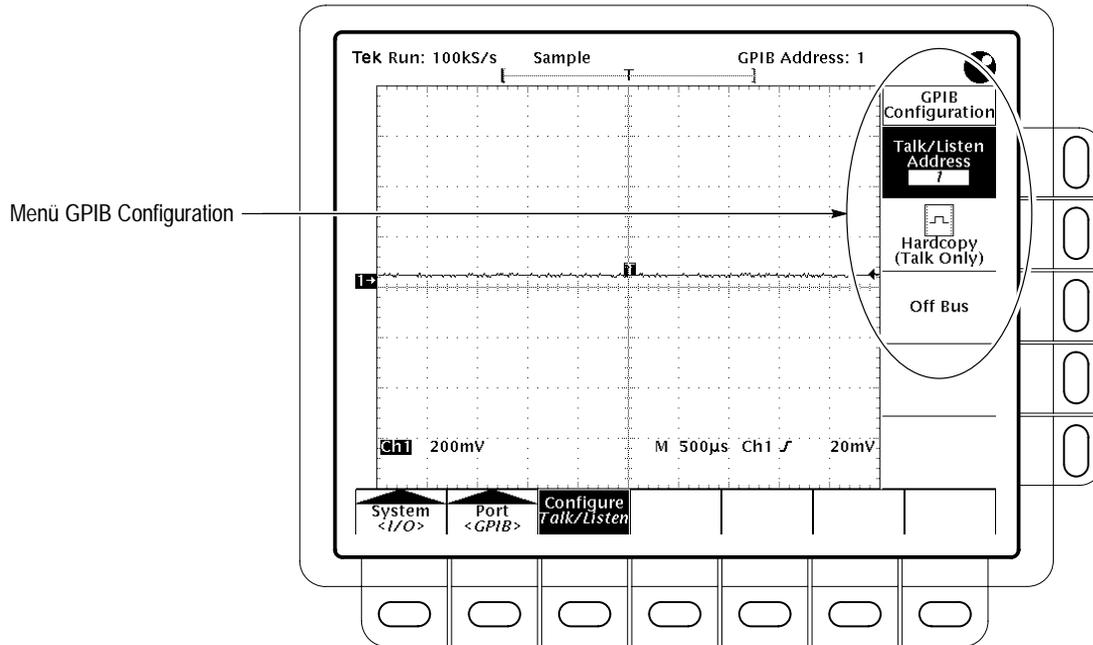


Abbildung 3-11: Menü Utility

Einstellungen speichern und abrufen

Das Digitaloszilloskop kann bis zu zehn Oszilloskopeinstellungen in seinem internen Speicher ablegen und sie auf Abruf wieder ausgeben. Der folgende Abschnitt beschreibt Speicherung und Abruf von eigenen Geräteeinstellungen sowie den Abruf der Werkseinstellungen.

Einstellungen speichern

Speicherung der aktuellen Einstellungen des Digitaloszilloskops:

1. Die Tasten **SETUP** → **Save Current Setup** (main) drücken.

STOPP. Vor der Durchführung des folgenden Schritts 2 ist zu beachten, daß eine früher gespeicherte eigene Einstellung überschrieben wird, wenn hierbei ein Speicherplatz mit der Bezeichnung user gewählt wird.

2. Zur internen Speicherung einer Geräteeinstellung einen der zehn Speicherplätze aus dem Seitenmenü **To Setup 1**, **To Setup 2**, ... wählen (siehe die Abbildung 3–12). Damit ist die aktuelle Einstellung an diesem Speicherplatz abgelegt.
3. Falls eine Einstellung auf Diskette gespeichert werden soll, ist die Taste **To File** zu drücken. Danach mit Hilfe des Mehrzweckknopfes den Durchlaufbalken auf den Namen der gewünschten Datei in der Liste setzen, die daraufhin ausgegeben wird. Die Speicherung dann mit der Taste **Save To Selected File** im Seitenmenü veranlassen.

HINWEIS. Es ist nicht möglich, Einstellungen zwischen verschiedenen Oszilloskopmodellen oder Softwareversionen zu übertragen.

Einstellungen abrufen

Die folgenden Tasteneingaben stellen eine Geräteeinstellung aus dem internen Speicher wieder her: **SETUP** → **Recall Saved Setup** (main) → (**Recall Setup 1**, **Recall Setup 2** ... (side).

Um eine Einstellung übernehmen zu lassen, die auf Diskette gespeichert wurde, ist die Taste **From File** zu drücken. Danach mit Hilfe des Mehrzweckknopfes den Durchlaufbalken auf den Namen der gewünschten Datei in der Liste setzen,

die daraufhin ausgegeben wird. Die Ausgabe dann mit der Taste **Recall From Selected File** abschließen.

Der Abruf einer Geräteeinstellung aus dem Speicher verändert nicht das jeweils ausgegebene Menü. Die Einstellung, die im Seitenmenü mit *factory* bezeichnet ist, entspricht der Werkseinstellung. (Das normale Verfahren, mit dem die Werkseinstellungen wiederherzustellen sind, wird hier anschließend beschrieben.)

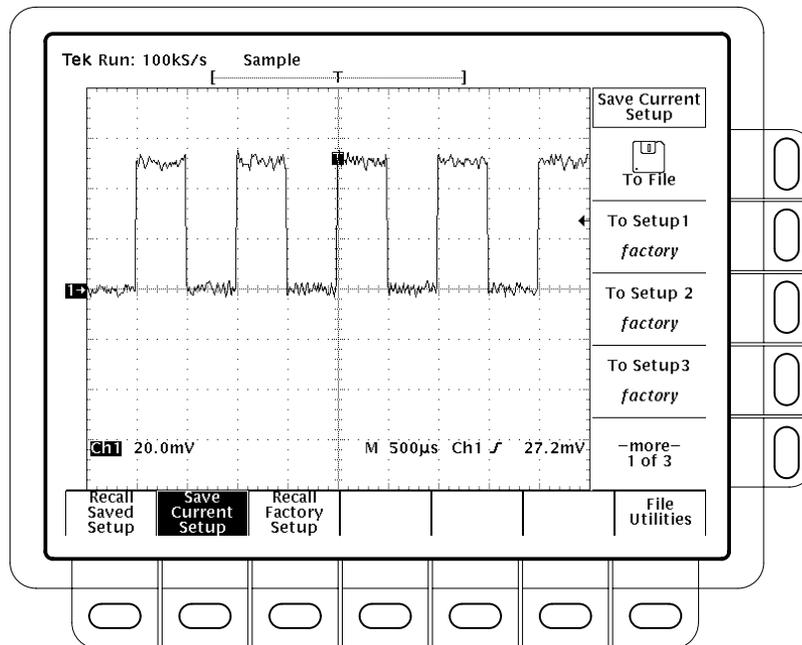


Abbildung 3-12: Menü Save/Recall Setup

Werkseinstellungen wiederherstellen

Die folgenden Tasteneingaben stellen wieder die Werkseinstellungen des Oszilloskops her:

Die Tasten **SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → **OK Confirm Factory Init** (side) drücken.

Sämtliche Einstellungen und Signale löschen – Tek Secure

Tek Secure löscht auf die folgende Weise sämtliche gespeicherten Geräteeinstellungen und Signale (nicht aber von der Speicherplatte):

Die Tasten **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **Config** (pop-up) → **Tek Secure Erase Memory** (main) → **OK Erase Setup & Ref Memory** (side) drücken.

Tek Secure löst im einzelnen die folgenden Vorgänge aus:

- Überschreibung aller Signaldaten in den Referenzspeichern durch Nullen als Abtastwerte.
- Überschreibung aller Daten von Geräteeinstellungen durch die Werks-einstellung.
- Überprüfung der erfolgreichen Löschung von Einstellungen und Signaldaten.
- Ausgabe einer Meldung über fehlgeschlagenen bzw. erfolgreichen Abschluß der Löschung.

Erfassungsmodi

Das Erfassungssystem bietet mehrere Möglichkeiten für die Digitalisierung der analogen Signale. Im Menü Acquisition ist festzulegen, auf welche Art die Signale erfaßt, ob eine Äquivalentzeitabtastung zugelassen und wie die Datenerfassung gestartet und gestoppt werden sollen.

Beschreibung der Betriebsarten

Das Digitaloszilloskop läßt sich in fünf verschiedenen Erfassungsmodi betreiben:

- *Sample (Abtastung)*
- *Peak Detect (Spitzenwerterkennung)*
- *Hi Res (Hochauflösung)*
- *Envelope (Hüllkurve)*
- *Average (Mittelwert)*

In den Betriebsarten Sample, Peak Detect und Hi Res arbeitet das Digitaloszilloskop in Echtzeit mit einem einzigen Triggerereignis, sofern es jeweils ausreichend viele Abtastwerte erfassen kann. Die Betriebsarten Envelope und Average erfordern eine mehrfache Erfassung der gleichen Signale. Das Digitaloszilloskop bildet hierbei aus diesen Signalen punktweise einzeln Mittelwerte oder Hüllkurven.

Sample-Modus



Im Sample-Modus (Abtastung) bildet das Oszilloskop einen Datensatzpunkt durch Abspeicherung des ersten Abtastwerts (dem noch viele folgen können) während jedes Erfassungsintervalls. (Als Erfassungsintervall gilt die Zeitspanne, der der Signaldatensatz entspricht, bezogen auf die Datensatzlänge.) Dies ist der Standardmodus.

Peak Detect-Modus



Im Peak Detect-Modus (Spitzenwerterkennung) speichert das Oszilloskop in den einzelnen Erfassungsintervallen abwechselnd den jeweils höchsten bzw. niedrigsten Abtastwert. Dieser Modus ist nur bei Echtzeitabtastung ohne Interpolation möglich.

Wenn die Zeitbasis so hoch eingestellt wird, daß eine Echtzeitinterpolation oder eine Äquivalentzeitabtastung erforderlich wird, wechselt die Betriebsart automatisch von Peak Detect zu Sample, wobei sich aber die Menüangaben nicht ändern.

Hi Res-Modus

Im Hi Res-Modus (Hochauflösung) bildet das Digitaloszilloskop einen Datensatzpunkt durch Mittelung über alle Abtastwerte, die es während eines Erfassungsintervalls aufgenommen hat. Das ergibt eine Signaldarstellung mit höherer Auflösung, aber geringerer Bandbreite.

HINWEIS. Im Hi Res-Modus darf die Frequenz des externen Taktsignals (nur bei TDS 460A, TDS 430A, und TDS 420A) höchstens gleich der Frequenz sein, die im Menü für den externen Takt eingestellt wurde. Anderenfalls erscheint die Signaldarstellung mit falscher Amplitude.

Dieser Modus ist nur bei Echtzeitabtastung ohne Interpolation möglich. Wenn die Zeitbasis so hoch eingestellt wird, daß eine Echtzeitinterpolation oder eine Äquivalentzeitabtastung erforderlich wird, wechselt die Betriebsart automatisch zu Sample, wobei sich aber die Menüangaben nicht ändern.

Ein wichtiger Vorteil von Hi Res liegt in der Möglichkeit, unabhängig vom Eingangssignal die Auflösung zu steigern. Die Tabellen 3–2 und 3–3 zeigen, wie sich im Hi Res-Modus eine Auflösung mit bis zu 15 signifikanten Bits erreichen läßt. Es ist nicht möglich, eine Auflösung von mehr als 15 Bits zu erzielen. Die in den Tabellen angegebene Bitauflösung läßt sich theoretisch erreichen. Die tatsächlich möglich Auflösung kann auch noch von korrelierten Störspannungsquellen in der näheren Umgebung abhängen.

Tabelle 3–2: Bitauflösung bei TDS 460A, TDS 430A und TDS 420A

Zeitbasiseinstellung	Auflösung (Bits)
1 μ s und schneller	8 Bits
2 μ s bis 5 μ s	9 Bits
10 μ s bis 20 μ s	10 Bits
50 μ s bis 100 μ s	11 Bits
200 μ s bis 500 μ s	12 Bits

Tabelle 3–3: Bitauflösung bei TDS 510A

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

Envelope-Modus



Im Envelope-Modus (Hüllkurve) erfasst und zeigt das Oszilloskop Signaldatensätze, die den Extremwerten der Schwankungsbreite über mehrere Erfassungen entsprechen. Hierbei ist die Anzahl der Erfassungen, über die die Daten kumuliert werden, vom Benutzer zu spezifizieren. Das Oszilloskop speichert, wie im Peak Detect-Modus, die jeweils höchsten und niedrigsten Werte aus zwei benachbarten Intervallen. Im Gegensatz zu Peak Detect sammelt es aber im Envelope-Modus die Spitzenwerte aus mehreren Triggerereignissen.

Der Bildschirm zeigt für jeden Bildpunkt im Signaldatensatz die Extremwerte aus allen erfaßten Signalen.

HINWEIS. Die Erfassungsmodi Envelope und Average heben den Roll-Modus auf. Siehe die Beschreibung zum Roll-Modus ab Seite 3–83.

Average-Modus



Im Average-Modus (Mittelwert) lassen sich Signaldatensätze erfassen und darstellen, die Mittelwerten aus mehreren Erfassungen entsprechen. Diese Betriebsart unterdrückt unkorrelierte Störsignale weitgehend. Das Oszilloskop erfasst hierbei die Daten nach jeweils einem Triggerereignis im Sample-Modus.

Angaben der Erfassungsanzeige

Die Abtastrate der Erfassung, der Status der Erfassung „running“ (läuft) oder „stopped“ (gestoppt) und der Erfassungsmodus lassen sich aus der Erfassungsanzeige am oberen Bildschirmrand ablesen. (Siehe die Abbildung 3–13.) Im Status „running“ werden die Abtastrate (bzw. der Externe Takt, sofern freigegeben) und der Erfassungsmodus angegeben. Im Status „stopped“ enthält diese Angabe die Anzahl der erfaßten Signale seit dem letzten Stop oder seit der letzten wesentlichen Änderung der Geräteeinstellungen.

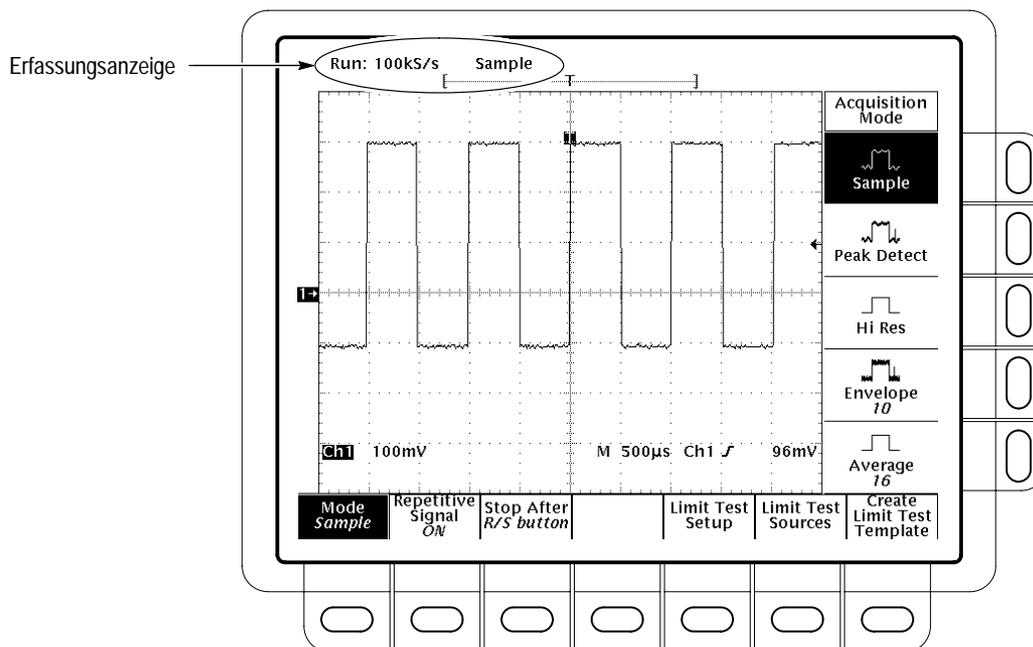


Abbildung 3–13: Menü Acquisition und Erfassungsanzeige

Einen Erfassungsmodus wählen

Das Oszilloskop bietet mehrere Erfassungsmodi. Die folgenden Tasteneingaben rufen das zugehörige Menü Acquisition (Abbildung 3–13) auf und geben vor, wie das Digitaloszilloskop die einzelnen Punkte des Signaldatensatzes berechnen soll:

Die Tasten **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Mode** (main) → **Sample**, **Peak Detect**, **Hi Res**, **Envelope**, oder **Average** (side) drücken.

HINWEIS. Bei einigeren größeren Datensatzlängen läßt das Digitaloszilloskop die Wahl des Hi Res-Modus nicht zu oder verkürzt die Vorgabe für die Datensatzlänge entsprechend.

Nach dem Aufruf von **Envelope** oder **Average**, kann noch mit Hilfe des Mehrzweckknopfes die Anzahl der Signaldatensätze eingegeben werden, aus denen die Hüllkurve bzw. der Mittelwert gebildet werden soll.

Wiederholende Abtastung wählen

Die folgenden Tasteneingaben beschränken das Digitaloszilloskop auf eine Echtzeitabtastung bzw. geben die Wahl zwischen Echtzeitabtastung und Äquivalentzeitabtastung frei:

Die Tasten **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Repetitive Signal** (main) → **ON** oder **OFF** (side) drücken.

ON (ÄZ aktivieren) läßt das Digitaloszilloskop sowohl mit Echtzeit- als auch mit Äquivalentzeitabtastung arbeiten.

OFF (nur EZ) beschränkt das Digitaloszilloskop auf eine Echtzeitabtastung. Hierbei ergänzt das Digitaloszilloskop fehlende Datensatzpunkte nach dem im Anzeigemenü gewählten Interpolationsverfahren, wenn es nicht für eine vollständige Signaldarstellung ausreichend viele Abtastwerte genau erfassen konnte.

Beendigung durch Stop After

Auf die folgende Weise ist dem Oszilloskop das Ereignis anzugeben, bei dem es die Erfassung von Signalen beenden soll:

Die tasten **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Stop After** (main) → **RUN/STOP button only**, **Single Acquisition Sequence**, oder **Limit Test Condition Met** (side) drücken (siehe die Abbildung 3–14).

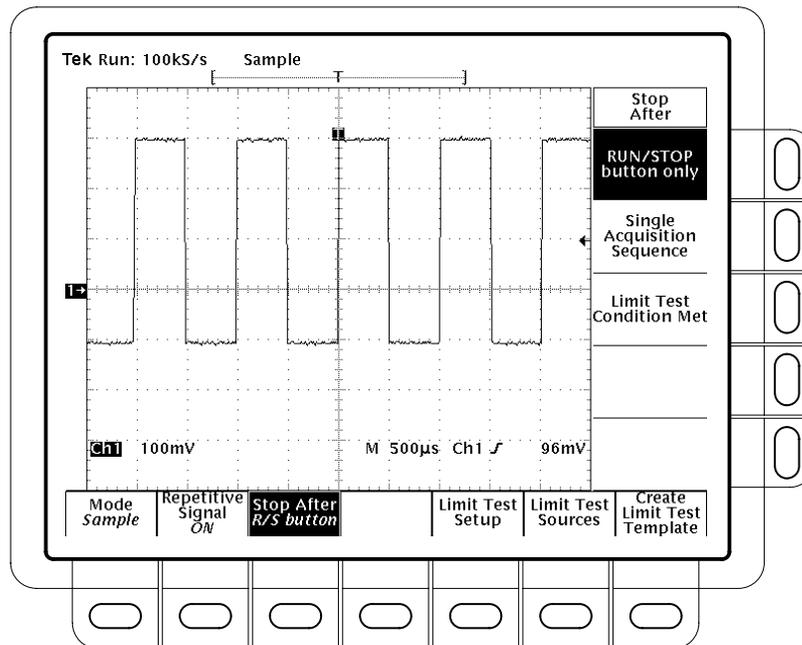


Abbildung 3-14: Menü Acquire – Stop After

RUN/STOP button only (side) läßt die Signalerfassung nur nach Betätigung der Taste RUN/STOP starten oder stoppen. Mit Betätigung der Taste RUN/STOP endet die Erfassung sofort. In der Bildschirmecke oben links erscheinen die Angabe Stopped und die Anzahl der erfaßten Signale. Nach erneuter Betätigung dieser Taste setzt das Digitaloszilloskop die Datenerfassung wieder fort.

Single Acquisition Sequence (side) läßt nach Betätigung der Taste RUN/STOP genau eine Sequenz der Datenerfassung ablaufen.

In den Betriebsarten Envelope oder Average führt das Digitaloszilloskop die spezifizierte Anzahl von Erfassungen durch, um daraus die angeforderten Hüllkurven bzw. Mittelwerte zu berechnen.

Nach einer Betätigung von Single Acquisition Sequence (side), während es mit Äquivalenzzeitabtastung arbeitet, setzt das Oszilloskop die Suche nach Triggerereignissen noch fort und nimmt weiter Abtastwerte auf, bis der Signaldatensatz vollständig gefüllt ist.

HINWEIS. Die Tasteneingabe *SHIFT FORCE TRIG* bewirkt eine sofortige Umstellung auf *Single Acquisition Sequence*, ohne daß zuvor die Menüs *Acquire* und *Stop After* aufgerufen werden müssen. (Um aber die Betriebsart *Single Acquisition Sequence* wieder zu beenden, müssen doch die Menüs *Acquire* und dann *Stop After* aufgerufen werden.)

Limit Test Condition Met (side) setzt die Signalerfassung solange fort, bis das Meßsignal die Grenzwerte überschreitet, die unter *Limit Test* spezifiziert wurden. Danach bricht die Signalerfassung ab. Über die Wahlmöglichkeiten des Hauptmenüs *Limit Test Setup* lassen sich noch weitere Maßnahmen spezifizieren, die das Oszilloskop im Anschluß an einen solchen Abbruch durchführen soll.

HINWEIS. Das Digitaloszilloskop bricht die Datenerfassung nach Erfüllung der Bedingungen des *Limit Test* nur dann ab, wenn im Hauptmenü *Limit Test Setup* die Vorgabe *Limit Test = ON* gewählt wurde.

Es sind noch einige weitere Schritte erforderlich, um eine Prüfung auf Grenzwerte zu veranlassen. Siehe die Angaben unter *Grenzwerte prüfen*, Seite 3–41.

Flankentriggerung

Ein *Flankentrigger*-Ereignis liegt vor, wenn das Signal der Triggerquelle einen spezifizierten Spannungspegel (den Triggerpegel) in einer spezifizierten Richtung (der Triggerflanke) durchläuft. Die meisten Messungen werden mit Flankentriggerung durchgeführt. Der folgende Abschnitt beschreibt deren Einsatzmöglichkeiten. Er erläutert auch die zweckmäßige Wahl der Triggermodi, Auto oder Normal, für alle Triggertypen.

Status der Flankentriggerung prüfen

Mit Hilfe der Triggeranzeige lässt sich schnell feststellen, ob Flankentriggerung gewählt wurde. In diesem Fall gibt nämlich die Triggeranzeige die Triggerquelle, die Triggerflanke und den Triggerpegel an (siehe die Abbildung 3–15).

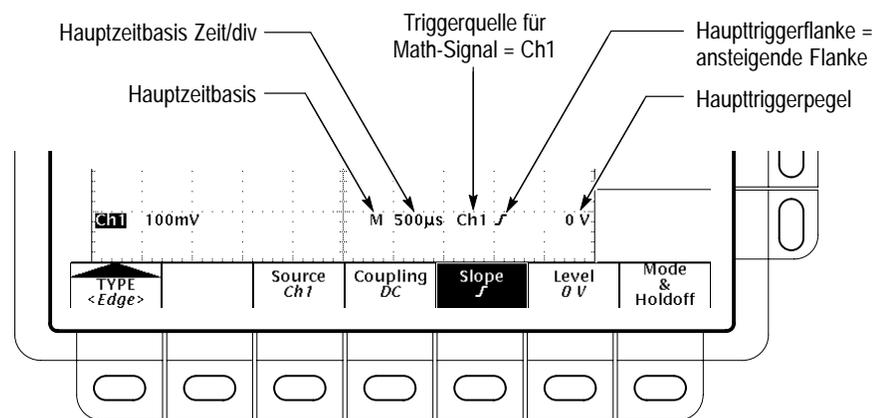


Abbildung 3–15: Anzeigen der Flankentriggerung

Der Triggerstatus lässt sich mit Hilfe der Statusleuchten **TRIG'D**, **READY** und **ARM** im Triggereinstellbereich überprüfen (siehe die Abbildung 3–18):

- TRIG'D leuchtet, wenn das Digitaloszilloskop einen gültigen Trigger erkannt hat und noch den Posttrigger-Teil des Signalverlaufs aufnimmt.
- READY leuchtet, wenn das Digitaloszilloskop ein gültiges Triggerereignis verarbeiten kann und dieses erwartet.
- ARM leuchtet, während die Triggersteuerung den Pretrigger-Teil des Signalverlaufs aufnimmt.

- Wenn sowohl TRIG'D als auch READY leuchten, hat das Digitaloszilloskop einen gültigen Haupttrigger erkannt und wartet noch auf die verzögerte Triggerung. Nach Eingang des Auslösers für den verzögerten Trigger nimmt es noch den Posttrigger-Teil des verzögerten Signalverlaufs auf.
- Wenn alle Leuchten ARM, TRIG'D und READY dunkel sind, ist der Digitalisierer gestoppt.

Im Aufzeichnungsschema am oberen Bildschirmrand läßt sich feststellen, wo sich der Triggerpunkt in der Signalaufzeichnung und in der Anzeige befindet (siehe die Abbildung 3–16).

Die grafischen Indikatoren für Triggerposition und Triggerpegel, die wahlweise angezeigt werden, geben den Triggerpunkt und den Triggerpegel in der Darstellung des Signalverlaufs an. Die Abbildung 3–16 gibt den Indikator der Triggerposition und den kurzen Triggerpegelbalken wieder. Siehe weitere Angaben hierzu unter *Optionen der Bildschirmdarstellung wählen* auf Seite 3–4.

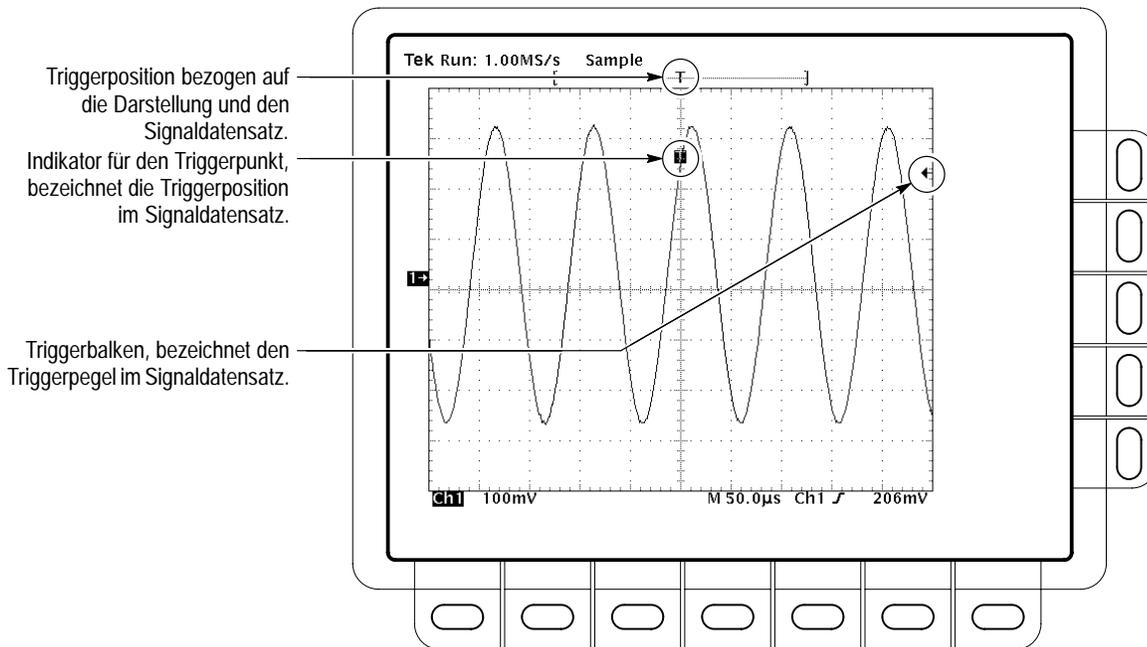


Abbildung 3–16: Anzeigen des Aufzeichnungsschemas, der Triggerposition und des Triggerpegelbalkens

Flankentriggerung wählen

Im Menü Edge Trigger sind die Flankentriggerung zu wählen und die folgenden Einstellungen für Quelle, Kopplung, Flanke, Pegel, Modus und Holdoff der Triggerung vorzunehmen.

Die Tasteneingaben **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up) rufen das Menü Edge Trigger auf (siehe die Abbildung 3–17).

Triggerquelle wählen

Die Triggerquelle ist wie folgt zu wählen:

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up) → **Source** (main) → **Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AC Line** oder **Auxiliary** (side) drücken.

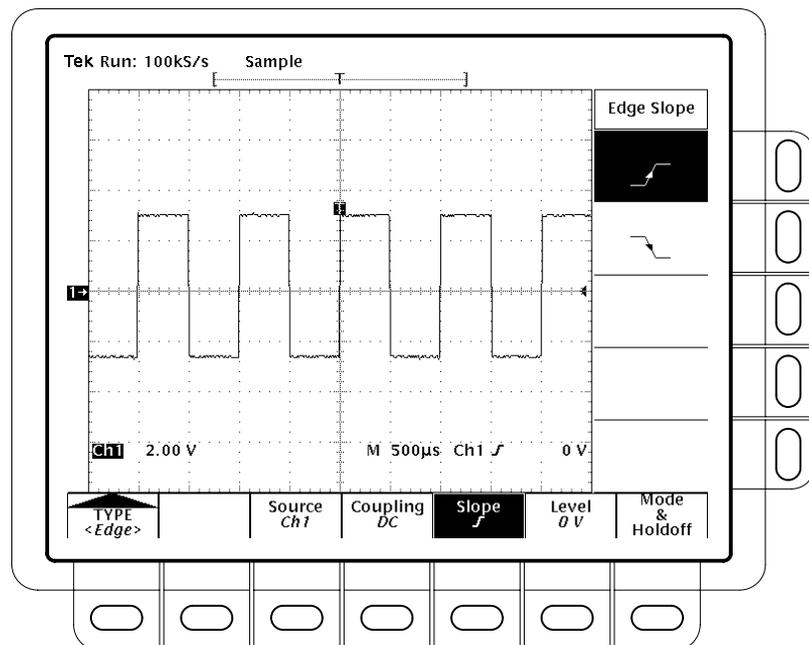


Abbildung 3–17: Menü Main Trigger – Edge Type

Kopplung spezifizieren

Zur Einstellung der gewünschten Kopplung die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up) → **Coupling** (main) → **DC, AC, HF Rej, LF Rej** oder **Noise Rej** (side) drücken.

HINWEIS. Bei Wahl der Triggerquelle Auxiliary müssen die Koppelarten DC oder HF Rej vorgegeben werden.

DC

DC gibt das Eingangssignal vollständig weiter. Die Triggerschaltung muß also sowohl dessen AC- als auch die DC-Komponenten verarbeiten.

AC 

AC läßt nur die Wechselstromkomponenten des Eingangssignals durch (über 30 Hz). Diese Kopplung unterdrückt die DC-Komponente des Triggersignals.



HF Rej unterdrückt hochfrequente Anteile im Triggersignal. Es können sich also nur niederfrequente Anteile auf die Triggerung auswirken. Die Hochfrequenzunterdrückung bedämpft Signale über 30 kHz.



LF Rej bewirkt das Gegenteil der Hochfrequenzunterdrückung. Die Niederfrequenzunterdrückung bedämpft Signale unter 80 kHz.



Noise Rej ergibt eine geringere Empfindlichkeit. Diese Kopplung erfordert eine größere Signalamplitude für eine stabile Triggerung und verringert so die Wahrscheinlichkeit einer Fehltriggerung durch Störsignale.

Flanke einstellen

Zur Einstellung der Flanke, bei der die Flankentriggerung erfolgen soll:

1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up) → **Slope** (main) drücken.



2. Im Seitenmenü ist die ansteigende oder die fallende Flanke zu wählen.

Pegel einstellen

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up) → **Level** (main) → **Level, Set to TTL, Set to ECL** oder **Set to 50%** (side) drücken.

Nach der Vorgabe *Level* kann der Triggerpegel mit dem Mehrzweckknopf oder über das Tastenfeld eingegeben werden. (Der Pegel läßt sich auch mit dem Drehknopf MAIN LEVEL ändern.)

Set to TTL gibt einen festen Triggerpegel von +1,4 V vor.

Set to ECL gibt einen festen Triggerpegel von -1,3 V vor.

HINWEIS. Bei einer Einstellung der Vertikalskala (V/div) auf unter 200 mV senkt das Oszilloskop die Triggerpegel für Set to TTL oder Set to ECL auf niedrigere als die TTL- bzw. ECL-Standardpegel ab. Der Bereich der Triggerpegel ist nämlich fest auf +12 Skalenteile gegen die Mittelachse begrenzt. Bei 100 mV (dem nächstkleineren Maßstab nach 200 mV) beträgt der Triggerbereich noch +1,2 V, und dies liegt unter den typischen TTL- (+1,4 V) bzw. ECL-Pegeln (-1,3 V).

Set to 50% gibt einen Triggerpegel in Höhe von etwa 50% der Scheitelamplitude des Signals der Triggerquelle vor.

Modus und Holdoff einstellen

Zur Einstellung des Triggermodus und Vorgabe einer Holdoffzeit:

1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Mode & Holdoff** (main) → **Auto** oder **Normal** (side) drücken. Die Triggermodi haben die folgende Wirkung:
 - Im Modus *Auto* nimmt das Oszilloskop nach einer spezifischen Wartezeit ein Signal auch dann auf, wenn kein Trigger erfolgt ist. Die Dauer der Wartezeit hängt von der Einstellung der Zeitbasis ab.
 - Im Modus *Normal* löst nur ein gültiger Trigger die Signalerfassung durch das Oszilloskop aus.
2. Nach Drücken der Taste **Holdoff** (side) kann die Holdoffzeit geändert werden. Den gewünschten Wert, in %, mit Hilfe des Mehrzweckknopfs oder des Tastenfeldes eingeben.

Zur Eingabe eines größeren Wertes mit Hilfe des Mehrzweckknopfs ist vorzugsweise zuvor die Taste **SHIFT** zu drücken. Wenn nämlich die Leuchte neben der Taste **SHIFT** leuchtet und oben rechts in der Anzeige die Angabe **Coarse Knobs** erscheint, lassen sich mit dem Mehrzweckknopf Änderungen deutlich schneller vornehmen.

Bei Änderungen in der Ablenkgeschwindigkeit s/div der Hauptzeitbasis springt der Holdoff automatisch auf 0% zurück. Dies gilt jedoch nicht bei Änderungen der Ablenkgeschwindigkeit s/div nur der verzögerten Zeitbasis (das heißt Intensified oder Delayed Only).

Trigger erzwingen

Mit der Taste **FORCE TRIG** in der Frontplatte kann eine Signalerfassung durch das Oszilloskop unmittelbar ausgelöst werden, auch ohne daß ein Triggerereignis eingetreten ist.

Einzeltriggerung

Die Tasteneingabe **SHIFT FORCE TRIG** bewirkt, daß das Oszilloskop durch das nächstfolgende gültige Triggerereignis ausgelöst wird und danach stoppt. Jede Sequenz der Signalerfassung ist dann mit der Taste **RUN/STOP** einzeln auszulösen.

Triggerung über die Frontplatte

Mit den Triggertasten und dem Triggerknopf lassen sich schnell Triggerpegel einstellen oder Auslöser setzen (siehe die Abbildung 3–18). Für alle Trigger-typen sind die folgenden Bedienelemente zu verwenden, soweit nicht anders angegeben.

MAIN LEVEL. Mit dem Drehknopf **MAIN LEVEL** (Hauptpegel) kann der Triggerpegel von Hand gesetzt werden. Mit diesem Knopf läßt sich der Triggerpegel (bzw. der Schwellwert) unabhängig vom jeweils dargestellten Menü und auch außerhalb von Menüs einstellen.

Set Level to 50%. Die Taste **SET LEVEL TO 50%** bewirkt eine schnelle Flankentriggerung. Das Oszilloskop setzt hierbei den Triggerpegel auf die halbe Amplitude zwischen den Scheitelwerten des Triggersignals. Beim Triggertyp Video ist die Taste Set Level to 50% unwirksam.

Der Drehknopf **MAIN LEVEL** und die Menüpositionen betreffen jedoch nur den Haupttriggerpegel. Der verzögerte Triggerpegel läßt sich nur über die Position **Level** im Menü **Delayed Trigger** ändern.

Force Trigger. Mit der Taste **FORCE TRIG** in der Frontplatte kann eine Signalerfassung durch das Oszilloskop unmittelbar ausgelöst werden, auch ohne daß ein Triggerereignis eingetreten ist.

Single Trigger. Die Tasteneingabe **SHIFT FORCE TRIG** bewirkt, daß das Oszilloskop durch das nächstfolgende gültige Triggerereignis ausgelöst wird und danach stoppt. Jede Sequenz der Signalerfassung ist dann mit der Taste **RUN/STOP** einzeln auszulösen.

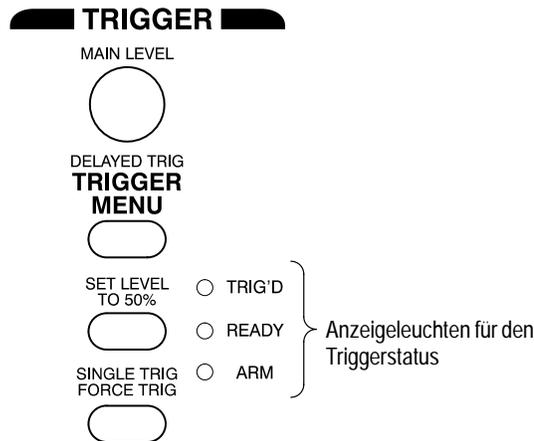


Abbildung 3-18: Bedienelemente und Statusleuchten zum TRIGGER

Grenzwerte prüfen

Die Grenzwertprüfung vergleicht automatisch jedes eingehende oder berechnete (math, nur bei TDS 510A) Signal gegen eine Toleranzmaske. Man gibt hierbei eine Hüllkurve von Grenzwerten zu einem bestimmten Signal vor und läßt das Digitaloszilloskop alle Signale ermitteln, die diese Grenzwerte überschreiten (siehe die Abbildung 3–19). Das Digitaloszilloskop kann, wenn es ein solches Signal feststellt, eine Hardcopy ausgeben, eine Glocke auslösen, den Betrieb abbrechen und auf eine Bedieneingabe warten oder mehrere dieser Maßnahmen beliebig kombinieren. Der folgende Abschnitt beschreibt den Einsatz der Grenzwertprüfung.

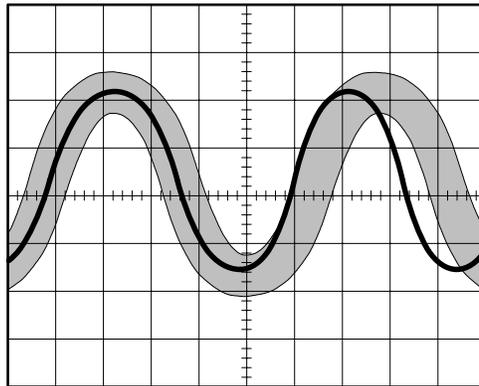


Abbildung 3–19: Vergleich eines Signals mit einer Toleranzmaske

Toleranzmaske erstellen

Um eine Toleranzmaske mit Hilfe eines eingehenden oder eines gespeicherten Signals zu erstellen, ist zunächst die Signalquelle zu wählen:

1. Die Taste **SHIFT ACQUIRE MENU** ruft das Menü Acquire auf, zu dem auch die Grenzwertprüfung gehört.
2. Die Tasten **Create Limit Test Template (main) → Template Source (side) → Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, Math1, Math2, Math3, Ref1, Ref2, Ref3** oder **Ref4 (side)** drücken.

HINWEIS. Die Maske erhält glattere Ränder, wenn das Sollsignal im Erfassungsmodus Average aufgenommen wird.

Nach der Wahl der Signalquelle muß der Ablageort der Maske bestimmt werden.

- Die Tasten **Template Destination** (side) → **Ref1**, **Ref2**, **Ref3** oder **Ref4** drücken.

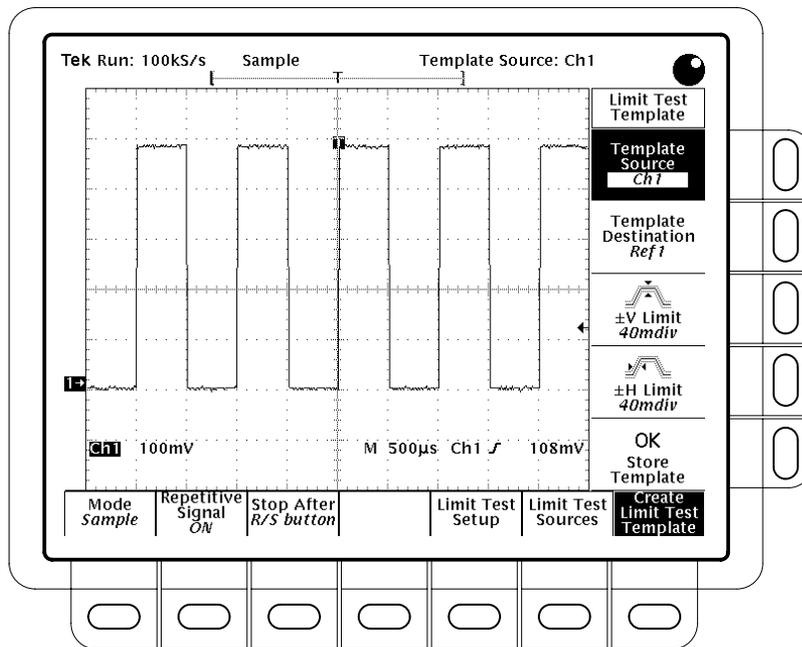


Abbildung 3–20: Menü Acquire – Create Limit Test Template

Jetzt ist die Hüllkurve durch Angabe der zulässigen Schwankungsbreite gegenüber dem Sollsignal zu spezifizieren. Toleranzen werden als Bruchteile von Rasterteilungen angegeben. Sie bezeichnen die zulässige Abweichung des eingehenden Signals gegenüber dem Sollsignal und damit die Grenzwerte der Grenzwertprüfung.

- Die Taste **±V Limit** (side) drücken. Hier ist der Wert der Vertikaltoleranz (Spannung) einzugeben.
- Die Taste **±H Limit** (side) drücken. Hier ist der Wert der Horizontaltoleranz (Zeit) einzugeben.
- Wenn die Toleranzmaske in der gewünschten Form eingegeben ist, die Taste **OK Store Template** (side) drücken. Damit ist die Toleranzmaske eingerichtet.

Die Taste **MORE** ruft die Darstellung der eingegebenen Toleranzmaske auf dem Bildschirm auf. Danach die Taste drücken, die dem verwendeten Ablageort der Maske im Referenzspeicher entspricht.

HINWEIS. Nach dem Aufruf der Grenzwertprüfung erscheint die Toleranzmaske halbschwarz, so daß das Istsignal innerhalb der Maske sichtbar ist. Bei abgeschalteter Grenzwertprüfung ist die Anzeigart Dots zu verwenden (siehe die Beschreibung der Anzeigarten auf Seite 3–3).

Signalquelle für die Grenzwertprüfung wählen

Auf die folgende Weise ist der Kanal zu spezifizieren, der die Signale erfassen soll, die auf Einhaltung der Toleranzmaske geprüft werden sollen:

1. Die Tasten **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Limit Test Sources** (main) → **Compare Ch1 to**, **Compare Ch2 to**, **Compare Ch3 to** bzw. **Compare Ch4 to** (side) drücken. Beim TDS 510A kann auch **Compare Math1 to**, **Compare Math2 to** oder **Compare Math3 to** (side) gewählt werden.
2. Nach der Wahl eines der Kanäle im Seitenmenü als Signalquelle die gleiche Seitenmenütaste drücken, um den Referenzspeicher aufzurufen, in dem die Toleranzmaske abgelegt wurde.

Die Taste **None** läßt die Grenzwertprüfung für den spezifizierten Kanal abbrechen.

Reaktion der Grenzwertprüfung spezifizieren

Auf die folgende Weise ist die Reaktion zu spezifizieren, die bei einer Überschreitung der Toleranzmaske durch das erfaßte Signal erfolgen soll:

1. Die Tasteneingabe **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Limit Test Setup** (main) ruft ein Seitenmenü mit möglichen Maßnahmen auf.
2. Der Seitenmenütext, der der gewünschten Maßnahme entspricht, muß die Angabe **ON** enthalten:
 - Um eine Hardcopy ausgeben zu lassen, wenn das Signal die Toleranzmaske überschreitet, die Option **Hardcopy if Condition Met** (side) auf **ON** setzen. (Es muß unbedingt auch das Hardcopy-System entsprechend eingerichtet werden. Siehe nähere Angaben hierzu unter *Hardcopy* auf Seite 3–45.)
 - Falls eine Glocke ausgelöst werden soll, wenn das Signal die Toleranzmaske überschreitet, ist die Option **Ring Bell if Condition Met** (side) auf **ON** zu setzen.
 - Um das Digitaloszilloskop seinen Betrieb einstellen zu lassen, wenn das Signal die Toleranzmaske überschreitet, muß die Option **Stop After Limit Test Condition Met** (side) auf **ON** gesetzt werden.

HINWEIS. Die Taste mit dem Menütext *Stop After Limit Test Condition Met* entspricht der Menüposition *Limit Test Condition Met* im Hauptmenü *Stop After*. Diese Angabe kann zwar im Menü *Limit Test Setup* auf *On* gesetzt, aber nicht wieder zurückgesetzt werden. Um die Angabe *Off* zu setzen, ist die Taste **Stop After** zu drücken und eine der anderen Optionen des Seitenmenüs *Stop After* zu spezifizieren.

Grenzwertprüfung aktivieren:

3. Die Taste **Limit Test** (side) drücken. Die Angabe wechselt zu **ON**.

Prüfung von Einzelsignalen

Bei der Prüfung von Einzelsignalen gegen Einzelmasken sind die folgenden Betriebsmerkmale zu berücksichtigen:

- Das Signal wird horizontal so verschoben, daß der erste Abtastpunkt in der Signalaufzeichnung, der die Toleranzmaske überschreitet, in der Bildschirmmitte zu liegen kommt.
- Die Position der Toleranzmaske folgt der Position des Eingangssignals.

Prüfung von Mehrfachsignalen

Bei der Prüfung von Mehrfachsignalen sind die folgenden Betriebsmerkmale zu berücksichtigen:

- Im Seitenmenü *Zoom* die Angabe *Horizontal Lock* auf *None* setzen (die Taste **ZOOM** drücken und mit der Taste **Horizontal Lock** die Angabe **None** aufrufen).
- In der hier beschriebenen Form der Horizontalverriegelung verschiebt das Oszilloskop die einzelnen Signalverläufe horizontal so, daß der erste Abtastpunkt in der Signalaufzeichnung, der die Toleranzmaske überschreitet, in der Bildschirmmitte zu liegen kommt.
- Bei einer Prüfung der einzelnen Signale gegen jeweils eine eigene Maske folgt deren Position jeweils der Position des betreffenden Signals.
- Bei einer Prüfung von zwei oder mehr Signalen gegen eine gemeinsame Toleranzmaske folgt diese der Position des fehlerhaften Signals. Wenn sich *im gleichen Erfassungszyklus* mehrere Signale als fehlerhaft erweisen, folgt die Toleranzmaske der Position des Signals mit der höchsten Kanalnummer. So hat beispielsweise CH 2 Vorrang gegenüber CH 1.

Hardcopy

Die Einrichtung Hardcopy kann Kopien der Bildschirmanzeige des Digitaloszilloskops ausgeben. Der folgende Abschnitt gibt die Hardcopyformate an und beschreibt, wie die Ausgabe einer Hardcopy einzurichten und auszulösen ist.

Unterstützte Formate

Die verschiedenen Geräte zur Ausgabe von Hardcopies arbeiten mit unterschiedlichen Formaten. Das Digitaloszilloskop unterstützt die folgenden Formate:

- Tintenstrahldrucker HP Thinkjet
- Tintenstrahldrucker HP Deskjet
- Laserdrucker HP Laserjet
- Tragbarer Thermodrucker Seiko DPU 411/412
- HPGL Color Plot
- Epson®
- Interleaf®
- Tag Image File Format (TIFF®)
- PC Paintbrush® (PCX®)
- Dateiformat Microsoft Windows® (BMP®)
- Encapsulated Postscript® (Image, Mono Plot und Color Plot)

Einige Formate, vor allem Interleaf, Postscript, TIFF, PCX, BMP und HPGL, sind mit verschiedenen DTP-Programmpaketen (Desktop publishing) kompatibel. Bei Verwendung eines dieser DTP-Systeme lassen sich Dateien, die Oszilloskopdarstellungen enthalten, direkt in Dokumente einsetzen.

Die EPS-Formate Mono und Color sind mit dem Farbdrucker Tektronix Phaser Color Printer kompatibel, HPGL ist kompatibel mit dem Plotter Tektronix HC100, und Epson ist mit dem Drucker Tektronix HC200 kompatibel.

Einstellungen zur Hardcopyausgabe

Damit eine Hardcopy ausgegeben werden kann, müssen die Parameter der Kommunikation und der Hardcopy eingestellt werden. In der folgenden

Beschreibung wird unterstellt, daß das Hardcopygerät bereits an das GPIB-Port an der Rückwand des Oszilloskops angeschlossen ist.

Kommunikationsparameter einstellen

Zur Einstellung der Kommunikationsparameter für die Ausgabe an einen Drucker, der direkt an das GPIB-Port des Oszilloskops angeschlossen ist:

1. Die Tasten **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **I/O** (pop-up) → **Configure** (main) drücken (siehe die Abbildung 3-21).
2. Die Taste **Hardcopy (Talk Only)** (side) drücken.

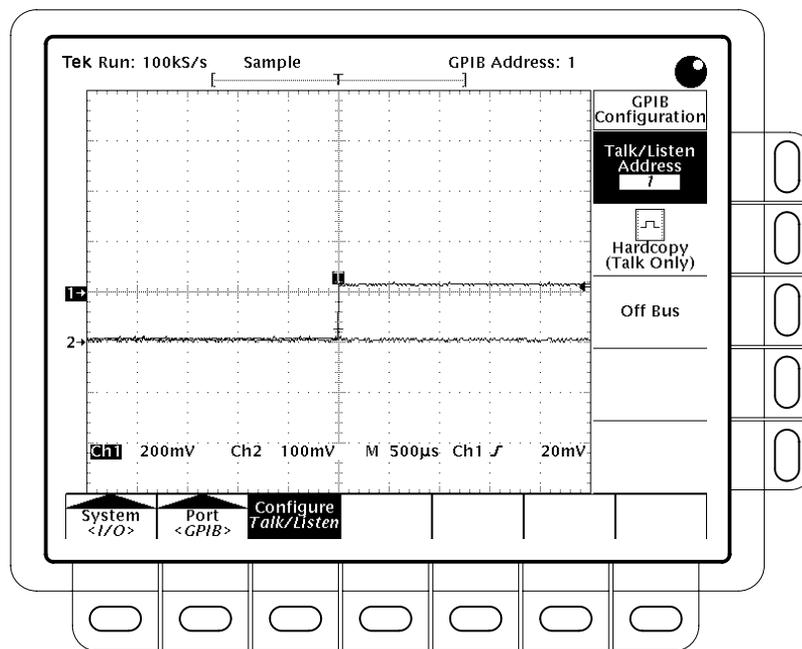


Abbildung 3-21: Menü Utility – System I/O

Hardcopyparameter einstellen

Zur Spezifizierung von Format und Layout der Hardcopy und des Ports für die Hardcopyausgabe:

1. Die Taste **SHIFT HARDCOPY MENU** drücken.
2. Die Tasten **Format** (main) → **Thinkjet, Deskjet, Laserjet, Epson, DPU-411, DPU-412, PCX, TIFF, BMP, EPS Image, EPS Mono, EPS Color** (EPS bedeutet Encapsulated Postscript), **Interleaf** oder **HPGL** (side) drücken. (Die Taste **–more–** (side) ruft weitere mögliche Formate auf.)
3. Die Tasten **SHIFT HARDCOPY MENU** → **Layout** (main) → **Landscape** oder **Portrait** (side) (Quer- bzw. Hochformat) drücken.

4. Durch die Tasteneingabe **SHIFT HARDCOPY MENU → Port** (main) den Kanal spezifizieren, über den die Hardcopy ausgegeben werden soll. Es stehen vier Hardcopyports zur Wahl: **GPIO**, **RS-232**, **Centronics** oder **File**.

Hardcopy mit Datum und Uhrzeit kennzeichnen

Auf die folgende Weise erhält die Hardcopy eine Angabe von Datum und Uhrzeit:

1. Die Tasten **DISPLAY → Readout Options** (main) → **Display Date and Time** (side) drücken und die Einstellung auf **On** setzen.
2. Falls Datum und Uhrzeit noch nicht eingestellt wurden, erscheint eine entsprechende Meldung. Dann nicht die folgenden Schritte 3 und 4, sondern zunächst Schritt 1 von *Datum und Uhrzeit einstellen* hier anschließend ausführen. Danach diese Prozedur wiederholen.
3. Mit der Taste **Clear Menu** das Menü aus der Anzeige löschen, damit diese das Datum und die Uhrzeit wiedergeben kann. Siehe die Abbildung 3–22. (Bei der Ausgabe von Menüs verschwinden das Datum und die Uhrzeit vom Bildschirm.)
4. Die Taste **HARDCOPY** läßt die Hardcopy mit Datum und Uhrzeit ausgeben.

Datum und Uhrzeit einstellen

Auf die folgende Weise sind Datum und Uhrzeit in das Oszilloskop einzugeben:

1. Die Tasten **SHIFT UTILITY → Config** (pop-up) → **Set Date & Time** (main) → **Year, Day Month, Hour** bzw. **Minute** drücken.

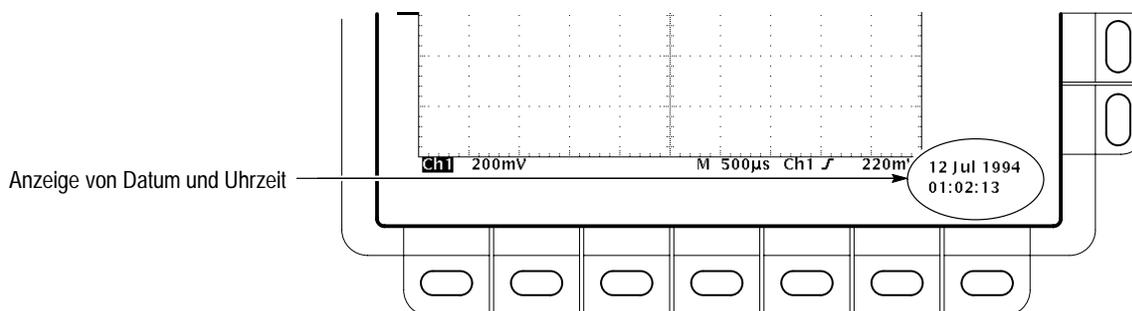


Abbildung 3–22: Anzeige des Datums und der Uhrzeit

2. Mit dem Mehrzweckknopf den gewünschten Wert für den jeweils gewählten Parameter eingeben.
3. Die Schritte 1 und 2 nach Bedarf für weitere Parameter wiederholen.
4. Mit Betätigung der Taste **OK Enter Date/Time** (side) werden die neuen Einstellungen wirksam. Die Zeitangabe der Sekunden springt auf Null.

5. Nach Betätigung der Taste **CLEAR MENU** wird die Zeitangabe mit den neuen Einstellungen auf dem Bildschirm sichtbar.

Hardcopy von einem Hardcopygerät direkt ausgeben lassen

Die Ausgabe einer Hardcopy ist wie folgt durchzuführen.

An ein Hardcopygerät anschließen. Zum Aufbau einer Verbindung zwischen dem Digitaloszilloskop und einem Hardcopygerät muß festgestellt werden, mit welcher Schnittstelle und welchem Kabel dieses Gerät arbeitet. Dann die entsprechende Anschaltung vornehmen. (Siehe die Abbildung 3–23.)

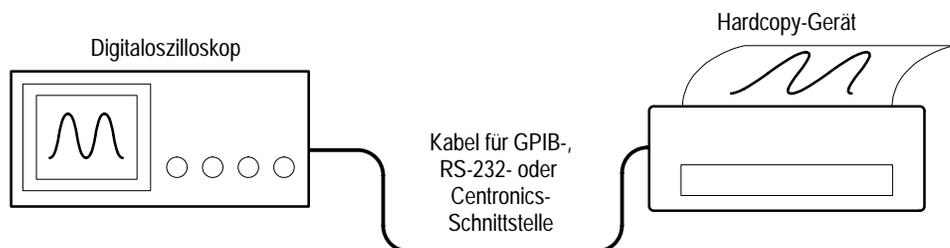


Abbildung 3–23: Anschluß des Digitaloszilloskops direkt an das Hardcopygerät

Drucken. Die Taste **HARDCOPY** läßt eine einzelne Hardcopy ausgeben bzw. überträgt weitere Hardcopies an den Spooler des Digitaloszilloskops (Warteschlange), während der Drucker noch frühere Hardcopies ausgibt.

Abbruch. Die Ausgabe einer Hardcopy wird abgebrochen, wenn die Taste **HARDCOPY** nochmals gedrückt wird, *solange* auf dem Bildschirm noch die Meldung „Hardcopy in process“ sichtbar ist.

Aufnahme in den Spooler. Um weitere Hardcopies in den Spooler zu laden, ist die Taste **HARDCOPY** zu drücken, *nachdem* die Meldung „Hardcopy in process“ vom Bildschirm verschwunden ist.

Der Spooler kann so lange weitere Hardcopies aufnehmen, bis er voll belegt ist. Es kann also vorkommen, daß die Meldung „Hardcopy in Process – Press **HARDCOPY** to abort“ bei Aufnahme einer weiteren Hardcopy nicht mehr vom Bildschirm verschwindet. Wenn dann die Warteschlange des Spoolers wieder ausreichend abgearbeitet ist, übernimmt sie zunächst den etwa noch fehlenden Rest der angeforderten Hardcopy und löscht dann diese Meldung.

Spooler löschen. Die Tasteneingabe **SHIFT → HARDCOPY MENU → Clear Spool (main) → OK Confirm Clear Spool (side)** läßt sämtliche Hardcopies aus dem Spooler löschen.

Der Spooler des Oszilloskops nutzt den gesamten nicht belegten RAM-Speicher für die Ablage von Hardcopies. Damit ist seine Größe variabel. Die Anzahl der Hardcopies, die der Spooler aufnehmen kann, hängt von drei Variablen ab:

- Größe des freien RAM-Speichers
- Gewähltes Hardcopyformat
- Komplexität der Darstellung

Auf Diskette speichern

Auf die folgende Weise lassen sich Hardcopies auf einer Diskette speichern (siehe die Angaben zum Dateisystem auf Seite 3–17):

1. Die Kommunikations- und Hardwareparameter des Digitaloszilloskops gemäß Angabe unter *Einstellungen zur Hardcopyausgabe* auf Seite 3–45 einstellen.
2. Eine formatierte Diskette von 720 kByte oder 1,44 MByte in den Laufwerksschlitz des Digitaloszilloskops einführen.

HINWEIS. Siehe die Angaben über die Formatierung von Disketten, die Löschung und Umbenennung von Dateien und die Verwendung des Überschreibschutzes und von Platzhalterzeichen auf Seite 3–17.

3. Die Tasteneingaben **SHIFT** → **HARDCOPY MENU** → **Port** (main) → **File** (side) spezifizieren, daß eine Hardcopy in eine Diskettendatei ausgegeben werden soll. Es erscheinen dann die Dateiliste und der zugehörige Durchlaufbalken.
4. Den Durchlaufbalken mit Hilfe des Mehrzweckknopfes auf den Namen der Datei setzen, die die Hardcopy aufnehmen soll.

HINWEIS. Beim Einschalten legt das Digitaloszilloskop die „Platzhalter“-Datei TEK?????.FMT für die Ablage von Hardcopies an, wobei die Angabe „.FMT“ durch das jeweils gewählte Hardcopyformat ersetzt wird. Wenn nach Anwahl dieser Datei die Taste **Hardcopy** gedrückt wird, geht die Hardcopy an eine eigene Datei mit eigenem, fortlaufend nummeriertem Namen. So speichert das Digitaloszilloskop beispielsweise die erste Hardcopy in der Datei TEK00001.FMT, die zweite unter TEK00002.FMT, und so weiter.

5. Die Bildschirmdarstellung so einrichten, daß die Hardcopy alle gewünschten Angaben enthält.
6. Die Taste **HARDCOPY** läßt die Hardcopy in die angebenene Datei übertragen.

Druckausgabe durch einen Controller steuern lassen

Hier sind Hardcopies auf die folgende Weise anzufordern.

An ein Hardcopygerät anschließen. Zur Anschaltung an einen Controller, mit zwei Ports zwischen dem Digitaloszilloskop und dem Hardcopygerät, sind der GPIB-Steckverbinder des Digitaloszilloskops (Rückwand) mit dem GPIB-Port des Controllers und das Port RS-232 oder Centronics des Controllers mit dem Hardcopygerät zu verbinden (siehe die Abbildung 3–24). Über das GPIB-Port ist die Ausgabe der Hardcopy vom Digitaloszilloskop ferngesteuert anzufordern und abzunehmen. Das Port RS-232 bzw. Centronics des Controllers leitet die Daten an den Drucker weiter.

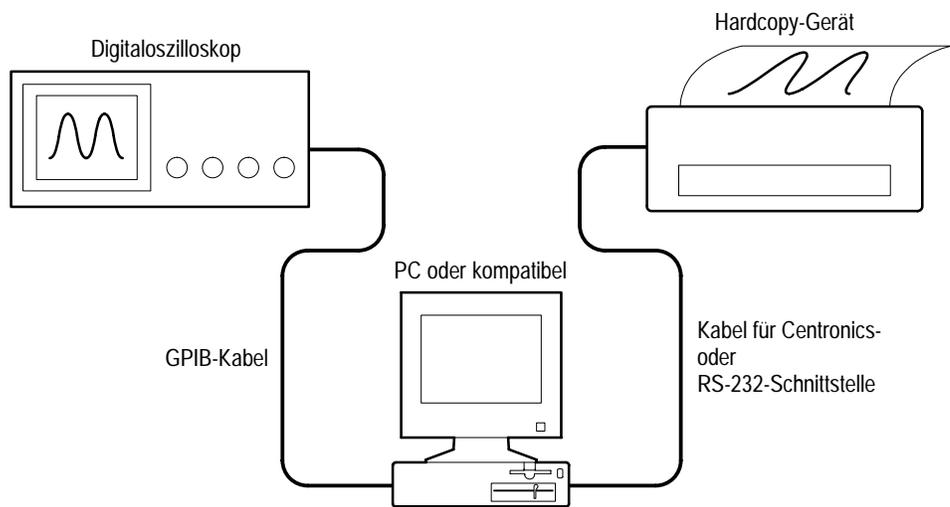


Abbildung 3–24: Anschaltung des Digitaloszilloskops und des Hardcopygeräts über einen PC

Drucken. Bei Controllern, die PC-kompatibel sind und mit dem GPIB-Paket Tektronix GURU oder S3FG210 (National Instruments GPIB-PCII/IIA) arbeiten, ist die Hardcopyausgabe wie folgt anzufordern:

1. Mit dem MS-DOS-Befehl *cd* das Verzeichnis aufrufen, das die zur GPIB-Baugruppe mitgelieferte Software enthält. Wurde beispielsweise die Software im Verzeichnis GPIB-PC installiert, so ist **cd GPIB-PC** einzugeben.
2. Das IBIC-Programm aufrufen, das zur GPIB-Baugruppe mitgeliefert wurde. Dann **IBIC** eingeben.
3. **IBFIND DEV1** eingeben. Hierbei ist für „DEV1“ der Name des Digitaloszilloskops einzusetzen, der mit dem zur GPIB-Baugruppe mitgelieferten Programm IBCONF.EXE definiert wurde.

HINWEIS. Wenn ein anderer Name definiert wurde, ist dieser für „DEVI“ einzusetzen. Es muß auch beachtet werden, daß die im Programm *IBCONF.EXE* eingestellte Geräteadresse des Digitaloszilloskops mit der Adresse übereinstimmen muß, unter der das Digitaloszilloskop im Menü Utility zu erreichen ist (typische Adresse: „1“).

Einige Hardcopyformate können dazu führen, daß der Controller wegen Zeitüberschreitung abbricht. Es muß dann die Zeitgrenze in der Software des Controllers erhöht werden.

4. IBWRT “HARDCOPY START” eingeben.

HINWEIS. Dieser Schritt führt zu einer Fehlermeldung, wenn das Menü Utility des Digitaloszilloskops nicht auf Talk/Listen, sondern auf Hardcopy (Talk Only) eingestellt wurde. Unter Einstellungen zur Hardcopyausgabe auf Seite 3–45 wurde beschrieben, wie die Einstellungen im Menü Utility des Digitaloszilloskops vorzunehmen sind.

5. **IBRDF** <Dateiname> eingeben, wobei <Filename> einen gültigen DOS-Dateinamen bezeichnet, unter dem die Daten der Hardcopy abgelegt werden sollen. Der Name soll ≤ 8 Zeichen lang sein und eine Erweiterung von bis zu 3 Zeichen besitzen. Die Eingabe könnte beispielsweise lauten „*ibrdf screen1*.“

6. Das IBIC-Program durch die Eingabe **EXIT** beenden.

7. Die Daten aus der Datei in das Hardcopygerät kopieren lassen. Hierzu folgendes eingeben:

COPY <Dateiname> <Ausgangsport> wobei einzusetzen sind:

<Dateiname> – der in Schritt 5 definierte Name.

<Ausgangsport> – das Ausgangsport des PC, an das das Hardcopygerät angeschlossen ist (zum Beispiel LPT1 oder LPT2).

Die folgende Eingabe läßt beispielsweise eine Datei mit dem Namen *screen1* an einen Drucker ausgeben (ausdrucken), der an das Port *lpt1* angeschlossen ist: „*copy screen1 lpt1: /B*“.

Das Hardcopygerät muß daraufhin eine Bildschirmdarstellung des Digitaloszilloskops ausgeben.

HINWEIS. Für die Übertragung von Hardcopydateien über ein Computernetz ist ein binärer (8-Bit) Datenpfad zu verwenden.

Hilfe aufrufen

Die Online-Hilfe gibt kurze Erläuterungen zu den einzelnen Bedienelementen des Digitaloszilloskops aus.

Aufruf der Online-Hilfe:

Die Taste **HELP** löst die Ausgabe von Hilfe-Informationen zu allen Tasten oder Drehknöpfen der Frontplatte und zu allen Menüpositionen aus (siehe die Abbildung 3–25).

Anschließend führt die gleiche Taste **HELP** wieder in den Normalbetrieb zurück. Solange sich das Oszilloskop noch im Hilfe-Modus befindet, bewirkt jede Betätigung einer Taste (mit Ausnahme von **HELP** oder **SHIFT**), eines Drehknopfs oder einer Menütaste die Ausgabe eines Hilfe-Texts zu dem betreffenden Bedienelement auf dem Bildschirm.

Online-Hilfe ist auch zu allen Menüeinstellungen verfügbar, die bei Betätigung der Taste **HELP** etwa auf dem Bildschirm sichtbar sind. Es ist nicht möglich, im Hilfe-Modus Angaben zu Menüpositionen anzufordern, die nicht sichtbar sind. Es müssen dann zunächst der Hilfe-Modus verlassen, die gewünschten Menüpositionen aufgerufen und danach erneut der Hilfe-Modus angefordert werden.

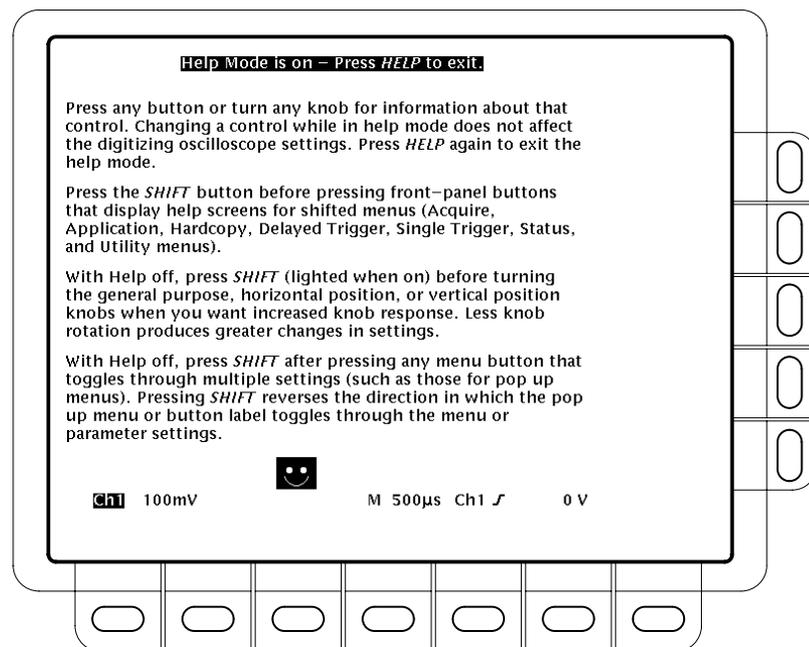


Abbildung 3–25: Allgemeiner Hilfe-Bildschirmtext

Horizontalsteuerung

Mit dem Menü und den Drehknöpfen der Horizontalsteuerung läßt sich die horizontale Formatierung (die Zeitbasis) der Anzeige einstellen. Der folgende Abschnitt beschreibt die Verwendung dieses Menüs und dieser Knöpfe.

Horizontalstatus prüfen

Aus dem *Aufzeichnungsschema* lassen sich die Größe und die Lage der Signalaufzeichnung und die relative Lage des Triggers in der Anzeige ablesen. (Siehe die Abbildung 3–26.) Die *Zeitbasisanzeige* gibt die Einstellung der Ablenkgeschwindigkeit (Zeit/div) und die Zeitbasis an, für die diese gilt (Hauptzeitbasis oder verzögerte Zeitbasis). (Siehe die Abbildung 3–26.) Da für alle eingehenden Signale die gleiche Zeitbasis gelten muß, gibt das Digitaloszilloskop für sämtliche aktiven Kanäle nur einen Wert wieder.

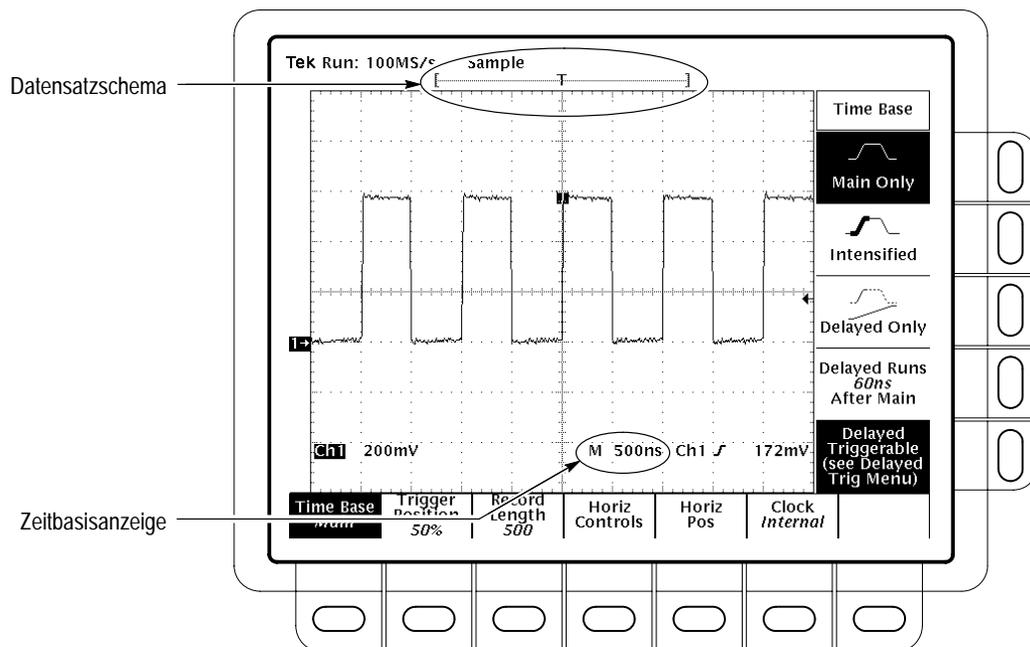


Abbildung 3–26: Aufzeichnungsschema und Zeitbasisanzeige

Horizontalskala und -position einstellen

Im Digitaloszilloskop lassen sich die horizontale Position und die Skala sowohl über Drehknöpfe in der Frontplatte als auch über das Menü Horizontal einstellen. Der folgende Abschnitt beschreibt die beide Möglichkeiten zur Einstellung der Signalstrahlspuren auf dem Bildschirm.

Durch Ändern der Horizontalskala läßt sich ein bestimmter Teil eines Signals auswählen. Das Ändern der Horizontalposition verschiebt das Signal nach links oder rechts.

HINWEIS. Wenn der externe Takt (nur bei TDS 400A) freigegeben und der Zoom gesperrt ist, beträgt die Horizontalskala fest 50 c (das heißt 50 Taktimpulse/div), und der Einstellknopf für die Horizontal SCALE ist unwirksam.

Skala und Position horizontal lassen sich wie folgt einstellen:

1. Die Horizontaleinstellknöpfe **SCALE** und **POSITION** verstellen (siehe die Abbildung 3–27).
2. Die Taste **SHIFT** betätigen, wenn der Knopf **POSITION** deutlich schnellere Änderungen ergeben soll.

Bei einer Einstellung des Horizontaldrehknopfs **SCALE** und anschließender Wahl eines Kanals gilt die betreffende Ablenkgeschwindigkeit gleichzeitig für sämtliche dargestellten Kanäle. Wird aber ein berechnetes (Math) oder ein Referenzsignal gewählt, so bezieht sich die Skalierung nur auf dieses.

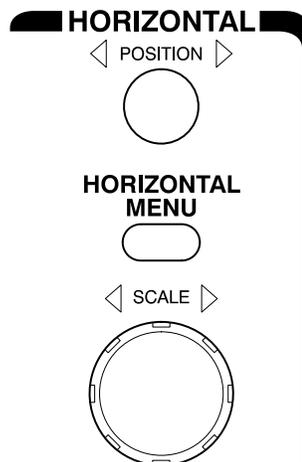


Abbildung 3–27: Bedienelemente der Horizontalsteuerung

Eine Einstellung des Horizontaldrehknopfs POSITION gilt bei anschließender Wahl eines Kanals für alle gleichzeitig dargestellten Kanal-, Referenz- und berechneten Signale, *sofern* die Horizontalverriegelung (Horizontal Lock) im Menü Zoom auf „All“ gesetzt wurde. Siehe weitere Angaben zum Zoom auf Seite 3–161.

Horizontalparameter ändern

Um die Datensatzlänge einzustellen, den Trigger zu positionieren oder die Position oder Skala zu ändern, ist das *Menü Horizontal* aufzurufen. In diesem Menü kann auch gewählt werden, ob die Hauptzeitbasis oder die verzögerte Zeitbasis für die Signalerfassung eingesetzt werden soll.

Triggerposition

Über das Menü Trigger Position läßt sich definieren, welcher Umfang der Aufzeichnung jeweils auf die Pretrigger- und Posttriggerteile entfallen soll:

Die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Trigger Position** (main) → **Set to 10%**, **Set to 50%** oder **Set to 90%** (side) drücken, oder die Taste **Pretrigger** (side) drücken und dann den Wert mit Hilfe des Mehrzweckknopfes ändern.

Datensatzlänge

Die Datensatzlänge definiert die Anzahl der Punkte, aus denen die Signalaufzeichnung bestehen wird. Diese Länge ist wie folgt einzustellen:

1. Die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Record Length** (main) drücken. Das Seitenmenü gibt verschiedene verfügbare diskrete Datensatzlängen an.
2. Wenn (nahezu) das gesamte erfaßte Signal unabhängig von der Datensatzlänge auf dem Bildschirm sichtbar gemacht werden soll, sind die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Record Length** (main) zu drücken und die Angabe **Fit to Screen** im Seitenmenü auf **ON** zu setzen. Dies hat die gleiche Wirkung wie die Anpassung der Bildbreite an die Bildschirmbreite durch Änderung der Ablenkgeschwindigkeit im Zoom-Modus. Diese Einstellung läßt sich durch die Umstellung von **Fit to Screen** nach **OFF** wieder aufheben.

HINWEIS. Bei der Option 1M (nur bei TDS 400A) stehen nur 120 k Punkte als Speichertiefe für Referenzsignale zur Verfügung. Wenn dann eine Datensatzlänge von 120 k im Menü Horizontal gewählt wird, läßt sich darin nur ein einziges Referenzsignal speichern. Außerdem können nur vier Signale verarbeitet bzw. dargestellt werden. Die mathematische Verknüpfung von zwei Signalen belegt aber auch dann einen dritten Signalspeicher, wenn die Quellensignale nicht dargestellt werden. Beispiel: ein berechnetes Signal, das der Summe aus CH1 und CH2 entspricht, stellt ein drittes Signal dar; auch wenn der Bildschirm die Signale von CH1 und CH2 nicht wiedergibt. Es kann dann also nur noch ein weiteres Signal dargestellt werden.

Horizontalskala

Auf die folgende Weise läßt sich die Horizontalskala (Zeit/div) numerisch im Menü anstatt über den Drehknopf Horizontal SCALE ändern:

HINWEIS. Wenn der externe Takt (nur bei TDS 400A) freigegeben und der Zoom gesperrt ist, ist der Drehknopf Horizontal SCALE wirkungslos, und die Hauptskala ist mit der verzögerten Skala Horizontal identisch (50 c). Bei freigegebenem Zoom läßt sich zwar der Maßstab der Anzeige ändern, jedoch ist die verzögerte Skala weiterhin mit der Hauptskala fest identisch.

Die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Horiz Controls** (main) → **Main Scale** oder **Delayed Scale** (side) drücken und die Skalenwerte mit Hilfe des Mehrzweckknopfes ändern.

Aliasing

Als Aliasing (Spiegelfrequenzbildung) bezeichnet man den Effekt, bei dem ein Signal auf dem Bildschirm mit einer niedrigeren als seiner Istfrequenz erscheint oder instabil ist, obwohl die Anzeigeleuchte neben TRIG'D leuchtet. Aliasing tritt auf, wenn das Oszilloskop das Signal nicht so schnell abtastet, daß dieses aus den Abtastwerten wieder richtig rekonstruiert werden kann (siehe die Abbildung 3-28).

Ein Signal kann nur dann ausreichend genau und ohne Gefahr von Aliasing wiedergegeben werden, wenn die Abtastrate mindestens doppelt so hoch liegt wie die höchste Frequenzkomponente des Signals. So muß ein Signal, das Komponenten von 400 MHz enthält, mit über 800 MSamples/s abgetastet werden.

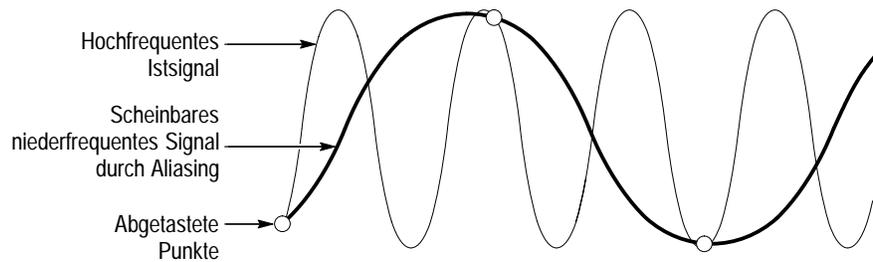


Abbildung 3–28: Aliasing

Eine einfache Methode, ein Signal auf Aliasing zu prüfen, besteht darin, die Horizontalskala (Einstellung der Zeit/div) langsam zu ändern. Wenn sich der dargestellte Signalverlauf hierbei drastisch ändert, kann Aliasing vorliegen.

Aliasing läßt sich auf verschiedene Arten verhindern. Am einfachsten ist es, die Horizontalskala zu ändern oder nur die Taste **AUTOSET** zu drücken. Auch durch eine andere Art der Signalerfassung kann man Aliasing in gewissem Umfang verhindern. Muß beispielsweise im Sample-Modus Aliasing vermutet werden, so empfiehlt sich die Umstellung auf den Peak Detect-Modus. Da dieser Modus nach den extremen Abtastwerten sucht, ermittelt er die Komponenten mit den schnellsten Änderungen.

HINWEIS. Oszilloskope TDS 400A gehen in den Rollmodus über, wenn Horizontal SCALE bei einem Roll Mode Status = Automatic auf 50 ms oder darunter oder wenn die maximale externe Abtastrate bei einer Vorgabe im Menü Horizontal Clock = External auf maximal 1 kc/s oder darunter eingestellt wurde. Weitere Angaben zum Rollmodus finden sich ab Seite 3–83.

Rollmodus (nur bei TDS 400A)

Der Rollmodus kann abgeschaltet oder zur automatischen Abschaltung freigegeben werden (siehe weitere Angaben zum *Rollmode* auf Seite 3–83).

Horizontalposition

Auf die folgende Weise läßt sich die Horizontalposition über das Menü anstatt mit dem Drehknopf Horizontal POSITION auf spezifische Werte einstellen:

Mit der Tasteneingabe **HORIZONTAL MENU** → **Horiz Pos** (main) → **Set to 10%**, **Set to 50%** oder **Set to 90%** (side) vorgeben, welcher Anteil des Signalverlaufs links von der Bildschirmmitte dargestellt werden soll.

Es läßt sich auch vorgeben, ob die Einstellung der Horizontalposition sämtliche dargestellten Signale, nur die eingehenden Signale oder nur das gewählte Signal betreffen soll. Siehe auch die Beschreibung der Einstellungen für die Horizontalverriegelung in den Angaben zum *Zoom*, Seite 3–161.

Verzögerte Zeitbasis wählen

Zur Umschaltung zwischen den Darstellungen mit der Hauptzeitbasis und der verzögerten Zeitbasis:

Die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Time Base** (main) → **Main Only**, **Intensified** bzw. **Delayed Only** (side) drücken.

HINWEIS. Wenn der externe Takt freigegeben ist, gilt die Vorgabe *Intensified* für die ganze Zeitbasis.

Die Vorgabe *Intensified* läßt eine Zone mit größerer Helligkeit wiedergeben, die den Bereich gegenüber dem Haupttrigger angibt, in dem die Datensatzlänge mit verzögertem Trigger liegen könnte.

Es stehen auch die Möglichkeiten *Delayed Runs After Main* oder *Delayed Triggerable* zur Wahl. Siehe weitere Angaben zum verzögerten Trigger unter *Verzögerte Triggerung*, Seite 3–151.

Horizontaltakt (nur bei TDS 400A)

Zur Umstellung des Horizontaltakts:

Die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Clock** (main) → **Internal** oder **External** (side) drücken und den Skalenwert mit Hilfe des Mehrzweckknopfes ändern.

HINWEIS. Nach der Anwahl von *External clock* (nur bei TDS 400A) ändert sich die Horizontalskala ohne Zoom nach 50 c (das heißt 50 Taktimpulse/div). Bei Frequenzmessungen mit Hilfe der Option 2F, eines externen Takts und der Cursor ist die angezeigte Frequenz auf die Frequenz des externen Takts normiert. Zur Berechnung der Istfrequenz ist der angezeigte Frequenzwert mit der Frequenz des externen Takts, in Hz, zu multiplizieren. Beispiel: der Cursor gibt eine Frequenz von 500 Hz an, und der externe Takt hat eine Frequenz von 2 kHz:

$$500 \text{ Hz} \times \frac{2 \text{ kHz}}{\text{Hz}} = 1,0 \text{ MHz}$$

Ein Signal mit einem externen Takt erfassen (nur bei TDS 400A)

Diskettenlaufwerke, Turbinen oder Stanzpressen haben sämtlich rotierende Teile. Deren Verhalten läßt sich oft mit Hilfe eines externen Takts beobachten. Wenn man hier einen Tachometer oder einen Optischen Winkelcodierer verwendet, kann man die Umdrehungen oder Hubwege dieser Systeme genau in elektrische Impulse umsetzen. Mit einem externen Takt läßt sich der Winkel oder die Position ermitteln, bei denen ein bestimmtes Ereignis eintritt. Auch wenn sich dann die Drehzahl des Systems ändert, erscheinen diese Ereignisse weiterhin an der gleichen Stelle des Bildschirms; anders als bei einer Verwendung des internen Takts ändert sich hier also der Maßstab der dargestellten Signale bei Drehzahländerungen nicht.

Auch bei einem externen Takt kann das Oszilloskop so getriggert werden, daß die erfaßten Signale starr an eine bestimmte Position des Winkelcodierers gekoppelt sind, der den externen Takt liefert. Einige Winkelcodierer beispielsweise geben ein Triggerausgangssignal ab. Ein weiteres Signal, das als Trigger dienen kann, ist das Signal für den Sektor 0 der Festplatte eines Computers; im erfaßten Signal zeigt dann der Triggerindikator T den Zeitpunkt an, an dem die Festplatte in der Aufzeichnung wieder den Sektor 0 erreicht hat.

Zur Erfassung eines Signals mit Hilfe eines externen Takts:

1. Die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Clock** (main) → **External** (side) drücken und im Hi Res-Modus außerdem die maximale externe Taktfrequenz mit dem Mehrzweckknopf einstellen.

HINWEIS. Im Hi Res-Modus darf die Frequenz des externen Taktsignals höchstens gleich der Frequenz sein, die im Seitenmenü für den externen Takt eingestellt wurde. Anderenfalls wird das Eingangssignal mit falscher Amplitude und oft auch mit falscher Form wiedergegeben. Im Hi Res-Modus besitzt das Oszilloskop eine höhere Auflösung und eine geringere Bandbreite (siehe die Tabelle 3-2 auf Seite 3-28). Mit abnehmender Rate Max Ext Clk nimmt die Auflösung zu und die Bandbreite ab.



VORSICHT: Um Schäden an den Schaltungen für externe Taktsignale und externe Trigger auszuschließen, darf die zulässige Eingangsspannung am Eingang **EXT CLOCK/AUX TRIGGER** nicht überschritten werden (siehe die Angaben unter Hilfstriggereingang, externer Takteingang im Handbuch Prüfung der Leistungsfähigkeit).

2. Das externe Taktsignal mit TTL-Pegel an den BNC-Stecker **EXT CLOCK/AUX TRIGGER** an der Rückseite des Oszilloskops anschließen. Hierbei einen 50Ω-Abschluß verwenden, wenn die Signalquelle für EXT CLK eine

Bürde von 50 Ω mit TTL-Pegel ansteuern kann. Vor der Anschaltung des externen Taktsignals ist sicherzustellen, daß das Signal TTL-Pegel und eine fallende Flanke von nicht mehr als 30 μ s Dauer besitzt. (Im Modus mit Externem Takt erfolgt die Abtastung bei der fallenden Taktfanke.)

3. Die gewünschte Signale an die Eingangskanäle anschließen.

HINWEIS. Wenn die maximale Taktfrequenz auf 1 kHz eingestellt wurde, darf kein externer Takt mit einer Frequenz von über 1 kHz angeschlossen werden. Anderenfalls kann eine Sicherheitsabschaltung erfolgen, und es muß das externe Taktsignal abgetrennt und das Oszilloskop kurzzeitig ausgeschaltet werden.

4. Die folgenden Tasteneingaben rufen das Menü Edge Trigger auf und wählen eine Quelle für den Trigger an: **TRIGGER MENU** \rightarrow **Type** (main) \rightarrow **Edge** (pop-up) \rightarrow **Source** (main) \rightarrow **Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AC Line** oder **Auxiliary** (side). Dann die Taste **SET LEVEL TO 50%** drücken.
5. Alle übrigen Bedienelemente des Oszilloskops (die Einstellung von Horizontal SCALE ist nur im ZOOM-Modus wirksam) wie bei einer Signalerfassung mit internem Takt einstellen.

Impulstriggerung (nur bei TDS 510A)

Die Impulstriggerung kann besondere Vorteile bieten. Es kann beispielsweise vorkommen, daß ein Produkt getestet werden soll, bei dem ein Glitch in der Speisespannung auftritt. Der Glitch erscheint vielleicht einmal pro Tag. Statt also untätig auf den Glitch zu warten, kann man durch Impulstriggerung erreichen, daß das Oszilloskop die betreffenden Daten automatisch aufnimmt.

Die Abbildung 3–29 zeigt die Anzeigen bei Impulstriggerung. Tabelle 3–4 gibt die Wahlmöglichkeiten für Impulstrigger an.

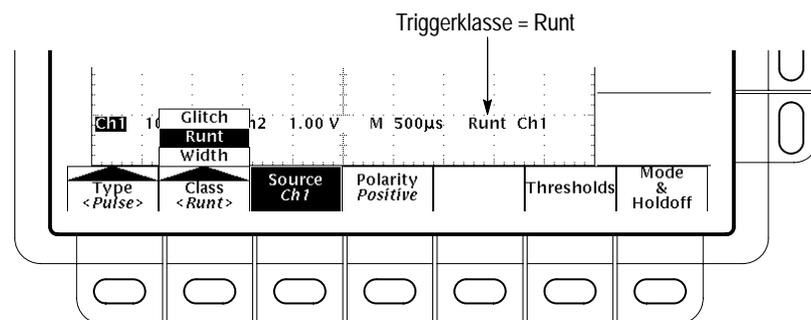


Abbildung 3–29: Anzeigen bei Impulstriggerung

Tabelle 3–4: Definitionen von Impulstriggern

Name	Definition
 Glitch positive	Trigger sind positive Spannungsspitzen, die kürzer als die spezifizierte Glitchzeit sind.
 Glitch negative	Trigger sind negative Spannungsspitzen, die kürzer als die spezifizierte Glitchzeit sind.
 Glitch either (bipolar)	Trigger sind positive oder negative Spannungsspitzen, die kürzer als die spezifizierte Glitchzeit sind.
 Runt positive	Trigger sind positive Impulse, die in ansteigender Richtung wohl einen ersten, nicht aber einen zweiten Schwellwert überschreiten, bevor sie wieder unter den ersten Schwellwert abfallen.
 Runt negative	Trigger sind negative Impulse, die in ansteigender Richtung wohl einen ersten, nicht aber einen zweiten Schwellwert überschreiten, bevor sie wieder unter den ersten Schwellwert abfallen.
 Runt either (bipolar)	Trigger sind positive oder negative Impulse, die in ansteigender Richtung wohl einen ersten, nicht aber einen zweiten Schwellwert überschreiten, bevor sie wieder unter den ersten Schwellwert abfallen.
 Width (Breite) positive	Trigger sind positive Impulse, deren Breite zwischen oder aber außerhalb von unteren und oberen spezifizierten Zeitgrenzen liegt.
 Width negative	Trigger sind negative Impulse, deren Breite zwischen oder aber außerhalb von unteren und oberen spezifizierten Zeitgrenzen liegt.

Gemeinsame Einstellungen für Glitch, Runt und Width

Im Menü der Impulstriggerung können die Impulsquelle definiert, der Modus (Auto oder Normal) gewählt und die Holdoffzeit eingestellt werden. Das Menü Pulse Trigger ist wie folgt aufzurufen:

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (main) → **Glitch, Runt** oder **Width** (pop-up) drücken (siehe die Abbildung 3–30).

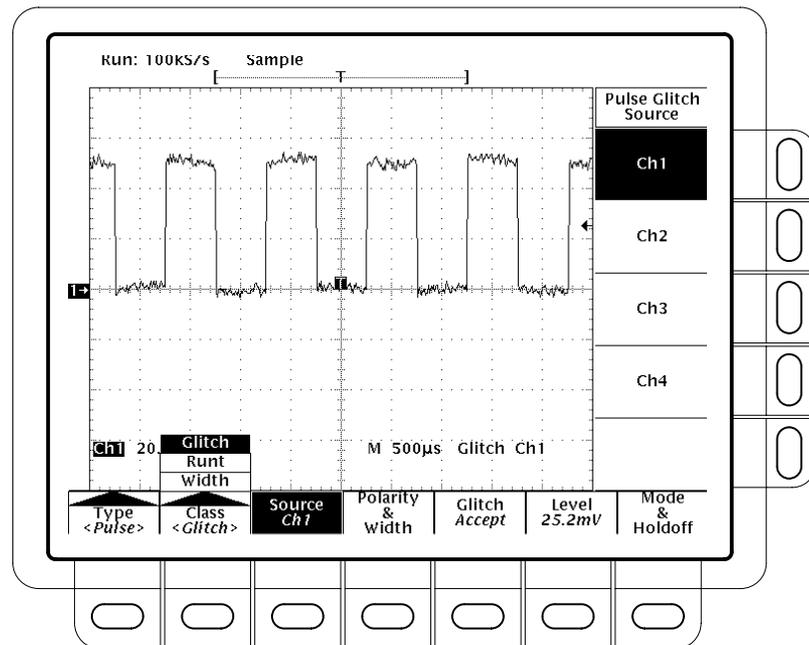


Abbildung 3-30: Haupttriggermenü – Glitchklasse

Source Die Quelle der Triggerimpulse ist wie folgt zu spezifizieren:

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Source** (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side) drücken.

Mode & Holdoff Die folgenden Einstellungen ändern die Holdoffzeit und rufen einen Triggermodus auf:

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Mode and Holdoff** (main) → **Auto** oder **Normal** (side) drücken. Siehe weitere Angaben hierzu unter *Modus und Holdoff einstellen*, Seite 3–39.

Glitch-Einstellungen

Nach Anwahl der Impulsklasse **Glitch** triggert das Oszilloskop bei allen Impulsen, deren Dauer kleiner (oder größer) als eine spezifizierte Zeitspanne ist.

Polarity & Width

Zur Definition von Polarität (positiv, negativ oder beide) und Dauer des Glitchimpulses:



1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Polarity and Width** (main) → **Positive, Negative** oder **Either** (side) drücken.

- Glitch **Positive** prüft Impulse in positiver Richtung.

- Glitch **Negative** prüft Impulse in negativer Richtung.

- Glitch **Either** prüft Impulse in positiver wie in negativer Richtung.

2. Die Taste **Width** (side) drücken und die Dauer (Breite) des Glitchimpulses mit Hilfe des Mehrzweckknopfes oder des Tastenfeldes einstellen.

Glitch (Akzeptieren oder Unterdrücken)

Die folgende Tasteneingabe zu der Hauptmenüposition **Glitch** spezifiziert, ob die Glitches das Oszilloskop triggern oder aber ausgefiltert werden sollen: die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (main) → **Glitch** (pop-up) → **Glitch** (main) → **Accept Glitch** oder **Reject Glitch** (side) drücken.

Nach der Wahl von **Accept Glitch** triggert das Oszilloskop nur bei Impulsen, deren Dauer kürzer als die spezifizierte Breite ist. Nach **Reject Glitch** triggert es dagegen nur bei Impulsen, die länger als die spezifizierte Breite sind.

Level

Zur Einstellung des Triggerpegels im Hauptmenü **Level** (oder mit dem Drehknopf **LEVEL** zu den Triggereinstellungen in der Frontplatte) die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Level** (main) → **Level, Set to TTL, Set to ECL** oder **Set to 50%** (side) drücken. Siehe weitere Angaben hierzu unter *Pegel einstellen*, Seite 3–38.

Runt-Einstellungen

Nach Anwahl der Impulsklasse **Runt** triggert das Oszilloskop bei allen gekapp-ten Impulsen, die also in ansteigender Richtung wohl einen ersten, nicht aber einen zweiten Schwellwert überschreiten, bevor sie wieder unter den ersten Schwellwert abfallen. Zur Einstellung der Runt-Triggerung:

1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (main) → **Runt** (pop-up) → **Source** (main) → **Ch1, Ch2, Ch3** oder **Ch4** (side) drücken. (Siehe die Abbildung 3–31.)
2. Die Polarität bestimmen: die Tasten **Polarity** (main) → **Positive, Negative** oder **Either** (side) drücken.
3. Die Taste **Thresholds** (main) drücken, und den oberen und den unteren Schwellwert für die Runt-Erkennung im Seitenmenü wählen und mit Hilfe des Tastenfeldes oder des Mehrzweckknopfes einstellen.

Polarity Die Richtung des Runt-Impulses ist wie folgt zu spezifizieren:

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (main) → **Runt** (pop-up) → **Polarity** (main) → **Positive, Negative** oder **Either** (side) drücken.

- **Positive** prüft Runt-Impulse in positiver Richtung.
- **Negative** prüft Runt-Impulse in negativer Richtung.
- **Either** prüft Runt-Impulse in positiver wie in negativer Richtung.

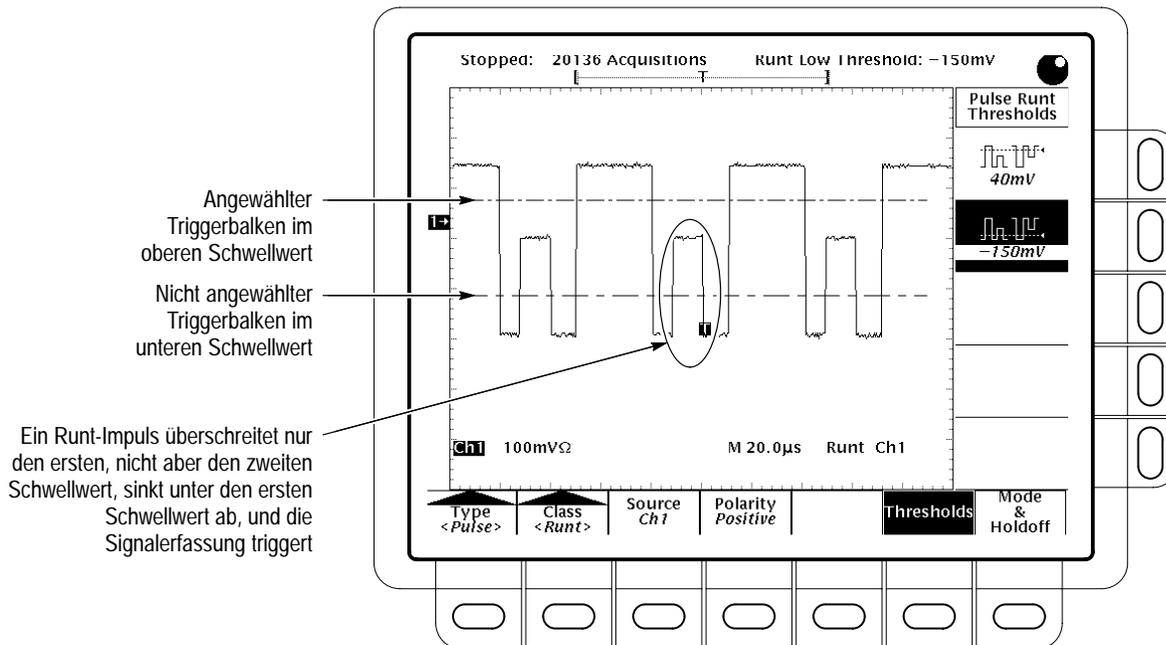


Abbildung 3-31: Haupttriggermenü – Runt-Klasse

Thresholds

Zur Erkennung von Runt-Impulsen sind zwei Schwellwerte wie folgt zu setzen:

1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (main) → **Runt** (pop-up) → **Thresholds** (main) drücken.
2. Werte für den oberen und den unteren Schwellwert im Seitenmenü wählen und mit Hilfe des Tastenfeldes oder des Mehrzweckknopfes einstellen.

Hinweis: Die Schwellwerte lassen sich auch in der Pulsfolge mit Hilfe des Triggerbalkens einstellen. Hierzu die Tasten **DISPLAY** → **Readout Options** (main) → **Trigger Bar Style** (side) drücken, bis unter dieser Menüposition die Angabe **Long** erscheint.

Die Position des Triggerindikator in Abbildung 3-31 ergibt sich wie folgt: die Triggerung erfolgt an dem Punkt, an dem der Impuls wieder unter den ersten (unteren) Schwellwert in negativer Richtung abfällt, ohne zuvor den zweiten (oberen) Schwellwert erreicht zu haben. Bei der Runt-Triggerung gelten die folgenden Regeln:

- Nach der Wahl von **Positive** im Seitenmenü **Polarity** muß der Impuls den *unteren* Schwellwert in *positiver* Richtung und dann wieder in *negativer* Richtung überschreiten, ohne aber den *oberen* Schwellwert jemals zu erreichen.

- Nach der Wahl von **Negative** im Seitenmenü **Polarity** muß der Impuls den *oberen* Schwellwert in *negativer* Richtung und dann wieder in *positiver* Richtung überschreiten, ohne aber den *unteren* Schwellwert jemals zu erreichen.
- Nach der Wahl von **Either** im Seitenmenü **Polarity** muß der Impuls den *ersten* Schwellwert in *einer* Richtung und dann wieder in *entgegengesetzter* Richtung überschreiten, ohne aber den *zweiten* Schwellwert jemals zu erreichen.
- Unabhängig von der gewählten Polarität erfolgt die Triggerung an dem Punkt, an dem der Runt-Impuls den ersten Schwellwerte *zurück* überschreitet.

Breite-Einstellungen

Nach Anwahl der Impulsklasse **Width** triggert das Oszilloskop bei allen Impulsen, deren Breite (Dauer) kleiner (oder größer) als ein spezifizierter (durch eine obere und eine untere Grenze definierter) *Zeit-Bereich* ist.

Polarity Die Triggerung durch positive oder negative Impulse ist wie folgt zu spezifizieren:

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (main) → **Width** (pop-up) → **Polarity** (main) → **Positive** oder **Negative** (side) drücken.

Trig When Auf die folgende Weise sind die Breiten (in Zeiteinheiten) der Triggerimpulse, die ausgewertet werden, und die Zulassung von Impulsen außerhalb oder aber innerhalb dieses Bereichs festzulegen:

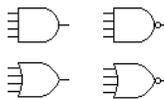
1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (main) → **Width** (pop-up) → **Trig When** (main) drücken.
2. Die Tasteneingabe **Within Limits** (side) löst die Triggerung durch Impulse aus, deren Dauer im spezifizierten Bereich liegt. Zur Triggerung nur durch Impulse, deren Dauer außerhalb dieses Bereichs liegt, ist die Taste **Out of Limits** (side) zu drücken.
3. Der Bereich der Impulsbreiten in Zeiteinheiten ist mit Hilfe der Tasten **Upper Limit** (side) und **Lower Limit** (side) einzustellen. Die Werte können hier mit dem Mehrzweckknopf oder über das Tastenfeld eingegeben werden. Die Angabe **Upper Limit** bezeichnet die maximale Impulsbreite, die als Trigger noch berücksichtigt wird. Dementsprechend bezeichnet **Lower Limit** die minimale Impulsbreite.

Level Der Triggerpegel ist auf die folgende Weise im Hauptmenü **Level** einzustellen:
Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Pulse** (pop-up) → **Class** (main) → **Width** (pop-up) → **Level** (main) → **Level, Set to TTL, Set to ECL** oder **Set to 50%** (side) drücken.

Logische Triggerung (nur bei TDS 510A)

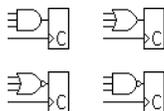
Es gibt zwei Klassen der logischen Triggerung: Pattern (Bitmuster) und State (Logikzustände).

Eine *Pattern*-Triggerung erfolgt dann, wenn die logischen Eingänge der jeweils gewählten logischen Funktion diese Funktion TRUE (Wahr) (bzw. FALSE (Unwahr), nach eigener Wahl) werden lassen. Für eine solche Triggerung sind zu definieren:



- Der geforderte Zustand der einzelnen Logikeingänge – logic high (logisch hoch), low (niedrig) oder don't care (beliebig)
- Die Boole'sche Logikfunktion – mit den möglichen Operatoren AND, NAND, OR und NOR (Und, Nicht-Und; Oder; Nicht-Oder)
- Die Triggerbedingung – ob die Triggerung erfolgt, wenn die Boole'sche Funktion TRUE (logic high) oder FALSE (logic low) wird, und ob der Zustand TRUE zeitqualifiziert ist (siehe Seite 3–75)

Eine Triggerung durch *Logikzustände* erfolgt, wenn die logischen Eingänge der jeweils gewählten logischen Funktion diese Funktion *genau beim Zustandswechsel* des Takteingangs TRUE (bzw. FALSE, nach eigener Wahl) werden lassen. Für eine solche Triggerung sind zu definieren:



- Der geforderte Zustand der einzelnen Logikeingänge, Kanäle 1, 2 und 3
- Die Richtung des Zustandswechsels im Takteingang, Kanal 4
- Die Boole'sche Logikfunktion – mit den möglichen Operatoren AND, NAND, OR und NOR (Und, Nicht-Und; Oder, Nicht-Oder)
- Die Triggerbedingung – ob die Triggerung erfolgt, wenn die Boole'sche Funktion TRUE (logic high) oder FALSE (logic low) wird

Die Tabelle 3–5 auf Seite 3–73 gibt die Bedingungen der einzelnen Logikfunktionen an, damit diese einen logischen Pattern- oder Zustände-Trigger ausgeben.

Anzeigen der logischen Triggerung

Die Triggeranzeige am unteren Bildschirmrand gibt einige der wichtigsten Parameter der logischen Triggerung an (siehe die Abbildung 3–32).

HINWEIS. Bei einer Wahl der Triggerart Logic werden die Schwellwertpegel, die für die Triggerung maßgeblich sind, im Menü Set Thresholds für jeden Kanal einzeln gesetzt. Deshalb verschwindet die Angabe des Triggerpegels vom Bildschirm, und der Schwellwertpegel kann so lange mit dem Drehknopf Trigger Level eingestellt werden, wie für das Menü Main Trigger die Vorgabe Logic gilt.

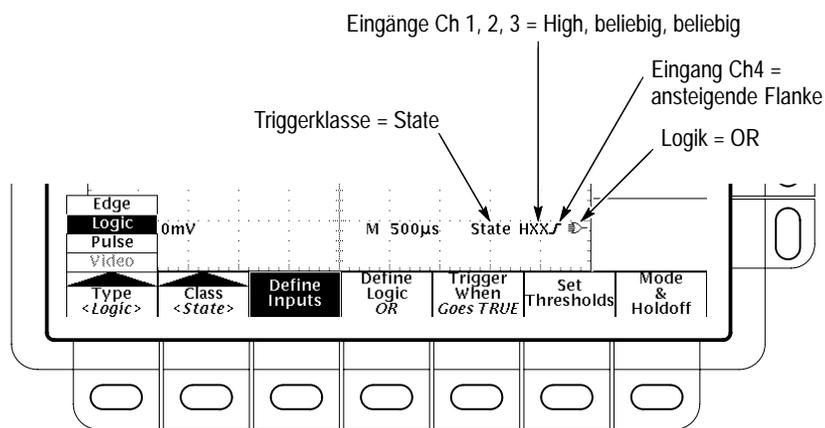


Abbildung 3–32: Anzeigen der logischen Triggerung

Definitionen

Tabelle 3–5 gibt die Definitionen für die vier verfügbaren Typen von Logikfunktionen an. Bei der Anwendung der Definitionen sind die folgenden Wirkungen der beiden Klassen von logischen Triggern, Pattern (Bitmuster) und State (Logikzustände), zu beachten.

Tabelle 3–5: Logische Trigger

Pattern	State	Definition 1,2
 AND	 AND getaktet	Das Oszilloskop triggert, wenn <i>sämtliche</i> Zustände, die für die Logikeingänge ³ gewählt wurden, wahr erfüllt sind.
 NAND	 NAND getaktet	Das Oszilloskop triggert nur, wenn <i>nicht alle</i> Zustände, die für die Logikeingänge ³ gewählt wurden, wahr erfüllt sind.
 OR	 OR getaktet	Das Oszilloskop triggert schon, wenn <i>einzelne</i> Zustände, die für die Logikeingänge ³ gewählt wurden, wahr erfüllt sind.
 NOR	 NOR getaktet	Das Oszilloskop triggert, wenn <i>keiner der</i> Zustände, die für die Logikeingänge ³ gewählt wurden, wahr erfüllt ist.

¹ Es ist zu beachten, daß die Definition bei Triggern der Klasse State zu dem Zeitpunkt erfüllt sein muß, an dem der Takteingang seinen Zustand wechselt. Siehe hierzu auch die Beschreibungen der Klassen Pattern und State weiter unten.

² Die hier wiedergegebenen Definitionen gelten für die Einstellung Goes True im Menü Trigger When. Wenn in diesem Menü die Vorgabe Goes False gewählt wurde, sind in den Klassen Pattern und State die Definitionen für AND und OR gegen die Definitionen für NAND bzw. NOR zu vertauschen.

³ Logikeingänge sind bei Logiktriggern der Klasse Pattern die Kanäle 1, 2, 3 und 4. Bei Logiktriggern der Klasse State ist Kanal 4 der Takteingang.

Bei einer Pattern-Triggerung tastet das Oszilloskop die Eingangssignale aller Kanäle ab. Die Triggerung erfolgt, wenn die in Tabelle 3–5 definierten Bedingungen und die Bedingungen aus dem Menü Trigger When erfüllt sind. (Die anderen Einstellungen dieses Menüs werden unter *Zeitqualifizierten Pattern (Bitmuster) Trigger definieren* auf Seite 3–75 beschrieben.)

Bei einer State-Triggerung wartet das Oszilloskop, bis in Kanal 4 eine Flanke in der spezifizierten Richtung vorliegt. Dann tastet es die Eingangssignale der anderen Kanäle ab und triggert, wenn die in Tabelle 3–5 definierten Bedingungen und die Bedingungen aus dem Menü Trigger When erfüllt sind.

Gemeinsame Einstellungen für die Klassen Pattern und State

Hier sind die Triggerbedingung (True oder False) und die Betriebsart (Auto oder Normal) zu wählen und die Schwellwerte für die einzelnen Kanäle und die Holdoffdauer einzustellen.

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (pop-up) → **Class** (main) → **Pattern** oder **State** (pop-up) drücken.

Trigger When Die Triggerung erfolgt, wenn der Logikzustand vorliegt (**Goes TRUE**) oder aber nicht vorliegt (**Goes FALSE**):

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (pop-up) → **Class** (main) → **Pattern** oder **State** (pop-up) → **Trigger When** (main) → **Goes TRUE** oder **Goes FALSE** (side) drücken.

Set Thresholds Zur Einstellung des logischen Schwellwerts für die einzelnen Kanäle:

1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (pop-up) → **Class** (main) → **Pattern** oder **State** (pop-up) → **Set Thresholds** (main) → **Ch1, Ch2, Ch3** oder **Ch4** (side) drücken.
2. Die einzelnen Schwellwerte mit dem Knopf **MAIN TRIGGER LEVEL**, dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld einstellen.

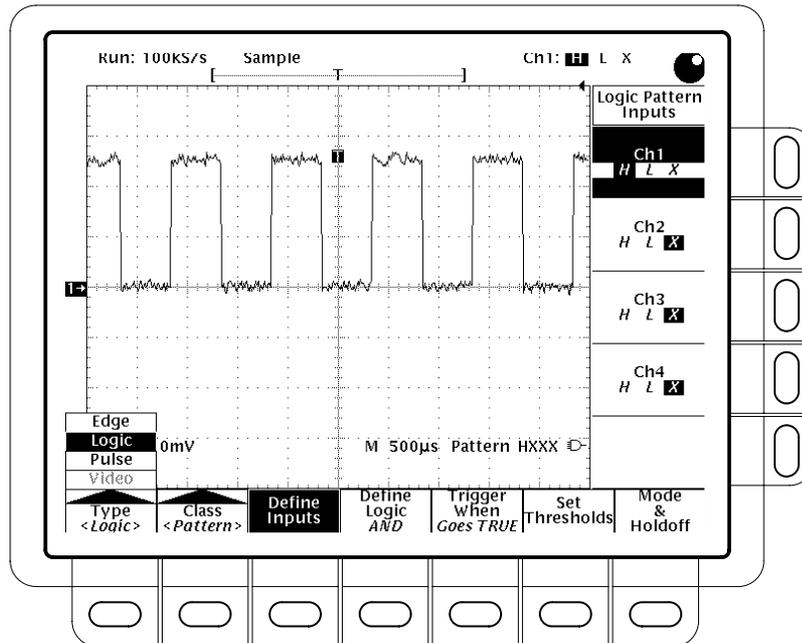


Abbildung 3-33: Menü Logic Trigger

- Mode & Holdoff** Unter dieser Menüposition lassen sich die Holdoffdauer einstellen und der Triggermodus wählen:
- Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (pop-up) → **Class** (main) → **Pattern** oder **State** (pop-up) → **Mode & Holdoff** (main) → **Auto** oder **Normal** (side) drücken. Siehe weitere Angaben hierzu unter *Mode & Holdoff einstellen*, Seite 3–39.

Einstellungen für die Klasse Pattern

Nach der Anwahl von **Pattern** triggert das Oszilloskop bei einer spezifizierten logischen Kombination der Signale der vier Eingangskanäle. Seite 3–74 enthält Angaben zu gemeinsamen Einstellungen für die Triggerklassen Pattern und State.

- Define Inputs** Logikzustände der einzelnen Eingangskanäle (Ch1, Ch2, ...) wie folgt einstellen:

1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (pop-up) → **Class** (main) → **Pattern** (pop-up) → **Define Inputs** (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side) drücken.
2. Durch mehrfache Betätigung der Tasten zu den in Schritt 1 gewählten Eingängen jeweils den gewünschten Zustand des betreffenden Kanals einstellen: High (*H*), Low (*L*) oder Don't Care (*X*).

- Define Logic** Zur Wahl der Logikfunktion, die die Signale der Eingangskanäle miteinander verknüpfen soll (siehe die Definitionen der Logikfunktionen auf Seite 3–73):

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (pop-up) → **Class** (main) → **Pattern** (pop-up) → **Define Logic** (main) → **AND**, **OR**, **NAND** oder **NOR** (side) drücken.

Zeitqualifizierten Pattern (Bitmuster)-Trigger definieren

Für einen logischen Pattern-Trigger kann auch eine Zeitgrenze gesetzt werden. Die Boole'sche Logikfunktion (AND, NAND, OR oder NOR) muß dann innerhalb einer bestimmten Zeit TRUE (logic high) geworden sein. Im Menü Trigger When sind auch der Typ (Mindestzeit: True for more than, oder Höchstzeit: True for less than) und der Wert der Zeitgrenze zu spezifizieren.

1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (pop-up) → **Class** (main) → **Pattern** (pop-up) → **Trigger When** (main) → **True for less than** oder **True for more than** (side) drücken.
2. Den Wert der Zeitgrenze im Seitenmenü mit dem Mehrzweckknopf oder mit Hilfe des Tastenfeldes einstellen.

Nach einer Vorgabe True for less than und Spezifikation einer Zeitgrenze mit dem Mehrzweckknopf dürfen die spezifizierten Eingangsbedingungen die Logikfunktion nur bis zur spezifizierten Zeitgrenze (diese nicht eingeschlossen) high (TRUE) werden lassen. Dementsprechend muß die Boole'sche Funktion bei True for more than über die Zeitgrenze hinaus TRUE sein.

Aufschlußreich ist die Position des Triggerindicators in Abbildung 3–34. Die Triggerung erfolgt an dem Punkt, an dem sich die spezifizierte Logikfunktion als wahr erweist, wenn die spezifizierte Zeitgrenze eingehalten ist. Das Digitaloszilloskop bestimmt den Triggerpunkt auf die folgende Weise:

- Die logische Bedingung muß wahr sein.
- Es startet eine Zeitbezugsmessung und stellt fest, wann die logische Bedingung False wird.
- Es vergleicht die Zeiten und triggert eine Signalstrahlspur *an dem Zeitpunkt, an dem die logische Bedingung False wurde*, wenn die Dauer des Zustands TRUE länger (bei True for more than) bzw. kürzer (bei True for less than) als die Zeitgrenze war. Dieser Zeitpunkt muß nicht mit der Zeitgrenze der Vorgaben True for more than oder True for less than übereinstimmen und tut dies meist auch nicht.

In Abbildung 3–34 entspricht die Zeitspanne zwischen den vertikalen Balkencursoren der Zeitdauer, in der die Logikfunktion TRUE ist. Da diese Zeitspanne länger (216 μ s) als die Zeitgrenze der Bedingung True for more than (150 μ s) ist, setzt das Oszilloskop den Trigger an diesem Punkt, nicht aber an dem Punkt, an dem die Bedingung 216 μ s lang True war.

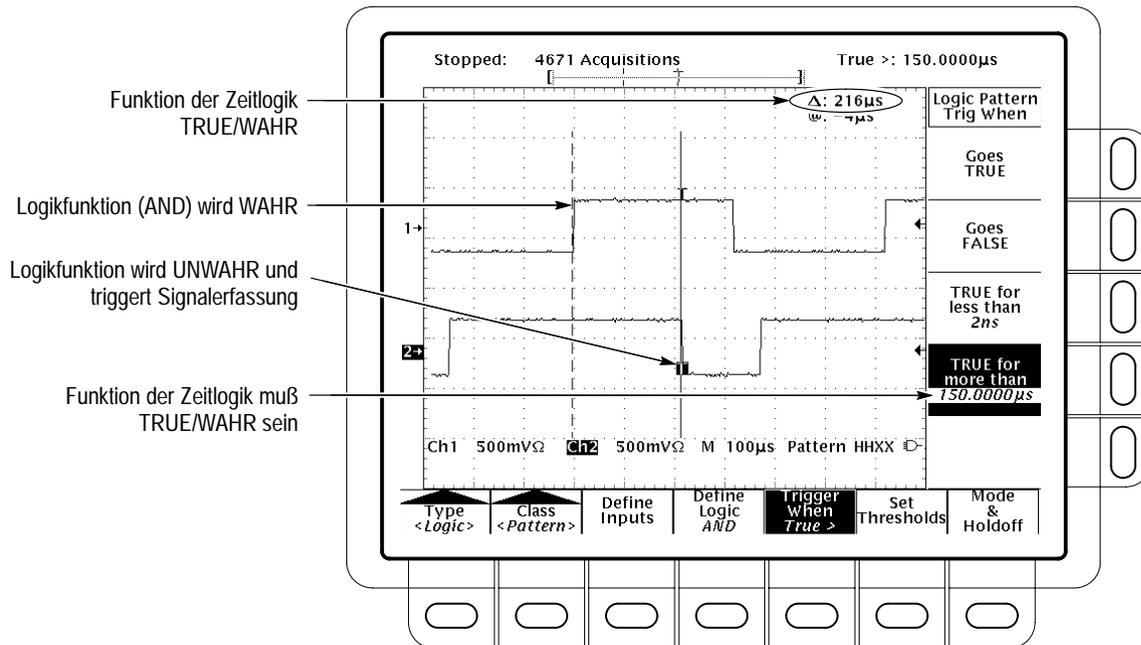


Abbildung 3–34: Menü Logic Trigger – TRUE mit Zeitgrenze

Einstellungen für die Klasse State

Nach der Vorgabe **State** für die logische Triggerung verwendet das Oszilloskop das Signal von Kanal 4 als Taktsignal für eine Logik, die sich aus den Signalen der übrigen Kanäle ergibt. Seite 3–74 enthält Angaben zu gemeinsamen Einstellungen für die Triggerklassen Pattern und State.

Define Inputs Logikzustände der einzelnen Eingangskanäle (Ch1, Ch2, ...) wie folgt einstellen:

1. Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (pop-up) → **Class** (main) → **State** (pop-up) → **Define Inputs** (main) drücken.
2. Für die ersten drei Kanäle einen der Zustände High (**H**), Low (**L**) oder Don't Care (**X**) (side) wählen. Für **Ch4** kann nur zwischen der ansteigenden (rising) oder der fallenden (falling) Flanke gewählt werden.

Define Logic Zur Wahl des Typs der Logikfunktion, die die Signale der Eingangskanäle miteinander verknüpfen soll:

Die Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (pop-up) → **Class** (main) → **State** (pop-up) → **Define Logic** (main) → **AND**, **OR**, **NAND** oder **NOR** (side) drücken.

Meßkanäle wählen

Das Digitaloszilloskop führt alle Tätigkeiten, die sich auf Signale beziehen, wie etwa Messungen oder die Einstellung von Skala und Position vertikal, jeweils am *gewählten Kanal* durch. Es können dann ein *Kanalsignal*, ein *berechnetes (math) Signal* oder ein *Referenzsignal* gewählt werden. Der folgende Abschnitt beschreibt die Anwahl der einzelnen Signale bzw. deren Unterdrückung aus der Bildschirmanzeige.

Gewählten Kanal bestimmen

Aus der *Kanalanzeige* läßt sich ablesen, welcher Kanal jeweils gewählt ist. Sie gibt den gewählten Kanal in Negativschrift unten links in der Anzeige an. Außerdem erscheint am linken Bildschirmrand, ebenfalls in Negativschrift, der *Kanalindikator* für den gewählten Kanal. Siehe die Abbildung 3–35.

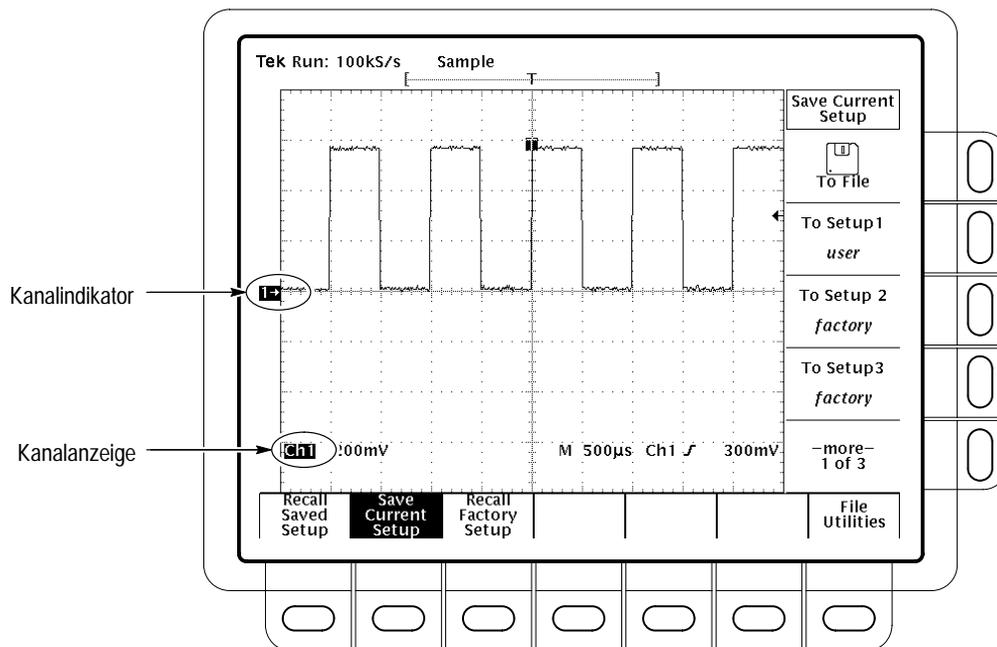


Abbildung 3–35: Die Kanalanzeige

Signale wählen bzw. unterdrücken

Die einzelnen Kanäle sind mit den *channel selection*-Tasten rechts neben dem Bildschirm zu wählen.

Diese Tasten sind mit **CH 1**, **CH 2**, **CH 3**, **CH 4** bzw. **MORE** beschriftet. Mit der Taste **MORE** lassen sich intern gespeicherte Signale *Math* und *Ref* aufrufen. Der jeweils gewählte Kanal ist auch daran zu erkennen, daß die LED neben der betreffenden Taste leuchtet.

HINWEIS. Wenn für ein TDS 400A eine Speichertiefe von 120 k gewählt wurde, läßt sich darin nur ein Referenzsignal speichern. Außerdem lassen sich dann nur vier Signale nutzen bzw. anzeigen. Beispiel: zur Darstellung eines berechneten Signals, das der Summe der Signale aus CH 1 und CH 2 entspricht, werden auch dann drei Signale benötigt, wenn die Signale von CH 1 und CH 2 selbst nicht wiedergegeben werden. Der Bildschirm kann dann nur noch ein weiteres Signal darstellen.

Die folgenden Schritte rufen Signale zunächst in die Anzeige auf und lassen sie dann wieder daraus verschwinden:

1. Mit den Tasten **CH 1**, **CH 2**, **CH 3** oder **CH 4** jeweils die gewünschten Kanäle wählen. Der gewählte Kanal ist immer der zuletzt aufgerufene Kanal. Durch die Anwahl wird ein Kanal aufgerufen, falls er es nicht schon war.
2. Zur Unterdrückung des gewählten Signals aus der Anzeige ist die Taste **WAVEFORM OFF** zu drücken.
3. Um ein berechnetes (math) oder ein Referenzsignal zu wählen, muß die Taste **MORE** gedrückt und dann das gewünschte Signal aus dem Menü More ausgewählt werden. Zur Unterdrückung eines im Menü More gewählten Signals aus der Anzeige ist die Taste **WAVEFORM OFF** zu drücken, während die LED neben der Taste **MORE** leuchtet.

Prioritäten der Signale

Nach der Unterdrückung eines Signals ruft das Digitaloszilloskop automatisch ein weiteres Signal in der folgenden Reihenfolge der Prioritäten auf (siehe die Abbildung 3–36).

1. **CH1** (Alle Modelle)
2. **CH2** (Alle Modelle)
3. **CH3** (TDS 420A, TDS 460A und TDS 510A)
4. **CH4** (TDS 420A, TDS 460A und TDS 510A)

5. **MATH1**
6. **MATH2**
7. **MATH3**

8. **REF1**
9. **REF2**
10. **REF3**
11. **REF4**

Abbildung 3–36: Prioritäten der Signalwahl

Rollmodus (nur bei TDS 400A)

Im Rollmodus werden die erfaßten Datenpunkte sofort sichtbar, ohne daß eine vollständige Signalaufzeichnung vorliegen muß. Bei einem Durchlauf von 10 Skalenteilen beispielsweise, der mit einer Ablenkrate von 1 s/div aufgenommen wird, ist die Signalaufzeichnung erst nach 10 s vollständig vorhanden. Ohne den Rollmodus würde man erst nach 10 s feststellen können, daß etwa die Position schlecht eingestellt ist. Im Rollmodus sind dagegen die erfaßten Daten nahezu unverzüglich sichtbar.

Rollmodi

Die vier Rollmodi (siehe die Abbildung 3–37) lassen sich wie folgt beschreiben.

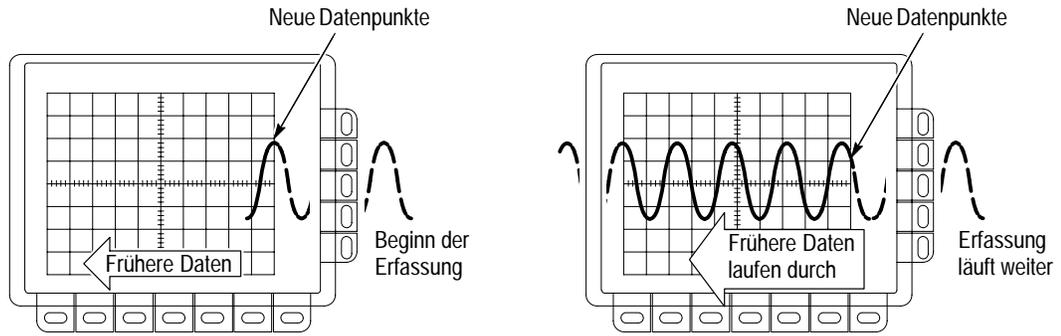
Rollen ungetriggert	Im Ungetriggerten Durchlauf lassen sich langsame Vorgänge ständig beobachten, wobei immer auch die neuesten Daten sichtbar sind.
Rollen ungetriggert mit Einzelsequenz	Der Ungetriggerte Einzeldurchlauf nimmt Daten zur späteren Auswertung auf. Eine Aufzeichnung von 30 k Länge kann bei einer Ablenkrate von 20 s/div beispielsweise Datenpunkte über 60 Bildschirme, 600 Teilungen und 12000 s Laufzeit aufnehmen. Im Ungetriggerten Einzeldurchlauf lassen sich diese Daten während der Mittagspause erfassen und später auswerten.
Rollen getriggert	Der Getriggerte Durchlauf erfaßt eine Folge von getriggerten Ereignissen bei normaler, interaktiver Fehlersuche.
Rollen getriggert mit Einzelsequenz	Mit dem Getriggerten Einzeldurchlauf kann ein getriggertes Ereignis erfaßt werden.

Rollmodus aufrufen

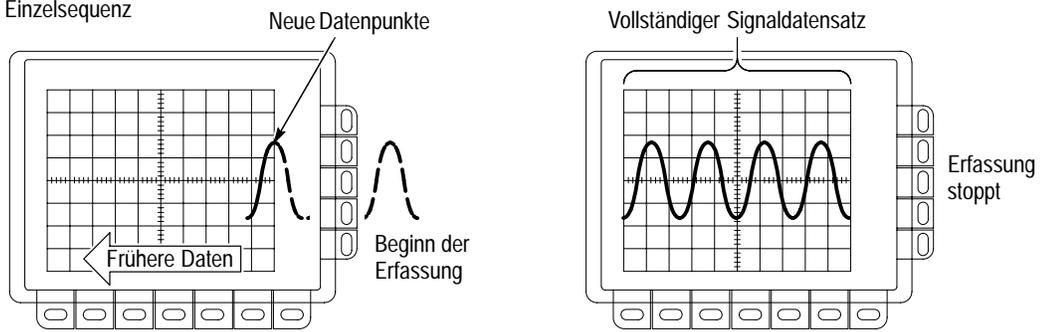
Der Rollmodus ist auf die folgende Weise zu aktivieren:

1. Die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Horiz Controls** (main) drücken, und zur Aktivierung des Rollmodus die Angabe **Roll Mode** (side) auf **Automatic** setzen.

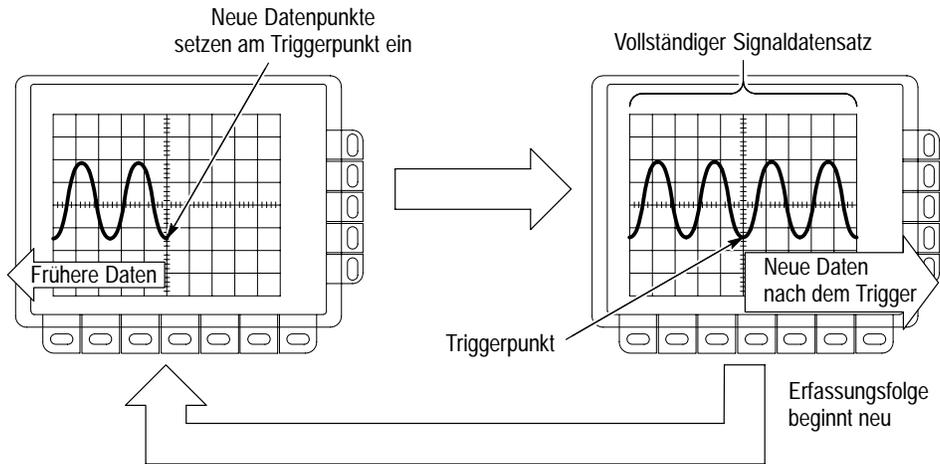
Rollen ungetriggert



Rollen ungetriggert mit Einzelsequenz



Rollen getriggert



Rollen getriggert mit Einzelsequenz

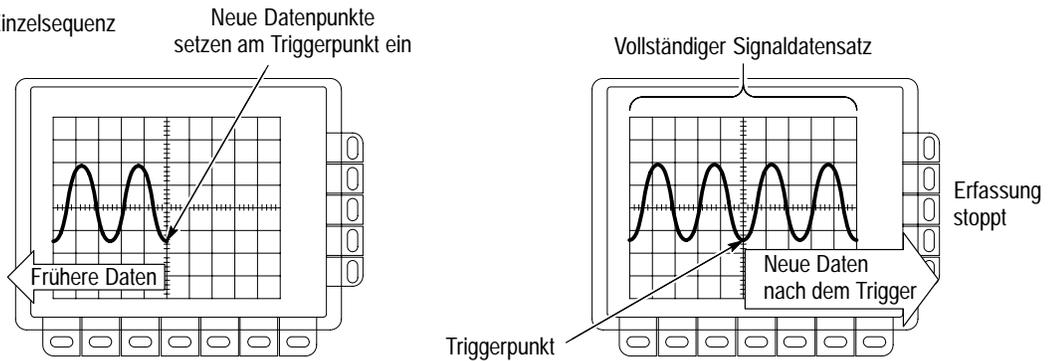


Abbildung 3-37: Rollmodus (Speichertiefe 500 Punkte)

2. Die Vorgabe der Horizontal **SCALE** auf 50 ms/div oder noch langsamer setzen.

***HINWEIS.** Die Anwahl der Erfassungsmodi Envelope oder Average oder eines der Nachleuchtmodi (Anzeigemodi) hebt den Rollmodus auf. Der Rollmodus ist auch gesperrt, wenn im Menü für den Horizontaltakt die Angabe External gewählt und die maximale externe Abtastrate auf über 1 kc/s eingestellt wird.*

3. Der Ungetriggerte Rollmodus ist mit den Tasten **TRIGGER MENU** → **Mode** (main) → **Auto** (side) anzufordern. Der Getriggerte Rollmodus ergibt sich durch die Tasteneingaben **TRIGGER MENU** → **Mode** (main) → **Normal** (side). (Siehe die Abbildung 3–38.)
4. Für einen Einzeldurchlauf sind die Tasten **SHIFT** → **ACQ MENU** → **Stop After** (main) → **Single Sequence** (side) zu drücken.

Erfassung beenden

Im Rollmodus ist die Datenerfassung wie folgt zu beenden:

Soweit nicht **Single Sequence** aufgerufen wurde, muß der Rollmodus mit der Taste **RUN/STOP** beendet werden. Im Modus **Single Sequence** endet die Erfassung im Rollmodus automatisch, sobald eine vollständige Aufzeichnung vorliegt.

Rollmodus beenden

Der Rollmodus insgesamt ist wie folgt zu beenden:

***HINWEIS.** Die Anwahl der Erfassungsmodi Envelope oder Average oder eines der Nachleuchtmodi (Anzeigemodi) beendet den Rollmodus. Der Rollmodus endet auch, wenn im Menü für den Horizontaltakt die Angabe External angewählt und die maximale externe Abtastrate auf über 1 kc/s eingestellt wird.*

1. Die Vorgabe der Horizontal **SCALE** auf 20 ms/div oder noch schneller setzen.
2. Auf die folgende Weise läßt sich der Rollmodus auch bei einer Horizontal **SCALE** von 50 ms/div oder noch langsamer beenden: die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Horiz Controls** (main) drücken, und die Angabe **Roll Mode** (side) auf **Off** setzen.
3. Ein Einzeldurchlauf kann wie folgt beendet werden: die Tasten **SHIFT** → **ACQ MENU** → **Stop After** (main) → **RUN/STOP** (side) drücken.

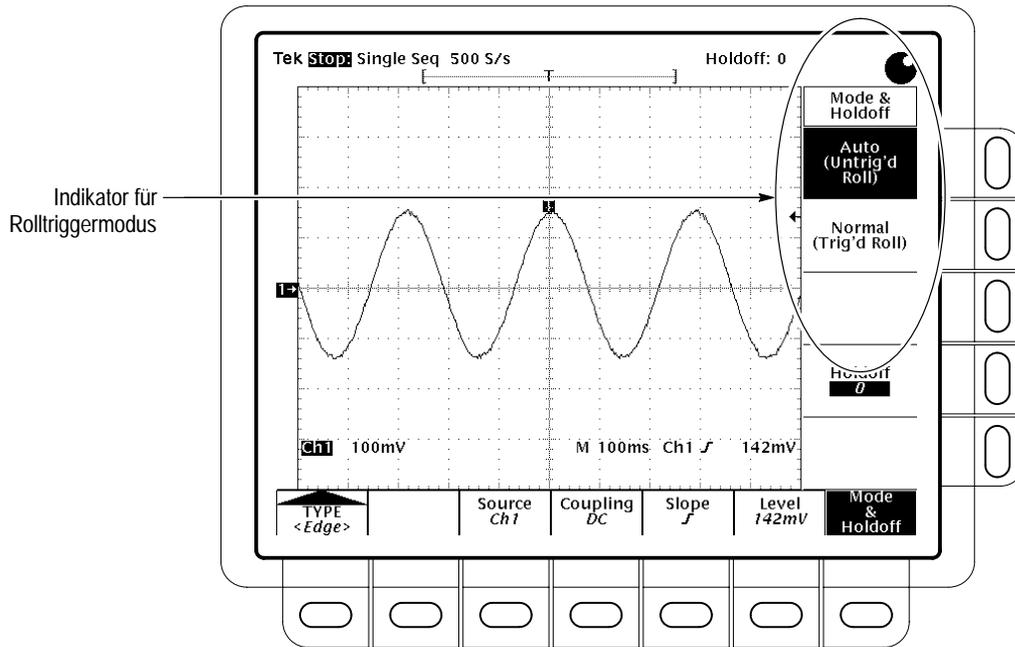


Abbildung 3-38: Menü Trigger Mode

Schnelle Fourier-Transformation (Option)

Advanced DSP Math ermöglicht die Durchführung einer Schnellen Fourier-Transformation (Fast Fourier Transform, FFT) an Eingangssignalen. (Siehe weitere Angaben hierzu unter *Signale differenzieren*, Seite 3–107, *Signale integrieren*, Seite 3–111, und *Signale berechnen*, Seite 3–103.) Durch die FFT läßt sich ein Signal mit zeitabhängiger Amplitude als ein Signal beschreiben, das sich aus Komponenten mit unterschiedlichen diskreten Frequenzen zusammensetzt und das deshalb über einer Frequenzachse dargestellt werden kann. Es lassen sich auch die Phasenlagen bei diesen Frequenzen darstellen. Die FFT-Signalverarbeitung ist für die folgenden Anwendungen zweckmäßig:

- Prüfung der Impulsantwort von Filtern und Systemen
- Messung des Oberwellengehalts und des Klirrfaktors von Systemen
- Beschreibung des Frequenzanteils bei DC-Netzteilen
- Analysen von Vibrationen
- Analyse der Oberwellenanteile in Leitungen mit Netzwechselfspannung 50 und 60 Hz
- Ermittlung von Störsignalquellen in digitalen Logikschaltungen

Beschreibung

Die FFT berechnet den Frequenzanteil eines erfaßten Signals in Form eines FFT-Signals und stellt sie über der Frequenz dar. Der Bildschirm gibt also die Magnituden oder Phasenwinkel der verschiedenen Einzelfrequenzen wieder. So zeigt beispielsweise die Abbildung 3–39 oben im Bildschirm die untransformierte Impulsantwort eines Systems an Kanal 2. Die beiden Kurvenzüge unter der Impulsantwort entsprechen der Frequenzabhängigkeit der Magnitude und der Phase nach FFT-Transformation.

Bei FFT-Signalen ist die Horizontalskala immer im Frequenzmaßstab, in Hz/div, unterteilt, wobei der Anfangspunkt (links außen) der Frequenz Null (DC) entspricht.

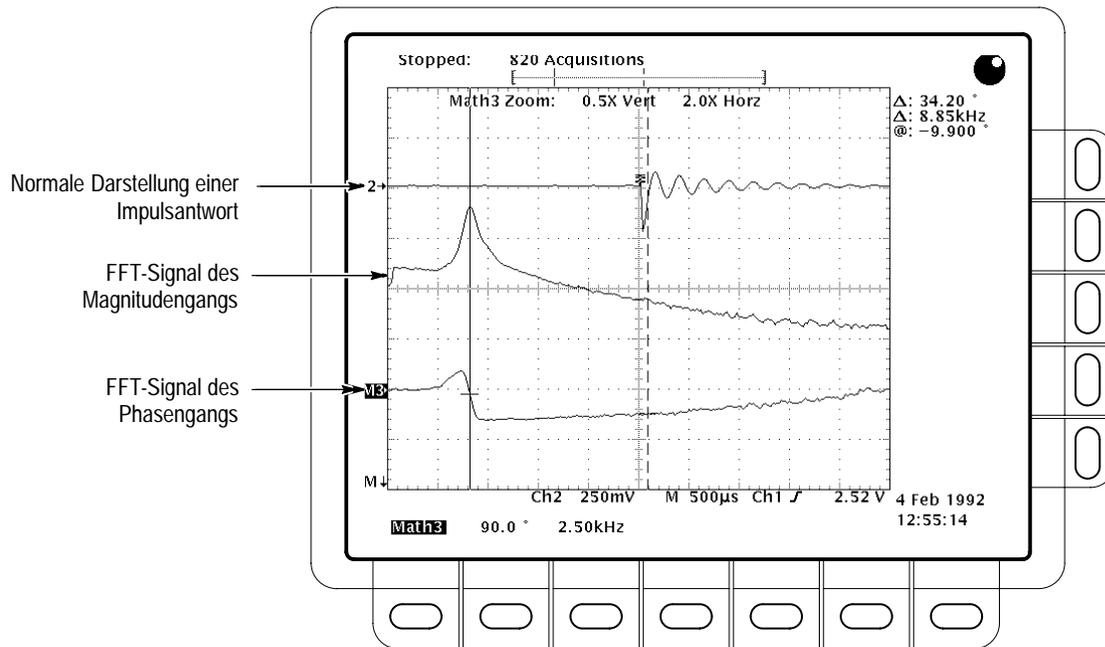


Abbildung 3-39: Systemantwort auf eine Pulserregung

Durchführung

Zur Ermittlung des FFT-Signals zu einem Eingangssignal:

1. Das Eingangssignal an den gewünschten Kanaleingang anschließen und diesen wählen.
2. Die Vertikal- und Horizontalskalen einstellen und Triggerung der Anzeige auslösen (oder die Taste **AUTOSET** drücken).

Mit Hilfe der Angaben unter *Offset*, *Position* und *Skala*, Seite 3-95, lassen sich optimale Einstellungen für FFT-Darstellungen finden.

3. Mit der Taste **MORE** das Menü aufrufen, das mathematische Berechnungen an Eingangssignalen ermöglicht.
4. Den gewünschten Algorithmus wählen. Das Menü enthält **Math1**, **Math2** und **Math3** (main).
5. Falls der gewählte Algorithmus nicht die FFT enthält, die Tasten **Change Math Definition** (side) → **FFT** (main) drücken. Siehe die Abbildung 3-40.

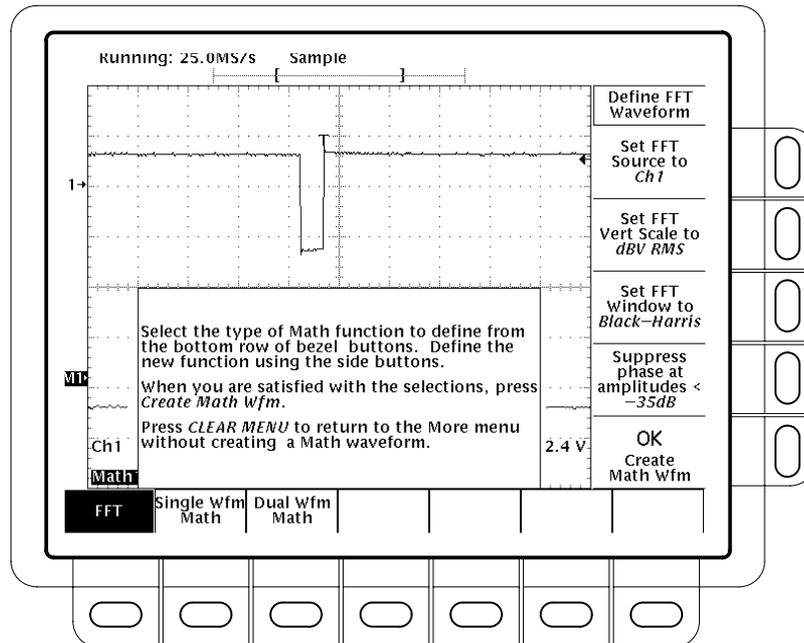


Abbildung 3–40: Menü Define FFT Waveform

6. Die Taste **Set FFT Source to** (side) so oft drücken, bis der Menütext den in Schritt 1 gewählten Kanal der Signalquelle angibt.
7. Die Taste **Set FFT Vert Scale to** (side) so oft drücken, bis der Text des Seitenmenüs den jeweils gewünschten Typ der folgenden Vertikalskalen angibt:
 - **dBV RMS** – Die Magnitude wird im logarithmischen Maßstab dargestellt, in dB bezogen auf $1 V_{\text{EFF}}$, so daß $0 \text{ dB} = 1 V_{\text{EFF}}$.
 - **Linear RMS** – Die Magnitude wird im linearen Spannungsmaßstab dargestellt.
 - **Phase (deg)** – Die Phase wird in Winkelgraden dargestellt, mit direktem Anschluß von -180° nach $+180^\circ$.
 - **Phase (rad)** – Die Phase wird im Bogenmaß dargestellt, mit direktem Anschluß von $-\pi$ nach $+\pi$.

Unter *Hinweise zur Darstellung von Phasengängen*, Seite 3–97, finden sich eingehendere Angaben zu den Einstellungen für die Wiedergabe von Phasengängen.

8. Die Taste **Set FFT Window to** (side) so oft drücken, bis der Text des Seitenmenüs den jeweils gewünschten Typ der folgenden Fenster angibt:
 - **Rectangular** – Günstigster Fenstertyp für die Auflösung von nahe beieinander liegenden Frequenzen, jedoch ungünstigster Typ, um die Amplituden dieser Frequenzen genau auszumessen. Auch günstigster Typ für die Messung des Frequenzspektrums von nicht-periodischen Signalen und von Komponenten mit Frequenzen nahe Null (DC).
 - **Hamming** – Sehr günstiger Fenstertyp für die Auflösung von nahe beieinander liegenden Frequenzen bei etwas besserer Amplitudengenauigkeit als das Rechteckfenster.
 - **Hanning** – Sehr günstig für hohe Genauigkeit der Amplitudenmessung, jedoch weniger günstig für die Frequenzauflösung.
 - **Blackman-Harris** – Günstigstes Fenster für die Amplitudenmessung der Frequenzkomponenten, jedoch ungünstigster Typ für die Frequenzauflösung.

Unter *Geeignetes Fenster wählen*, Seite 3–100, finden sich eingehendere Angaben zur Wahl des richtigen Fenstertyps für die jeweilige Anwendung.

9. Weiter bei Schritt 12, soweit nicht in Schritt 7 **Phase (deg)** oder **Phase (rad)** gewählt wurde. Die Phasenunterdrückung soll nur Störkomponenten in Phasen-FFTs ausblenden.
10. Die Taste **Suppress phase at amplitudes** < (side) drücken, wenn Störkomponenten in Phasen-FFTs ausgeblendet werden müssen.
11. Den Pegel der Phasenunterdrückung mit Hilfe des Mehrzweckknopfs oder des Tastenfeldes einstellen. Hierdurch wird die Phase bei FFT-Magnituden, die diesen Pegel nicht erreichen, automatisch auf Null gesetzt.

Unter *Phasenunterdrückung einstellen*, Seite 3–98, finden sich weitere Angaben zur Phasenunterdrückung.

12. Die Taste **OK Create Math Wfm** (side) löst die Darstellung der FFT des Signals aus, das in Schritt 1 angegeben wurde (siehe die Abbildung 3–41).

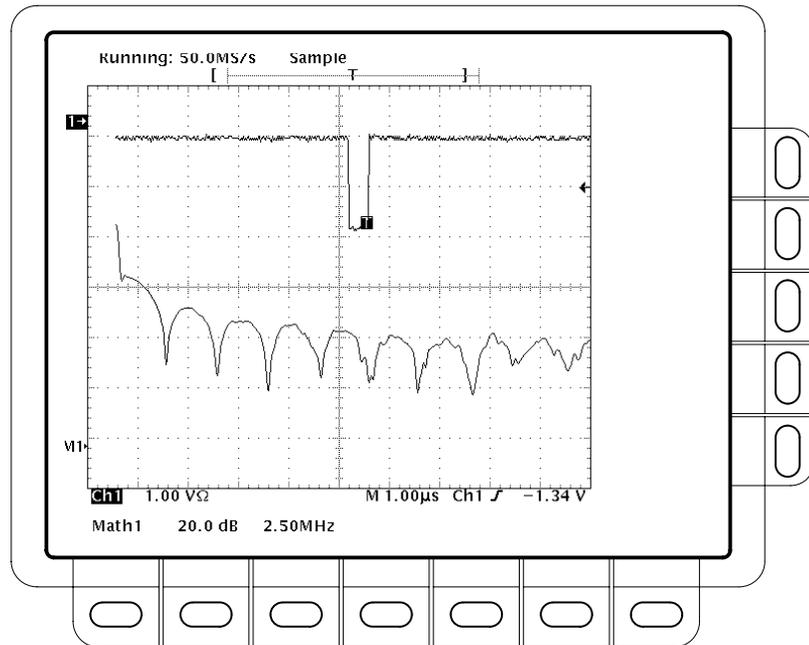


Abbildung 3-41: FFT-Signal in Math1

Cursormessungen an einer FFT

An Bildschirmdarstellungen von FFT-Signalen können mit den Cursors Meßwerte der Frequenzamplitude oder des Phasenwinkels abgelesen werden.

1. Es müssen unbedingt die Angabe **MORE** in den Tasten der Kanalwahl und im Hauptmenü **More** die Darstellung eines FFT-Signals (FFT math waveform) gewählt worden sein.
2. Die Tasten **CURSOR** → **Mode** (main) → **Independent** (side) → **Function** (main) → **H Bars** (side) drücken.
3. Den gewünschten Cursor (durchgehende Linie) mit dem Mehrzweckknopf auf den Höchstwert (oder eine beliebige sonstige Amplitude) des Signals einstellen.
4. Mit der Taste **SELECT** den anderen Cursor wählen. Diesen Cursor mit dem Mehrzweckknopf auf den Tiefstwert (oder eine beliebige sonstige Amplitude) des Signals einstellen.
5. Die Amplitude zwischen den beiden Cursors hinter der Anzeige Δ : ablesen. Die Anzeige $@$: gibt die Amplitude unter dem gewählten Cursor gegen $1 V_{EFF}$ (0 dB) oder Masse (0 V) oder den Pegel der Phase Null (0 Grad im Winkel- oder Bogenmaß) an. (Bei Phasen-FFTs bezeichnet der Signalindikator am linken Rand des Rasters den Pegel der Phase Null.)

Die Abbildung 3–42 veranschaulicht die Messung der Frequenzmagnituden einer FFT mit dem Cursor. Die Anzeige @: lautet 0 dB, weil der Cursor auf dem Pegel $1 V_{\text{EFF}}$ sitzt. Die Anzeige Δ: 24.4 dB bedeutet, daß die gemessene Magnitude bei der betreffenden Frequenz einem Pegel von $-24,4 \text{ dB}$ gegen $1 V_{\text{EFF}}$ entspricht. Das Quellensignal wurde aus der Darstellung ausgeblendet.

Die Einheiten der Cursormessungen sind bei FFTs in der Magnitudendarstellung dB oder V, in der Phasendarstellung Winkel- oder Bogengrade. Maßgeblich ist die jeweils unter **Set FFT Vert Scale to** (side) getroffene Wahl. Siehe weitere Angaben hierzu unter Schritt 7 auf Seite 3–89.

6. Die Taste **V Bars** (side) drücken. Mit dem Mehrzweckknopf einen der beiden Vertikalcursor auf einen gewünschten Punkt in der Horizontalachse des Signalverlaufs setzen.
7. Mit der Taste **SELECT** den anderen Cursor wählen.
8. Diesen Cursor auf einen anderen Punkt der Bildschirmdarstellung setzen.
9. Hinter der Anzeige Δ: läßt sich die Frequenzdifferenz zwischen den beiden Cursors ablesen. Die Anzeige @: gibt die Frequenz des gewählten Cursors gegen die Frequenz Null an.

Die Einheit der Cursormessungen ist immer Hz, unabhängig von den Einstellungen im Seitenmenü **Time Units**. Der erste Punkt der FFT-Aufzeichnung entspricht der Frequenz Null für die Anzeige @:.

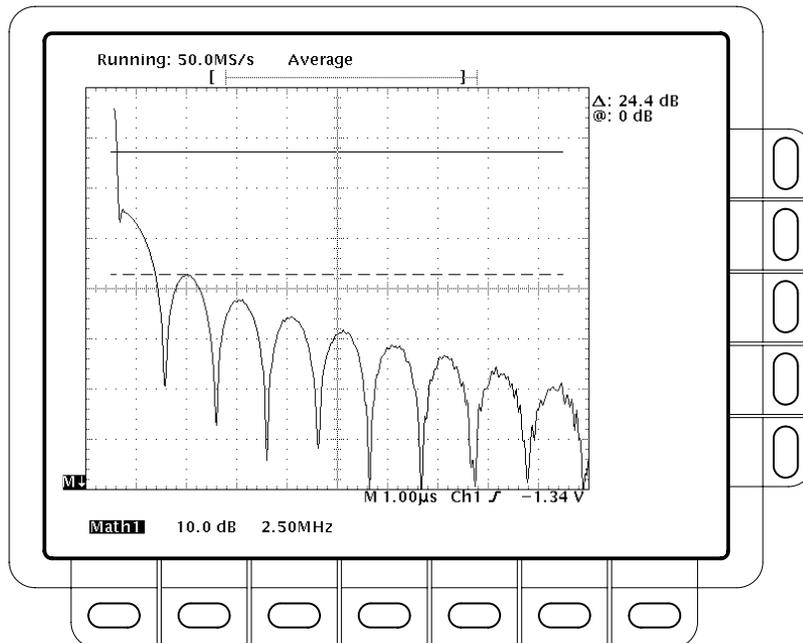


Abbildung 3–42: Cursormessung in einem FFT-Signal

10. Die Tasten **Function** (main) → **Paired** (side) drücken.
11. Den Vertikalbalken der einzelnen gepaarten Cursor auf die jeweils gewünschten Punkte entlang der Horizontalachse setzen.
12. Die obere Anzeige Δ : gibt die Amplitude zwischen den X der beiden gepaarten Cursor an. Hinter der Anzeige @: ist die Pegeldifferenz des kurzen waagerechten Balkens des gewählten (nicht gestrichelten) Cursors gegen $1 V_{\text{EFF}}$ (0 dB) oder Masse (0 V) oder den Pegel der Phase Null (0 Winkel- oder Bogengrade) abzulesen. Die untere Anzeige Δ : gibt die Frequenzdifferenz zwischen den langen Vertikalbalken der beiden gepaarten Cursor an.

Automatische Messungen an einem FFT-Signal

FFT-Signale lassen sich auch automatisch ausmessen. Hierzu ist genau auf die Weise vorzugehen, die unter *Signale differenzieren* auf Seite 3–107 beschrieben wird.

Hinweise zur Verwendung der FFT

FFT-Darstellungen besitzen mehrere Besonderheiten, die sich auf ihre Bildschirmwiedergabe und auf ihre Auswertung auswirken. Die folgenden Hinweise sollen dabei helfen, das Oszilloskop optimal so einzustellen, daß es FFT-Signale gut wiedergibt.

Die FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung

Die folgenden Erläuterungen behandeln die Beziehungen des Quellensignals zur Datensatzlänge, zur Frequenzauflösung und zum Frequenzbereich der FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung. (Das FFT-Frequenzbereichssignal ist das FFT-Signal, das der Bildschirm wiedergeben soll.)

FFTs nutzen nicht immer die ganze Signalaufzeichnung aus. Das *FFT-Signal* ist eine Darstellung der Magnituden- oder Phasendaten der *FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung*. Die Frequenzbereichsaufzeichnung leitet sich aus der FFT-Zeitbereichsaufzeichnung ab, die sich ihrerseits aus der *Signalaufzeichnung* ergibt. Diese drei Datensätze lassen sich wie folgt beschreiben:

Signalaufzeichnung – die vollständige Signalaufzeichnung aus dem Signal eines Eingangskanals. Die Signalaufzeichnung ist kein Signal für eine mathematische Bearbeitung durch einen Digitalen Signalprozessor (DSP).

FFT-Zeitbereichsaufzeichnung – der Teil der Signalaufzeichnung, an dem die FFT durchgeführt wird. Die Zeitbereichsaufzeichnung liefert das FFT-Signal. Die Länge dieses Datensatzes hängt von der Länge der oben definierten Signalaufzeichnung ab.

FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung – das FFT-Signal nach der Umsetzung der FFT-Zeitbereichsaufzeichnung durch den DSP in eine Frequenzbereichsaufzeichnung.

Abbildung 3–43 stellt die Signalaufzeichnung der FFT-Zeitbereichsaufzeichnung gegenüber.

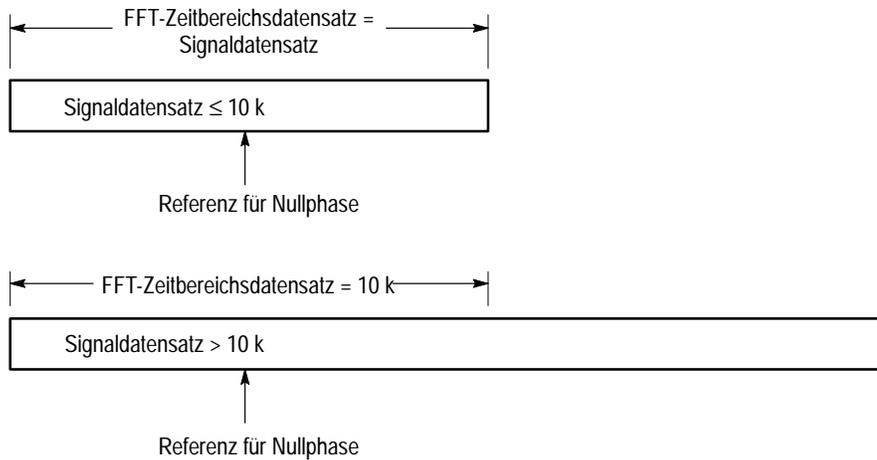


Abbildung 3–43: Signalaufzeichnung gegen FFT-Zeitbereichsaufzeichnung

FFTs setzen Datensätze aus dem Zeitbereich in den Frequenzbereich um. Die FFT-Zeitbereichsaufzeichnung ist die Vorgabe für die FFT. Der entstehende Datensatz hat die halbe Länge der FFT-Eingangsaufzeichnung (siehe die Abbildung 3–44), weil die FFT Werte für positive wie auch negative Frequenzen liefert. Da aber die negativen Frequenzen nur ein Spiegelbild der positiven Frequenzen darstellen, beschränkt sich die Bildschirmwiedergabe auf die positiven Werte.

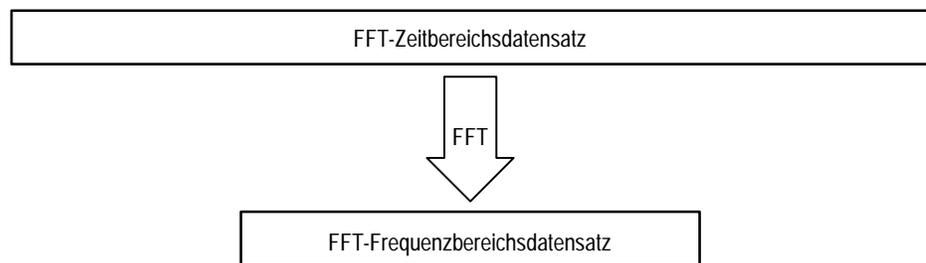


Abbildung 3–44: FFT-Zeitbereichs- gegen FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung

Offset, Position und Skala

Die folgenden Erläuterungen sollen helfen, das FFT-Signal richtig darstellen zu lassen.

Auf vollständige Bildschirmdarstellung achten. Zur richtigen Darstellung des FFT-Signals muß das Quellensignal so skaliert sein, daß es nicht beschnitten wird:

- Das Quellensignal so skalieren und positionieren, daß es auf dem Bildschirm vollständig wiedergegeben wird. (Signale außerhalb des Bildschirms können beschnitten werden und führen dann zu Fehlern im FFT-Signal. Falls Signale außerhalb des Bildschirms verwendet werden sollen, die Taste **Pk-Pk** im Meßmenü drücken und das Quellensignal auf Beschneidung überprüfen.)
- Das *Quellen*-Signal vertikal in Position und Offset richtig positionieren. Solange das Quellensignal nicht beschnitten wird, wirken sich Position und Offset vertikal nicht auf das FFT-Signal aus, außer bei DC. (Die DC-Korrektur wird hier anschließend erläutert.)

Offset und Position für die DC-Korrektur auf Null einstellen. Normalerweise liefert eine FFT-Standardberechnung eine Gleichspannungskomponente, die gegenüber den Komponenten der anderen Frequenzen zweifach überhöht ist. Auch die Wahl eines bestimmten Fenstertyps führt zu Fehlern im berechneten DC-Wert einer FFT.

Das Bildschirmsignal der FFT ist in TDS-Oszilloskopen entsprechend diesen Fehlern so korrigiert, daß es den wahren Wert der DC-Komponente des Eingangssignals wiedergibt. Die Einstellungen für **Position** und **Offset** des Quellensignals müssen dann im Vertikalmenü auf Null gesetzt werden. Bei der Messung der DC-Amplitude ist zu beachten, daß $1 \text{ VDC} = 1 \text{ V}_{\text{EFF}}$ und daß die Anzeige in dB erfolgt.

Datensatzlänge

Meist wird man kurze Datensätze verwenden wollen, weil der Bildschirm dann ein größeres FFT-Signal wiedergeben kann und weil längere Datensätze eine längere Bearbeitungszeit des Oszilloskops erfordern. Andererseits setzen längere Datensätze die Rauschanteile im Signal herab und steigern die Frequenzauflösung der FFT. Sie können sogar zwingend erforderlich sein, um die Signaldetails noch darstellen zu können, nach denen im FFT-Signal gesucht wird.

Zur Beschleunigung der Bearbeitung von langen Datensätzen durch das Oszilloskop kann das Quellensignal in einem Referenzspeicher abgelegt und dort bearbeitet werden. Auf diese Weise berechnet der DSP die FFT dann aus gespeicherten, statischen Daten und aktualisiert die Darstellung nur nach der Speicherung eines neuen Signals.

Erfassungsmodus

Die Wahl der richtigen Erfassungsart kann sich auf die Rauschanteile der FFT auswirken.

Einstellungen im Sample- oder Normalmodus vornehmen. Im Sample-Modus lassen sich vorteilhaft die Einstellungen zur Durchführung der FFT vornehmen. Das Oszilloskop kann hier periodische und nicht-periodische Signale erfassen, ohne daß das Frequenzspektrum des Quellensignals beeinflusst wird.

Hi Res und Average unterdrücken Rauschen. Nach Abschluß der Einstellungen für die FFT kann es zweckmäßig sein, in den Hi Res-Modus zu wechseln, um Rauschanteile im Signal herabzusetzen. Hi Res beeinflusst aber das Frequenzspektrum des Quellensignals.

Bei periodischen Signalen kann der Rauschanteil auch durch Mittelung im Average-Modus herabgesetzt werden, wenn auch auf Kosten einer langsameren Bildschirmausgabe. Auch die Mittelung beeinflusst aber das Frequenzspektrum des Quellensignals.

Die Modi Peak Detect und Envelope sollen nicht verwendet werden. Sie können die Ergebnisse der FFT-Berechnung stark verzerren.

Zoom und Interpolation

Wenn das Signal dann auf dem Bildschirm optimal wiedergegeben wird, kann es noch zur Untersuchung von beliebigen Einzelheiten vertikal und horizontal vergrößert (oder auch verkleinert) werden. Es muß nur immer als Signal die FFT gewählt sein. Es hängt von der Länge der Aufzeichnung ab, ob ein Zoom des FFT-Signals möglich ist.

Je nach dem gewählten Fenster kann eine Interpolation nach $\sin(x)/x$ die Wiedergabe von Magnitude und Phase der FFT verzerren. Die Auswirkungen der Interpolation lassen sich leicht feststellen: bei einem Wechsel zwischen den Interpolationsarten $\sin(x)/x$ und linear können die Unterschiede in den Meßergebnissen auf dem Bildschirm direkt beobachtet werden. Wenn hier wesentliche Unterschiede auftreten, ist mit linearer Interpolation zu arbeiten.

Unterabtastung (Aliasing)

Aliasing (Spiegelfrequenzbildung) tritt auf, wenn das Oszilloskop Quellensignale mit Frequenzkomponenten erfassen soll, die mit der jeweils aktuellen Abtastrate nicht mehr zu erfassen sind. Im FFT-Signal werden die höherfrequenten Komponenten nicht ausreichend oft abgetastet und erscheinen deshalb als Aliaskomponenten mit niedrigeren Frequenzen, die um den Nyquist-Punkt „gespiegelt“ sind (siehe die Abbildung 3–45).

Die höchste Frequenz, die ein Sampler ohne Aliasing noch verarbeiten kann, ist $\frac{1}{2}$ der Abtastfrequenz. Da Quellensignale oft eine Grundfrequenz besitzen, die keine Spiegelfrequenzen liefert, während dies bei Oberwellen durchaus möglich ist, läßt sich Aliasing auf die folgende Weise erkennen und vermeiden:

- Quellensignale mit steilen Flanken erzeugen viele hochfrequente Oberwellen.
- Quellensignal mit einer Rate abtasten, die mindestens doppelt so hoch ist wie die höchste Frequenzkomponente, die noch eine signifikante Amplitude besitzt.
- Eingangssignal filtern, um seine Bandbreite auf Frequenzen zu begrenzen, die unter der Nyquist-Frequenz liegen.
- Aliasfrequenzen ermitteln und ignorieren.

Wenn vermutet werden muß, daß die FFT Aliasfrequenzen enthält, ist der Eingangskanal zu wählen und die Horizontalskala auf eine höhere Abtastrate einzustellen. Da die höhere Abtastrate auch einer höheren Nyquist-Frequenz entspricht, sollten dann die spiegelfrequenten Anteile bei ihrer richtigen Frequenz erscheinen.

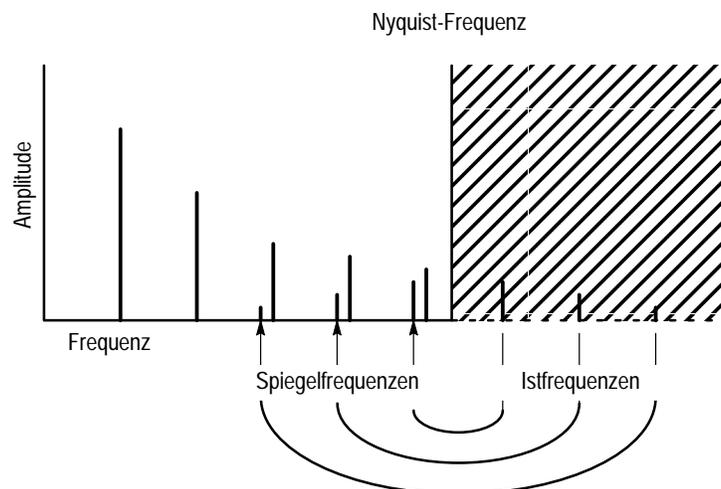


Abbildung 3-45: Entstehen von Aliasfrequenzen in einer FFT

Hinweise zur Darstellung von Phasengängen

Bei der Einstellung des FFT-Signals zur Darstellung der Phasenwinkel der einzelnen Signalfrequenzkomponenten muß der Bezugspunkt berücksichtigt werden, gegen den die Phase gemessen werden soll. Es kann auch erforderlich sein, die Störkomponenten in der FFT durch Phasenunterdrückung herabzusetzen.

Phasennullpunkt festlegen. Die Phasenlage der einzelnen Frequenzen wird gegen den Phasennullpunkt gemessen. Dieser Punkt liegt in der Mitte des FFT-Signals, entspricht aber unterschiedlichen Punkten in der *Quellen*-Aufzeichnung (im Zeitbereich). (Siehe die Abbildung 3-43 auf Seite 3-94.)

Zur Messung der Phase genügt es bei den meisten Quellensignalen, die positive Spitze um den Phasennullpunkt zu zentrieren. (Beispiel: der Phasennullpunkt liegt bei Sinus- oder Rechtecksignalen in der Mitte der positiven Halbwelle.)

Hierzu wie folgt vorgehen:

- Im Menü More muß die Option FFT math waveform gewählt sein. Dann im Horizontalmenü die Horizontalposition auf 50% setzen. Damit ist der Phasennullpunkt auf die horizontale Bildschirmmitte zentriert.
- Im Horizontalmenü die Triggerposition so verstellen, daß die positive Spitze des Quellensignals auf die horizontale Bildschirmmitte zentriert ist. Wenn das Phasenbezugssignal ausreichend flache Flanken besitzt, kann diese Zentrierung auch mit Hilfe des Triggerpegels (Drehknopf) erreicht werden.

Zur Phasenmessung bei Impulsprüfungen muß das Impulseingangssignal in das System auf den Bezugsnullpunkt des FFT-Signals im Zeitbereich ausgerichtet werden:

- Bei allen Datensätzen von weniger als 15 k Länge die Triggerposition auf 50% und die Horizontalposition auf 50% einstellen.
- Bei Datensätzen von 15 k Länge die Triggerposition auf 33% einstellen. Mit dem Drehknopf für die Horizontalposition den Triggerindikator T auf die horizontale Mitte des Bildschirmrasters zentrieren.
- Bei Datensätzen von 30 k, 50 k oder 60 k Länge die Triggerposition auf 16,6%, 10% bzw. 8,3% einstellen. Mit dem Drehknopf für die Horizontalposition den Triggerindikator T auf die horizontale Mitte des Bildschirmrasters zentrieren.
- Den Eingangsimpuls als Trigger verwenden.

Phasenunterdrückung einstellen. Die Aufzeichnung des Quellensignals kann eine Störkomponente enthalten, deren Phasenlage willkürlich zwischen $-\pi$ und $+\pi$ schwanken kann. Bei einem solchen Rauschen ist die Phasendarstellung nicht brauchbar. Durch die Phasenunterdrückung läßt sich eine solche Störkomponente ausblenden.

Bei der Phasenunterdrückung ist ein Pegel in dB zu spezifizieren, bezogen auf $1 V_{\text{EFF}}$. Im FFT-Signal erscheinen dann die Phasenlagen aller Frequenzkomponenten, deren Magnitude über diesem Schwellwertpegel liegt. Komponenten, die diesen Pegel nicht erreichen, erhalten den Phasenwinkel Null (im Winkel- oder Bogenmaß) zugewiesen und werden mit dieser Phase dargestellt. (Der Signalindikator am linken Rand des Rasters gibt bei Phasen-FFTs den Pegel an, für den die Phasenlage Null gilt.)

Es ist leichter, den benötigten Pegel der Phaseununterdrückung zu bestimmen, wenn zunächst nur eine FFT zur Darstellung der *Magnitude* des Quellensignals und dann erst die Darstellung der *Phasenlage* des gleichen Signals angefordert wird. Die folgenden Schritte führen zu einer Bestimmung des Unterdrückungspegels mit Hilfe einer Cursormessung:

1. Die Schritte 1 bis 7 der Beschreibung der *Durchführung* ab Seite 3–88 ausführen. Den Skalentyp **dBV RMS (side)** für die **Set FFT Vert Scale to (side)** wählen.
2. Die Tasten **CURSOR** → **Mode (main)** → **Independent (side)** → **Function (main)** → **H Bars (side)** drücken. Den gewählten Cursor mit Hilfe des Mehrzweckknopfs auf einen Pegel setzen, den die Magnituden der wichtigen Frequenzen übersteigen, die Magnituden der sonstigen Frequenzkomponenten aber sämtlich nicht erreichen.
3. Den Pegel in dB hinter der Anzeige @: ablesen. Dieser Pegelwert wird in Schritt 5 benötigt.
4. Die Tasten **MORE (main)** → **Change Waveform Definition menu (side)** drücken. Die Taste **Set FFT Vert Scale to (side)** so oft drücken, bis entweder **Phase (rad)** oder **Phase (deg)** gewählt ist.
5. Die Taste **Suppress Phase at Amplitudes (side)** drücken. Die Phaseununterdrückung mit dem Mehrzweckknopf oder dem Tastenfeld auf den Pegel einstellen, der oben mit dem H-Cursor bestimmt wurde. Hierbei das Fenster nicht wechseln, da sonst das Ergebnis der Cursormessung ungültig wird.

FFT-Fenster

Eine optimale Darstellung der FFT-Daten ist nur möglich, wenn vor der Berechnung des FFT-Signals bekannt ist, wie sich die FFT-Fenster auf diese Daten auswirken.

Begrenzung durch Fenster. Das Oszilloskop multipliziert die FFT-Zeitbereichsaufzeichnung mit einem von vier möglichen FFT-Fenstern und leitet sie erst danach an die FFT-Funktion weiter. Die Abbildung 3–46 veranschaulicht diese Bearbeitung der Zeitbereichsaufzeichnung.

Das FFT-Fenster wirkt wie ein Bandpaßfilter zwischen der FFT-Zeitbereichsaufzeichnung und der FFT-Frequenzbereichsaufzeichnung. Aus der Form dieses Fensters ergibt sich, wie weit die FFT die einzelnen Frequenzen auflösen (voneinander trennen) und die Amplituden der betreffenden Frequenzkomponenten genau bestimmen kann.

Geeignetes Fenster wählen. Die einzelnen Fenster ergeben entweder eine bessere Frequenzauflösung auf Kosten der Genauigkeit der Amplitudenmessung durch die FFT oder umgekehrt eine bessere Amplitudengenauigkeit zu Lasten der Frequenzauflösung oder aber einen Kompromiß zwischen beiden. Hier sind die folgenden vier Fenster verfügbar: Rectangular (Rechteck), Hamming, Hanning und Blackman-Harris.

In Schritt 8 (Seite 3–90) der *Durchführung* wurden die vier Fenster beschrieben. Grundsätzlich sollte das Fenster so gewählt werden, daß die FFT die gesuchten Frequenzen gerade noch auflöst. Auf diese Weise ergibt sich die beste Genauigkeit der Amplitudenmessung und Unterdrückung von Querkomponenten bei ausreichender Frequenzauflösung.

Das jeweils günstigste Fenster läßt sich oft empirisch ermitteln: zunächst das Fenster mit der besten Frequenzauflösung (Rectangular) wählen und dann nacheinander die anderen Fenster bis zu dem mit der schlechtesten Frequenzauflösung (Blackman-Harris) aufrufen, bis die gewünschten Frequenzen nicht mehr getrennt werden. Das Fenster, bei dem die gesuchten Frequenzen gerade noch aufgelöst wurden, stellt den besten Kompromiß zwischen Frequenzauflösung und Amplitudengenauigkeit dar.

HINWEIS. Falls das Hanning-Fenster die Frequenzen nicht mehr auflöst, lohnt ein Versuch mit dem Hamming-Fenster, bevor das Rechteckfenster gewählt wird. Je nach dem Abstand der kritischen Frequenzen von der Grundwelle kann das Hamming-Fenster Frequenzen unter Umständen besser auflösen als das Hanning-Fenster.

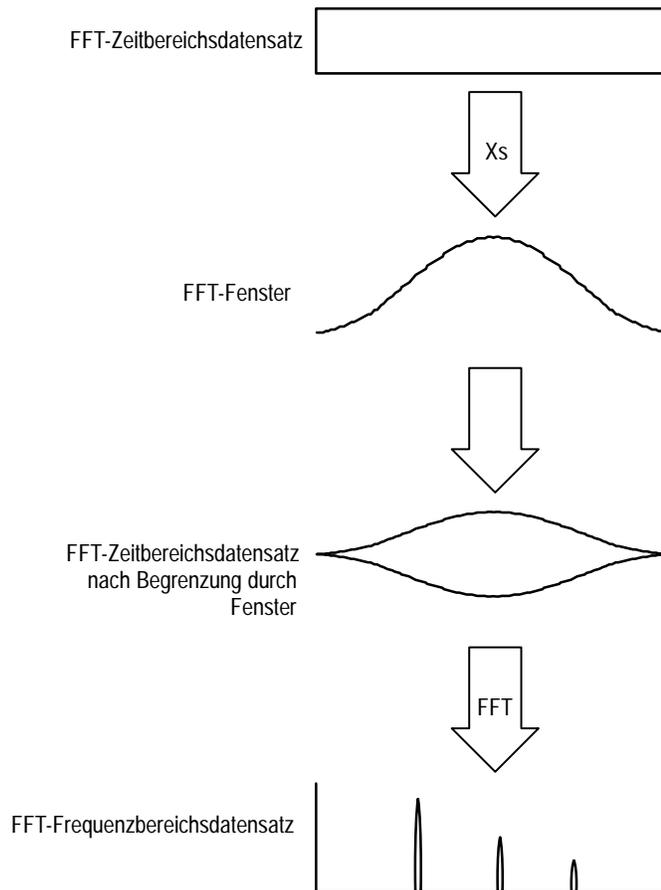


Abbildung 3–46: Anwendung von Fenstern auf die FFT-Zeitbereichsaufzeichnung

Merkmale der verschiedenen Fenster. Bei der Prüfung eines Fensters auf Verwendbarkeit sind auch dessen Auswirkungen auf die FFT-Daten im Zeitbereich von Bedeutung. Die Abbildung 3–47 gibt die einzelnen Fenster mit deren Bandpaßkennlinie, Bandbreite und höchstem Nebenzipfel an. Für die Kennlinie gelten die folgenden Merkmale:

- Je schmaler das Durchlaßband eines bestimmten Fensters ist, desto besser ist seine Frequenzauflösung.
- Je niedriger die Seitenzipfel neben dem Durchlaßband liegen, desto besser ist die Amplitudengenauigkeit. Die Fenster Hanning und Blackman/Harris senken die Daten am Ende der Aufzeichnung auf Null ab.
- Schmale Nebenzipfel erhöhen die Frequenzauflösung, weil die Selektivität steigt. Niedrigere Nebenzipfel erhöhen die Genauigkeit, weil sie Querkomponenten unterdrücken.

Bei der Verwendung von glockenförmigen Fenstern ist darauf zu achten, daß die wichtigen Teile des Signals in der Zeitbereichsaufzeichnung in den mittleren Teil des Fensters fallen, damit die Absenkung keine größeren Fehler verursacht.

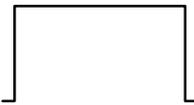
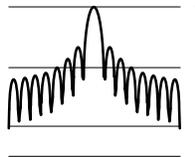
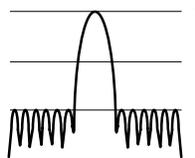
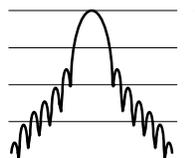
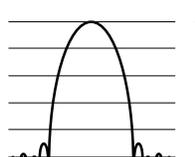
FFT-Fenster	Bandpaßfilter	Bandbreite -3 dB	Höchster Nebenzipfel
 <p>Rechteckfenster</p>		0.89	-13 dB
 <p>Hamming-Fenster</p>		1.28	-43 dB
 <p>Hanning-Fenster</p>		1.28	-32 dB
 <p>Blackman-Harris-Fenster</p>		1.28	-94 dB

Abbildung 3-47: FFT-Fenster und Bandpaßkenndaten

Signale berechnen

Mit dem Digitaloszilloskop lassen sich die erfaßten Signale mathematisch bearbeiten. So ist es beispielsweise möglich, den Störuntergrund von stark gestörten Signalen durch Differenzbildung zu unterdrücken, um das Signal so besser herauszuarbeiten.

Der folgende Abschnitt beschreibt die Standardmerkmale der Berechnung von Signalen (Waveform Math).

Einsatz von Single Wfm Math

Das Menü More (siehe die Abbildung 3–48) enthält die Befehle zur Darstellung, zur Definition und zur Änderung von mathematischen Funktionen. Auf die folgende Weise wird ein Signal aus einem einzigen Quellensignal berechnet:

1. Die Tasten **MORE** → **Math1**, **Math2** oder **Math3** (main) → **Change Math waveform definition** (side) → **Single Wfm Math** (main) drücken.

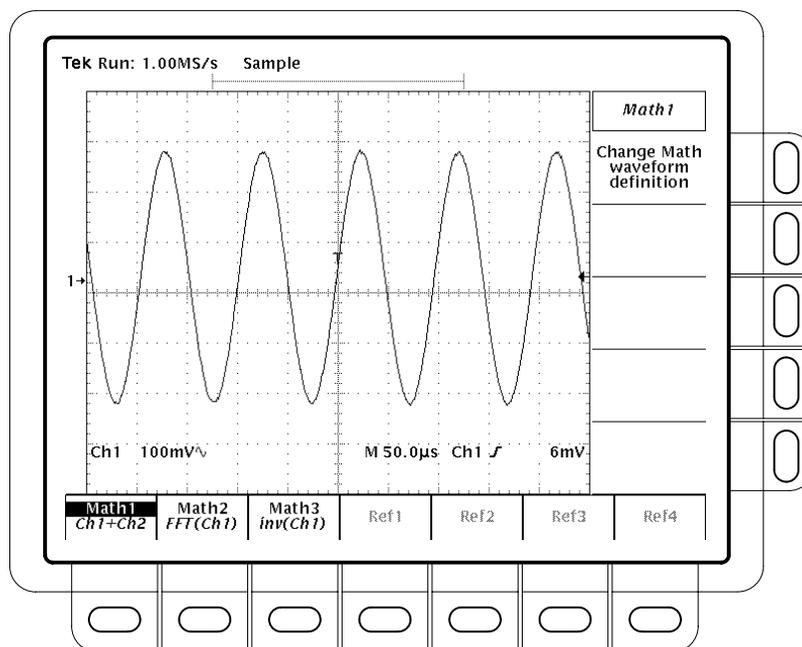


Abbildung 3–48: Menü More

2. Zur Definition des Quellensignals ist die Taste **Set Function to** (side) so oft zu drücken, bis der gewünschte Kanal bzw. das gewünschte Referenzsignal angegeben wird.
3. Die Taste **Set Function to** (side) ruft nacheinander die verschiedenen Funktionen **inv** (invertieren), **intg** bzw. **diff** auf. Die Möglichkeiten, Signale zu integrieren (intg) oder zu differenzieren (diff), gehören zur Option 2F.
4. Die Taste **OK Create Math Wfm** (side) löst die gewünschte Signalberechnung aus.

Einsatz von Dual Wfm Math

Zur Berechnung eines Signals aus zwei Quellensignalen sind die folgenden Schritte durchzuführen:

***HINWEIS.** Wenn für ein TDS 400A eine Speichertiefe von 120 k gewählt wurde, läßt sich darin nur ein Referenzsignal speichern. Außerdem lassen sich dann nur vier Signale nutzen bzw. anzeigen. Dual Wfm Math belegt auch dann drei der vier möglichen Signale, wenn die Quellensignale nicht dargestellt werden sollen. Beispiel: zur Darstellung eines berechneten Signals, das der Summe der Signale aus CH 1 und CH 2 entspricht, werden auch dann drei Signale benötigt, wenn die Signale von CH 1 und CH 2 selbst nicht wiedergegeben werden. Der Bildschirm kann dann nur noch ein weiteres Signal darstellen.*

1. Die Tasten **MORE** → **Math1**, **Math2** oder **Math3** (main) → **Change Math waveform definition** (side) → **Dual Wfm Math** (main) drücken (siehe die Abbildung 3–49).
2. Zur Definition des ersten Quellensignals ist die Taste **Set 1st Source to** (side) so oft zu drücken, bis der gewünschte Kanal bzw. das gewünschte Referenzsignal angegeben wird.
3. Zur Definition des zweiten Quellensignals ist die Taste **Set 2nd Source to** (side) so oft zu drücken, bis der gewünschte Kanal bzw. das gewünschte Referenzsignal angegeben wird.
4. Zur Eingabe des mathematischen Operators ruft die Taste **Set operator to** (side) nacheinander die einzelnen Möglichkeiten auf. Zur Wahl stehen +, – und *, beim TDS 510A auch /.
5. Die Taste **OK Create Math Wfm** (side) löst die gewünschte Signalberechnung aus.

HINWEIS. Nach der Wahl von * für eine Multiplikation in Schritt 4 gilt als Amplitudeneinheit der Cursormessungen das Spannungsquadrat VV , nicht mehr die einfache Spannung in V .

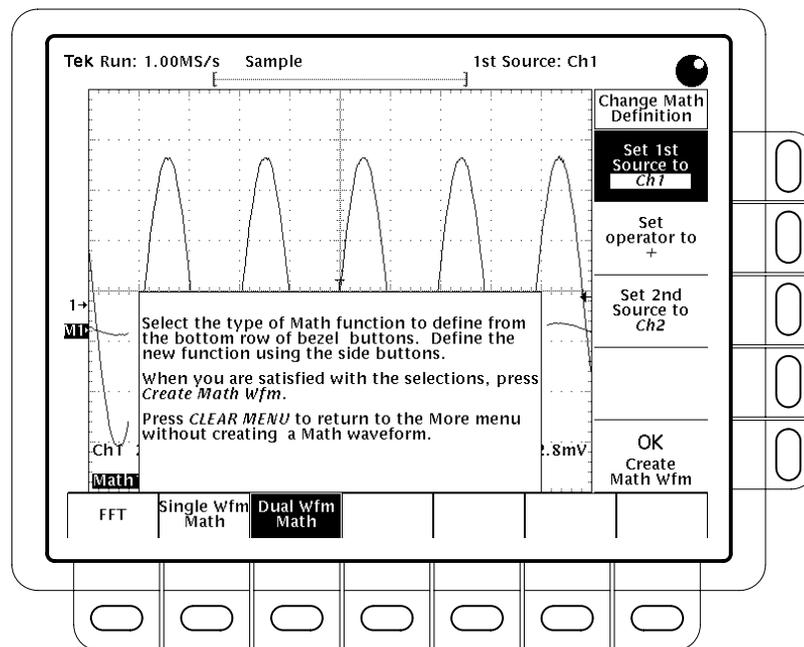


Abbildung 3–49: Menüs Dual Waveform Math

Ein Math-Signal wählen

Zur Auswahl eines Signals, das auf dem Bildschirm dargestellt werden soll, sind die Tasten **MORE** → **Math1**, **Math2** oder **Math3** (main) zu drücken.

Die mathematische Bearbeitung durch Single Wfm Math und Dual Wfm Math wurde oben gesondert beschrieben.

HINWEIS. In einem Digitaloszilloskop, das mit der Option 2F, Advanced DSP Math, ausgerüstet ist, erscheint der Menütext **FFT** im gleichen Kontrast wie die Menütexte **Single Wfm Math** und **Dual Wfm Math**, während die Angabe **FFT** sonst nur halbschwarz sichtbar ist.

Signale differenzieren (Option)

Beschreibung

Advanced DSP Math (Option bei TDS 420A und TDS 640A) ermöglicht eine *Differenzierung von Signalen* und damit die Darstellung eines mathematisch differenzierten Signals, das die Änderungsgeschwindigkeit des jeweils erfaßten Signals angibt. Derartige Signale werden zur Messung der Slew Rate von Verstärkern und für Schulungszwecke benötigt. Differenzierte Signale können in einem Referenzspeicher abgelegt und daraus wieder abgerufen werden, auch um daran eine weitere Differenzierung durchzuführen. So ergibt sich die zweite zeitliche Ableitung des ursprünglichen Signals.

Das berechnete Signal ergibt sich aus dem abgetasteten Signal. Da das Ergebnis ein differenziertes Signal ist, gilt die Vertikalskala in Vertikaleinheiten pro Sekunde (die Horizontalskala gilt weiter in Sekunden).

Durchführung

Die Berechnung des differenzierten Math-Signals ist wie folgt anzufordern:

1. Das Signal an den gewünschten Kanal anschließen und diesen Kanal wählen.
2. Die Vertikal- und Horizontalskalen einstellen und die Bildschirmdarstellung auslösen (oder die Taste **AUTOSET** drücken).
3. Die Tasten **MORE** → **Math1**, **Math2** oder **Math3** (main) → **Change Math Definition** (side) → **Single Wfm Math** (main) drücken. Siehe die Abbildung 3–50.
4. Die Taste **Set Single Source to** (side) drücken. Diese Taste mehrfach drücken (oder den Mehrzweckknopf verwenden), bis im Menütext die Kanalnummer der in Schritt 1 gewählten Signalquelle erscheint.
5. Die Taste **Set Function to** (side) drücken. Diese Taste mehrfach drücken (oder den Mehrzweckknopf verwenden), bis im Menütext die Angabe **diff** erscheint.
6. Mit der Taste **OK Create Math Wfm** (side) die zeitliche Ableitung des in Schritt 1 gewählten Signals darstellen lassen. Das Signal kann dann noch mit den Drehknöpfen **SCALE** und **POSITION** der Vertikaleinstellungen in Größe und Position nach Wunsch verändert werden.

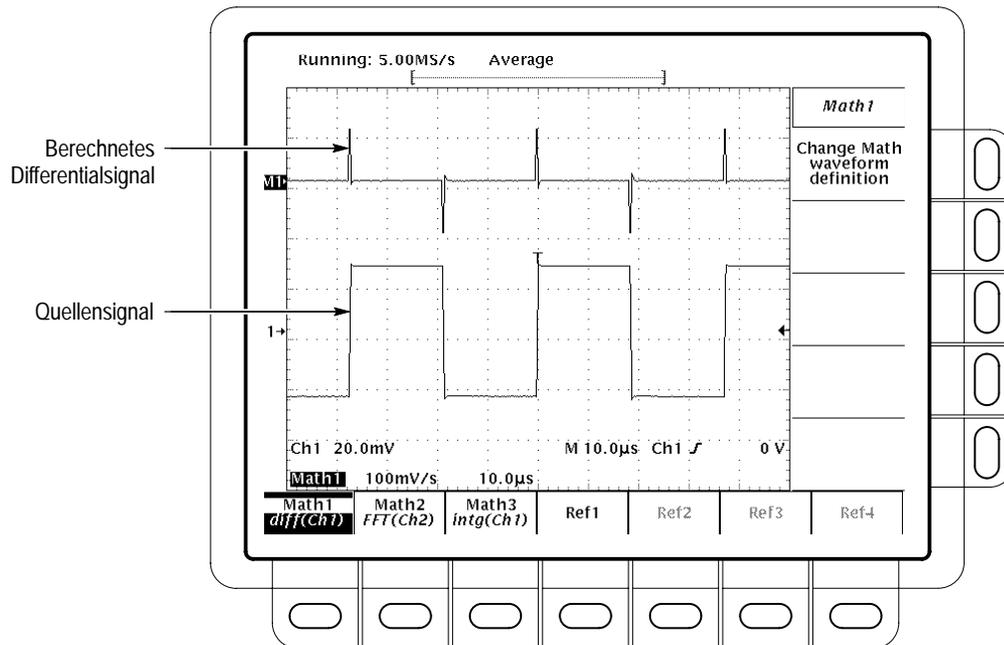


Abbildung 3-50: Differenziertes Math-Signal

Automatische Messungen an differenzierten Signalen

Die folgenden Schritte lösen automatische Messungen am differenzierten Signal aus:

1. Es müssen auf jeden Fall die Kanalwahltaste **MORE** betätigt und im Hauptmenü **More** das differenzierte Math-Signal gewählt worden sein.
2. Die Tasten **MEASURE** → **Select Measmnt** (main) drücken.
3. Im Seitenmenü können bis zu vier Messungen gewählt werden (siehe die Abbildung 3-51).

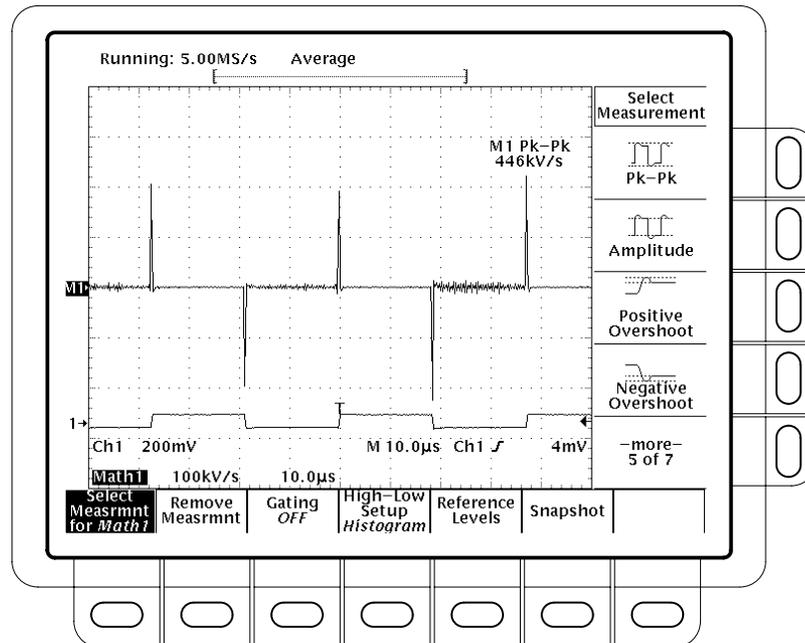


Abbildung 3-51: Spitze-Spitze-Amplitudenmessung an einem differenzierten Signal

Cursormessungen an differenzierten Signalen

Die Cursor lassen sich auch für Messungen an differenzierten Signalen einsetzen. Hier ist auf die gleiche Weise zu verfahren wie für *Cursormessungen an integrierten Signalen*, Seite 3-112. Bei dieser Prozedur ist jedoch zu beachten, daß die Amplituden bei Messungen an differenzierten Signalen in V/s (Vertikal-einheiten/s) anzugeben sind und nicht in V-s, wie dies dort für Messungen an integrierten Signalen angegeben ist.

Praktische Hinweise

Bei der Bildung von differenzierten Math-Signalen aus Echtzeitsignalen der einzelnen Kanäle sind die folgenden Punkte zu beachten.

Offset, Position und Skala

Die folgenden Hinweise sollen helfen, eine gute Darstellung auf dem Bildschirm zu erreichen:

- Das Quellensignal so skalieren und positionieren, daß es auf dem Bildschirm vollständig wiedergegeben wird. (Signale, die über den Bildschirm hinausgehen, können beschnitten werden und ergeben dann Fehler im differenzierten Signal).

- Das Quellensignal kann mit Hilfe der Einstellungen für die Vertikalposition und den Vertikaloffset beliebig verschoben werden. Diese Einstellungen wirken sich auf das differenzierte Signal nicht aus, solange das ganze Signal auf dem Bildschirm bleibt und nicht beschnitten wird.
- Wenn das Quellensignal mit dem Drehknopf der Vertikalskala anders skaliert wird, wirkt sich diese Skalierung auch auf das differenzierte Signal aus.

Das differenzierte Math-Signal kann so groß sein, daß es vertikal nicht in den Bildschirm paßt – auch wenn das Quellensignal auf dem Bildschirm nur wenige Skalenteile hoch war. Die Signalgröße auf dem Bildschirm kann zwar mit Zoom verkleinert werden (siehe die anschließende Erläuterung zum *Zoom*), jedoch wird dadurch eine eventuelle Beschneidung des Signalverlaufs nicht aufgehoben.

Differenzierte Signale in Form von schmalen Nadeln sind auf dem Bildschirm nicht unbedingt sofort als beschnittene Signale erkennbar. Erst nach einer horizontalen Dehnung durch Zoom zeigt sich dann die ungewollte Begrenzung des differenzierten Signals. Bei automatischen Messungen **Pk-Pk** erscheint auch, sofern freigegeben, eine Warnmeldung wegen unzulässiger Signalbegrenzung (siehe *Automatische Messungen an differenzierten Signalen* auf Seite 3–108).

Falls das differenzierte Signal beschnitten sein sollte, bieten sich folgende Abhilfemöglichkeiten an:

- Die Größe des Quellensignals auf dem Bildschirm herabsetzen.
- Das Signal auf dem Bildschirm horizontal dehnen. Wird beispielsweise das Signal, das in Abbildung 3–50 auf Seite 3–108 dargestellt wurde, so gedehnt, daß sich seine ansteigenden und abfallenden Flanken über mehrere horizontale Skalenteile erstrecken, so nimmt die Amplitude des entsprechenden differenzierten Impulses im gleichen Maß ab.

Bei beiden Verfahren ist darauf zu achten, daß der Zoom abgeschaltet ist und die Zoom-Faktoren zurückgesetzt sind (siehe die folgenden Angaben zum *Zoom*).

Zoom Wenn das Signal dann auf dem Bildschirm optimal wiedergegeben wird, kann es noch zur Untersuchung von beliebigen Einzelheiten vertikal und horizontal vergrößert (oder auch verkleinert) werden. Es muß nur immer als Signal das differenzierte Signal gewählt sein.

Wenn der Zoom-Faktor (2X, 5X usw.) angezeigt werden soll, muß der Zoom eingeschaltet sein (siehe die Angaben zum Zoom auf Seite 3–161).

Signale integrieren (Option)

Die Signalintegration ermöglicht die Darstellung eines berechnetes (Math) Signals, das das zeitliche Integral des erfaßten Signals darstellt. Derartige Signale werden für die folgenden Anwendungen benötigt:

- Messung von Leistungen und Energien, etwa bei Schaltnetzteilen
- Kennzeichnung von mechanischen Meßwertgebern, etwa zur Integration des Ausgangssignals eines Beschleunigungsgebers zur Bestimmung der Geschwindigkeit

Für das Signal gilt eine Vertikalskala von V-s (die Horizontalskala gilt weiter in Sekunden). Wenn ein Tastkopf verwendet wird, der keine Spannungssignale abgibt, können einige Digitaloszilloskope auch andere Vertikaleinheiten ausgeben.

Durchführung

Die Berechnung des integrierten Math-Signals ist wie folgt anzufordern:

1. Das Signal an den gewünschten Kanal anschließen und diesen Kanal wählen.
2. Die Vertikal- und Horizontalskalen einstellen und die Bildschirmdarstellung auslösen (oder die Taste **AUTOSET** drücken).
3. Die Tasten **MORE** → **Math1**, **Math2** oder **Math3** (main) → **Change Math waveform definition** (side) → **Single Wfm Math** (main) drücken.
4. Die Taste **Set Single Source to** (side) drücken. Diese Taste mehrfach drücken (oder den Mehrzweckknopf verwenden), bis im Menütext die Kanalnummer der in Schritt 1 gewählten Signalquelle erscheint.
5. Die Taste **Set Function to** (side) drücken. Diese Taste mehrfach drücken (oder den Mehrzweckknopf verwenden), bis im Menütext die Angabe **intg** erscheint.
6. Mit der Taste **OK Create Math Waveform** (side) die Ausgabe des zeitlich integrierten Math-Signals veranlassen (siehe die Abbildung 3–52).

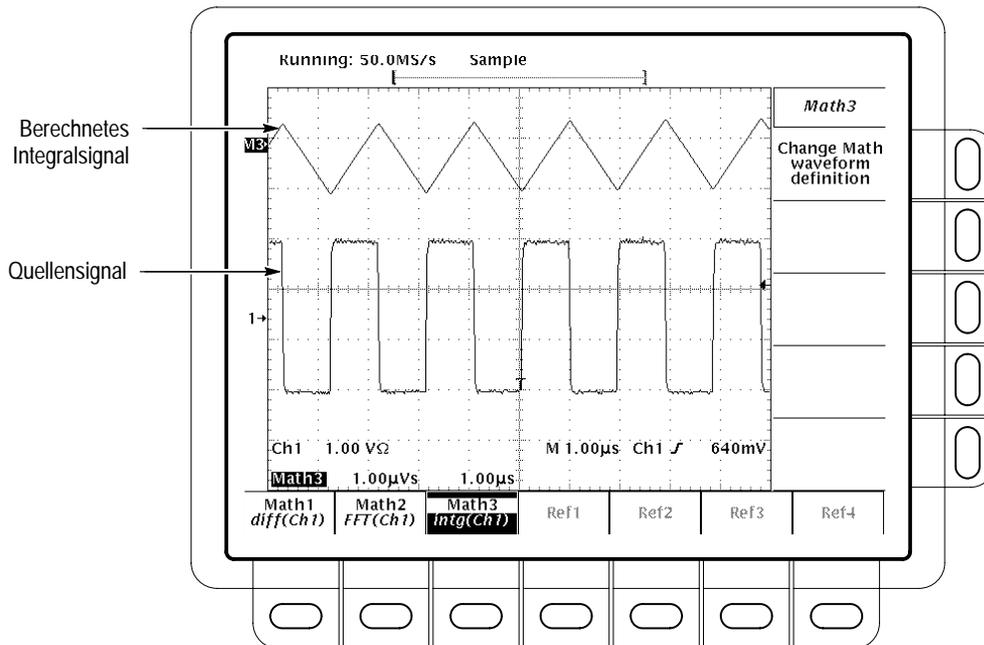


Abbildung 3-52: Integriertes Math-Signal

Cursormessungen an integrierten Signalen

An integrierten Signalen, die auf dem Bildschirm dargestellt werden, kann die Spannung in ihrem zeitlichen Verlauf mit Hilfe der Cursor ausgemessen werden:

1. Es müssen auf jeden Fall die Kanalwahltaste **MORE** betätigt (die LED leuchtet) und im Hauptmenü **More** das integrierte Math-Signal gewählt worden sein.
2. Die Tasten **CURSOR** → **Mode** (main) → **Independent** (side) → **Function** (main) → **H Bars** (side) drücken.
3. Den gewählten Cursor (durchgehender Strich) mit dem Mehrzweckknopf auf den höchsten Pegel (oder auf einen beliebigen Amplitudenwert) einstellen.
4. Mit der Taste **SELECT** den anderen Cursor wählen.
5. Den gewählten Cursor (durchgehender Strich) mit dem Mehrzweckknopf auf den tiefsten Pegel (oder auf einen beliebigen Amplitudenwert) einstellen.
6. Das Zeitintegral der Spannung zwischen den Cursors in V-s hinter dem Zeichen Δ : ablesen. Hinter dem Zeichen @: ist das Zeitintegral der Spannung (Vertikaleinheiten) zwischen dem gewählten Cursor und dem Referenzindikator des berechnetes Signals abzulesen. Siehe die Abbildung 3-53.

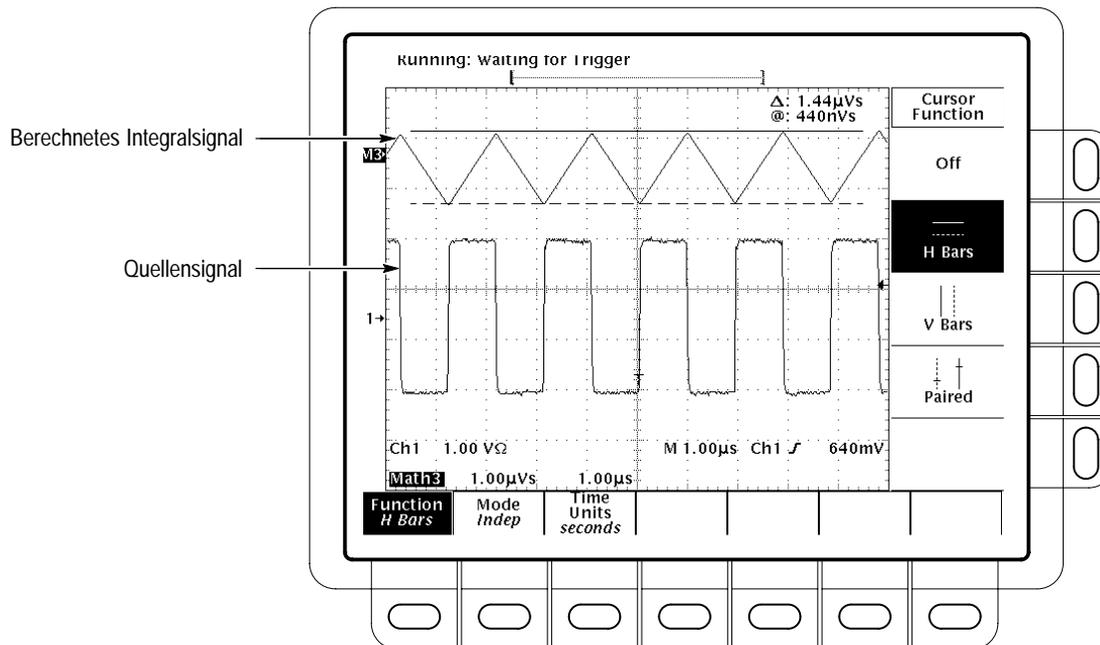


Abbildung 3-53: Messung eines Zeitintegrals zwischen Cursors H Bars

7. Die Tasten **Function** (main) \rightarrow **V Bars** (side) drücken. Einen der beiden Vertikalcursor mit dem Mehrzweckknopf auf einen interessierenden Punkt entlang der Horizontalachse des Signals setzen.
8. Mit der Taste **SELECT** den anderen Cursor wählen.
9. Den anderen Cursor auf einen anderen interessierenden Punkt des berechneten Signals setzen.
10. Die Zeitdifferenz zwischen den Cursors hinter dem Zeichen Δ : ablesen. Hinter dem Zeichen $@$: ist die Zeitdifferenz zwischen dem gewählten Cursor und dem Triggerpunkt des *Quellen*-Signals abzulesen.
11. Die Tasten **Function** (main) \rightarrow **Paired** (side) drücken.
12. Die langen Vertikalbalken der einzelnen gepaarten Cursor auf die oben beschriebene Weise auf die interessierenden Punkte des Signals entlang der Horizontalachse setzen.
13. An den Cursoranzeigen sind die folgenden Werte abzulesen:
 - Hinter dem Zeichen Δ : das Zeitintegral der Spannung (Vertikaleinheiten) zwischen den X der beiden gepaarten Cursor in V-s.

- Hinter dem Zeichen @: das Zeitintegral der Spannung zwischen dem X des gewählten Cursors und dem Referenzindikator des berechnetes Signals.
- Hinter dem Zeichen Δ : die Zeitdifferenz zwischen den *langen* Vertikalbalken der gepaarten Cursor.

Automatische Messungen an integrierten Signalen

Es lassen sich auch automatische Messungen an integrierten Signalen durchführen. Hier ist auf die gleiche Weise zu verfahren wie für *Signale differenzieren*, Seite 3–107. Bei dieser Prozedur ist jedoch zu beachten, daß die Amplituden bei Messungen an integrierten Signalen in V-s (wenn V die Vertikaleinheit ist) anzugeben sind und nicht in V/s, wie dies dort für Messungen an differenzierten Signalen angegeben ist.

Praktische Hinweise

Bei der Bildung von integrierten Math-Signalen aus Echtzeitsignalen der einzelnen Kanäle sind die folgenden Punkte zu beachten.

Offset, Position und Skala

Gute Darstellungen auf dem Bildschirm sind nur unter Beachtung der folgenden Hinweise zu erreichen:

- Das Quellensignal so skalieren und positionieren, daß es auf dem Bildschirm vollständig wiedergegeben wird. (Signale, die über den Bildschirm hinausgehen, können beschnitten werden und ergeben dann Fehler im integrierten Signal).
- Das Quellensignal kann mit Hilfe der Einstellungen für die Vertikalposition und den Vertikaloffset beliebig verschoben werden. Diese Einstellungen wirken sich auf das integrierte Signal nicht aus, solange das ganze Signal auf dem Bildschirm bleibt und nicht beschnitten wird.
- Wenn das Quellensignal mit dem Drehknopf der Vertikalskala anders skaliert wird, wirkt sich diese Skalierung auch auf das integrierte Signal aus.

DC-Offset

Das Oszilloskop integriert jeden DC-Offset zu den zeitveränderlichen Anteilen des Signals. Ein Offset von nur wenigen Skalenteilen kann bereits bewirken, daß das Zeitintegral in die Sättigung geht (beschnitten wird), besonders bei längeren Datensätzen.

Es kann möglich sein, durch Wahl eines kürzeren Datensatzes die Sättigung des Integrals zu verhindern. Die Beschneidung kann auch vermieden werden, wenn die Abtastrate zum gewählten Signalkanal herabgesetzt wird. Es ist auch möglich, im Vertikalmenü zum Quellensignal die AC-Kopplung zu wählen oder aus

diesem Signal auf andere Weise die Gleichkomponente abzutrennen, bevor es an das Oszilloskop gelangt.

Zoom Wenn das Signal dann auf dem Bildschirm optimal wiedergegeben wird, kann es noch zur Untersuchung von beliebigen Einzelheiten vertikal und horizontal vergrößert (oder auch verkleinert) werden. Es muß nur immer als Signal das integrierte Signal gewählt sein.

Wenn der Zoom-Faktor (2X, 5X usw.) angezeigt werden soll, muß der Zoom eingeschaltet sein (siehe die Angaben zum Zoom auf Seite 3–161).

Signale speichern und abrufen

Signale können in jedem der vier internen Referenzspeicher des Geräts oder auf einer Diskette gespeichert werden. Der folgende Abschnitt beschreibt Speicherung, Löschung und Abruf von Referenzsignalen.

HINWEIS. Wenn für ein TDS 400A eine Speichertiefe von 120 k gewählt wurde, läßt sich darin nur ein Referenzsignal speichern. Außerdem lassen sich dann nur vier Signale nutzen bzw. anzeigen. Beispiel: zur Darstellung eines berechneten Signals, das der Summe der Signale aus CH 1 und CH 2 entspricht, werden auch dann drei Signale benötigt, wenn die Signale von CH 1 und CH 2 selbst nicht wiedergegeben werden. Der Bildschirm kann dann nur noch ein weiteres Signal darstellen.

Das Digitaloszilloskop kann bis zu 11 Signale gleichzeitig darstellen. Dies sind die Signale der Eingangskanäle, vier Referenzsignale und drei berechnete Signale. Es können auch Signaldatensätze unterschiedlicher Größe in beliebiger Kombination gespeichert werden, solange dadurch nicht die Kapazität des nichtflüchtigen Signalspeichers überschritten wird.

Signale speichern

Signale sind wie folgt zu speichern:

1. Den Kanal wählen, der das zu speichernde Signal liefert.

HINWEIS. Bei der Durchführung des folgenden Schritts 2 ist zu beachten, daß ein früher gespeichertes Signal überschrieben wird, wenn hierbei ein als active bezeichneter (siehe die Abbildung 3-54) Platz im Referenzspeicher gewählt wird.

2. Die folgende Tasteneingabe läßt ein Signal intern speichern: **Save/Recall WAVEFORM → Save Waveform (main) → Ref1, Ref2, Ref3 oder Ref4 (side).**

HINWEIS. Vor der Durchführung von Schritt 3 bei einem TDS 400A ist das aktuelle Save Format (siehe die Abbildung 3-56) zu beachten. Zur Speicherung unter einem anderen Format siehe die Angaben unter Speicherformat wählen auf Seite 3-120.

- Die folgende Tasteneingabe läßt ein Signal auf einer Diskette speichern: Save/Recall **WAVEFORM** → **Save Waveform** (main) → **To File** (side). Danach mit Hilfe des Mehrzweckknopfes den Durchlaufbalken auf den Namen der gewünschten Datei in der Liste setzen, die daraufhin ausgegeben wird. Die Speicherung dann mit der Taste **Save To Selected File** veranlassen.

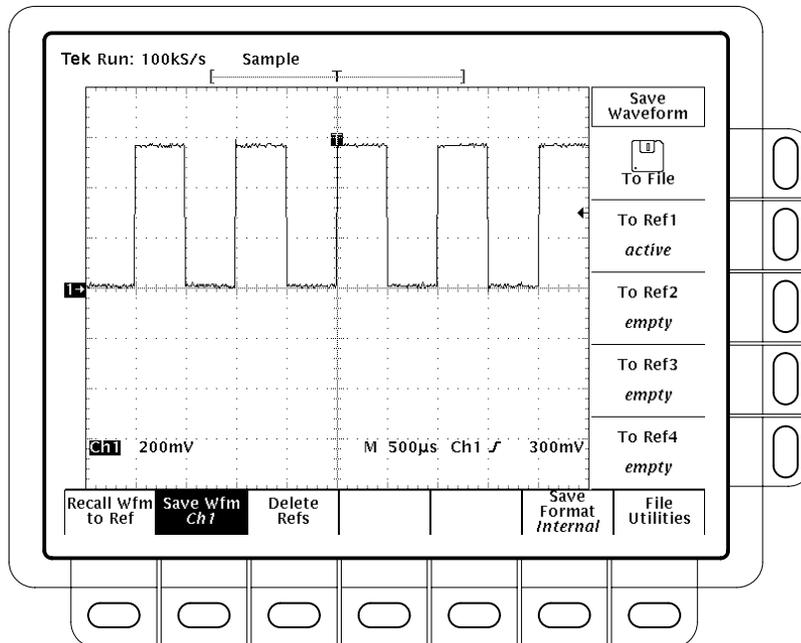


Abbildung 3-54: Menü Save Waveform Menu (dargestellt für TDS 400A)

Signale löschen

Referenzsignale, die nicht mehr benötigt werden, können auf die folgende Weise gelöscht werden:

Die Tasten Save/Recall **WAVEFORM** → **Delete Refs** (main) → **Delete Ref1**, **Delete Ref2**, **Delete Ref3**, **Delete Ref4** bzw. **Delete All Refs** (side) drücken.

Sämtliche Signale und Einstellungen löschen

Zur Löschung *sämtlicher* gespeicherten Signale und Einstellungen siehe die Angaben unter *Sämtliche Einstellungen und Signale löschen* auf Seite 3-25.

Gespeicherte Signale abrufen (nur bei TDS 400A)

So ist ein Signal aus dem internen Referenzspeicher auf den Bildschirm abzurufen:

Die Tasten **MORE** → **Ref1**, **Ref2**, **Ref3** bzw. **Ref4** (main) drücken.

In Abbildung 3–55 sind die Hauptmenüpositionen Ref2, Ref3 und Ref4 unterlegt dargestellt, Ref1 dagegen nicht. Referenzspeicher, die nicht belegt sind, werden im Hauptmenü More unterlegt dargestellt.

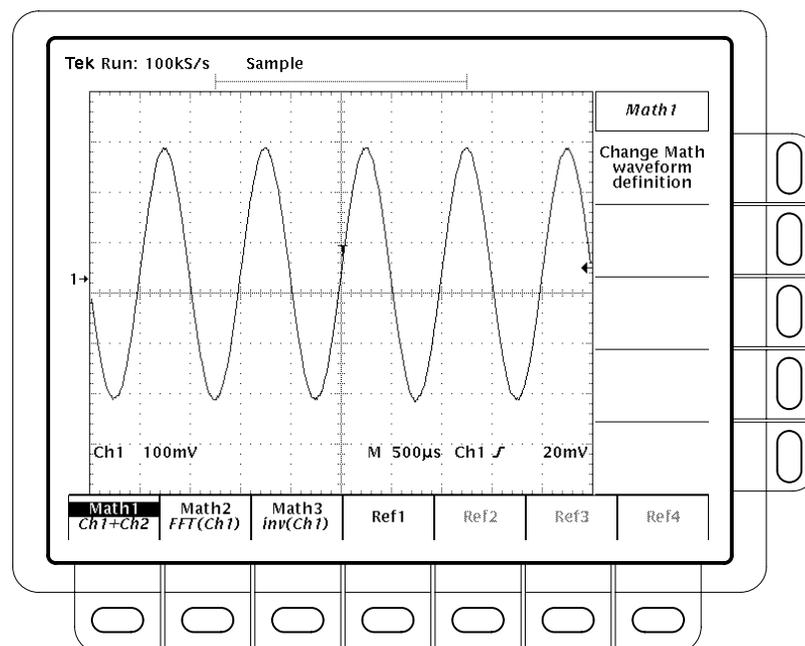


Abbildung 3–55: Menü More

Signal von einer Diskette abrufen

Die folgenden Tasteneingaben rufen ein Signal von einer Diskette in den internen Referenzspeicher ab: Save/Recall **WAVEFORM** → **Recall Wfm To Ref**.

Danach mit Hilfe des Mehrzweckknopfes den Durchlaufbalken auf den Namen der gewünschten Datei in der Liste setzen, die daraufhin ausgegeben wird. Die Ausgabe dann mit einer der Tasten **To Ref1**, **To Ref2**, **To Ref3** oder **To Ref4** an den betreffenden Referenzspeicher veranlassen.

Speicherformat wählen (nur bei TDS 400A)

Das Format, unter dem das Oszilloskop ein Signal in einer Datei speichert, ist wie folgt zu wählen: die Tasten Save/Recall **WAVEFORM** → **Save Format** (main) → **Internal**, **MathCad** oder **Spreadsheet** (side) drücken (siehe die Abbildung 3–56). Es stehen drei Formate zur Verfügung:

- *Internal* legt Dateien im internen Format (.WFM) des Oszilloskops an.
- *MathCad* erstellt Dateien in einem Format (.DAT), das von MathCad® verarbeitet werden kann.

Daten aus Dateien im Format DAT werden zeilenweise ausgelesen und in Variable des MathCad-Dokuments eingesetzt. Es können dann alle gewünschten Berechnungen damit ausgeführt werden. Dateien im Format DAT enthalten am Dateianfang einen Header von vier Werten, die die Datensatzlänge, die Dauer eines Abtastintervalls, die Lage des Triggerpunktes und den Triggeroffset angeben. Daran schließt sich ein lineares Feld von Y-Werten im ASCII-Gleitkommaformat an. Die Datensatzlänge, die Länge des Pretrigger-Intervalls und der Triggeroffset werden durch die entsprechende Anzahl von Abtastwerten angegeben. Die Horizontalskala pro Abtastwert gilt in x Einheiten, der y-Wert in y Einheiten.

- *Spreadsheet* erstellt Dateien in einem Format (.CSV), das mit den meisten Kalkulationsprogrammen bearbeitet werden kann (Excel®, Lotus 1-2-3® und Quattro Pro®).

Dateien im Format CSV (Comma Separated Values) enthalten Werte für X und Y im ASCII-Format, mit Kommas als Trennzeichen, in Zeilen, die jeweils durch CRLF abgeschlossen sind (ein 2-dimensionales Feld). Die Einzelwerte sind jeweils Gleitkommazahlen. Jeder Punkt einer Signalaufzeichnung belegt eine eigene Zeile. Die Angaben der X- und Y-Werte gelten in Sekunden bzw. in Volt. Die gesamte Skalierung zur Abtastung von Inkrementen und zur Berücksichtigung von Offsets ist eingeschlossen. Der Nullpunkt der X-Skala ist der Triggerpunkt, und negative Werte gehören zum Pretrigger, positive Werte zum Posttrigger.

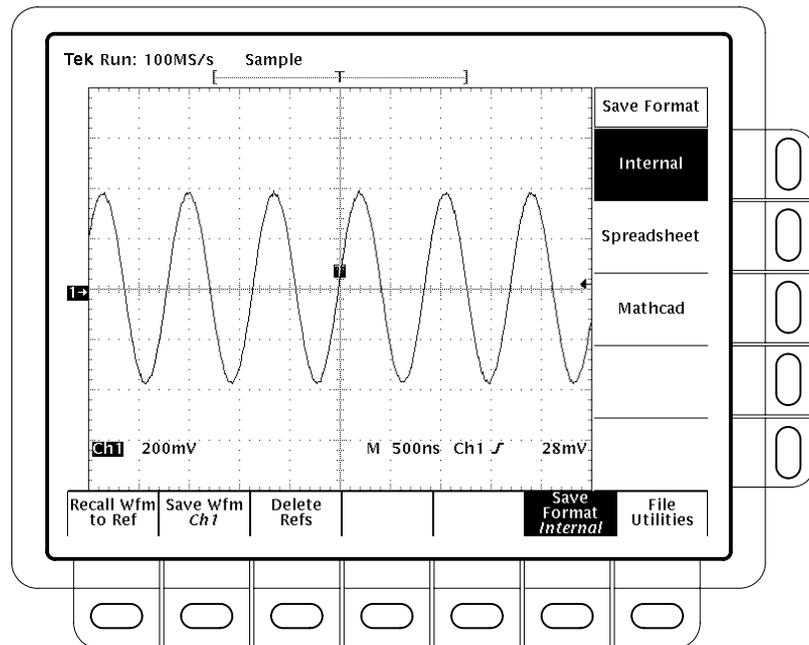


Abbildung 3-56: Menü Save Format

Darstellung eines Signals in einem Spreadsheet (nur bei TDS 400A)

Zur Speicherung eines Signals und Ausgabe der Signaldaten mit Hilfe eines Kalkulationsprogramms (das folgende Beispiel gilt für EXCEL):

1. Eine Diskette in das Laufwerk einlegen, und dann die Tasten **Save/Recall WAVEFORM** → **Save Format** (main) → **Spreadsheet** (side) drücken.
2. Die Tasten **Save Wfm** (main) → **To File** (side) und dann **Save to Selected File** (side) drücken.
3. Die Diskette entnehmen und in das Laufwerk des Computers einlegen.
4. EXCEL starten.
5. Im Dateimenü von EXCEL die Option **Open** aufrufen. Im Menü **List Files of Type** die Angabe **Text Files (*.prn, *.txt, *.csv)** wählen. Im Menü **Drives** das Laufwerk aufrufen, in dem die Diskette mit den Signaldaten liegt. Im Menü **File Name** den Namen der Datei mit den Signaldaten wählen. Dann mit **OK** abschließen.

Signalpfadkompensation

Die Signalpfadkompensation (SPC) minimiert elektrische Offsetspannungen in den Vertikal-, Horizontal- und Triggerverstärkern, die durch Schwankungen der Umgebungstemperatur und durch Alterung von Bauteilen entstehen können. Auf diese Weise lassen sich über einen sehr weiten Temperaturbereich genaue Messungen durchführen.

Die SPC ist immer dann aufzurufen, wenn die vorgesehenen Messungen die größtmögliche Genauigkeit erfordern. Eine SPC ist auch immer dann durchzuführen, wenn sich die Temperatur seit der letzten SPC um mehr als 5°C geändert hat.

HINWEIS. Bei Messungen mit Einstellungen der Vertikalskala auf 5 mV/div oder darunter muß eine SPC mindestens einmal wöchentlich durchgeführt werden. Anderenfalls erreicht das Oszilloskop bei so niedrigen Einstellungen unter Umständen nicht seine garantierten Leistungsdaten.

Die SPC ist wie folgt auszulösen:

1. Das Digitaloszilloskop einschalten und 20 Minuten lang warmlaufen lassen.
2. Keine Eingangssignale anschließen.

STOP. Bei einer (auch zufälligen) Unterbrechung der Stromversorgung des Geräts während einer Signalpfadkompensation speichert das Fehlerprotokoll des Oszilloskops eine entsprechende Meldung. Die Signalpfadkompensation muß dann wiederholt werden. (Die Fehlermeldung kann nur mit spezieller Software des Kundendienstes aus dem Fehlerprotokoll gelöscht werden.)

3. Die Tasten **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **Cal** (pop-up) → **Signal Path** (main) → **OK Compensate Signal Paths** (side) drücken.
4. Den Abschluß der Signalpfadkompensation abwarten (sie kann eine bis drei Minuten dauern). Während dieser Zeit erscheint auf dem Bildschirm ein „Uhren“-Icon (wie links wiedergegeben). Nach Abschluß der Kompensation wird ein neuer Status *Pass* oder *Fail* gemeldet.
5. Im Hauptmenü muß unter dem Menütext **Signal Path** die Angabe *Pass* erscheinen. (Siehe die Abbildung 3–57.)



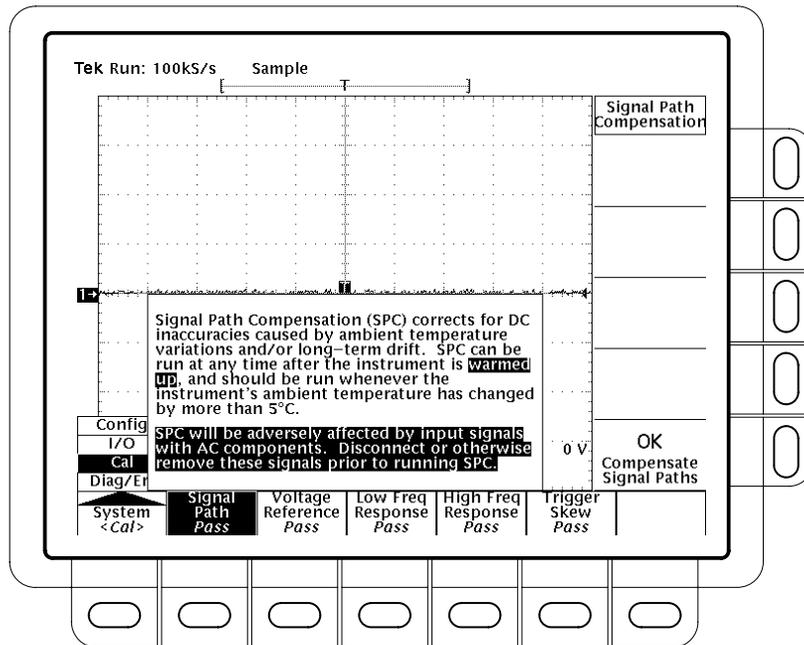


Abbildung 3-57: Durchführung einer Signalpfadkompensation

Signalverläufe ausmessen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Kenndaten von Signalverläufen auszumessen. Hier bieten sich Messungen mit dem Raster oder mit den Cursors oder automatische Messungen an. Der hier folgende Abschnitt beschreibt *automatische Messungen*. (Messungen mit Hilfe der Cursor oder des Rasters werden unter *Cursormessungen* auf Seite 3–11 bzw. unter *Rastermessungen* auf Seite 3–135 beschrieben.)

Automatische Messungen sind im allgemeinen genauer und schneller durchzuführen als beispielsweise die direkte Auszählung von Rasterteilungen. Das Oszilloskop aktualisiert automatische Messungen ständig und gibt sie entsprechend aus. (Es gibt auch eine Möglichkeit, sämtliche Meßwerte gleichzeitig ausgeben zu lassen – siehe die Angaben unter *Schnappschuß aller Meßwerte*, Seite 3–134.)

Automatische Messungen erfolgen jeweils an der ganzen Signalaufzeichnung bzw. bei getorten (gated) Messungen in dem Bereich, der durch die Vertikalcursor spezifiziert wurde. (Siehe die Angaben zu *Getorte Messungen* auf Seite 3–129.) Sie begrenzen sich nicht nur auf den Teil des Signalverlaufs, der jeweils auf dem Bildschirm sichtbar ist.

Liste der Meßgrößen

Das Digitaloszilloskop kann 25 Meßgrößen automatisch bestimmen. Die Tabelle 3–6 enthält kurze Definitionen davon.

Tabelle 3–6: Definitionen der Meßgrößen

Name	Definition
 Amplitude (Amplitude)	Spannungsmessung. Spanne zwischen dem Höchst- und dem Tiefstwert des ganzen Signalverlaufs bzw. des getorten (gated) Bereichs. $\text{Amplitude} = \text{High} - \text{Low}$
 Area (Fläche, Zeitintegral)	Zeitintegral der Spannung. Es entspricht der vom gesamten Signal bzw. vom getorten (gated) Bereich belegten Fläche und wird in V-s angegeben. Hierbei zählen Flächen oberhalb des Nullpegels positiv, Flächen darunter negativ.
 Burst Width (Burstbreite)	Zeitbezugs-messung. Die Dauer eines Burst. Wird über das gesamte Signal bzw. den getorten (gated) Bereich gemessen.
 Cycle Area (Zyklusfläche)	Messung des Zeitintegrals der Spannung über einen Zyklus. Es entspricht der in einem Zyklus bzw. im getorten (gated) Bereich belegten Fläche in V-s. Hierbei zählen Flächen oberhalb des Nullpegels positiv, Flächen darunter negativ.

Tabelle 3–6: Definitionen der Meßgrößen (Fortsetzung)

Name	Definition
 Cycle Mean (Zyklus-mittelwert)	Spannungsmessung. Der arithmetische Mittelwert über den ersten Zyklus des Signalverlaufs bzw. des getorten (gated) Bereichs.
 Cycle RMS (Zyklus-Effektivwert)	Spannungsmessung. Der wahre Effektivwert der Spannung im ersten Zyklus des Signalverlaufs bzw. des getorten (gated) Bereichs.
 Delay (Verzögerung)	Zeitbezugs-messung. Die Zeitspanne zwischen den Durchgängen von zwei Signalstrahlen bzw. von deren getorten (gated) Bereichen durch den Pegel Mid Ref.
 Fall Time (Abfallzeit)	Zeitbezugs-messung. Die Zeitspanne zwischen den Durchgängen der fallenden Flanke des ersten Impulses des Signalverlaufs bzw. des getorten (gated) Bereichs durch die Pegel High Ref (Vorgabe = 90%) und Low Ref (Vorgabe = 10%), bezogen auf den Endwert.
 Frequency (Frequenz)	Zeitbezugs-messung. Messung der Dauer des ersten Zyklus des Signalverlaufs bzw. des getorten (gated) Bereichs. Die Frequenz ist der Kehrwert der Periodendauer und wird in Hertz (Hz) angegeben (1 Hz = 1 Zyklus pro Sekunde).
 High (Hoch)	Der Wert, der zur Bestimmung der Werte für High Ref, Mid Ref oder Low Ref als 100% gilt (zum Beispiel bei der Messung der Anstiegs- oder der Abfallzeit). Er wird aus Minimum/Maximum oder durch Histogramm berechnet. Das Verfahren <i>min/max</i> verwendet das gefundene Maximum, das <i>Histogramm</i> -Verfahren den häufigsten Meßwert über der Bereichsmitte. Die Messung betrifft den ganzen Signalverlauf bzw. den getorten (gated) Bereich.
 Low (Niedrig)	Der Wert, der zur Bestimmung der Werte für High Ref, Mid Ref oder Low Ref als 0% gilt (zum Beispiel bei der Messung der Anstiegs- oder der Abfallzeit). Er wird aus Minimum/Maximum oder durch Histogramm berechnet. Das Verfahren <i>min/max</i> verwendet das gefundene Minimum, das <i>Histogramm</i> -Verfahren den häufigsten Meßwert unter der Bereichsmitte. Die Messung betrifft den ganzen Signalverlauf bzw. den getorten (gated) Bereich.
 Maximum (Maximum)	Spannungsmessung. Das Maximum der Amplitude. Typisch die höchste der positiven Spannungsspitzen. Die Messung betrifft den ganzen Signalverlauf bzw. den getorten (gated) Bereich.
 Mean (Mittelwert)	Spannungsmessung. Der arithmetische Mittelwert über den gesamten Signalverlauf bzw. den getorten (gated) Bereich.
 Minimum (Minimum)	Spannungsmessung. Das Minimum der Amplitude. Typisch die höchste der negativen Spannungsspitzen. Die Messung betrifft den ganzen Signalverlauf bzw. den getorten (gated) Bereich.
 Negative Duty Cycle (negatives Tast-verhältnis)	Zeitbezugs-messung. Messung der Dauer des ersten Zyklus des Signalverlaufs bzw. des aufgetasteten Bereichs. Die Breite des negativen Impulses in Prozent, bezogen auf die Periodendauer des Signals. $\text{NegativeDutyCycle} = \frac{\text{NegativeWidth}}{\text{Period}} \times 100\%$
 Negative Overshoot (negatives Überspringen)	Spannungsmessung. Gemessen über den gesamten Signalverlauf bzw. den aufgetasteten Bereich. $\text{NegativeOvershoot} = \frac{\text{Low} - \text{Min}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$
 Negative Width (Breite negativ)	Zeitbezugs-messung am ersten Impuls eines Signalverlaufs bzw. des getorten (gated) Bereichs. Der (zeitliche) Abstand zwischen Amplitudenpunkten mit dem Pegel Mid Ref (Vorgabe 50%) eines negativen Impulses.
 Peak to Peak (Spitze-Spitze)	Spannungsmessung. Absolutwert der Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum der Amplitude im gesamten Signalverlauf bzw. im getorten (gated) Bereich.
 Period (Periodendauer)	Zeitbezugs-messung. Zeitdauer bis zum Abschluß des ersten vollständigen Signalzyklus im Signalverlauf bzw. im getorten (gated) Bereich. Kehrwert der Frequenz. Angabe in Sekunden.

Tabelle 3–6: Definitionen der Meßgrößen (Fortsetzung)

Name	Definition
 Phase (Phase)	Zeitbezugsmessung. Betrag der zeitlichen Vor- oder Nacheilung zwischen zwei Signalverläufen. Angabe in Winkelgraden, wobei 360° einen vollständigen Signalzyklus überstreichen.
 Positive Duty Cycle (positives Tastverhältnis)	Zeitbezugsmessung. Messung der Dauer des ersten Zyklus des Signalverlaufs bzw. des aufgetasteten Bereichs. Die Breite des positiven Impulses in Prozent, bezogen auf die Periodendauer des Signals. $\text{PositiveDutyCycle} = \frac{\text{PositiveWidth}}{\text{Period}} \times 100\%$
 Positive Overshoot (positives Überspringen)	Spannungsmessung. Gemessen über den gesamten Signalverlauf bzw. den aufgetasteten Bereich. $\text{PositiveOvershoot} = \frac{\text{Max} - \text{High}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$
 Positive Width (Breite positiv)	Zeitbezugsmessung am ersten Impuls eines Signalverlaufs bzw. des getorten (gated) Bereichs. Der (zeitliche) Abstand zwischen Amplitudenpunkten mit dem Pegel Mid Ref (Vorgabe 50%) eines positiven Impulses.
 Rise time (Anstiegszeit)	Zeitbezugsmessung. Die Zeitspanne zwischen den Durchgängen der ansteigenden Flanke des ersten Impulses des Signalverlaufs bzw. des getorten (gated) Bereichs durch die Pegel Low Ref (Vorgabe =10%) und High Ref (Vorgabe = 90%), bezogen auf den Endwert.
 RMS (Effektivwert)	Spannungsmessung. Der wahre Effektivwert der Spannung im gesamten Signalverlauf bzw. im getorten (gated) Bereich.

Meßwertanzeigen

Solange keine Menüs angezeigt werden, erscheinen Meßwertanzeigen am rechten Bildschirmrand (siehe die Abbildung 3–58). Bei gleichzeitiger Menüausgabe erscheinen die Meßwertanzeigen im Rasterbereich. Es können bis zu vier Meßgrößen gleichzeitig angezeigt und aktualisiert werden.

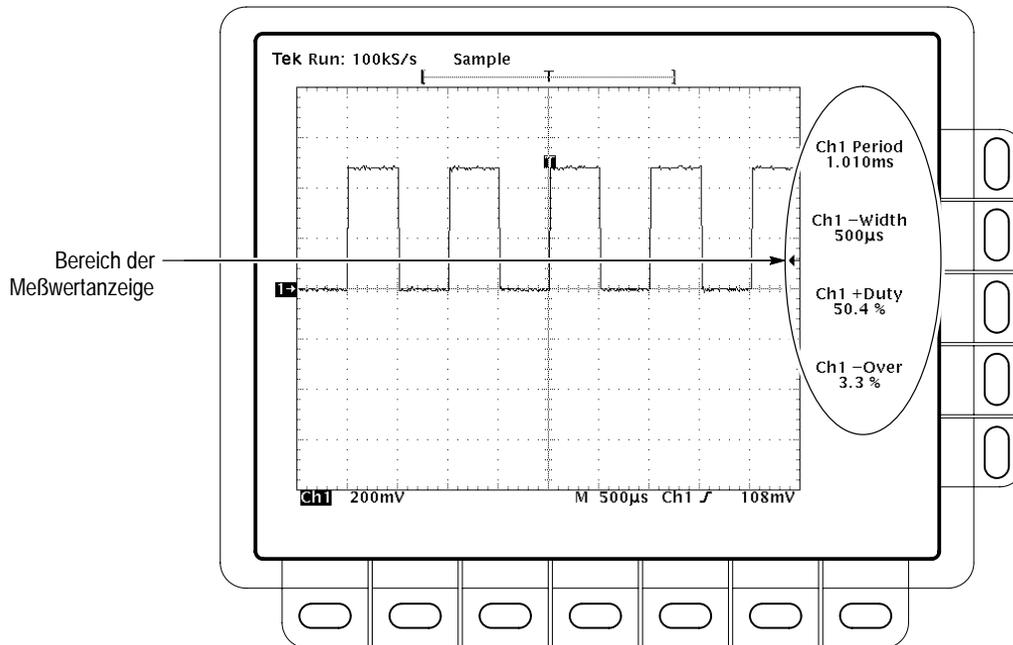


Abbildung 3–58: Meßwertanzeigen

Meßeinheiten (nur bei TDS 400A)

Bei der Umstellung vom internen auf einen externen Takt gelten als Maßeinheiten Taktimpulse statt Sekunden, /Taktimpuls statt Hz und V-Taktimpulse statt V's.

Meßgrößen wählen und anzeigen lassen

Zur Durchführung einer automatischen Messung muß zunächst eine stabile Wiedergabe des Signals erreicht werden, das ausgemessen werden soll. Es kann genügen, die Taste **AUTOSET** zu drücken. Bei stabiler Wiedergabe dann mit der Taste **MEASURE** das Menü Measure aufrufen (Abbildung 3–59).

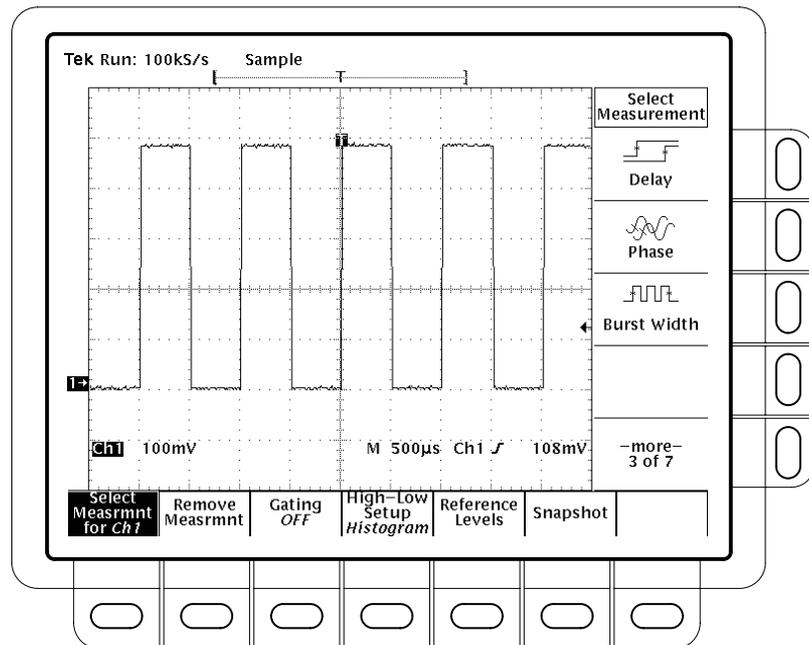


Abbildung 3–59: Menü Measure

Die Messungen erfolgen immer am gewählten Signal. Die Meßanzeige gibt den Kanal an, in dem gemessen wird.

1. Die Tasten **MEASURE** → **Select Measrmt** (main) drücken.
2. Eine Meßgröße im Seitenmenü auswählen.

Meßgrößen aufheben

Auf die folgende Weise lassen sich Meßgrößen aufheben:

1. Die Tasten **MEASURE** → **Remove Measrmt** (main) drücken.
2. Im Seitenmenü die Meßgröße wählen, die aufgehoben werden soll. Mit der Taste **All Measurements** (side) lassen sich alle Meßgrößen gleichzeitig aufheben.

Getorte Messungen

Durch die Möglichkeit des Torens lassen sich Messungen auf den Teil des Signalverlaufs beschränken, der zwischen den Cursors liegt (der *getorte* – *gated* – *Bereich*). Ohne Torenen führt das Oszilloskop die Messungen jeweils an der ganzen Signalaufzeichnung durch.

Nach Aktivierung des Torens erscheinen Vertikalcursor. Mit diesen Cursorn ist der getorte Bereich einzugrenzen. Die folgenden Schritte fordern eine getorte Messung an:

1. Die Tasten **MEASURE** → **Gating** (main) → **Gate with V Bar Cursors** (side) drücken (siehe die Abbildung 3–60).
2. Die Cursor an die Ränder des interessierenden Signalbereichs setzen.

Das Toren wird *nicht* schon dadurch aufgehoben, daß das Cursormenü aufgerufen und die Darstellung der Vertikalcursor unterdrückt wird. (Der Bildschirm enthält weiter die Torenpfeile, die den Bereich der getorten Messung bezeichnen.) Es muß vielmehr im Seitenmenü Gating das Toren selbst aufgehoben werden.

HINWEIS. Die Cursor erscheinen im Bildschirm jeweils zu dem gewählten Signal. Hier besteht Verwechslungsgefahr bei Messungen zwischen zwei Signalen. Wenn bei abgeschalteter Horizontalverriegelung die Horizontalposition eines der Signale geändert wird, erscheint der Cursor an der angeforderten Position zum gewählten Signal. Getorte Messungen bleiben weiter richtig, jedoch ändert sich die Bildschirmposition der Cursor beim Wechsel des gewählten Signals.

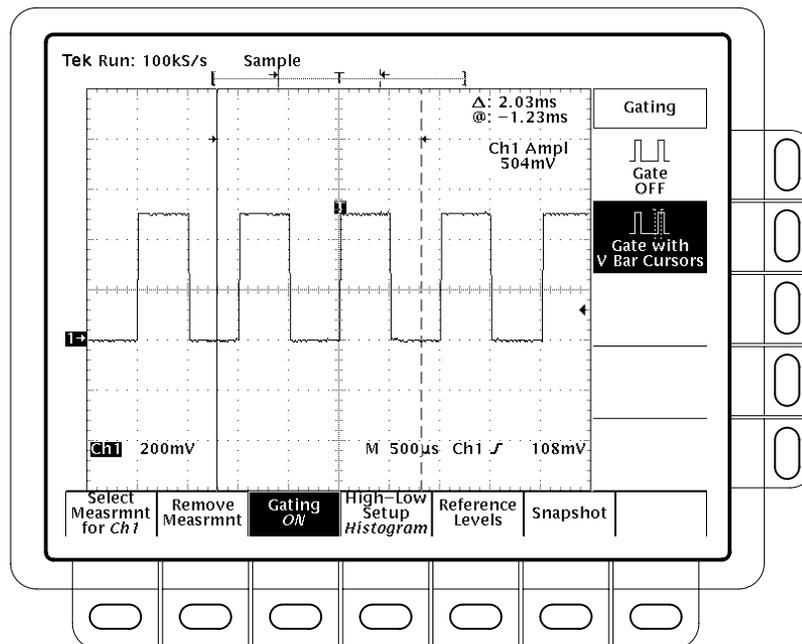


Abbildung 3–60: Menü Measure – Gating

Einstellungen High-Low definieren

Auf die folgende Weise ist zu spezifizieren, wie die Pegel High und Low für Messungen festgelegt werden:

Die Tasten **MEASURE** → **High-Low Setup** (main) → **Histogram** oder **Min-Max** (side) drücken. Nach der Wahl von Min-Max sind auch Referenzpegel zu definieren.

Histogram setzt diese Werte statistisch. Es gilt dann der häufigste Meßwert über oder unter der Bereichsmittle (zur Definition des oberen (high) bzw. des unteren (low) Referenzpegels). Da diese statistische Prüfung kurze Abweichungen (Überschwingen, Einschwingen usw.) ignoriert, entspricht „Histogramm“ der besten Einstellung für die Untersuchung von Impulsen.

Min-max verwendet jeweils die höchsten und die niedrigsten Meßwerte der Signalaufzeichnung. Diese Einstellung empfiehlt sich besonders für die Untersuchung von Signalen ohne ausgeprägt konstante Anteile, wie bei Sinus- oder Dreiecksignalen – nahezu alle Signalformen außer Impulsen.

Referenzpegel definieren

Die Referenzpegel lassen sich wie folgt einstellen:

1. Durch die Tasteneingaben **MEASURE** → **Reference Levels** (main) → **Set Levels** (side) läßt sich vorgeben, ob die Referenzpegel als Prozentsätze gegen High (100%) und Low (0%) oder explizit in den Einheiten des gewählten Signals (typisch V) gelten sollen. Siehe die Abbildung 3–61. Werte dann mit dem Mehrzweckknopf eingeben.

% gilt als Standardvorgabe. Damit lassen sich sehr gut allgemeine Anwendungen bearbeiten.

Units ermöglicht die Eingabe von genauen Werten. So können beispielsweise zur Messung an Leitungen nach RS-232-C die Referenzwerte High und Low in Einheiten V definiert werden, um so die Pegel genau an die für RS-232-C spezifizierten Spannungen anzupassen.

2. Die Tasten **High Ref**, **Mid Ref**, **Low Ref** oder **Mid2 Ref** (side) drücken.

f

High Ref setzt den Referenzpegel High. Standardvorgabe ist 90%.

f

Mid Ref setzt den mittleren Referenzpegel. Standardvorgabe ist 50%.

f

Low Ref setzt den Referenzpegel Low. Standardvorgabe ist 10%.

f

Mid2 Ref setzt den mittleren Referenzpegel des zweiten Signals, das für Verzögerungs- oder für Phasenmessungen zu spezifizieren ist. Standardvorgabe ist 50%.

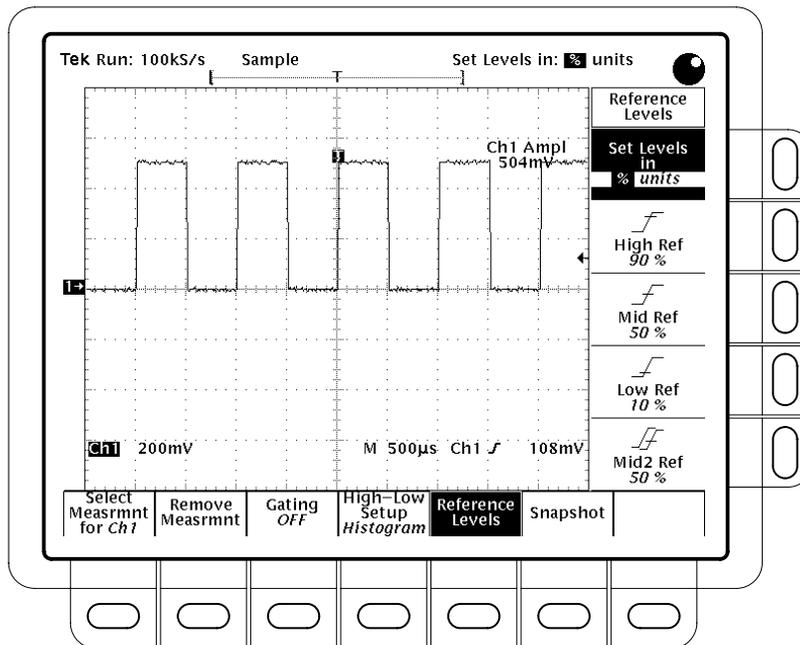


Abbildung 3-61: Menü Measure – Reference Levels

Verzögerungen messen

Bei Verzögerungsmessungen wird die Zeitspanne zwischen zwei Flanken von zwei verschiedenen Signalen gemessen. Verzögerungsmessungen sind wie folgt durchzuführen:

1. Die Tasten **MEASURE** → **Select Measrmt** (main) → **Delay** (side) → **Delay To** (main) → **Measure Delay to** drücken.
2. Die Taste **Measure Delay to** (side) so oft drücken, bis das Signal angegeben wird, gegen das die Verzögerung *delay to* gemessen werden soll.

Hier wurde das Signal gewählt, *bis zu (delay to)* dem gemessen werden soll; die Messung der Verzögerung läuft immer *von (delay from)* dem gewählten Signal. (Siehe die Abbildung 3-62.)

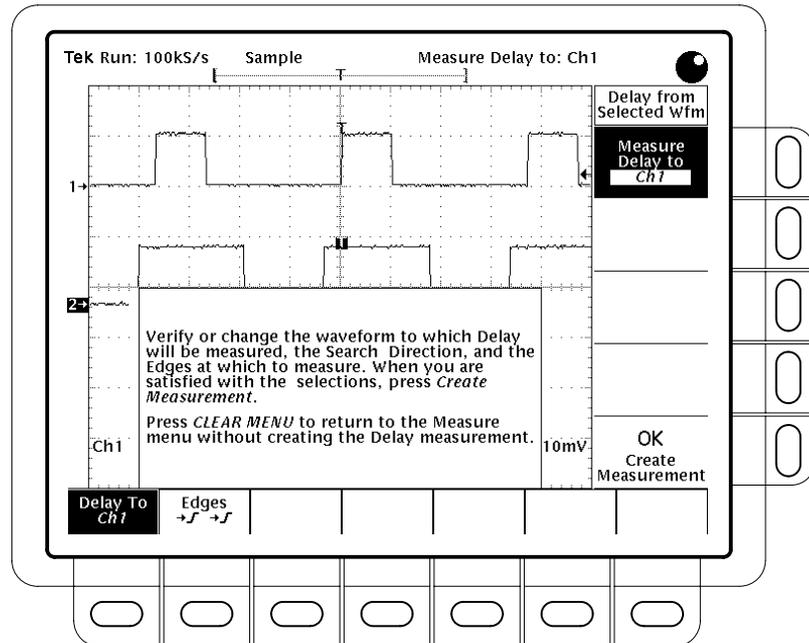


Abbildung 3-62: Menü Measure Delay – Delay To

3. Die Tasten **MEASURE** → **Select Measrmt** (main) → **Delay** (side) → **Edges** (main) drücken. Es erscheint ein Seitenmenü mit verschiedenen Meßflanken und Flankenrichtungen. Hier ist mit Hilfe der folgenden Angaben eine der Kombinationen aus dem Seitenmenü zu wählen:
 - Die hier gemachten Vorgaben definieren die Flanken, zwischen denen die Verzögerung gemessen wird.
 - In jedem Icon bezeichnen das obere Signal den Anfang (*from*), das untere Signal das Ende (*to*) der Meßzeit.
 - Durch die Pfeiltasten kann eine Suche in beiden Signalen vorwärts oder aber eine Suche vorwärts im Signal *from* bei gleichzeitiger Suche rückwärts im Signal *to* spezifiziert werden. Mit der letztgenannten Vorgabe lassen sich spezifische Flankenpaare aus einem Signalstrom herausfinden.
4. Die folgende Tasteneingabe löst die so spezifizierte Messung aus: **Delay To** (main) → **OK Create Measurement** (side).

Die Tasteneingabe **CLEAR MENU** läßt das Menü Measure Delay ohne Einrichtung einer Verzögerungsmessung abbrechen.

Schnappschuß aller Meßwerte

Ein Schnappschuß nimmt alle einzelnen Meßgrößen, die zum gewählten Signal verfügbar sind, jeweils *einmal* auf und gibt deren Meßwerte aus. (Die Meßwerte werden nicht ständig aktualisiert.) Hierbei erscheinen Angaben zu allen in Tabelle 3–6 auf Seite 3–125 aufgeführten Meßgrößen mit Ausnahme von Delay (Verzögerung) und Phase.

Schnappschüsse (siehe die Abbildung 3–63) können zu jedem Eingangssignal eines Kanals oder jedem Signal aus dem Referenzspeicher ausgegeben werden, nicht aber mehrere Schnappschüsse gleichzeitig.

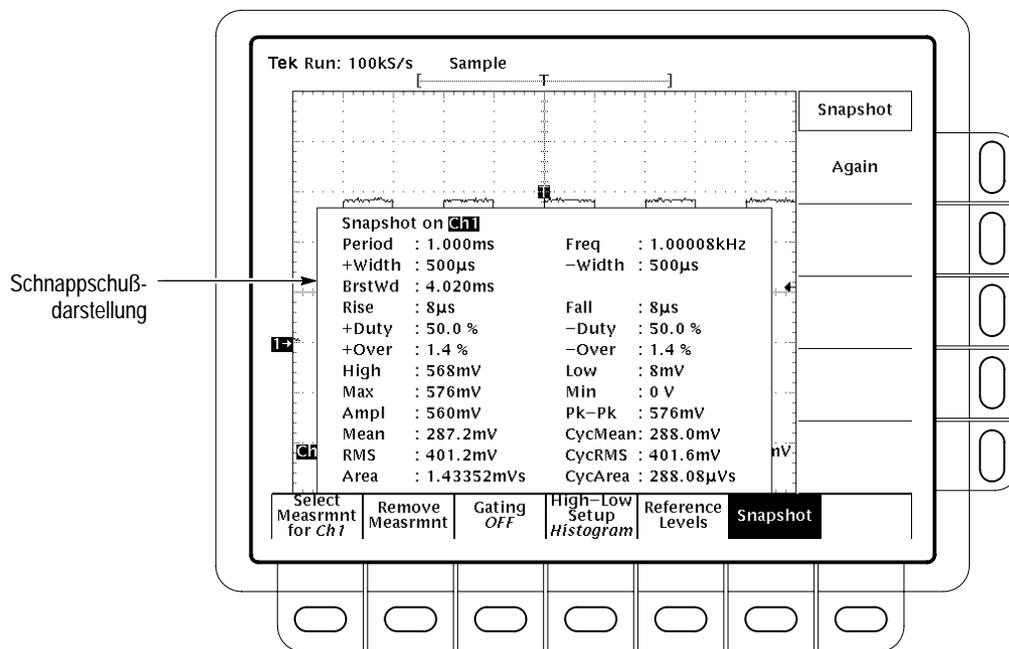


Abbildung 3–63: Menü und Anzeige Snapshot

Ein Schnappschuß ist erst möglich, wenn das zu messende Signal stabil wiedergegeben wird (es genügt vielleicht, die Taste **AUTOSET** zu drücken). Dann wie folgt vorgehen:

1. Die Tasten **MEASURE** → **SNAPSHOT** (main) drücken.
2. Die Tasten **SNAPSHOT** (main) oder **AGAIN** (side) lösen jeweils einen neuen Schnappschuß aus.
3. Die Taste **Remove Measrmt** drücken.

Für die Aufnahme von Schnappschüssen gelten die folgenden Regeln:

- Bei einem Schnappschuß erfolgt keine Warnung wegen unzureichender Skalierung (Signal beschnitten, zu kleine Signalamplitude, zu geringe Auflösung usw).
- Bei automatischen Messungen an gestörten Signalen ist Vorsicht geboten. Es könnte die Frequenz des Störsignals und nicht die des Nutzsignals gemessen werden.
- Die Einstellungen High-Low (Seite 3–131), der Referenzpegel (Seite 3–131) und für getorte (gated) Messungen (Seite 3–129) sind bei Schnappschüssen auf genau die gleiche Weise wie bei Einzelmessungen aus dem Menü Select Measrmt zu verwenden.

Rastermessungen

Das Oszilloskop besitzt ein Bildschirmraster, mit dem sich Differenzen (in der Zeit- oder der Amplitudenachse) zwischen zwei Punkten einer Signalaufzeichnung messen lassen. Rastermessungen liefern schnelle optische Schätzwerte. Sie ermöglichen beispielsweise Beurteilungen von Signalverläufen wie: „Etwas über 100 mV.“

Signalamplituden messen. Signalamplituden sind wie folgt zu messen:

1. Den Kanalwahltaste für den Kanal drücken, dessen Signal gemessen werden soll. Faktor der Vertikalskala für diesen Kanal aus der Kanalanzeige im Bildschirm notieren.
2. Die Anzahl der Rasterteilungen zwischen zwei gewünschten Meßpunkten auszählen und mit dem Faktor der Vertikalskala multiplizieren.

Erstreckt sich beispielsweise ein Signal zwischen seinem Maximum und seinem Minimum bei einem Skalenfaktor von 100 mV/div über fünf Hauptteilungen des Rasters, so läßt sich dessen Spitze-Spitze-Spannung leicht wie folgt berechnen:

$$5 \text{ Teilungen} \times 100 \text{ mV/div} = 500 \text{ mV.}$$

HINWEIS. Bei einer Wahl des NTSC-Rasters gilt für alle gewählten Kanäle ein Amplitudenmaßstab von 143 mV/div (152 mV/div bei PAL), bezogen auf die Rasterteilungen des normalen Rasters, nicht der Videoraster. Bei NTSC entsprechen die tatsächlichen Rasterlinien 10 IRE, und bei PAL liegen die Linien im Abstand von je 100 mV.

Signalzeiten messen. Zur Messung von Zeitdauern an einem Signal ist wie oben beschrieben vorzugehen, jedoch sind hier die Horizontalteilungen auszuzählen und das Ergebnis mit dem Faktor der Horizontalskala zu multiplizieren. So ergibt sich beispielsweise aus einer Dauer eines Signalzyklus von fünf Hauptteilungen horizontal bei einem Skalenfaktor von $50 \mu\text{s}/\text{div}$ leicht die Signalperiode zu:

$5 \text{ Teilungen} \times 50 \mu\text{s}/\text{div} = 250 \mu\text{s}$, das entspricht einer Frequenz von 400 kHz.

Status bestimmen

Das Menü Status liefert Angaben über den Status des Oszilloskops.

Status abrufen

Das Menü Status ist wie folgt aufzurufen (siehe die Abbildung 3–64):

Die Tasten **SHIFT STATUS** → **Status (main)** → **System, Trigger, Waveforms** oder **I/O (side)** drücken.

System liefert Angaben zur Firmware und zu den Systemen Horizontal, Zoom, Acquisition, Limit Test, Measure und Hardcopy (TDS 510A).

Display macht Angaben zum Anzeigesystem.

Trigger ruft Angaben zu den Triggern ab.

Waveforms liefert Angaben zu den verschiedenen Signalverläufen, auch den anliegenden, den berechneten und den Referenzsignalen.

I/O macht Angaben zu den I/O-Port(s).

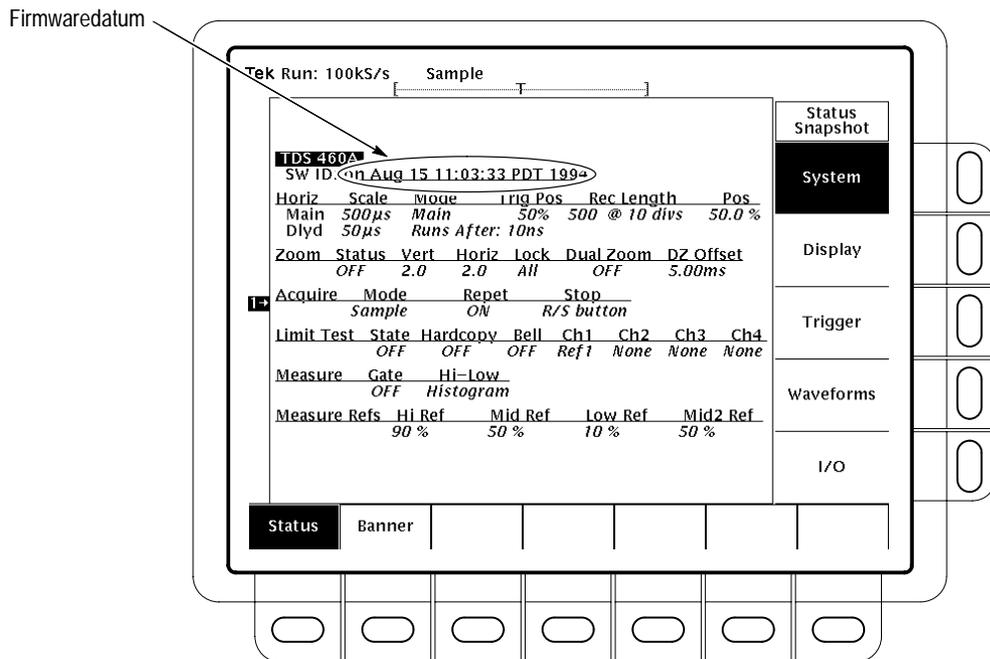


Abbildung 3–64: Menü Status – System (bei dem TDS 400A)

Anzeige des Banners

Zur Anzeige des Banners (Firmwareversion, Optionen und Copyright):

Die Tasten **SHIFT STATUS** → **Banner** (main) drücken. (Siehe die Abbildung 3–65.)

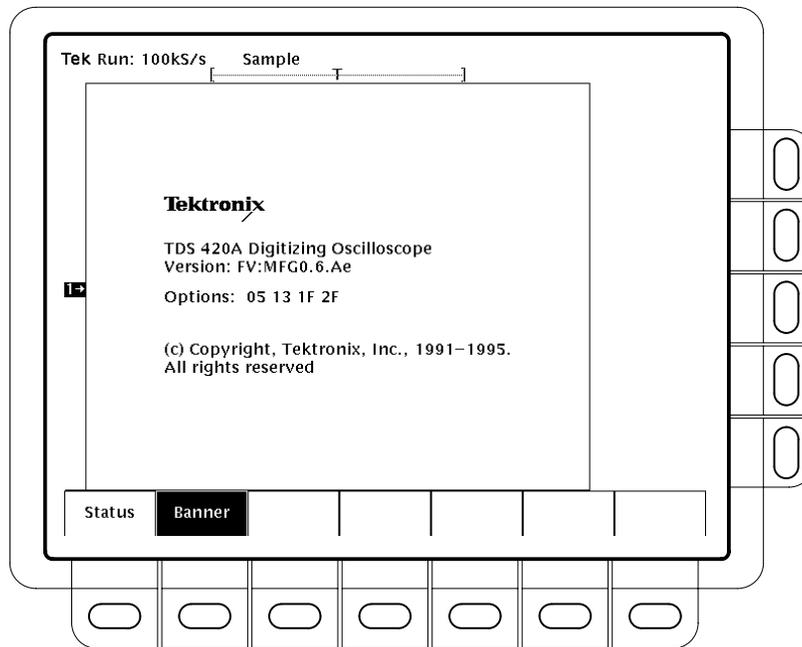


Abbildung 3–65: Anzeige des Banners

Tastkopf kalibrieren (nur bei TDS 510A)

Durch *Probe Cal* an einem Kanal mit installiertem Tastkopf läßt sich die Fähigkeit des Oszilloskops zur Aufnahme genauer Meßwerte für eine bestimmte Paarung von Kanal und Tastkopf noch optimieren.

Probe Cal läßt sich jederzeit durchführen, um sicherzustellen, daß Meßwerte mit der höchstmöglichen Genauigkeit aufgenommen werden. Die Durchführung von Probe Cal ist auch zu empfehlen, wenn seit dem letzten Probe Cal ein anderer Tastkopf verwendet wird.

Tastkopfkalibration und Tastkopftyp

Bei einigen Tastkopftypen kann der Teilungsfaktor, bei anderen der Offset und bei manchen können beide Größen kompensiert werden. *Bei manchen Tastköpfen ist keine Kompensation möglich.*

Tastköpfe mit einem Teilungsfaktor von über 20X können nicht kompensiert werden.

Das Digitaloszilloskop kann auch keine Tastköpfe mit zu großen Fehlern des Teilungsfaktors und/oder des Offsets kompensieren ($> 2\%$ Teilungsfaktor und/oder > 50 mV Offset). Der Tastkopf muß vom Wartungsdienst überprüft werden, wenn diese Fehler außerhalb der Spezifikation liegen.

HINWEIS. *Probe Cal ist für den passiven Tastkopf P6139A nicht zu empfehlen. Dieser Tastkopf besitzt typisch nur einen geringen Fehler im Teilungsfaktor und im Offset, so daß die Verbesserung der Leistungsdaten durch Probe Cal den Zeitaufwand für die Durchführung von Probe Cal nicht aufwiegt. Probe Cal ergibt erhebliche Verbesserungen der Leistungsdaten bei aktiven oder bei älteren passiven Tastköpfen.*

Durchführung

Bei der Installation eines *aktiven* Tastkopfs wie des P6243 sind keine Vorbereitungen für diese Prozedur erforderlich. Es kann direkt mit Schritt 1 begonnen werden.

Zur Kompensation von *passiven* Tastköpfen nach dieser Prozedur muß zunächst deren Frequenzgang bei tiefen Frequenzen kompensiert werden. Hierzu ist nach den folgenden Schritten 1 und 2 der Abgleich gemäß *Tastkopf kompensieren* auf

Seite 3–145 durchzuführen. Danach geht es mit Schritt 3 der folgenden Prozedur weiter.

1. Den Tastkopf am Eingangskanal installieren.
2. Das Digitaloszilloskop einschalten und vor der Durchführung der folgenden Prozedur 20 Minuten lang warmlaufen lassen.
3. Die Tasten **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **Cal** (pop-up) drücken.
4. Die Angaben des Statusindikators unter **Signal Path** im Hauptmenü beachten. Wenn hier nicht der Status **Pass** angegeben wird, ist zunächst eine Signalpfadkompensation (*Signalpfadkompensation*, Seite 3–123) durchzuführen, bevor die vorliegende Prozedur fortgesetzt werden kann.
5. Die Taste des Kanals, an dem der Tastkopf installiert wurde, in der Frontplatte drücken.
6. Die Tasten **VERTICAL MENU** → **Cal Probe** (main) drücken.

STOP. Das Oszilloskop ermittelt den Typ des installierten Tastkopfs und gibt Bildschirmmeldungen und Menüpositionen zur Kompensation des Teilungsfaktors, des Offsets oder beider Größen des Tastkopfs aus (siehe die Abbildung 3–66). Die folgenden Schritte veranlassen die Kompensation, je nach dem vom Oszilloskop erkannten Tastkopftyp, von Teilungsfaktor, Offset oder beiden Größen des Tastkopfs.

7. Weiter bei Schritt 15, wenn die Bildschirmmeldung eine *Probe Offset Compensation* und nicht eine *Probe Gain Compensation* fordert.
8. Die Tastkopfspitze an das **PROBE COMPENSATION SIGNAL** und die Bezugsleitung des Tastkopfs an **PROBE COMPENSATION GND** anschließen.
9. Die Taste **OK Compensate Gain** (side) drücken.
10. Den Abschluß der Kompensation des Teilungsfaktors abwarten (dauert eine bis drei Minuten).



Wenn die Kompensation des Teilungsfaktors abgeschlossen ist, geschieht folgendes:

- Falls für den installierten Tastkopf auch eine Offsetkompensation erforderlich ist, erscheint die Meldung *Probe Offset Compensation* anstelle der Meldung *Probe Gain Compensation*.

- Eine Meldung „Probe is not connected“ bedeutet, daß die Kompensation des Teilungsfaktors nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte (Anschlüsse des Tastkopfs an das Digitaloszilloskop überprüfen. Ist die Tastkopfspitze richtig in der Klemmspitze installiert? Dann den Schritt 9 wiederholen).
 - Auch die Meldung „Compensation Error“ bedeutet, daß die Kompensation des Teilungsfaktors nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Sie erscheint, wenn der Teilungsfaktor oder der Offset des Tastkopfes zu groß ist, um noch kompensiert werden zu können. Die Kalibration kann dann mit einem anderen Tastkopf wiederholt werden. Den fehlerhaften Tastkopf vom Wartungsdienst überprüfen lassen.
11. Weiter mit Schritt 15, wenn die Meldung *Probe Offset Compensation* erscheint, sonst mit Schritt 12.
 12. Wenn die Meldung *Compensation Error* erscheint, weiter mit Schritt 13, sonst mit Schritt 18.

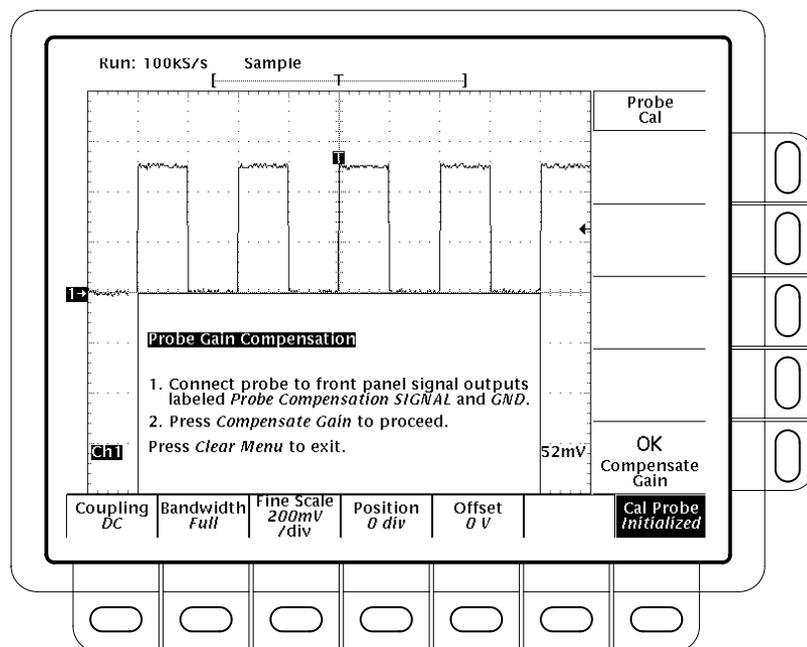


Abbildung 3–66: Menü Probe Cal und Anzeige zur Gain Compensation

13. Die Tasten **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **Diag/Err** (pop-up) → **Error Log** (main) drücken. Wenn mehr Fehlermeldungen erscheinen, als der Bildschirm wiedergeben kann, lassen sie sich durch Drehung des Mehrzweckknopfs im Uhrzeigersinn nacheinander abrufen.

14. Den Betrag des Kompensationsfehlers notieren. Weiter mit Schritt 19.
15. Den Tastkopf von allen Signalen abtrennen, an die er etwa angeschlossen ist, nicht aber von seinem Kanal.
16. Die Taste **OK Compensate Offset** (side) drücken.
17. Den Abschluß der Offsetkompensation abwarten (dauert eine bis drei Minuten).



Die Meldung „Compensation Error“ zeigt an, daß die Offsetkompensation nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Sie erscheint, wenn die Offsetskala (10% Fehler) und/oder der Offset (50 mV) des Tastkopfes zu groß ist, um noch kompensiert werden zu können. Die Kalibration kann dann mit einem anderen Tastkopf wiederholt werden. Den fehlerhaften Tastkopf vom Wartungsdienst überprüfen lassen. In den Schritten 13 und 14 kann auch das Fehlerprotokoll ausgewertet werden.

18. Sobald das Uhren-Icon verschwunden ist, muß anstelle des Worts **Initialized** unter **Cal Probe** im Hauptmenü jetzt das Wort *Pass* erscheinen. (Siehe die Abbildung 3–66.)
19. Bei Bedarf kann diese Prozedur ab Schritt 1 für die Kompensation von anderen Kombinationen Kanal/Tastkopf wiederholt werden.

Tastkopfwechsel nach einer Probe Cal

Die Tabelle 3–7 gibt die Reaktionen des Oszilloskops bei einem Wechsel des Tastkopfs nach einer Probe Cal entsprechend dem angeschlossenen Tastkopf und der vom Benutzer vorgenommenen Maßnahme an.

Tabelle 3–7: Probe Cal-Status

Tastkopf kalib'rt ¹	Benutzer- maßnahme	Typ des angeschlossenen Tastkopfs ²	
		Einfache Schnittstelle ³	Komplexe Schnittstelle ⁴
Nein	Beliebig	<i>Initialized</i>	<i>Initialized</i>
Ja	Ausschalten	<i>Initialized</i> (Tastkopfdaten werden eingelesen)	<i>Initialized</i> (Tastkopfdaten werden eingelesen)
Ja	Einschalten	Erkennt nur den gleichen Tastkopf: gibt Menü <i>Reuse Probe Calibration Data</i> aus Anderer Tastkopf: <i>Initialized</i>	Kalibrierter Tastkopf: <i>Pass</i> Anderer Tastkopf: <i>Initialized</i>
Ja	Tastkopf abtrennen	<i>Initialized</i>	<i>Initialized</i>
Ja	Tastkopf anschießen	Erkennt nur den gleichen Tastkopf: gibt Menü <i>Reuse Probe Calibration Data</i> aus Anderer Tastkopf: <i>Initialized</i>	Kalibrierter Tastkopf: <i>Pass</i> Anderer Tastkopf: <i>Initialized</i>

- ¹ Gilt für einen Kanaleingang, der bei der letzten Durchführung von Probe Cal für diesen Eingangskanal erfolgreich kompensiert werden konnte.
- ² Solange kein Tastkopf angeschlossen ist, gibt das Vertikalhauptmenü den Status des Tastkopfs immer als *Initialized* an.
- ³ Tastköpfe mit einfacher Schnittstelle können nur sehr wenige Informationen an das Oszilloskop weitergeben. Passive Tastköpfe haben meist einfache Schnittstellen.
- ⁴ Tastköpfe mit komplexer Schnittstelle können weitere Informationen übertragen. Sie können beispielsweise automatisch die Eingangsimpedanz des Oszilloskopkanals an die des Tastkopfs anpassen lassen, eine eindeutige Tastkopfnummer an das Oszilloskop übertragen usw. Einige optische Tastköpfe und die meisten aktiven Tastköpfe haben komplexe Schnittstellen.

Falls das Menü *Re-use Probe Calibration data?* erscheint (siehe die Abbildung 3–67), ist eine der folgenden Optionen zu wählen:

- Die Tasteneingabe **OK Use Existing Data** (side) läßt die für diesen Kanal zuletzt gespeicherten Daten der Tastkopfkalibration *verwenden*.
- Die Tasteneingabe **OK Erase Probe Cal Data** (side) läßt die zuletzt gespeicherten Daten der Tastkopfkalibration *löschen* und den Tastkopf ohne Kompensation verwenden.
- Die Tasteneingabe **CLEAR MENU** läßt die zuletzt gespeicherten Daten der Tastkopfkalibration *bestehen* und den Tastkopf ohne Kompensation verwenden.

HINWEIS. Bei Ausgabe des Menüs *Re-use Probe Calibration data* die Angabe **OK Use Existing Data** nur dann wählen, wenn die Kalibrationsdaten mit dem jetzt installierten Tastkopf aufgenommen wurden.

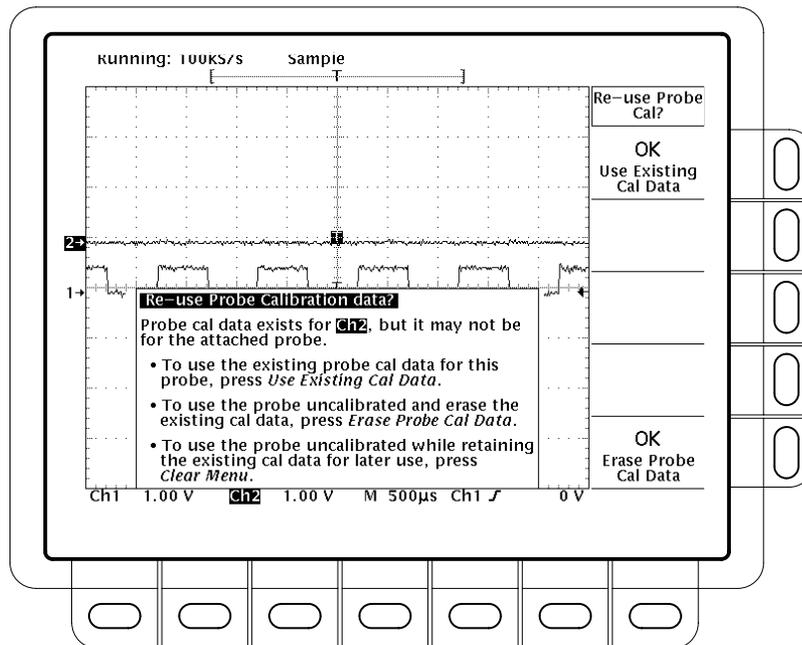


Abbildung 3-67: Menü Re-use Probe Calibration Data

Tastkopf kompensieren

Passive Tastköpfe müssen kompensiert werden, damit das Digitaloszilloskop ein Eingangssignal erhält, das möglichst weitgehend frei von Verzerrungen und von Amplitudenfehlern bei hohen Frequenzen ist (siehe die Abbildung 3–68). Bei einem TDS 510A sind auch die Angaben zu Probe Cal auf Seite 3–139 zu beachten.

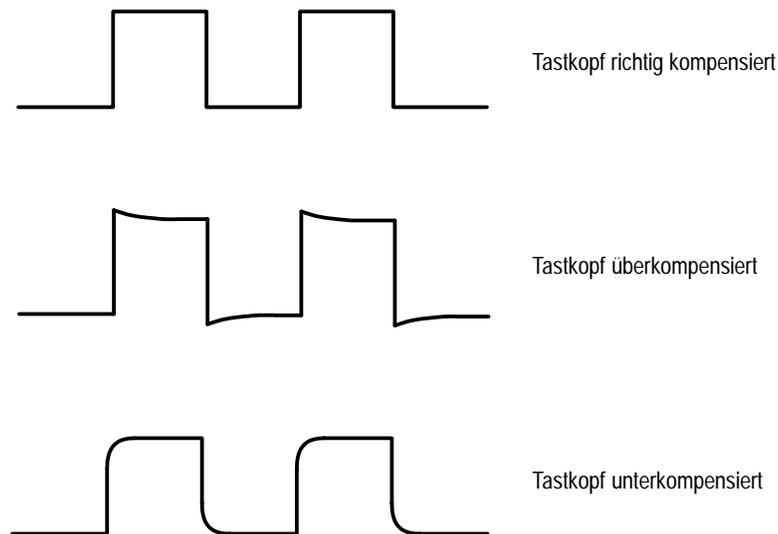


Abbildung 3–68: Signalveränderungen durch ungenügende Tastkopfkomensation

Passive Tastköpfe kompensieren

Tastköpfe sind auf die folgende Weise zu kompensieren:

1. Den Tastkopf an den Ausgang für das Tastkopfkomensationssignal in der Frontplatte anschließen.
2. Die Taste **AUTOSET** drücken.

HINWEIS. Beim Anschluß eines aktiven Tastkopfs (zum Beispiel des P6243) an das Oszilloskop ändert sich dessen Eingangsimpedanz automatisch nach $50\ \Omega$. Wird dann ein passiver Tastkopf mit hoher Impedanz angeschlossen, muß diese Eingangsimpedanz wieder auf $1\ M\Omega$ zurückgesetzt werden. Schritt 4 erläutert, wie die Eingangsimpedanz umzustellen ist.

3. Die Tasten **VERTICAL MENU** → **Bandwidth** (main) → **20 MHz** (side) drücken.
4. Zur Umstellung der Eingangsimpedanz die Taste **Coupling** (main) drücken. Dann mit der Taste Ω im Seitenmenü die gewünschte Impedanz aufrufen.
5. Die Tasten **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Mode** (main) → **Hi Res** (side) drücken.
6. Die Einstellung im Tastkopf so vornehmen, daß der Bildschirm ein Rechtecksignal mit perfekt waagerechten Linien zeigt. Die Lage des Einstellelements ist der Darstellung in Abbildung 3-69 zu entnehmen.

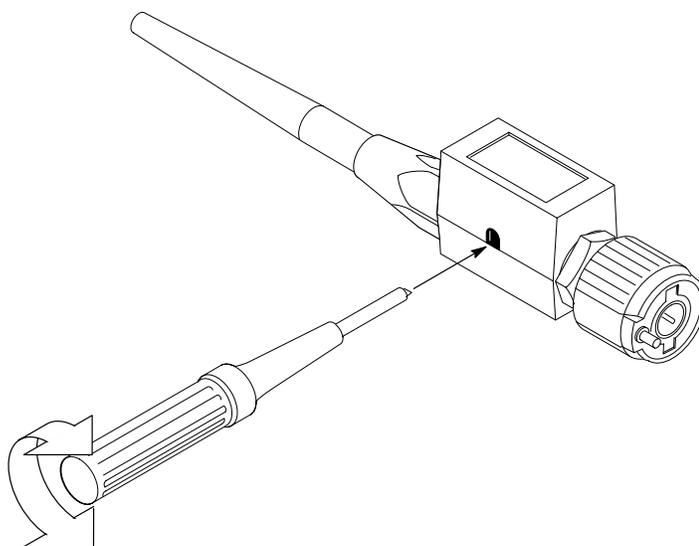


Abbildung 3-69: Einstellung des Tastkopfs

Vertikalsteuerung

Mit dem Menü und den Drehknöpfen der Vertikalsteuerung lassen sich Position und Skala des gewählten Signals in Amplitudenrichtung auf dem Bildschirm einstellen.

Vertikalskala und -position einstellen

Durch Ändern der Vertikalskala läßt sich ein bestimmter Teil eines Signals auswählen. Das Ändern der Vertikalposition verschiebt das Signal nach unten oder oben. Dies ist bei einem Vergleich zwischen zwei oder mehr Signalen von besonderem Vorteil.

Wenn der Drehknopf **POSITION** schnellere Änderungen ergeben soll, ist die Taste **SHIFT** zu drücken. Der Drehknopf **POSITION** hat die Funktion einer Grobeinstellung, wenn die Leuchte neben der Taste **SHIFT** leuchtet und oben rechts im Bildschirm die Angabe **Coarse Knobs** zu lesen ist.

Vertikalskala prüfen

Die *Vertikalanzeige* unten links im Bildschirm gibt die eingestellte Empfindlichkeit des jeweils dargestellten Kanals in V/div an (der jeweils gewählte Kanal wird in Negativschrift bezeichnet). (Siehe die Abbildung 3–70.)

Vertikalparameter ändern

Im Vertikalmenü (siehe die Abbildung 3–70) lassen sich die Kopplung, die Bandbreite und der Offset für das gewählte Signal einstellen. In diesem Menü können auch die Position oder die Empfindlichkeit numerisch geändert werden.

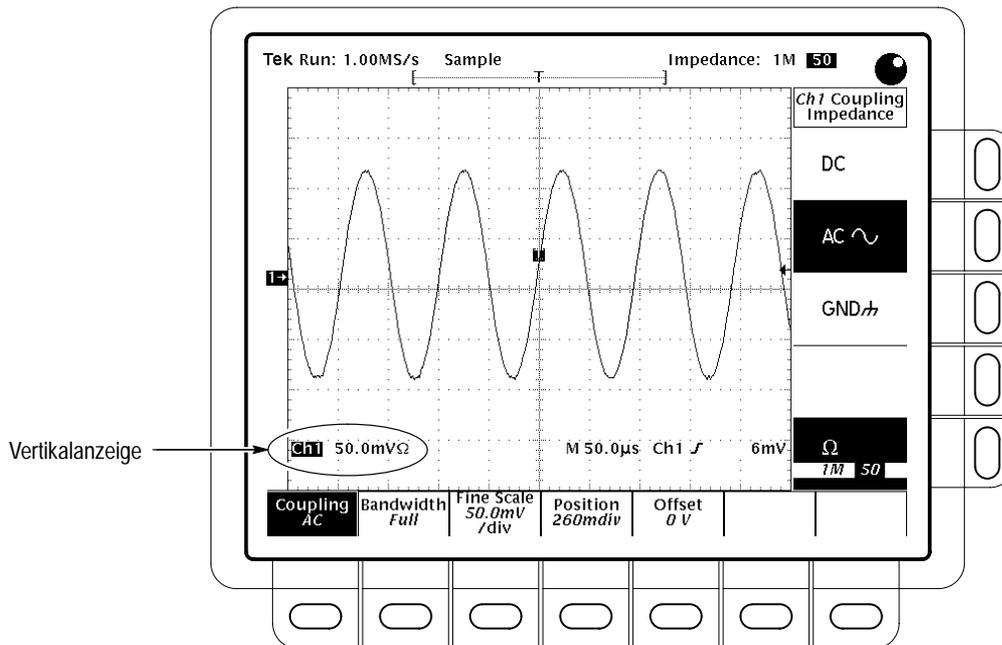


Abbildung 3-70: Anzeigen und Kanalmenü Vertikal

Coupling

Zur Wahl der Ankopplung des Eingangssignals an den Vertikalabschwächer für den gewählten Kanal, mit Einstellung der Eingangsimpedanz:

Die Tasten **VERTICAL MENU** → **Coupling** (main) → **DC**, **AC**, **GND** oder Ω ($\sigma\delta\epsilon$) drücken.

DC

In der Kopplungsart *DC* wird das Eingangssignal mit seinem Gleichspannungspegel (AC und DC) dargestellt.

AC \sim

Bei einer Kopplung *AC* können nur die Wechselspannungsanteile des Eingangssignals dargestellt werden.

GND ⏏

Bei der Einstellung *GND* (Masse) wird kein Eingangssignal erfaßt.

Ω

Ω (Eingangsimpedanz) läßt die Wahlmöglichkeiten 1 M Ω oder 50 Ω für die Impedanz zu.

HINWEIS. Bei Wahl einer Eingangsimpedanz von $50\ \Omega$ und AC Kopplung kann das Digitaloszilloskop Frequenzen unter 200 kHz nicht genau wiedergeben.

Beim Anschluß eines aktiven Tastkopfs an das Oszilloskop stellt dieses die Eingangsimpedanz auf $50\ \Omega$ und die Eingangskopplung auf AC ein. Wird danach wieder ein passiver Tastkopf angeschlossen, so ist die Eingangsimpedanz von Hand wieder auf $1\ M\Omega$ zurückzusetzen.

- Bandwidth** *Bandwidth* (Bandbreite) bezeichnet den Frequenzbereich, in dem das Oszilloskop Signale genau erfassen und wiedergeben kann (das heißt mit einer Bedämpfung unter 3 dB). Zur Vorgabe einer oberen Grenze für die höherfrequenten Signalanteile ist die Bandbreite des gewählten Kanals wie folgt zu ändern:
- Die Tasten **VERTICAL MENU** → **Bandwidth** (main) → **Full, 100 MHz**, or **20 MHz** (side).
- Fine Scale** Zur Feineinstellung der Vertikalskala die Tasten **VERTICAL MENU** → **Fine Scale** (main) drücken und die Vertikalskala mit dem Mehrzweckknopf einstellen.
- Position** Um die Vertikalposition auf eine spezifische Anzahl von Skalenteilen einzustellen, sind die Tasten **VERTICAL MENU** → **Position** (main) zu drücken und die Vertikalposition mit dem Mehrzweckknopf einzustellen. Die Taste **Set to 0 divs** (side) setzt den Referenzpunkt des gewählten Signals wieder in die Bildschirmmitte zurück.
- Offset** Durch den Offset kann eine Gleichspannungskomponente eines Signals kompensiert werden. Es ist beispielsweise schwierig, eine Brummspannung von 100 mV zu untersuchen, die einer Speisespannung von 15 V überlagert ist. Mit dem Offset kann der Brumm allein dargestellt und ganz nach Wunsch skaliert werden.
- Zur Vorgabe eines Offsets die Tasten **VERTICAL MENU** → **Offset** (main) drücken. Dann den Vertikaloffset mit Hilfe des Mehrzweckknopfes einstellen. Die Taste **Set to 0 V** (side) setzt den Offset direkt wieder auf Null zurück.

Verzögerte Triggerung

Das Digitaloszilloskop bietet eine Haupt- („main“) und eine verzögerte („delayed“) Zeitbasis. Die verzögerte Zeitbasis benötigt ebenso wie die Hauptzeitbasis ein Triggersignal und eine zugehörige Signalquelle. Verzögerung ist nur bei Flankentriggerung und bei bestimmten Klassen von Hauptimpulstriggern möglich. Der folgende Abschnitt beschreibt, wie die Verzögerung der Signalerfassung einzustellen ist.

Die Signalerfassung lässt sich auf zwei Arten verzögern: *Delayed runs after main* und *Delayed triggerable*. Nur *Delayed triggerable* arbeitet mit Triggerverzögerung.

Delayed runs after main wartet auf einen Haupttrigger (ein Triggerereignis der Hauptzeitbasis), läßt danach eine vom Benutzer definierte Zeitspanne verstreichen und beginnt dann mit der Signalerfassung (siehe die Abbildung 3–71).

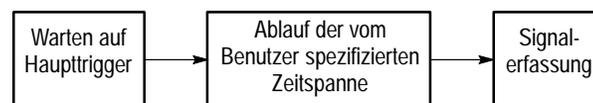


Abbildung 3–71: Delayed Runs After Main

Delayed triggerable wartet zunächst auf einen Haupttrigger und erfaßt die Signale dann, je nach dem gewählten Typ der Triggerverzögerung, auf eine der folgenden Arten (siehe die Abbildung 3–72).

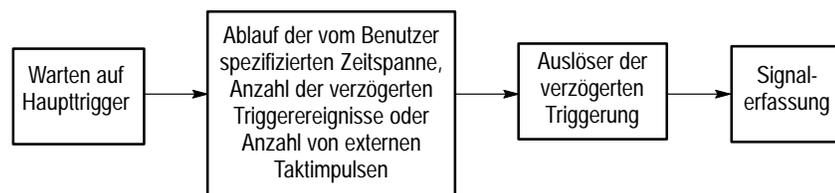


Abbildung 3–72: Delayed Triggerable

After Time wartet den Ablauf einer vom Benutzer spezifizierten Zeitspanne ab und beginnt mit der Signalerfassung, sobald danach das nächste verzögernde Triggerereignis eintritt.

After Events wartet die spezifizierte Anzahl von verzögernden Triggerereignissen ab und beginnt dann mit der Signalerfassung.

After Events/Time (TDS 510A only) wartet die spezifizierte Anzahl von verzögernden Triggerereignissen und danach noch den Ablauf einer vom Benutzer spezifizierten Zeitspanne ab und beginnt erst dann mit der Signalerfassung.

External clks (TDS 400A) wartet die spezifizierte Anzahl von externen Taktimpulsen ab und beginnt dann mit der Signalerfassung.

HINWEIS. In der Betriebsart mit verzögerter Triggerung gibt das Digitaloszilloskop einen üblichen Flankentrigger für die verzögerte Zeitbasis ab. Diese triggert nicht, wenn der Typ des Haupttriggers (im Menü Main Trigger) entweder als logisch oder als Impuls – Klasse Runt-Trigger – definiert wurde.

Verzögert ausführen

Im Horizontalmenü ist die gewünschte Triggerart zu wählen und zu definieren: Delayed runs after main oder Delayed triggerable. Delayed triggerable erfordert aber noch weitere Vorgaben im Menü Delayed Trigger. Die folgenden Tasteneingaben lassen die verzögerte Zeitbasis unmittelbar nach Ablauf der Verzögerungszeit starten:

1. Die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Time Base** (main) → **Delayed Only** (side) → **Delayed Runs After Main** (side) drücken.
2. Mit dem Mehrzweckknopf die gewünschte Verzögerungszeit einstellen.

Die Taste Intensified (side) läßt im Datensatz der Hauptzeitbasis eine Zone besonders hell darstellen, die die Lage des Datensatzes der verzögerten Zeitbasis gegenüber dem des Haupttriggers erkennen läßt. Im Modus Delayed Runs After Main entsprechen der Beginn und das Ende der hell markierten Zone dem Beginn bzw. Ende des Datensatzes der verzögerten Zeitbasis.

Die Einstellungen der Strahlhelligkeit werden im Kapitel *Anzeigemodi* auf Seite 3–3 beschrieben.

Verzögert triggern

Die Einstellungen des Main Trigger müssen mit denen von Delayed Triggerable kompatibel sein. Der Modus Delayed Triggerable ist wie folgt zu wählen:

1. Die Taste **TRIGGER MENU** drücken.
2. Die Taste **Type** (main) und je nach Bedarf eine der Tasten **Edge** oder **Pulse** drücken.

3. Die Tasten **HORIZONTAL MENU** → **Time Base** (main) → **Delayed Only** (side) → **Delayed Triggerable** (side) drücken.

***HINWEIS.** Die Menüposition **Delayed Triggerable** kann erst gewählt werden, wenn alle inkompatiblen Einstellungen im Menü **Main Trigger** behoben sind. Bis dahin erscheint der Menütext **Delayed Triggerable** nur in halbschwarzer Schrift.*

Mit der Taste **Intensified** (side) läßt sich eine Zone besonders hell hervorheben, die den Bereich gegenüber dem Haupttrigger der Hauptzeitbasis angibt, in dem ein Datensatz der verzögerten Zeitbasis auftreten *könnte* (es muß ein gültiges verzögerndes Triggerereignis vorliegen). Im Modus **Delayed Triggerable After** entspricht der Beginn der hell markierten Zone dem möglichen Anfangspunkt des Datensatzes der verzögerten Zeitbasis. Das Ende dieser Zone stimmt mit dem Ende des Datensatzes der Hauptzeitbasis überein, da ja ein Datensatz der verzögerten Zeitbasis jederzeit nach Ablauf der Verzögerungszeit getriggert werden kann.

Die Einstellung der Strahlhelligkeit für normale und hell markierte Signalverläufe wird im Kapitel *Anzeigemodi* auf Seite 3–3 beschrieben.

Jetzt ist noch das Menü **Delayed Trigger** aufzurufen, um darin das verzögernde Triggerereignis zu definieren.

4. Bei einem TDS 400A die Tasten **SHIFT DELAYED TRIG** → **Delay by** (main) → **Triggerable After Time, Events** oder **Ext clks** (side) drücken (Abbildung 3–73).
5. Bei einem TDS 510A die Tasten **SHIFT DELAYED TRIG** → **Delay by** (main) → **Triggerable After Time, Events** oder **Events/Time** (side) drücken.
6. Die Verzögerungszeiten oder Auslöser mit Hilfe des Mehrzweckknopfs bzw. des Tastenfeldes eingeben.

Hinweis: Das Menü **Delayed Trigger** läßt sich auch direkt aufrufen (siehe die Schritte 4 und 5). Nach der Anwahl von **Triggerable After Time, Events** oder **Events/Time** schaltet das Oszilloskop automatisch auf **Delayed Triggerable** im Horizontalmenü um. Um die Betriebsart **Delayed Triggerable** zu beenden, muß aber das Horizontalmenü aufgerufen werden.

Im Menü **Source** ist der Eingang anzugeben, der das auslösende Signal für die verzögerte Triggerung liefern soll.

7. Die Tasten **Source** (main) → **Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, DC Aux** oder **Auxiliary** (side) drücken.

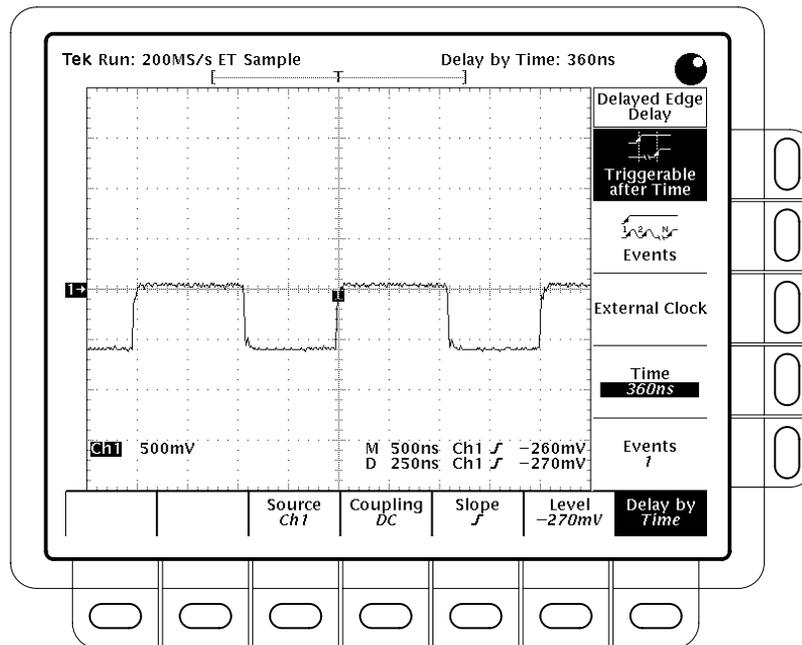


Abbildung 3-73: Menü Delayed Trigger (bei einem TDS 400A)

8. Die Tasteneingaben **Coupling** (main) → **DC**, **AC**, **HF Rej**, **LF Rej** oder **Noise Rej** (side) definieren die Art der Kopplung des Eingangssignals als Verzögerungstrigger. Siehe eine Beschreibung dieser Koppelarten unter *Kopplung spezifizieren* auf Seite 3-37.
9. Die Taste **Slope** (main) gibt die Flanke vor, bei der die verzögerte Triggerung erfolgt. Hier ist zwischen der ansteigenden und der fallenden Flanke zu wählen.

Bei der Signalerfassung im Modus Delayed Triggerable erscheinen in der Anzeige zwei Triggerbalken. Diese bezeichnen die gültigen Triggerpegel für den Haupttrigger bzw. für den verzögerten Trigger.

10. Die Tasten **Level** (main) → **Level**, **Set to TTL**, **Set to ECL** oder **Set to 50%** (side) drücken. Siehe eine Beschreibung dieser Pegelinstellungen unter *Pegel einstellen* auf Seite 3-38.

Videotriggerung (TDS 400A)

Bei einem TDS 510A mit der Option 05 sind die Bedienungsangaben zur Videotriggerung der Bedienungsanleitung zur *Videotriggerchnittstelle zur Option 05 der TDS-Familie* zu entnehmen. Das Menü Video Trigger ist als Option verfügbar und ermöglicht Einstellungen für Quelle, Polarität, Klasse, Modus und Holdoff der Videosignale. Außerdem lassen sich Verzögerungen um bestimmte Zeilenzahlen oder Zeiten einstellen und die Triggerung wahlweise nur auf das erste oder das zweite Halbbild begrenzen.

Auslöser für einen *Videotrigger* ist ein Synchronisationsimpuls horizontal oder vertikal in einem Videosignal.

Videotriggerung einstellen

Das Menü Video Trigger ist wie folgt aufzurufen:

Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Video** (side) drücken (siehe die Abbildung 3-74).

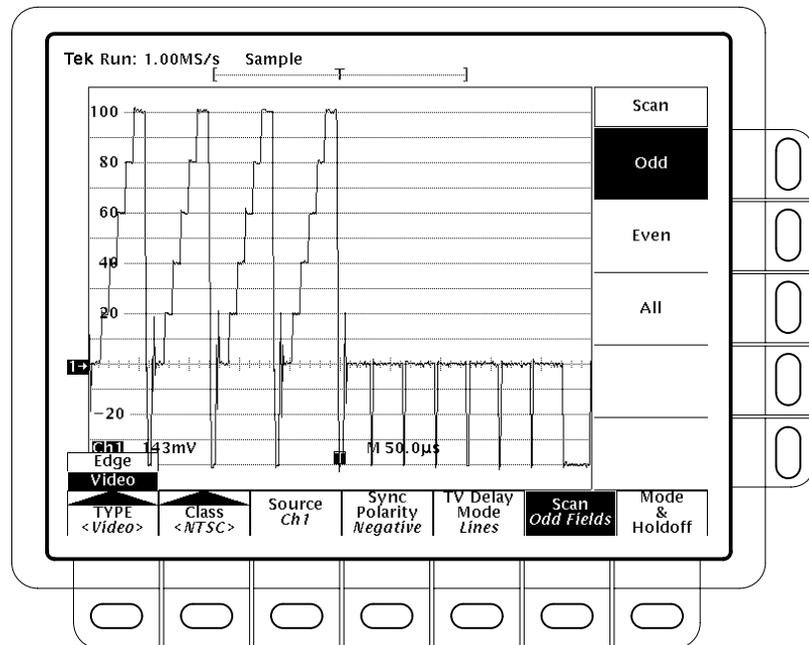


Abbildung 3-74: Menü Main Trigger – Video Type

Videoklasse wählen

Hier lassen sich vorgegebene Einstellungen (NTSC, PAL oder SECAM) auswählen oder eigene Einstellungen vornehmen:

Tasten **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Video** (pop-up) **Class**, (main) → **NTSC**, **PAL**, **SECAM** oder **Custom** (pop-up) drücken (Abbildung 3–75).

NTSC arbeitet mit einem Raster von 525 Zeilen pro Halbbild und einer Bildfrequenz von 60 Hz.

PAL arbeitet mit einem Raster von 625 Zeilen pro Halbbild und einer Bildfrequenz von 50 Hz.

SECAM arbeitet mit einem Raster von 625 Zeilen pro Halbbild und einer Bildfrequenz von 50 Hz.

Nach der Anwahl von *Custom* kann der Frequenzbereich des Videosignals direkt spezifiziert werden. Die einzelnen Bereiche sind im Seitenmenü Scan Parameter zusammengefaßt (wird weiter unten beschrieben).

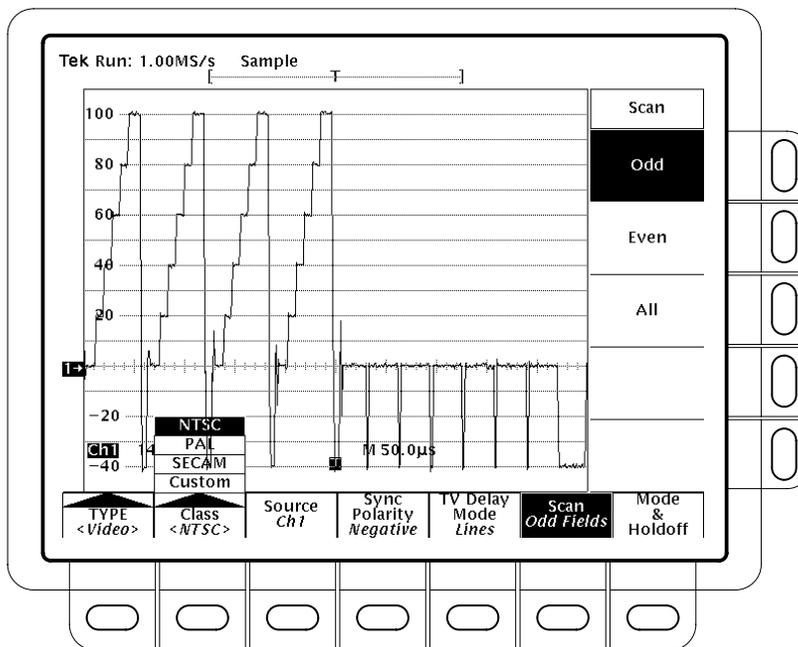


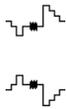
Abbildung 3–75: Menü Video Trigger – Class

Quelle wählen

Zur Wahl der Quelle für das Triggersignal:

Tasten **TRIGGER MENU** → **Source** (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** oder **Ch4** (side) drücken.

Polarität des Synchronisationssignals einstellen



Als Standardvorgabe für die Impulse der Horizontal- und der Vertikalsynchronisation gilt negative Polarität. Zur Einstellung der Polarität:

Tasten **TRIGGER MENU** → **Sync Polarity** (main) → **Neg Sync** oder **Pos Sync** (side) drücken.

Art der TV-Signalverzögerung spezifizieren

Zur Eingabe der Art der TV-Signalverzögerung (siehe die Abbildung 3–76):

Tasten **TRIGGER MENU** → **TV Delay Mode** (main) → **Delay by Lines** oder **Delay by Time** (side) drücken. Den gewünschten Wert mit dem Mehrzweckknopf eingeben.

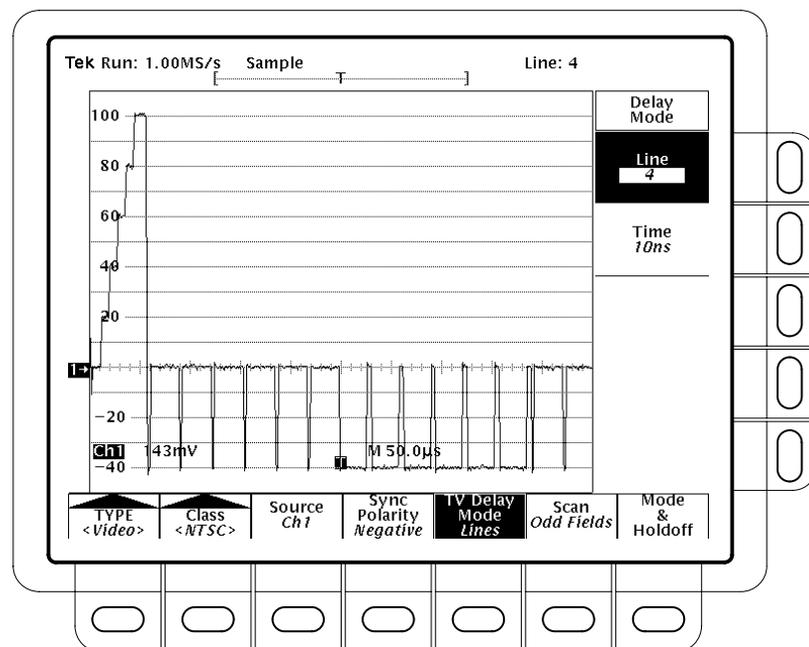


Abbildung 3–76: Menü Video Trigger – TV Delay Mode

TV-Halbbilder wählen

Auf die folgende Weise ist einzugeben, auf welches NTSC-, PAL- oder SECAM-Halbbild getriggert werden soll:

Tasten **TRIGGER MENU** → **Scan** (main) → **Odd**, **Even** oder **All** (side) drücken (siehe die Abbildung 3–77).

Nach der Vorgabe *Odd* triggert das Digitaloszilloskop immer zu Beginn eines ungeradzahligen Halbbildes.

Nach der Vorgabe *Even* triggert das Digitaloszilloskop immer in der ersten Zeile eines geradzahligen Halbbildes.

Nach der Vorgabe *All* triggert das Digitaloszilloskop abwechselnd zu Beginn der geradzahligen und der ungeradzahligen Halbbilder.

Scanrate und Interlace einstellen

Nach der Anwahl von Custom im Menü Class erscheint die Option Scan Rate & Interlace mit mehreren möglichen Frequenzbereichen (Abbildung 3–78). Die Scanperiod muß nur dann genau eingestellt werden, wenn in der Videoklasse Custom mit Cursors in Videozeilen gearbeitet werden soll; aus der Einstellung der Periode ergibt sich jedoch auch die entsprechende Scanrate. Wird außerdem eine Scanrate gewählt, die mit der aktuellen Einstellung der Scanperiod nicht kompatibel ist, springt die Einstellung der Scanperiod zwangsweise auf die kürzeste Periodendauer, die sich aus der gewählten Scanrate ergibt.

Die Taste neben der Option **Interlaced** schaltet zwischen der Triggerung auf die Halbbilder eins oder zwei oder auf zwei nicht verschachtelte Halbbilder um.

Modus und Holdoff einstellen

Siehe die Angaben zu Modus und Holdoff unter *Modus und Holdoff einstellen* auf Seite 3–39.

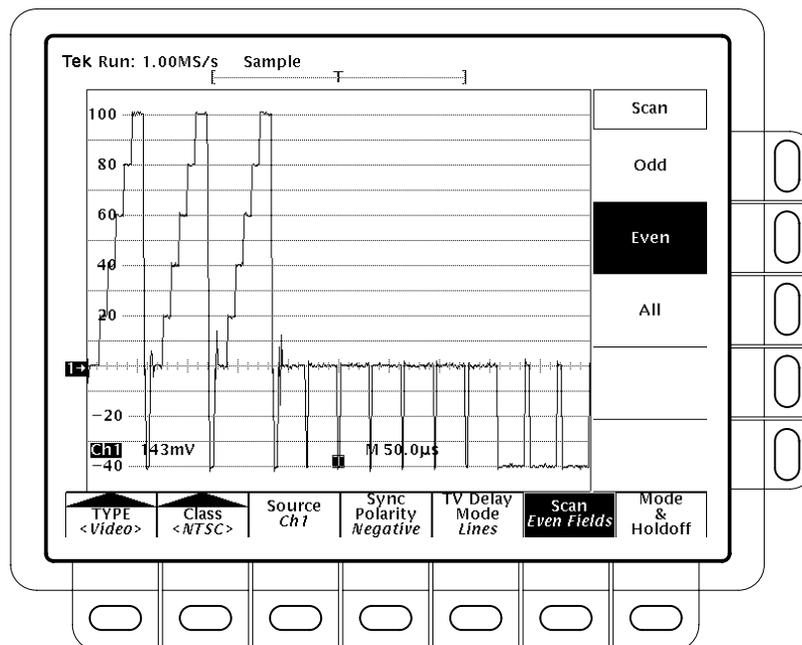


Abbildung 3–77: Video Trigger – Scan Parameter

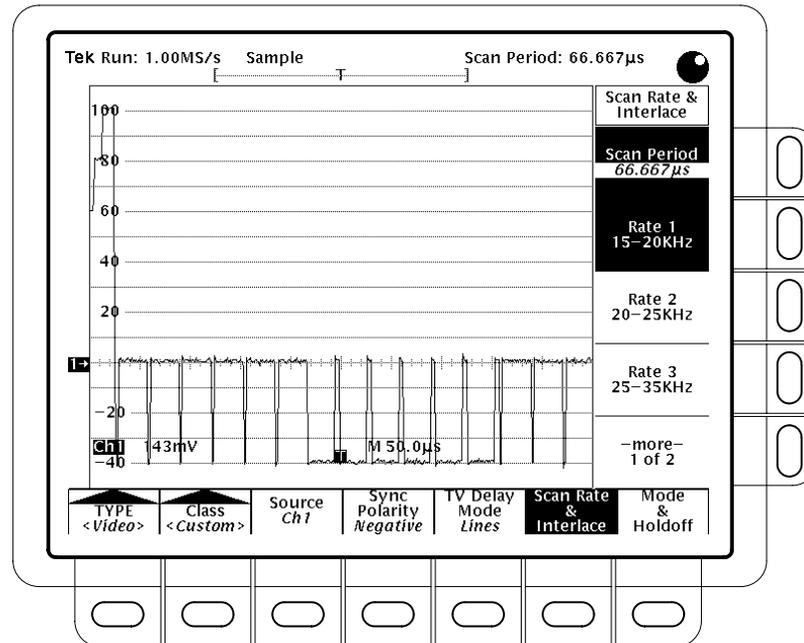


Abbildung 3-78: Video Trigger – Scan Rate & Interlace

Zoom

Der folgende Abschnitt beschreibt die Verwendung des Zooms und dessen Rückwirkungen auf das gewählte Signal. Außerdem beschreibt er die Auswirkungen der Interpolation auf die Zoomdarstellung.

Mit dem Zoom lassen sich Signale vorübergehend vergrößern, um daran kleine Einzelheiten untersuchen zu können.

Die Wirkung des Zooms an Signalen

Bei einem Zoom in vertikaler Richtung skaliert das Digitaloszilloskop nur das jeweils *gewählte* Signal. Gleichzeitig betrifft auch die Positionierung nur das gewählte Signal.

Bei einem Zoom in horizontaler Richtung werden, je nach der Einstellung für Horizontal Lock im Menü Zoom, nur das gewählte Signal, die Eingangssignale oder sämtliche Eingangs- und Referenzsignale neu skaliert.

Interpolation und Zoom

Durch einen Zoom an einem Signal des Bildschirms wird ein Teil des Signals vergrößert. Hierbei muß das Digitaloszilloskop unter Umständen mehr Punkte für diesen Signalteil ausgeben, als es tatsächlich erfaßt hat. Es gewinnt dann die fehlenden Punkte durch Interpolation. Hierfür stehen zwei Interpolationsarten zur Verfügung: *linear* oder mit $\sin(x)/x$.

Zur Durchführung des Zooms gibt der Bildschirm die betreffenden Signalverläufe nach der Interpolationsart wieder, die im Menü Display gewählt wurde (Interpolation linear oder $\sin(x)/x$). Die Wahl von $\sin(x)/x$ (der Standardvorgabe) kann dazu führen, daß Signalfanken mit Einschwingvorgängen dargestellt werden. Es ist dann gemäß den Angaben auf Seite 3–5 die Interpolationsart „linear“ zu wählen.

Die Anzeigesart **Intensified Samples** ermöglicht eine Unterscheidung zwischen echten und interpolierten Abtastwerten.

Zoom-Faktoren prüfen

Der Zoom-Faktor eines gezoomten Signals läßt sich schnell aus der Zoom-Anzeige ablesen. Hierzu muß das betreffende Signal gewählt sein. Die Zoom-Anzeige gibt die Nummer des gewählten Signals sowie die Faktoren der horizontalen und der vertikalen Dehnung an.

Die Zoom-Anzeige erscheint bei aufgerufenem Zoom oben im Bildschirm. Siehe die Abbildung 3–79 auf Seite 3–163.

Zoom an einem Signal durchführen (nur bei TDS 400A)

Zur Durchführung eines Zooms ist ein Signal auszuwählen, der Zoom aufzurufen und das Signal mit Hilfe der Skalierungsknöpfe vertikal und horizontal zu vergrößern:

1. Eine der Signalwahltasten (**CH 1** bis **CH 4**) rechts neben dem Bildschirm drücken. Oder die Taste **MORE** drücken und aus dem Menü More ein berechnetes oder ein Referenzsignal wählen.
2. Die Tasten **ZOOM → Mode** (main) → **ON** (side) drücken. Es muß dann die Taste **ZOOM** in der Frontplatte aufleuchten.
3. Mit dem Vertikaleinstellknopf **SCALE** den Faktor für den Vertikalzoom am gewählten Signal einstellen. Mit dem Vertikaleinstellknopf **POSITION** läßt sich die Vertikalposition des gezoomten Signals ändern.
4. Mit dem Horizontaleinstellknopf **SCALE** den Faktor für den Horizontalzoom einstellen. Mit dem Horizontaleinstellknopf **POSITION** läßt sich die Horizontalposition des gezoomten Signals ändern.
5. Zur Begrenzung des Zooms auf bestimmte Signale die Tasten **ZOOM → Lock** (main) → **All, Live** oder **None** (side) drücken:

None – es kann nur das jeweils gewählte Signal horizontal vergrößert und positioniert werden (Abbildung 3–79).

Live – alle „live“ vorliegenden (also nicht als Referenzsignale gespeicherten) Signale können gleichzeitig horizontal vergrößert und positioniert werden. Wurde ein *Referenz-* oder ein *Math-*Signal gewählt, so kann nur dieses vergrößert und positioniert werden.

All – es können alle dargestellten Signale (Live-, Math- und Referenzsignale) gleichzeitig horizontal vergrößert und positioniert werden.

HINWEIS. Es muß zwar der Zoom aufgerufen sein, um vorgeben zu können, auf welche Signale er wirken soll, jedoch bestimmt die Lock-Einstellung unabhängig davon die Signale, die horizontal positioniert werden können.

Zoom oder Dual Zoom wählen

Mit den Tasten **ZOOM → Mode** (main) kann die Wahlmöglichkeit zwischen einfachem Zoom und Dual Zoom zu einem Signal aufgerufen werden. Die Taste **Dual Zoom** (side) schaltet dann den Dual Zoom **OFF** bzw. **ON**.

HINWEIS. Der Dual Zoom liefert eine zweite gezoomte Darstellung des gewählten, nicht gezoomten Ausgangssignals. Die zweite gezoomte Darstellung ist gegenüber der ersten zeitlich versetzt. Die Darstellung mit Dual Zoom erscheint auch nur, wenn der Zoom aufgerufen wurde (On oder Preview).

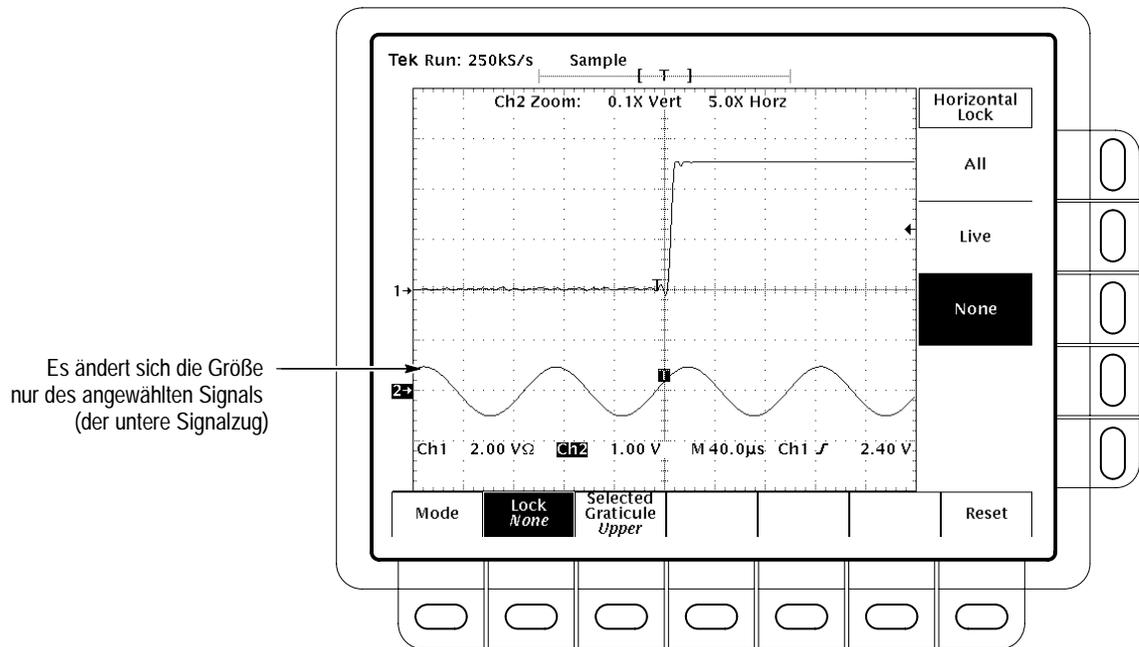


Abbildung 3–79: Zoom-Modus mit der Vorgabe Horizontal Lock = None

Dual Zoom Offset einstellen

Zur Einstellung des Zeitversatzes zwischen dem zweiten und dem ersten gezoomten Signalteil die Tasten **ZOOM** → **Mode** (main) → **Dual Zoom Offset** (side) drücken. Dann den Offset mit Hilfe des Mehrzweckknopfes einstellen.

Der Dual Zoom Offset ist immer positiv. Das Oszilloskop stellt den Offset möglichst nahe dem angeforderten Wert ein. Bei einem angeforderten Offset von 0,0 stoßen die Zoom-Kästen unabhängig von Zoom-Faktor immer direkt aneinander.

Preview-Darstellung zum Zoom

Zoom Preview legt einen Kasten um den gezoomten Teil bzw. die gezoomten Teile des gewählten Ausgangssignals. Gleichzeitig werden das vergrößerte und das unvergrößerte Signal in der oberen bzw. der unteren Rasterhälfte dargestellt (siehe die Abbildung 3–80). Zum Aufruf dieser Darstellungsart sind die Tasten **Zoom** → **Mode** (main) → **Preview** (side) zu drücken.

Im Preview-Modus werden keine Zoom-Vergrößerungsfaktoren angezeigt. Der Bildschirm gibt aber Skalenfaktoren zum gezoomten Signal an.

„Photoecken“ in den Rasterecken bezeichnen die Signale, deren Darstellung durch die Einstellknöpfe für Skala und Offset horizontal und vertikal beeinflusst werden kann (siehe die Abbildung 3–80). Zur Anwahl sind die Tasten **Selected Graticule** (main) → **Upper** bzw. **Lower** (side) zu drücken.

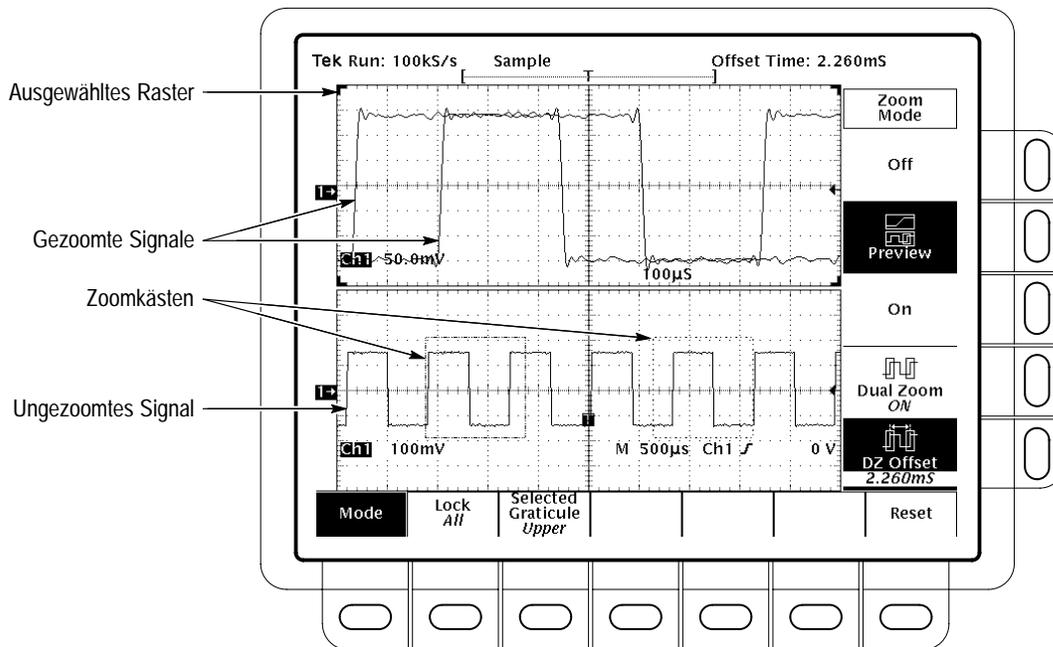


Abbildung 3–80: Modus Zoom Preview

Zoom zurücksetzen

Die Tasteneingabe **ZOOM** → **Reset** (main) → **Reset All Factors** (side) läßt alle Zoom-Faktoren auf ihre ursprünglichen Werte zurücksetzen.

Um die Zoom-Faktoren nur von „live“ Signalen auf ihre ursprünglichen Werte zurücksetzen zu lassen, sind die Tasten **ZOOM** → **Reset** (main) → **Reset Live Factors** (side) zu drücken.

Die Tasteneingabe **ZOOM** → **Mode** (main) → **Off** (side) ruft wieder den normalen Oszilloskopbetrieb auf (ohne Zoom).

Zoom an einem Signal durchführen (nur bei TDS 510A)

Zur Durchführung eines Zooms sind der Zoom aufzurufen und die Signale mit Hilfe der Skalierungsknöpfe vertikal und horizontal zu vergrößern:

1. Die Tasten **ZOOM → ON** (side) drücken. Es muß dann die Taste **ZOOM** in der Frontplatte aufleuchten.
2. Die Taste **Horizontal Lock** (side) ruft nacheinander die folgenden Signalgruppen für die Zoomdarstellung auf: **None**, **Live** oder **All**.

***HINWEIS.** Es muß zwar der Zoom aufgerufen sein, um vorgeben zu können, auf welche Signale er wirken soll, jedoch bestimmt die Horizontal Lock-Einstellung unabhängig davon die Signale, die horizontal positioniert werden können.*

Anhang A: Optionen und Zubehör

Der folgende Anhang beschreibt die verschiedenen Optionen und Zubehörteile, die für die Digitaloszilloskope TDS 420A, TDS 430A, TDS 460A und TDS 510A verfügbar sind.

Optionen

Es stehen die folgenden Optionen zur Verfügung:

Option 02:
**Frontplattenabdeckung
und Hülle**
(nur für TDS 400A)

Siehe die Option XL.

Option 05:
Videotrigger

Diese Option (Standardzubehör beim TDS 400A) rüstet das Gerät mit einem Videotrigger aus. Diese ermöglicht eine Triggerung durch positive oder negative Synchronisationsimpulse. Damit lassen sich zahlreiche NTSC-, PAL-, SECAM- und HDTV-Signale untersuchen.

Option 13:
**Hardcopy-Schnittstelle für
RS-232/Centronics**

Nur beim TDS 510A. Bei Bestellung dieser Option rüstet Tektronix das gelieferte Oszilloskop mit Schnittstellen für RS-232 und Centronics aus, über die die Bildschirm-darstellungen als Hardcopy ausgegeben werden können.

Nur für TDS 400A. Siehe die Option XL.

Option 1K: Laborwagen
(nur beim TDS 510A)

Bei Bestellung mit dieser Option liefert Tektronix zum Oszilloskop einen Laborwagen mit (Modell K420 zu einem Oszilloskop TDS 510A).

Option 1R:
**Digitaloszilloskop für
Gestelleinbau**

Bei Bestellung mit der Option 1R liefert Tektronix das Oszilloskop in der Konfiguration für den Einbau in ein Laborgestell von 19" Standardbreite. Kunden, die ein Instrument besitzen, das nicht für den Gestelleinbau konfiguriert ist, können einen Gestelleinbausatz bestellen (016-1136-00 für nachträgliche Umrüstung).

**Option 2F: Advanced
DSP Math**
Option 2F:
**Advanced
DSP Math**

Nur beim TDS 510A. Mit dieser Option kann das Oszilloskop Signale auf drei Arten mathematisch bearbeiten und das Ergebnis darstellen: Integral eines Signals, Differential eines Signals und FFT (Schnelle Fourier-Transformation) eines Signals.

Nur für TDS 400A. Siehe die Option XL.

**Option 1M: Speichertiefe
120.000 Punkte
(nur beim TDS 400A)**

Siehe die Option XL.

**Option 95:
Testdatenbericht**

Bei Bestellung dieser Option liefert Tektronix einen Testdatenbericht zum Oszilloskop.

**Optionen A1-A5:
Internationale Netzkabel**

Neben dem Standardnetzkabel für Nordamerika für 110 V, 60 Hz kann Tektronix zum Oszilloskop bei Bestellung ein Netzkabel in einer von fünf weiteren Konfigurationen (siehe die Aufstellung in Tabelle A-1) liefern.

Tabelle A-1: Länderspezifische Netzkabel

Option	Netzkabel
A1	Universell Europa – 220 V, 50 Hz
A2	Großbritannien – 240 V, 50 Hz
A3	Australien – 240 V, 50 Hz
A4	Nordamerika – 240 V, 60 Hz
A5	Schweiz – 220 V, 50 Hz

**Option XL: Optionen 02,
13, 1M and 2F (nur für
TDS 700C)**

Zu dieser Option liefert Tektronix eine Frontabdeckung mit Tasche und Schnittstellen nach RS-232 und Centronics, über die sowohl Hardcopies des Bildschirminhalts als auch eine Datensatzlänge von 120.000 Punkten als auch umfangreiche DSP-Mathematikfunktionen (das Oszilloskop kann drei höhere Kurvenformen berechnen und darstellen: das Integral, das Differential und eine FFT – Fast Fourier Transform – einer Kurvenform) erstellt werden können.

**Option L1: Französisches
Benutzerhandbuch**

Bei Bestellung dieser Option liefert Tektronix ein Benutzerhandbuch in französischer Sprache.

**Option L3: Deutsches
Benutzerhandbuch**

Bei Bestellung dieser Option liefert Tektronix ein Benutzerhandbuch in deutscher Sprache.

**Option L5: Japanisches
Benutzerhandbuch**

Bei Bestellung dieser Option liefert Tektronix ein Benutzerhandbuch in japanischer Sprache.

**Option R2: Kundendienst,
Reparatur**

Bei Bestellung mit dieser Option führt Tektronix weitere zwei Jahre lang Reparaturen als Garantieleistung durch.

**Option C5: Kundendienst,
Kalibration**

Bei Bestellung mit dieser Option führt Tektronix weitere fünf Jahre lang Kalibrationen durch.

Standardzubehör

Tabelle A–2 führt das Standardzubehör auf, das zum Digitaloszilloskop mitgeliefert wird

Tabelle A–2: Standardzubehör

Zubehör	Teilenummer
Benutzerhandbuch	070-9701-XX
Referenzhandbuch	020-2192-XX
Leistungsüberprüfung TDS 400A TDS 510A	070-9705-XX 070-9706-XX
US-Netzkabel	161-0230-01
Frontplattenabdeckung TDS 510A	200-3696-00
Tastköpfe (je ein Stück pro Kanal) P6138/P6138A 10X Passiv (TDS 420A) P6138A 10X Passiv (TDS 430A) P6138A 10X Passiv (TDS 460A) P6139A 10X Passiv (TDS 510A)	P6138A (ein Stück) P6139A (ein Stück)

Optionszubehör

Es steht auch das in Tabelle A–3 aufgeführte Optionszubehör zur Verfügung:

Tabelle A–3: Optionszubehör

Zubehör	Teilenummer
Frontplattenabdeckung TDS 400A	200-3232-00
Stromzange/Kalibrator	TCP202
Hochspannungs-Differentialtastkopf	P5205
Hochspannungs-Differentialtastkopf	P5200
Analoger Differentialverstärker	ADA400A
Wartungshandbuch TDS 400A TDS 510A	070-9703-XX 070-9704-XX
Programmiererhandbuch	070-9876-XX
Videoklampe TDS 400A	013-0287-00
Plotter (gemäß Standards GPIB und Centronics)	HC100

Tabelle A-3: Optionszubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Teilenummer
Plotter (gemäß Centronics-Standard)	HC200
Oszilloskopwagen TDS 400A TDS 510A	K212 K420
Gestelleinbausatz (für spätere Umrüstung)	TDS 400A TDS 510A
Oszilloskopkamera	C9
Adapter für Oszilloskopkamera	016-1154-00
Weiche Tragetasche	TDS 400A TDS 510A
Transportkoffer	TDS 400A TDS 510A
GPIB-Kabel (1 m)	012-0991-01
GPIB-Kabel (2 m)	012-0991-00
Nur für TDS 400A: Druckereinheit mit Seiko-Drucker DPU-411 und Zubehörtasche	TDS4F5P
Hülle (mit Aufstellplatte)	TDS 400A TDS 510A
VGA-Kabel (wird zur Einhaltung aller Spezifikationen der Störstrahlungsfreiheit benötigt)	CTL3VGAMM-5 (LCOM-Teilenummer)

Zusätzliche Tastköpfe

Als Zubehör zum Digitaloszilloskop sind die folgenden zusätzlichen Verstärker und Tastköpfe zu empfehlen:

Tabelle A-4: Kompatible Tastköpfe

Tastkopftyp	Tektronix-Modell	Beschreibung
Passiv, hohe Impedanz, für Spannungsmessungen	P6138A (TDS 400A) P6139A (TDS 510A) P6101B	10X, 400 MHz 10X, 500 MHz 1X, 15 MHz
Passiv, SMD	P6563A	20X, 500 MHz
Passiv, niedrige Impedanz Zo	P6156	10X, 3,5 GHz, für Eingänge 50 Ω (1X, 20X, 100X als Option)
Passiv, für Hochspannungen	P5100 P6015A	100X, 2,5 kV, DC + AC-Spitzenspannungen 1000X, 20 kV, DC + AC-Spitzenspannungen
Aktiv, für schnelle Spannungsmessungen	P6243 P6204	DC bis 1 GHz FET, TekProbe mit Stromversorgung DC bis 1 GHz FET, Möglichkeit für DC-Offset (Offseteinstellungen nur mit Netzteil TekProbe Tektronix 1103 möglich)
Aktiv, für Differentialspannungen	P6046 P5205	1X/10X, 250 V, DC bis 100 MHz 50X/500X, 1300 V, DC bis 100 MHz

Tabelle A-4: Kompatible Tastköpfe (Fortsetzung)

Tastkopftyp	Tektronix-Modell	Beschreibung
Stromzange	AM 503S AM 503S Opt. 03 AM 503S Opt. 05 TCP202 P6021 P6022 CT-1/CT-2 CT-4	AC/DC, verwendet Stromzange A6302 DC bis 50 MHz AC/DC, verwendet Stromzange A6303 DC bis 15 MHz AC/DC, verwendet Stromzange A6312 DC bis 100 MHz AC/DC, DC bis 50 MHz, TekProbe mit Stromversorgung AC, 120 Hz bis 60 MHz AC, 935 kHz bis 120 MHz Für feste oder langfristige Leitungsinstallation ausgelegt CT-1: 25 kHz bis 1 GHz, Eingang 50 Ω CT-2: 1,2 kHz bis 200 MHz, Eingang 50 Ω Strommeßwandler für AM 503S und P6021. Mit AM 503S Spitzenimpulse 1 kA, 0,5 Hz bis 20 MHz
Logischer Worttrigger	P6408	16 Kanäle, ein Qualifikationskanal, TTL-kompatibel, Speisespannung +5 V erforderlich
Optisch (optoelektronische Wandler)	P6701A P6703A P6711 P6713	500 bis 950 nm, DC bis 850 MHz, 1 V/mW 1100 bis 1700 nm, DC bis 1 GHz, 1 V/mW 500 bis 950 nm, DC bis 250 MHz, 5 V/mW 1100 bis 1700 nm, DC bis 300 MHz, 5 V/mW

Zusätzliche Software

Tabelle A-5 führt als Optionszubehör Softwareprodukte von Tektronix auf, die für Arbeiten mit dem Digitaloszilloskop zu empfehlen sind:

Tabelle A-5: Zusätzliche Software

Software	Teilenummer
Wavewriter: AWG und Erzeugung von Signalverläufen	S3FT400
LabWindows für DOS für CVI	LWDOS LWCVI
WaveStar	WSTR31

Garantieinformationen

Die Garantieerklärung zu diesem Produkt ist hinter der Titelseite dieses Handbuchs zu finden.

Kundendienst Tektronix bietet die folgenden Dienstleistungen an, die während der Garantiefrist für dieses Produkt jederzeit bestellt werden können:

- *REP* (Reparatur) Dieser Kundendienst übernimmt Reparaturen während der Dauer eines Jahres nach Ablauf der Garantiefrist. Er ist jeweils für ein Jahr bis zu einer Höchstdauer von zwei Jahren erhältlich.
- *CAL* (Kalibration) Dieser Kundendienst übernimmt Kalibrationen während der Dauer eines Jahres. Er ist jeweils für ein Jahr bis zu einer Höchstdauer von fünf Jahren erhältlich.

Weitere Auskünfte erteilen die Verkaufsberater von Tektronix.

Anhang B: Verpackung für den Versand

Zum Versand ist das Digitaloszilloskop nach Möglichkeit immer im Original-Versandkarton mit dem ursprünglichen Verpackungsmaterial zu verpacken. Wenn diese nicht mehr verfügbar sind, ist die Verpackung wie folgt vorzunehmen:

1. Einen Versandkarton aus Wellpappe beschaffen, dessen Innenabmessungen in allen Richtungen um mindestens je 15 cm größer sind als das Digitaloszilloskop. Der Versandkarton muß für eine Prüflast von 170 kg ausgelegt sein.
2. Falls das Digitaloszilloskop zur Reparatur an eine Tektronix-Vertretung eingesandt werden soll, ist am Digitaloszilloskop ein Anhänger zu befestigen, der Namen und Anschrift des Besitzers des Oszilloskops, den Namen eines sachkundigen Ansprechpartners zum Oszilloskop und den Typ und die Seriennummer des Oszilloskops angibt.
3. Das Digitaloszilloskop zum Schutz seiner Lackierung in Polyethylenfolie oder in ein gleichwertiges Material einschlagen.
4. Das Digitaloszilloskop im Versandkarton dann auf allen Seiten mit Füllmaterial oder mit Urethanschaum zwischen dem Karton und dem Digitaloszilloskop gut auspolstern. Auf allen Seiten, oben und unten muß die Auspolsterung 7,5 cm stark sein.
5. Den Versandkarton mit Paketklebeband oder einem industriellen Klammergerät verschließen.



VORSICHT: Das Digitaloszilloskop nicht versenden, während eine Diskette im Laufwerk liegt. Wenn nämlich eine Diskette eingelegt ist, ragt die Lösetaste hervor. Sie könnte dann leicht beschädigt werden.

Anhang C: Getrennter Bildschirm

Über den VGA-Steckverbinder in der Rückwand kann ein getrennter Bildschirm angeschlossen werden. Tabelle A-3 auf Seite A-3 gibt die Teilenummer eines ordnungsgemäß abgeschirmten Kabels an, das kommerziell angeboten wird.

HINWEIS. Beide Signalleitungen für die Farben rot und blau sind geerdet. Diese Konfiguration ergibt auf einem Farbmonitor eine Darstellung in grüner Farbe.

Anhang D: Programmierdiskette

Die Programmierdiskette zur TDS-Familie ist eine Microsoft Windows Hilfe-Datei, die den Betrieb des Oszilloskops über den General Purpose Interface Bus (GPIB) beschreibt (Option bei einigen Digitaloszilloskopen). Die Diskette enthält auch einige Musterprogramme.

Die Programme laufen auf PC-kompatiblen Systemen unter Microsoft Windows oder Windows 95 (siehe die Abbildung D-1).



Abbildung D-1: Erforderliche Hardware für das Arbeiten mit den Musterprogrammen

Programme laden

Die Datei "Readme" auf der Diskette enthält alle benötigten Anweisungen für die Installation des Programmierhandbuchs und der sonstigen Software auf der Diskette *Programmierhandbuch der TDS-Familie*.

Hilfe-Programm aufrufen

Die Hilfe-Datei zum Programmierhandbuch rufen Sie unter Windows 3.1 wie folgt auf:

1. Programmgruppe TDS Family Programmer zweimal anklicken.
2. Icon TDS Family Programmer zweimal anklicken.

Falls Sie keine Programmgruppe oder kein Shortcut unter Windows 95 eingerichtet haben, wechseln Sie zum Dateimanager (Windows 3.1) bzw. zum Explorer (Windows 95), und rufen Sie darin das Programm `tds-pgm.hlp` auf.

Glossar

Abtastintervall

Die Zeitspanne einer Zeitbasis zwischen aufeinanderfolgenden Abtastwerten. Bei Echtzeitdigitalisierern ist das Abtastintervall der Kehrwert der Abtastrate. Bei Äquivalentzeitdigitalisierern entspricht die Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Abtastwerten der Äquivalentzeit, nicht aber der Echtzeit.

Abtastung

Die Erfassung eines analogen Eingangswerts, zum Beispiel eines Spannungswerts, der dann konstantgehalten wird, damit er quantisiert werden kann. Es gibt zwei grundsätzliche Abtastverfahren: die *Echtzeitabtastung* und die *Äquivalentzeitabtastung*.

Automatischer Triggermodus

Ein Triggermodus, bei dem das Oszilloskop selbsttätig Daten erfaßt, wenn es innerhalb einer spezifizierten Zeitspanne keine triggerbaren Ereignisse erkennt.

Aktiver Cursor

Der Cursor, der sich jeweils mit dem Mehrzweckknopf verschieben läßt. Er wird in der Anzeige durch einen durchgehenden Strich dargestellt. Die Angabe @ der Anzeige bezeichnet den Absolutwert, dem die jeweilige Cursorposition entspricht.

Äquivalentzeitabtastung (ÄZ)

Eine Abtastart, in der das Oszilloskop ein Signal mit vielen Wiederholungen erfaßt. Das Digitaloszilloskop arbeitet mit einem besonderen Typ der Äquivalentzeitabtastung, der sogenannten *unkorrelierten Äquivalentzeitabtastung*. Hierbei ist ein interner Takt maßgeblich, der weder mit dem Eingangssignal noch mit dem Signaltrigger synchronisiert ist. Das Oszilloskop erfaßt die Abtastwerte kontinuierlich, unabhängig von der Triggerposition, und stellt sie entsprechend der Zeitdifferenz zwischen dem Abtastwert und dem Trigger dar. Die Abtastwerte werden also nacheinander erfaßt, aber ohne Korrelation zum Trigger dargestellt.



Bandbreite

Die höchste Signalfrequenz, mit der das Oszilloskop ein Signal noch erfassen kann, ohne das ursprüngliche (Bezugs-) Signal um mehr als 3 dB (Faktor 0,707) zu bedämpfen.

Dämpfung

Das Maß der Verkleinerung der Signalamplitude beim Durchgang durch ein Dämpfungsglied wie einen Tastkopf oder einen Abschwächer, ausgedrückt als Verhältnis der Eingangsgröße zur Ausgangsgröße. Beispiel: ein Tastkopf 10x bedämpft, d.h. verringert, die Eingangsspannung eines Signals um einen Faktor 10.

Datensatzlänge

Die spezifizizierte Anzahl von Abtastwerten einer Kurvenform. Ihr entspricht die Speichertiefe.

Digitalisierung

Die Umwandlung eines kontinuierlichen Analogsignals, beispielsweise einer Kurvenform, in einen Satz von diskreten Werten, die die Amplitude des Signals zu spezifischen Zeitpunkten angeben. Die Digitalisierung erfolgt in zwei Schritten: Abtastung und Quantisierung.

Echtzeitabtastung

Ein Abtastmodus, bei dem das Digitaloszilloskop die Abtastung so schnell durchführt, daß die Daten aus einem einzigen Triggerereignis die Signalaufzeichnung vollständig füllen. Mit Echtzeitabtastung werden einmalige oder kurzzeitige Ereignisse erfaßt.

Erfassung

Die Abtastung von Signalen aus den Eingangskanälen, die Digitalisierung der Abtastwerte zu einzelnen Datenpunkten, und die Zusammenstellung der Datenpunkte zu einer Signalaufzeichnung. Die Signalaufzeichnung wird im Speicher abgelegt. Der Trigger kennzeichnet hierbei den Zeitnullpunkt.

Erfassungsintervall

Die Zeitdauer der Signalaufzeichnung, bezogen auf deren Länge. Das Digitaloszilloskop gibt für jedes Erfassungsintervall einen Datenpunkt aus.

Genauigkeit

Die Übereinstimmung des angezeigten Wertes mit dem wahren Wert.

Hauptmenütasten

Menütasten unter der jeweiligen Hauptmenüanzeige. Mit ihrer Hilfe lassen sich einzelne Befehle aus dem Hauptmenü aufrufen.



Hi Res-Erfassungsmodus

Ein Erfassungsmodus, in dem das Digitaloszilloskop aus allen Abtastwerten, die es während eines Erfassungsintervalls aufgenommen hat, einen Mittelwert bildet und diesen als Datensatzpunkt darstellt. Durch die Mittelwertbildung ergibt sich ein Signal mit höherer Auflösung und geringerer Bandbreite. Dieser Modus ist nur bei Echtzeitabtastung ohne Interpolation möglich.

Holdoff, bei der Triggerung

Nach Ablauf eines Triggersignals muß noch eine spezifizierte Zeitspanne verstreichen, bevor die Triggerschaltung ein weiteres Triggersignal ausgibt. Durch Holdoff läßt sich eine stabilere Anzeige erreichen.

**Hüllkurvenerfassungsmodus**

Eine Betriebsart, in der das Oszilloskop ein Signal erfaßt und mißt, das die Extremwerte aus mehreren Erfassungen darstellt.

Interpolation

Das Digitaloszilloskop berechnet weitere Werte für die Datensatzpunkte, wenn es durch ein einziges Triggerereignis nicht alle Punkte für eine komplette Aufzeichnung erfassen kann. Dies tritt ein, wenn nur Echtzeitabtastung erfolgen soll und die Zeitbasis auf einen Wert eingestellt wurde, der die effektive Abtastrate des Oszilloskops übersteigt. Es sind zwei Optionen der Interpolation möglich: *linear* oder nach $\sin(x)/x$.

**Mittelwerterfassungsmodus**

In dieser Betriebsart erfaßt und mißt das Oszilloskop ein Signal, das den Mittelwert aus mehreren Meßwerterfassungen darstellt. Hierdurch verringert sich das scheinbare Rauschen. Das Oszilloskop erfaßt hierbei die Daten wie im Abtastmodus und bildet dann aus der spezifizierten Anzahl von Meßwerten den Mittelwert.

Pixel

Ein sichtbarer Punkt in der Bilddarstellung. Das Rasterbild des Oszilloskops baut sich aus je 640 Pixel waagrecht (Breite) und 480 Pixel senkrecht (Höhe) auf.

Popup-Menü

Ein Untermenü zu einem Hauptmenü. Popup-Menüs belegen vorübergehend einen Teil des Signaldarstellungsbereichs und bieten weitere Auswahlmöglichkeiten zu der jeweils im Hauptmenü getroffenen Auswahl. Die einzelnen Optionen eines Popup-Menüs lassen sich durch wiederholtes Drücken auf die Hauptmenütaste unter dem betreffenden Popup-Menü durchlaufen.

Posttrigger

Der spezifizierte Teil der Signalaufzeichnung, der Daten enthält, die nach dem Triggerereignis erfaßt wurden.

Pretrigger

Der spezifizierte Teil der Signalaufzeichnung, der Daten enthält, die vor dem Triggerereignis erfaßt wurden.

Quantisierung

Die Umsetzung eines abgetasteten analogen Eingangswerts, zum Beispiel eines Spannungswerts, in einen Digitalwert.

Referenzspeicher

Der Speicher eines Oszilloskops, der Kurvenformen oder Einstellungen aufnimmt. Aus diesem Speicher können die Kurvenformen für eine spätere Bearbeitung wieder abgerufen werden. Das Digitaloszilloskop kann diese Daten auch dann noch ausgeben, wenn es zwischenzeitlich abgeschaltet oder von seiner Stromversorgung getrennt wurde.

Rollen

Ein Erfassungsmodus, der sich besonders für niedrige Einstellungen der Horizontalskala eignet. Im Rollmodus werden die Signale so dargestellt, wie sie punktwise erfaßt werden. Sie scheinen auf dem Bildschirm durchzulaufen.

Signalintervall

Die Zeitspanne zwischen den Datensatzpunkten in der Bildschirmdarstellung.

Bei linearer Interpolation werden Zwischenwerte entlang einer Geraden zwischen den tatsächlichen Meßwerten berechnet. Die Interpolation nach $\sin(x)/x$ geht von einem Verlauf entsprechend der betreffenden Funktion zwischen den tatsächlichen Meßwerten aus. Es wird immer nur unterstellt, daß die Zwischenwerte auf der jeweiligen Kurve liegen.

Tastkopfkompensation

Eine Justierung, die den Frequenzgang eines Tastkopfs im Bereich der tiefen Frequenzen verbessert.

Tek Secure

Diese Einrichtung löscht die Inhalte aller Speicher für Kurvenformen und Einstellungen (es werden wieder die Einstellungen der Werksvorgaben aufgerufen). Anschließend werden alle Speicherplätze auf erfolgte Löschung überprüft. Diese Einrichtung ist zweckmäßig, wenn das Digitaloszilloskop vertraulich zu haltende Daten aufnimmt, wie etwa bei Forschungs- oder Entwicklungsprojekten.

Trigger

Ein Ereignis, das den Zeitnullpunkt einer Signalaufzeichnung markiert. Es führt dazu, daß ein Signal erfaßt und dargestellt wird.

Verzögerungszeit

Die Zeitspanne zwischen dem Triggerereignis und der Datenerfassung.



XY-Format

Ein Darstellungsformat, bei dem die Spannungspegel von zwei Signaldatensätzen punktwise miteinander verglichen und rechtwinklig zueinander in der Bildschirmfläche dargestellt werden. In diesem Format lassen sich besonders gut Phasenbeziehungen zwischen zwei Signalen untersuchen.

**YT-Format**

Das übliche Format der Oszilloskopdarstellung. Es zeigt die Spannungswerte einer Signalaufzeichnung (in der Vertikalachse) in deren zeitlichem Verlauf (der Horizontalachse).

Zeitbasis

Der Parametersatz, der die Attribute der Zeitablenkung und der Horizontalachse einer Signalaufzeichnung definiert. Die Zeitbasis legt fest, wann und wie lange Datensatzpunkte erfaßt werden sollen.

Index

Numbers

- 1/Base**, Menü Cursor, 3–15
- 1/Clocks**, Menü Cursor, 3–15
- 1/seconds (Hz)**, Menü Cursor, 3–15
- 100 MHz**, Menü Vertical, 3–149
- 20 MHz**, Menü Vertical, 3–149

A

- Abbau der Frontplatte, 1–4
- Abfallzeit, 3–126
- Abruf, Signale, 3–117
- Abrufen, Einstellungen, 3–23–3–26
- Abtastintervall, Glossar–1
- Abtastung, Glossar–1
- AC**, Menü Main Trigger, 3–37
- Accept Glitch**, Menü Main Trigger, 3–66
- AC-Kopplung, 3–148
- ACQUIRE MENU**-Taste, 3–30, 3–41
- Acquire, Menü, 3–30, 3–41
 - Average**, 3–30
 - Compare Ch1 to**, 3–43
 - Compare Ch2 to**, 3–43
 - Create Limit Test Template**, 3–41
 - Envelope**, 3–30
 - H Limit**, 3–42
 - Hardcopy if Condition Met**, 3–43
 - Hi Res**, 3–30
 - Limit Test**, 3–44
 - Limit Test Condition Met**, 3–44
 - Limit Test Setup**, 3–43, 3–44
 - Limit Test Sources**, 3–43
 - Mode**, 3–30
 - OFF (Real Time only)**, 3–31
 - OK Store Template**, 3–42
 - ON (Enable ET)**, 3–31
 - Peak Detect**, 3–30
 - Repetitive Signal**, 3–31
 - Ring Bell if Condition Met**, 3–43
 - Sample**, 3–30
 - Single Acquisition Sequence**, 3–32
 - Stop After**, 3–44
 - Stop After Limit Test Condition Met**, 3–43
 - Template Source**, 3–41
 - V Limit**, 3–42
- active**, Status, gespeichertes Signal, 3–117
- Aktiver Cursor, Glossar–1
- Aliasing, 3–58, 3–96

- Amplitude, 3–125
- Amplitude Units**, Menü Cursor, 3–16
- AND**, Menü Main Trigger, 3–73
- AND**, Menü Main Trigger, 3–75, 3–77
- Ansteigende Flanke, Menü Delayed Trigger, 3–154
- Ansteigende Flanke, Menü Main Trigger, 3–38, 3–77
- Anstiegszeit, 2–23, 3–127
- Anwendungen
 - differenzierte Signale, 3–107
 - FFT-Signale, 3–87
 - integrierte Signale, 3–111
- Anwendungsbeispiele, 2–11
- Anzeige, 2–7, 3–9
 - Cursor, 2–7
 - Datensatzschema, 2–7, 3–36
 - Erfassung, 3–30
 - Flankentriggerung, 3–35, 3–72
 - Kanal, 2–7, 3–79, 3–161
 - Mehrzweckknopf, 2–7
 - Messung, 3–128
 - Schnappschuß, 3–134
 - Triggerpegelbalken, 3–4
 - Triggerpunkt, 3–4
 - Triggerung, 2–7
 - Zeitbasis, 2–7
- Äquivalentzeitabtastung, unkorreliert, Glossar–1
- Ausschalten, 1–5
- Auto**, Menü Main Trigger, 3–39, 3–65, 3–75
- Auto, Triggermodus, 3–39
- Automatische Messung, von FFT-Signalen, 3–93
- Automatische Messungen, 2–22, 3–125–3–136
 - an differenzierten Signalen, 3–108 (Verfahren), 3–108
 - an integrierten Signalen, 3–114
 - Schnappschuß, 2–25
- Automatischer Triggermodus, Glossar–1
- Autoset, 2–16, 3–9–3–10
 - Durchführung, 3–9–3–10
- AUTOSET**-Taste, 2–16, 3–9
- AUX TRIGGER INPUT**, BNC, 2–6
- Average (Mittelwert)-Modus, 3–29
- Average**, Menü Acquire, 3–30

B

- Bandbreite, 3–149, Glossar–1
- Bandwidth**, Menü Vertical, 3–149
- Banner menu, 3–138
- Base**, Menü Cursor, 3–16

- Berechnete Signale, 3–105
- Berechnetes (Math) Signal
 - Differential, A–1
 - FFT, A–1
 - Integral, A–1
- Beschneiden, FFT-Signal, 3–95
- Beschneidung
 - bei differenzierten Signalen, 3–109
 - Vermeidung der, 3–95, 3–109, 3–114
 - von integrierten Signalen, 3–114
- Fenster, 3–99
 - auswählen, 3–100
 - Begrenzung durch (Windowing), 3–99
 - Beschreibung, 3–90
 - Blackman-Harris, 3–90, 3–100, 3–102
 - Eigenschaften, 3–101
 - Hamming, 3–90, 3–100, 3–102
 - Hanning, 3–90, 3–100, 3–102
 - Rechteck, 3–90, 3–100, 3–102
- More, Menü
 - Blackman-Harris**, 3–90
 - Change Math waveform definition**, 3–88
 - dBV RMS**, 3–89
 - FFT**, 3–88
 - Hamming**, 3–90
 - Hanning**, 3–90
 - Linear RMS**, 3–89
 - Math1, Math2, Math3**, 3–88
 - Phase (deg)**, 3–89
 - Phase (rad)**, 3–89
 - Rectangular**, 3–90
 - Set FFT Source to:**, 3–89
 - Set FFT Vert Scale to:**, 3–89
 - Set FFT Window to:**, 3–90
- Blackman-Harris-Fenster, 3–90
- BMP, 3–45
- BMP Color**, Menü Hardcopy, 3–46
- BMP Mono**, Menü Hardcopy, 3–46
- BNC
 - AUX TRIGGER INPUT**, 2–6
 - DELAYED TRIGGER OUTPUT**, 2–6
 - MAIN TRIGGER OUTPUT**, 2–6
 - SIGNAL OUTPUT**, 2–6
- Breite, 2–23
- Breite (Width)-Triggerung, 3–69
- Burstbreite, 3–125

- C**
 - Cal Probe**, Menü Vertical, 3–139
 - Centronics, **Port** (Option), 3–21
 - CH1, CH2 ...**-Tasten, 3–80
 - Ch1, Ch2 ...**, Main Trigger menu, 3–62
 - Ch1, Ch2 ...**, Menü Delayed Trigger, 3–153
 - Ch1, Ch2 ...**, Menü Main Trigger, 3–37, 3–65, 3–67, 3–74, 3–75, 3–77
 - Ch1, Ch2 ...**, Menü Video Trigger, 3–156
 - Change Math waveform definition**, Menü More, 3–103
 - Class**, Menü Main Trigger, 3–64, 3–67, 3–74
 - CLEAR MENU** Taste, 2–10
 - CLEAR MENU**-Taste, 2–10, 2–23, 3–133
 - CLEAR MENU**-Taste, 2–3, 2–14
 - Clear Spool**, Menü Hardcopy, 3–48
 - Clock**, Menü Horizontal, 3–60
 - Compare Ch1 to**, Menü Acquire, 3–43
 - Compare Ch2 to**, Menü Acquire, 3–43
 - Configure**, Menü Utility, 3–21
 - Configure**, Menü Utility, 3–46
 - Confirm Delete**, Menü File Utilities, 3–19
 - Contrast**, Menü Display, 3–4
 - Copy**, Menü File Utilities, 3–19
 - Coupling**, Menü Delayed Trigger, 3–154
 - Coupling**, Menü Main Trigger, 3–37
 - Coupling**, Menü Vertical, 3–148
 - Create Directory**, Menü File Utilities, 3–19
 - Create Limit Test Template**, Menü Acquire, 3–41
 - Create Measrmnt**, Menü Measure Delay, 3–133
 - Cross Hair**, Menü Display, 3–6
 - Cursor, 3–11–3–16
 - bei differenzierten Signalen, 3–109
 - bei FFT-Signalen, 3–91
 - gepaart, 3–11–3–16
 - Horizontalbalken, 3–11–3–16
 - Vertikalbalken, 3–11
 - Verwendung, 3–13
 - Cursor, Menü, 3–13, 3–112
 - 1/Base**, 3–15
 - 1/Clocks**, 3–15
 - 1/seconds (Hz)**, 3–15
 - Amplitude Units**, 3–16
 - Base**, 3–16
 - Function**, 3–13, 3–14
 - H Bars**, 3–13, 3–14
 - Horizontal Units**, 3–15
 - Independent**, 3–14
 - IRE (NTSC)**, 3–16
 - seconds**, 3–15
 - Tracking**, 3–14
 - Video Line Number**, 3–15
 - CURSOR**-Taste, 3–13
 - Cursoranzeige, 3–12
 - Cursorgeschwindigkeit, 3–16
 - Cursormenü, 3–91

Custom, Menü Video Trigger, 3–156

D

Dämpfung, Glossar–2

Dateisystem, 3–17–3–20

Datenferübertragung, 3–21–3–22

Datensatzlänge, 3–57, A–2, Glossar–2

Datensatzschema, 2–7, 3–36, 3–55

Datum/Uhrzeit

auf Hardcopies, 3–47

einstellen, 3–47

DC, Menü Main Trigger, 3–37

DC-Kopplung, 3–148

DC-Offset, 3–95

bei berechneten Signalen, 3–95

bei Math-Signalen, 3–114

zur DC-Korrektur von FFTs, 3–95

Define Inputs, Menü Main Trigger, 3–75, 3–77

Define Logic, Menü Main Trigger, 3–75, 3–77

Delay by Events, Menü Delayed Trigger, 3–153

Delay by Lines, Menü Video Trigger, 3–157

Delay by Time, Menü Delayed Trigger, 3–153

Delay by Time, Menü Video Trigger, 3–157

Delay by, Menü Delayed Trigger, 3–153

Delay To, Menü Measure Delay, 3–132

Delayed Only, Menü Horizontal, 3–152

Delayed Runs After Main, Menü Horizontal, 3–60, 3–152

Delayed Scale, Menü Horizontal, 3–58

DELAYED TRIG-Taste, 3–152

DELAYED TRIGGER OUTPUT, BNC, 2–6

Delayed Trigger, Menü, 3–152–3–154

Ch1, Ch2 ..., 3–153

Coupling, 3–154

Delay by, 3–153

Delay by Events, 3–153

Delay by Time, 3–153

Rising Edge, 3–154

Delayed Triggerable, Menü Horizontal, 3–60, 3–153

Delete Refs, Menü Save/Recall Waveform, 3–118

Delete, Menü File Utilities, 3–18

Deskjet, 3–45

Deskjet, Menü Hardcopy, 3–46

Differentiation

einer Ableitung, 3–107

Signale, 3–107

Differenzierte Signale

Anwendungen, 3–107

Verfahren zur Darstellung, 3–107

Verfahren zur Messung, 3–108, 3–109

Digitalisierung, Glossar–2

Diskette, Abspeicherung einer Hardcopy, 3–49

Display, Optionen, 3–3–3–8

Display ‘T’ @ Trigger Point, Menü Display, 3–4

DISPLAY-Taste, 3–3

Display, Menü, 3–3

Contrast, 3–4

Cross Hair, 3–6

Display ‘T’ @ Trigger Point, 3–4

Dots, 3–3

Dots-Art, 3–43

Filter, 3–5

Format, 3–6

Frame, 3–6

Full, 3–6

Graticule, 3–6–3–8

Grid, 3–6

Infinite Persistence, 3–4

Intensified Samples, 3–3

Intensity, 3–4–3–8

Linear interpolation, 3–5

NTSC, 3–6

Overall, 3–4

PAL, 3–6

Readout, 3–4

Sin(x)/x interpolation, 3–5

Style, 3–3

Text/Grat, 3–4

Trigger Bar, 3–5

Variable Persistence, 3–4

Vectors, 3–3

Waveform, 3–4

XY, 3–6

Display, Menü Status, 3–137

Dots, Menü Display, 3–3

Dots-Art, Menü Display, 3–43

DPU412-II, Menü Hardcopy, 3–46

DPU412, Menü Hardcopy, 3–46

Drehknopf

Beschleunigung, 3–39

Horizontal **POSITION**, 2–15, 3–56

Horizontal **SCALE**, 2–15, 3–56

Hyphenation, 2–24

Mehrzweck, 2–8, 2–9

Triggerung **MAIN LEVEL**, 2–16

Vertical **POSITION**, 2–15

Vertical **SCALE**, 2–15, 3–147

Dual Wfm Math, Menü More, 3–104

Dual Zoom, Menü Zoom, 3–162

Dual Zoom Offset, Menü Zoom, 3–163

E

Echtzeitabtastung, Glossar–2
Edge, Menü Main Trigger, 3–37
Edges, Menü Measure Delay, 3–133
Einschalten, 1–4
Einstellungen, Speichern und Abrufen, 3–23–3–26
Einstellungen abspeichern und abrufen, 3–23
Einstellungen für die Anwendungsbeispiele, 2–11
Either, Menü Main Trigger, 3–66, 3–67
empty, Saved waveform status, 3–117
Encapsulated Postscript, 3–45
Enter Char, Menü Labelling, 3–18, 3–19
Envelope (Hüllkurve)-Modus, 3–29
Envelope, Menü Acquire, 3–30
EPS Color Img, Menü Hardcopy, 3–46
EPS Color Plt, Menü Hardcopy, 3–46
EPS Mono Img, Menü Hardcopy, 3–46
EPS Mono Plt, Menü Hardcopy, 3–46
Epson, 3–45
Epson, Menü Hardcopy, 3–46
Erfassung, Intervall, Glossar–2
Erfassung, 3–9, Glossar–2
Erfassungsanzeige, 3–30
Erfassungsarten
 Average, 3–29
 Envelope, 3–29
 Hi Res, 3–28
 Peak Detect, 3–27
 Sample, 3–27
External Clock, Menü Horizontal, 3–60, 3–61

F

factory, Status, gespeicherte Einstellung, 3–23
Fallende Flanke, Menü Delayed Trigger, 3–154
Fallende Flanke, Menü Main Trigger, 3–38, 3–77
Fernsteuerung
 Port anwählen und konfigurieren, 3–21
 Verfahren zur, 3–21
FFT von Signalen, 3–87
FFT-Datensatz im Frequenzbereich, 3–93
 definiert, 3–94
 Länge, 3–94
FFT-Datensatz im Zeitbereich, definiert, 3–93
FFT-Signal
 Datensatzlänge, 3–94
 Phasennullpunkt, 3–97
 Phasenunterdrückung, 3–90, 3–98
FFT-Signale
 Aliasing, 3–96
 Aufruf der Darstellung, 3–88

 automatische Messung, 3–93
 DC-Korrektur, 3–95
 Erfassungsmodus, 3–96
 Interpolationsmodus, 3–96
 Meßverfahren, 3–91
 Phasendarstellung, Hinweise zur Darstellung, 3–97
 Phasengang, 3–89
 Unterabtastung, 3–96
 Unterdrückung von Störungen, 3–96
 Vergrößern, 3–96
File Utilities, Menü File Utilities, 3–17
File Utilities, Menü, 3–17
 Delete, 3–18
 File Utilities, 3–17
 Format, 3–19, 3–20
 Rename, 3–18
Filter, Menü Display, 3–5
Fine Scale, Menü Vertical, 3–149
Firmwareversion, 3–137
Fit to screen, Menü Horizontal, 3–57
Fläche, Zeitintegral, 3–125
Flanke, 3–35
Flankentriggerung, 3–35
 Anzeige, 3–35, 3–72
FORCE TRIG-Taste, 3–39, 3–40
Format, Menü Display, 3–6
Format, Menü File Utilities, 3–20
Format, Menü Hardcopy, 3–46
Frame, Menü Display, 3–6
Frequenz, 2–23, 3–126
Frontplatte, 2–4, 2–5
Full, Menü Display, 3–6
Full, Menü Vertical, 3–149
Function, Menü Cursor, 3–13, 3–14

G

Gating, Menü Measure, 3–130
Genauigkeit, Glossar–2
Gepaarte Cursor, 3–11–3–16
Getorte (gated) Messungen, 3–129
Gewähltes Signal, 3–79
Glitch, Menü Main Trigger, 3–64, 3–66
Glitch-Triggerung, 3–64
GND-Kopplung, 3–148
Goes FALSE, Menü Main Trigger, 3–74
Goes TRUE, Menü Main Trigger, 3–74
GPIB, 2–6, 3–21
 Port anwählen und konfigurieren, 3–21
 Verfahren zur Verwendung, 3–21
GPIB, Menü Hardcopy, 3–47
GPIB, Utility menu, 3–21

GPIB-Programmierung, D-1
Graticule, Menü Display, 3-6-3-8
 Grenzwerte prüfen, 3-41-3-44
Grid, Menü Display, 3-6
GROUP 1, GROUP 2 ...-Tasten, 3-162

H

H Bars, Menü Cursor, 3-13, 3-14
H Limit, Menü Acquire, 3-42

Anzeige, Cursor

Cursorpaare, 3-93, 3-109, 3-113
 H-Bars, 3-91, 3-109, 3-112
 V-Bars, 3-92, 3-109, 3-113

Cursoranzeige

Cursorpaare, 3-93, 3-109, 3-113
 H-Bars, 3-91, 3-109, 3-112
 V-Bars, 3-92, 3-109, 3-113

Hamming-Fenster, 3-90

Hanning-Fenster, 3-90

Hardcopy, 3-45-3-52

Abspeicherung auf Diskette, 3-49
 Druckausgabe (mit Controller), 3-50
 Druckausgabe (ohne Controller), 3-48
 Spooler, 3-48

Hardcopy (Talk Only), Menü Utility, 3-46

Hardcopy if Condition Met, Menü Acquire, 3-43

HARDCOPY Taste, 3-22

HARDCOPY-Taste, 3-17, 3-46

Hardcopy, Menü Utility, 3-22

Hardcopy, Menü

BMP Color, 3-46
BMP Mono, 3-46
Clear Spool, 3-46, 3-48
Deskjet, 3-46
DPU412, 3-46
DPU412-II, 3-46
EPS Color Img, 3-46
EPS Color Plt, 3-46
EPS Mono Img, 3-46
EPS Mono Plt, 3-46
Epson, 3-46
Format, 3-46
GPIB, 3-47
HPGL, 3-46
Interleaf, 3-46
Landscape, 3-46
Laserjet, 3-46
Layout, 3-46
OK Confirm Clear Spool, 3-48
PCX, 3-46
PCX Color, 3-46

Port, 3-47

Portrait, 3-46

RLE Color, 3-46

Thinkjet, 3-46

TIFF, 3-46

Hauptmenütasten, Glossar-2

Hauptmenü, 2-7

Hauptmenütasten, 2-3

Hauptschalter, 1-4, 2-6

Helligkeit, 3-4

HELP-Taste, 3-53

HF Rej, Menü Main Trigger, 3-37

Hi Res (Hochauflösung)-Modus, 3-28

Hi Res, Menü Acquire, 3-30

Hi Res-Erfassungsmodus, Glossar-2

High, 3-126

High Ref, Measure, Menü, 3-131

High-Low Setup, Measure, Menü, 3-131

Hilfesystem, 3-53

Histogram, Menü Measure, 3-131

Holdoff bei der Triggerung, 3-39

Holdoff, bei der Triggerung, Glossar-3

Holdoff, Menü Main Trigger, 3-65, 3-75

Horiz Pos, Menü Horizontal, 3-59

Horiz Scale, Menü Horizontal, 3-58

Horizontal, 3-9

Anzeigen, 3-55

Balkencursor, 3-11-3-16

Drehknopf **SCALE**, 2-15

Position, 3-56

Skala, 3-56

Steuerung, 3-55-3-62

System, 2-15

Horizontal Lock, Menü Zoom, 3-162, 3-165

HORIZONTAL MENU-Taste, 3-152

Horizontal Units, Menü Cursor, 3-15

Horizontal, Drehknopf **POSITION**, 3-56, 3-162

Horizontal, Drehknopf **SCALE**, 3-56, 3-162

Horizontal, Menü

Clock, 3-60

Delayed Only, 3-152

Delayed Runs After Main, 3-60, 3-152

Delayed Scale, 3-58

Delayed Triggerable, 3-60, 3-153

External Clock, 3-60, 3-61

Fit to screen, 3-57

Horiz Pos, 3-59

Horiz Scale, 3-58

Intensified, 3-152, 3-153

Internal Clock, 3-60

Main Scale, 3-58

Record Length, 3-57

Set to 10%, 3–59
Set to 50%, 3–59
Set to 90%, 3–59
Time Base, 3–60
Trigger Position, 3–57
 Horizontalanzeigen, 3–55
 HPGL, 3–45
HPGL, Menü Hardcopy, 3–46
 Hüllkurvenerfassungsmodus, Glossar–3

I

I/O, Menü Utility, 3–21
I/O, Menü Status, 3–137
I/O, Menü Utility, 3–46
 Impulstriggerung, 3–63
 Inbetriebnahme, 1–3
Independent, Menü Cursor, 3–14
Infinite Persistence, Menü Display, 3–4
 Installation, 1–3
 Integration, Signale, 3–111
 Integrierte Signale
 Anwendungen, 3–111
 automatische Messungen, 3–114
 Verfahren zur Darstellung, 3–111
 Vergrößerung, 3–110, 3–115
Intensified Samples, Menü Display, 3–3
Intensified, Menü Horizontal, 3–152, 3–153
Intensity, Menü Display, 3–4–3–8
Interlaced Field One, Menü Video Trigger, 3–157
Interlaced Field Two, Menü Video Trigger, 3–157
 Interleaf, 3–45
Interleaf, Menü Hardcopy, 3–46
Internal Clock, Menü Horizontal, 3–60
 Interpolation, 3–5, Glossar–3
 FFT-Verzerrungen, 3–96
 linear oder $\sin(x)/x$, 3–96
IRE (NTSC), Menü Cursor, 3–16

K

Kabel, 3–21
 Kanal, 3–79–3–82
 Anzeige, 2–7, 3–79, 3–161
 Referenzindikator, 2–7, 3–79
 Wähltasten, 3–80
 Kanäle wählen, 3–79
 Kanalwahl, Tasten, 2–18
 Kompensation, 3–145
 Konventionen, xii
 Kopplung, 2–19
 Kundendienst, A–6

L

Labelling, Menü, **Enter Char**, 3–18, 3–19
Landscape, Menü Hardcopy, 3–46
 Laserjet, 3–45
Laserjet, Menü Hardcopy, 3–46
 Laufzeitverzögerung, 3–126
Layout, Menü Hardcopy, 3–46
Level, Menü Delayed Trigger, 3–154
Level, Menü Main Trigger, 3–38, 3–66, 3–70
LF Rej, Menü Main Trigger, 3–37
Limit Test Condition Met, Menü Acquire, 3–44
Limit Test Setup, Menü Acquire, 3–43, 3–44
Limit Test Sources, Menü Acquire, 3–43
Limit Test, Menü Acquire, 3–44
Linear interpolation, Menü Display, 3–5
 Lineare Interpolation, 3–5, Glossar–4
 Logische Triggerung, 3–71–3–78
 Definitionen, 3–73
 Pattern (Bitmap), 3–73
 State (Logikzustände), 3–73
 Low, 3–126
Low Ref, Measure, Menü, 3–131

M

MAIN LEVEL, 3–38
Main Scale, Menü Horizontal, 3–58
MAIN TRIGGER OUTPUT, BNC, 2–6
 Main Trigger, Menü, 3–37, 3–64, 3–67, 3–74
 AC, 3–37
 Accept Glitch, 3–66
 AND, 3–75, 3–77
 Auto, 3–39, 3–65, 3–75
 Ch1, Ch2 ..., 3–37, 3–62, 3–65, 3–67, 3–74, 3–75,
 3–77
 Class, 3–64, 3–67, 3–74
 Coupling, 3–37
 DC, 3–37
 Define Inputs, 3–75, 3–77
 Define Logic, 3–75, 3–77
 Edge, 3–37
 Either, 3–66, 3–67
 Falling edge, 3–38, 3–77
 Glitch, 3–64, 3–66
 Goes FALSE, 3–74
 Goes TRUE, 3–74
 HF Rej, 3–37
 Holdoff, 3–65, 3–75
 Level, 3–38, 3–66, 3–70
 LF Rej, 3–37
 Mode & Holdoff, 3–39, 3–65, 3–75

- NAND, 3–75, 3–77
- Negative, 3–66, 3–67
- Noise Rej, 3–37
- NOR, 3–75, 3–77
- Normal, 3–39, 3–65, 3–75
- OR, 3–75, 3–77
- Pattern, 3–74
- Polarity, 3–67
- Polarity and Width, 3–66
- Positive, 3–66, 3–67
- Pulse, 3–64, 3–67
- Reject Glitch, 3–66
- Rising edge, 3–38, 3–77
- Runt, 3–67
- Set Thresholds, 3–74
- Set to 50%, 3–38, 3–40
- Set to ECL, 3–38
- Set to TTL, 3–38
- Slope, 3–38
- Source, 3–37, 3–65, 3–67
- State, 3–74, 3–77
- Thresholds, 3–67
- Trigger When, 3–74, 3–75
- True for less than, 3–75
- True for more than, 3–75
- Type, 3–37, 3–64, 3–67, 3–155, 3–156
- Video, 3–155, 3–156
- Width, 3–66
- Massekopplung, 3–148
- Math Waveform
 - Differential, A–1
 - FFT, A–1
 - Integral, A–1
 - Option Advanced, A–1
- Math1/2/3, Menü More, 3–105
- Math-Signale, 3–105
- Maximum, 3–126
- Measure Delay To, Menü Measure Delay, 3–132
- Measure Delay, Menü
 - Create Measrmnt, 3–133
 - Delay To, 3–132
 - Edges, 3–133
 - Measure Delay To, 3–132
 - OK Create Measurement, 3–133
- MEASURE-Taste, 3–128
- Measure, Menü, 3–128, 3–134
 - Gating, 3–130
 - High Ref, 3–131
 - High-Low Setup, 3–131
 - Histogram, 3–131
 - Low Ref, 3–131
 - Mid Ref, 3–131
 - Mid2 Ref, 3–131
 - Min-Max, 3–131
 - Reference Levels, 3–131
 - Remove Measrmnt, 3–129, 3–134
 - Select Measrmnt, 3–129, 3–132
 - Set Levels in % units, 3–131
 - Snapshot, 3–134
- Mehrzweckknopf, 2–8, 2–9
- Menü, Utility, 3–21
- Menü
 - Acquire, 3–30, 3–41
 - Aufruf, 2–8, 2–9
 - Banner, 3–138
 - Cursor, 3–13
 - Delayed Trigger, 3–152–3–154
 - Display, 3–3
 - File Utilities, 3–17
 - Haupt , 2–7
 - Haupt- , 2–7
 - Horizontal, 3–152
 - Main Trigger, 3–37, 3–64, 3–67, 3–74
 - Measure, 3–128, 3–134
 - More, 3–88, 3–103, 3–107, 3–119
 - See also Menü More
 - Popup, 2–10, Glossar–3
 - Save/Recall, 3–23
 - Save/Recall Waveform, 3–117
 - Setup, 2–12
 - Status, 3–137–3–138
 - Utility, 3–45
 - Video Trigger, 3–155
- Menü Acquire
 - RUN/STOP, 3–32
 - Stop After, 3–31
- Menü Delayed Trigger
 - Fallende Flanke, 3–154
 - Level, 3–154
 - Slope, 3–154
 - Source, 3–153
- Menü Display, YT, 3–6
- Menü Horizontal, 3–152
 - Time Base, 3–152
- Menü More, 3–103
 - Dual Wfm Math, 3–104
 - Math1/2/3, 3–105
 - Set 1st Source to, 3–104
 - Set Function to, 3–103
 - Set operator to, 3–104
- Menü Save/Recall Setup, factory status, 3–23
- Menü Vertical, Offset, 3–149
- Meßgenauigkeit, Maximale, 3–123–3–124, 3–139–3–144
- Messung
 - Amplitude, 3–125

Area, 3–125
 Burst width, 3–125
 Cycle area, 3–125
 Cycle mean, 3–126
 Cycle RMS, 3–126
 Delay, 3–132
 Duty cycle, 2–23
 Fall time, 3–126
 Frequency, 2–23, 3–126
 High, 3–126
 Low, 3–126
 Maximum, 3–126
 Mean, 3–126
 Minimum, 3–126
 Negative duty cycle, 3–126
 Negative overshoot, 3–126
 Negative width, 3–126
 Peak to peak, 3–126
 Period, 3–126
 Phase, 3–127
 Positive duty cycle, 3–127
 Positive overshoot, 3–127
 Positive width, 3–127
 Propagation delay, 3–126
 Readout, 3–128
 Reference levels, 2–24
 Rise time, 2–23, 3–127
 RMS, 3–127
 Width, 2–23
 Messungen, 3–125–3–136
 automatisch, 2–22
 Cursor, 3–11
 getort (gated), 3–129
 Raster, 3–135–3–136
 Schnappschuß, 3–134
Mid Ref, Measure, Menü, 3–131
Mid2 Ref, Measure, Menü, 3–131
Min-Max, Measure, Menü, 3–131
 Minimum, 3–126
 Mittelwert, 3–126
 Mittelwertaufhebungsmodus, Glossar–3
Mode & Holdoff, Menü Main Trigger, 3–39, 3–65, 3–75
Mode, Menü Acquire, 3–30
 Modellnummer, Angabe, 2–3
MORE-Taste, 3–42, 3–80, 3–103, 3–119
 More, Menü, 3–107, 3–119
 Change Math waveform definition, 3–103, 3–107, 3–111
 diff, 3–107
 intg, 3–111
 Math1, Math2, Math3, 3–107, 3–111
 OK Create Math Waveform, 3–104, 3–111

Set 2nd Source to, 3–104
Set Function to:, 3–107, 3–111
Set Single Source to, 3–104
Set Single Source to:, 3–107, 3–111
Single Wfm Math, 3–103, 3–107, 3–111
 Status, Referenzsignal, 3–119

N

Nachleuchtdauer, 3–4
 NAND, Menü Main Trigger, 3–73
NAND, Menü Main Trigger, 3–75, 3–77
 Neg Sync, Menü Video Trigger, 3–157
 Negative Breite, 3–126
Negative, Menü Main Trigger, 3–66, 3–67
 Negatives Tastverhältnis, 3–126
 Negatives Überspringen, 3–126
 Netzanschlußstecker, 1–3
 Netzkabel, A–1, A–2
Noise Rej, Menü Main Trigger, 3–37
NonInterlaced Both Fields, Menü Video Trigger, 3–158
 NOR, Menü Main Trigger, 3–73
NOR, Menü Main Trigger, 3–75, 3–77
Normal, Menü Main Trigger, 3–39, 3–65, 3–75
 Normal, Triggermodus, 3–39
 NTSC Video-Standard, 3–156
NTSC, Menü Display, 3–6
NTSC, Menü Video Trigger, 3–156
 Nyquist-Frequenz, 3–96

O

OFF (Real Time only), Menü Acquire, 3–31
Off Bus, Menü Utility, 3–22
 Offset
 DC. *See DC-Offset*
 Vertikal, 3–149
 vertikal, 3–95, 3–109, 3–114
Offset, Menü Vertical, 3–149
OK Confirm Clear Spool, Menü Hardcopy, 3–48
OK Create Math Wfm, Menü More, 3–104
OK Create Measurement, Menü Measure Delay, 3–133
OK Erase Ref & Panel Memory, Menü Utility, 3–25
OK Store Template, Menü Acquire, 3–42
ON (Enable ET), Menü Acquire, 3–31
ON/STBY-Taste, 1–5
ON/STBY-Taste, 2–3
 Hardcopyschnittstelle, Option RS-232/Centronic, A–1
 Optionen, A–1–A–6
OR, Menü Main Trigger, 3–73

OR, Menü Main Trigger, 3-75, 3-77
Overall, Menü Display, 3-4
Overwrite Lock, Menü File Utilities, 3-20

P

PAL Video-Standard, 3-156
PAL, Menü Display, 3-6
PAL, Menü Video Trigger, 3-156
 Pattern (Bitmap)-Triggerung, 3-75-3-78
Pattern, Menü Main Trigger, 3-74
 PCX, 3-45
PCX Color, Menü Hardcopy, 3-46
PCX, Menü Hardcopy, 3-46
 Peak Detect (Spitzenwerterfassung)-Modus, 3-27
Peak Detect, Menü Acquire, 3-30
 Periodendauer, 3-126
 Phase, 3-127
 Phasennullpunkt, 3-97
 Festlegung für Impulsprüfungen, 3-97, 3-98-3-99
 Phasenunterdrückung, 3-98
 Pixel, Glossar-3
 Plattenlaufwerk, 3-17-3-20
Polarity and Width, Menü Main Trigger, 3-66
Polarity, Menü Main Trigger, 3-67
 Popup-Menü, 2-10, Glossar-3
Port, Menü Utility, 3-21
Port, Menü Hardcopy, 3-47
Portrait, Menü Hardcopy, 3-46
 Pos Sync, Menü Video Trigger, 3-157
 Position, vertikal, 3-95, 3-109, 3-114
Position, Menü Vertical, 3-149
 Positive Breite, 3-127
Positive, Menü Main Trigger, 3-66, 3-67
 Positives Tastverhältnis, 3-127
 Positives Überschwingen, 3-127
 Postscript, 3-45
 Posttrigger, Glossar-3
 Pretrigger, Glossar-3
Preview-Darstellung, Menü Zoom, 3-163
Print, Menü File Utilities, 3-19
 Probe Cal, 1-5, 3-139-3-144
 Programmierbeispiele, D-1
 Programmiererhandbuch, D-1
 Programmierung, GPIB, D-1
Pulse, Menü Main Trigger, 3-64, 3-67
 Punkte (Dots), 3-3

Q

Quantisierung, Glossar-3

R

Raster, 3-6
 Messungen, 3-135-3-136
Rate 1, Menü Video Trigger, 3-158
Rate 2, Menü Video Trigger, 3-158
Rate 3, Menü Video Trigger, 3-158
Rate 4, Menü Video Trigger, 3-158
 Rückwand, 3-21
Readout, Menü Display, 3-4
Recall Factory Setup, Menü Save/Recall Setup, 3-9, 3-24
Recall Saved Setup, Menü Save/Recall Setup, 3-23
 Rechteck-Fenster, 3-90
Record Length, Menü Horizontal, 3-57
Ref1, Ref2, Ref3, Ref4, Menü Save/Recall Waveform, 3-119
Ref1, Ref2, Ref3, Ref4, Status, Referenzsignal, 3-119
Reference Levels, Measure, Menü, 3-131
 Referenzindikator, Kanal, 3-79
 Referenzpegel, 2-24, 3-131
 Referenzspeicher, Glossar-4
Reject Glitch, Menü Main Trigger, 3-66
Remove Measrmt, Menü Measure, 3-129, 3-134
Rename, Menü File Utilities, 3-18
Repetitive Signal, Menü Acquire, 3-31
Reset Zoom Factors, Menü Zoom, 3-164
RLE Color, Menü Hardcopy, 3-46
 RMS, 3-127
 Rollen, Glossar-4
 Rollmodus, 3-83-3-86
 Einsatz, 3-83
 getriggert, 3-83
 getriggert, bei Einzelfolgen, 3-83
 ungetriggert, 3-83
 ungetriggert, bei Einzelfolgen, 3-83
 RS-232, **Port** (Option), 3-21
 Rückwand, 2-6
RUN/STOP, Menü Acquire, 3-32
Runt, Menü Main Trigger, 3-67
 Runt-Triggerung, 3-64, 3-67

S

Sample (Abtastung)-Modus, 3-27
Sample, Menü Acquire, 3-30
Save Current Setup, Menü Save/Recall Setup, 3-23
Save Format, Menü Save/Recall Waveform, 3-120
Save Waveform, Menü Save/Recall Waveform, 3-117
 Save/Recall **SETUP**-Taste, 3-23
 Save/Recall **SETUP**-Taste, 3-17

- Save/Recall **WAVEFORM** Taste, 3–117
- Save/Recall **WAVEFORM**-Taste, 3–17
- Save/Recall Setup, Menü, 3–23
 - Recall Factory Setup**, 3–9, 3–24
 - Recall Saved Setup**, 3–23
 - Save Current Setup**, 3–23
 - user** status, 3–23
- Save/Recall **SETUP**-Taste, 2–12
- Save/Recall Waveform, Menü, 3–117
 - active** status, 3–117
 - Delete Refs**, 3–118
 - empty** status, 3–117
 - Ref1, Ref2, Ref3, Ref4**, 3–119
 - Save Format**, 3–120
 - Save Waveform**, 3–117
- Scan Parameter**, Menü Video Trigger, 3–157
- Schalter, Haupt-, 1–4, 2–6
- Schnappschuß, Anzeige, 3–134
- Schnappschuß von Messungen, 3–134
- Schnappschuß-Messungen, 2–25
- Schnelle Fourier-Transformation, Beschreibung, 3–87
- Schnelle Fourier-Transformation (FFT), Anwendungen, 3–87
- SECAM Video-Standard, 3–156
- SECAM**, Menü Video Trigger, 3–156
- seconds**, Menü Cursor, 3–15
- Seitenmenü, 2–7
- Seitenmenütasten, 2–3
- Selbsttest, 1–5
- Select Measrmt**, Menü Measure, 3–129, 3–132
- SELECT**-Taste, 3–14
- Set 1st Source to**, Menü More, 3–104
- Set 2nd Source to**, Menü More, 3–104
- Set Function to**, Menü More, 3–103
- SET LEVEL TO 50%**-Taste, 3–40
- Set Levels in % units**, Measure, Menü, 3–131
- Set operator to**, Menü More, 3–104
- Set Single Source to**, Menü More, 3–104
- Set Thresholds**, Menü Main Trigger, 3–74
- Set to 10%**, Menü Horizontal, 3–59
- Set to 50%**, Menü Horizontal, 3–59
- Set to 50%**, Menü Main Trigger, 3–38, 3–40
- Set to 90%**, Menü Horizontal, 3–59
- Set to ECL**, Menü Main Trigger, 3–38
- Set to TTL**, Menü Main Trigger, 3–38
- Set to Zero**, Menü Vertical, 3–149
- Setup, Menü, 2–12
- Sicherung, 1–3, 2–6
- Sicherungsbügel, 2–6
- Signal
 - berechnen (Math), 3–103–3–106
 - Intervall, Glossar–4
 - Ohne Priorität, 3–81
- SIGNAL OUTPUT**, BNC, 2–6
- Signalbeschneidung. *See Beschneidung*
- Signaldatensatz
 - FFT, 3–93
 - FFT-Frequenzbereich, 3–94
 - änge, 3–94
 - FFT-Quelle, 3–93
 - definiert, 3–93
 - Erfassungsmodus, 3–96
 - lang oder kurz, 3–95
 - FFT-Quelle, 3–93
 - FFT-Zeitbereich, 3–93–3–94
- Signale
 - berechnet, 3–105
 - Math, 3–105
 - und Zoom, 3–161
- Signale differenzieren, 3–107
- Signale integrieren, 3–111
- Signale speichern und abrufen, 3–117
- Signalpfadkompensation, 1–5–1–6, 3–123–3–124
- Speicher, 3–118
- Sin(x)/x interpolation**, Menü Display, 3–5
- Sin(x)/x-Interpolation, 3–5, Glossar–4
- Single Acquisition Sequence**, Menü Acquire, 3–32
- SINGLE TRIG**-Taste, 3–33, 3–39, 3–40
- Single Wfm Math**, Menü More, 3–103
- Skala, vertikal, 3–95, 3–109, 3–114
- Slope**, Menü Delayed Trigger, 3–154
- Slope**, Menü Main Trigger, 3–38
- Snapshot**, Measure, Menü, 3–134
- Softwareversion, 3–137
- Source**, Menü Delayed Trigger, 3–153
- Source**, Menü Main Trigger, 3–37, 3–65, 3–67
- Source**, Menü Video Trigger, 3–156
- Speicher, Signale, 3–118
- Speichern, Einstellungen, 3–23–3–26
- Spitze-Spitze, 3–126
- Spooler, Hardcopy, 3–48
- State (Logikzustände)-Triggerung, 3–77–3–78
- State**, Menü Main Trigger, 3–74, 3–77
- STATUS**-Taste, 3–137
- Status, Menü, 3–137–3–138
 - Display**, 3–137
 - Firmwareversion, 3–137
 - I/O**, 3–137
 - System**, 3–137
 - Trigger**, 3–137
 - Waveforms**, 3–137
- Steckverbinder
 - AUX TRIGGER INPUT**, 2–6
 - DELAYED TRIGGER OUTPUT**, 2–6
 - GPIO, 2–6
 - MAIN TRIGGER OUTPUT**, 2–6

SIGNAL OUTPUT, 2–6
Stop After Limit Test Condition Met, Menü Acquire, 3–43
Stop After, Menü Acquire, 3–31, 3–44
 Störsignale, Unterdrückung in Phasen-FFTs, 3–90, 3–98
 Störungen, Unterdrückung bei FFT-Signalen, 3–96
Style, Menü Display, 3–3
Sync Polarity, Menü Video Trigger, 3–157
System, Menü Status, 3–137
System, Menü Utility, 3–46
System, Utility menu, 3–21

T

Talk/Listen Address, Menü Utility, 3–22

Taste

ACQUIRE MENU, 3–30, 3–41
AUTOSET, 2–16, 3–9, 3–59
CLEAR MENU, 2–3, 2–10, 2–14, 2–23, 3–133
CURSOR, 3–13
DELAYED TRIG, 3–152
DISPLAY, 3–3
FORCE TRIG, 3–39, 3–40
HARDCOPY, 3–17, 3–22, 3–46
HELP, 3–53
HORIZONTAL MENU, 3–152
MEASURE, 3–128
MORE, 3–80, 3–103, 3–119
ON/STBY, 1–5, 2–3
 Save/Recall **SETUP**, 3–17, 3–23
 Save/Recall **WAVEFORM**, 3–17, 3–117
 Save/Recall **SETUP**, 2–12
SELECT, 3–14
SET LEVEL TO 50%, 3–40
SINGLE TRIG, 3–33, 3–39, 3–40
STATUS, 3–137
TRIGGER MENU, 3–37, 3–64, 3–67, 3–74, 3–155
UTILITY, 3–21, 3–46
VERTICAL MENU, 2–19
WAVEFORM OFF, 2–21, 3–7, 3–80
ZOOM, 3–162, 3–165

Tasten

CH1, CH2 ..., 3–80
 Hauptmenü, 2–3
 Kanalwahl, 2–18, 3–80
 Seitenmenü, 2–3

Tastenfeld, 2–8, 2–9

Tastköpfe

Anschluß, 2–11
 Kalibration, 3–139

Kompensation, 2–15, 3–145, Glossar–4
 Passiv, 3–145
 Zubehör, A–4
 Tastverhältnis, 2–23
 Tek Secure, 3–25, Glossar–4
Tek Secure Erase Memory, Menü Utility, 3–25
 Temperaturkompensation, 3–123–3–124
Template Source, Menü Acquire, 3–41
 Testdatenbericht, A–2
Text/Grat, Menü Display, 3–4
 Thinkjet, 3–45
Thinkjet, Menü Hardcopy, 3–46
Thresholds, Menü Main Trigger, 3–67
 TIFF, 3–45
TIFF, Menü Hardcopy, 3–46
Time Base, Menü Horizontal, 3–60, 3–152
Tracking, Menü Cursor, 3–14
 Trigger
 Position, 3–57
 Statusleuchten, 3–35
Trigger Bar Style, Menü Display, 3–5
TRIGGER MENU-Taste, 3–37, 3–64, 3–67, 3–74
TRIGGER MENU-Taste, 3–155
Trigger Position, Menü Horizontal, 3–57
Trigger When, Menü Main Trigger, 3–74, 3–75
 Trigger, Delayed, Einstellungen, 3–152–3–154
Trigger, Menü Status, 3–137
 Triggerbalken, 2–7
 Triggerpegel, 3–35
 Triggerpegelbalken, Anzeige, 3–4
 Triggerpunkt, Anzeige, 3–4
 Triggerstatusleuchten, 3–35
 Triggerung, 3–9, Glossar–4
 Anzeige, 3–35
 durch gekappte Impulse (Runts), 3–64, 3–67
 durch Glitche, 3–64
 durch Impulsbreite, 3–69
 Flanke, 3–35
 Impulse, 3–63
 Logisch, 3–71–3–78
 Pattern (Bitmap), 3–75–3–78
 State (Logikzustände), 3–77–3–78
 Verknüpfung, 3–71
 verzögert, 3–151–3–154
 Video, 3–155
 Triggerung, Drehknopf **MAIN LEVEL**, 2–16, 3–39
True for less than, Menü Main Trigger, 3–75
True for more than, Menü Main Trigger, 3–75
TV Delay Mode, Menü Video Trigger, 3–157
Type, Menü Main Trigger, 3–37, 3–64, 3–67, 3–155, 3–156

U

- user**, Status, gespeicherte Einstellung, 3–23
- UTILITY** Taste, 3–21
- UTILITY**-Taste, 3–46
- Utility, Menü, 3–21
 - Configure**, 3–21
 - GPIB**, 3–21
 - Hardcopy**, 3–22
 - I/O**, 3–21
 - Off Bus**, 3–22
 - Port**, 3–21
 - System**, 3–21
 - Talk/Listen Address**, 3–22
- Utility, Menü, 3–45
 - Configure**, 3–46
 - Hardcopy (Talk Only)**, 3–46
 - I/O**, 3–46
 - OK Erase Ref & Panel Memory**, 3–25
 - System**, 3–46
 - Tek Secure Erase Memory**, 3–25

V

- V Limit**, Menü Acquire, 3–42
- Variable Persistence**, Menü Display, 3–4
- Vectors**, Menü Display, 3–3
- Vektoren, 3–3
- Verknüpfungstriggerung, 3–71
- Verpackung, B–1
- Versand, B–1
- Vertical, Drehknopf **SCALE**, 2–15, 3–147
- VERTICAL MENU**-Taste, 2–19
- Vertical, Menü
 - 100 MHz**, 3–149
 - 20 MHz**, 3–149
 - Bandwidth**, 3–149
 - Cal Probe**, 3–139
 - Coupling**, 3–148
 - Fine Scale**, 3–149
 - Full**, 3–149
 - Position**, 3–149
 - Set to Zero**, 3–149
- Vertikal, 3–9
 - Anzeige, 3–147
 - Balkencursor, 3–11
 - Offset, 3–149
 - Skala, 3–147
 - Steuerung, 3–147–3–150
 - System, 2–15
- Vertikal, Drehknopf **POSITION**, 3–162
- Vertikal, Drehknopf **SCALE**, 3–162

- Vertikalanzeige, 3–147
- Vertikalposition, zur DC-Korrektur von FFTs, 3–95
- Verzögerte Triggerung, 3–151–3–154
 - Einstellungen, 3–152–3–154
- Verzögerungsmessungen, 3–132
- Verzögerungszeit, Glossar–4
- VGA-Anzeige, C–1
- Video Class**, Menü Video Trigger, 3–156
- Video Line Number**, Menü Cursor, 3–15
- Video Trigger, NTSC-Standard, 3–156
- Video Trigger, Menü, 3–155
 - Ch1, Ch2 ...**, 3–156
 - Custom**, 3–156
 - Delay by Lines**, 3–157
 - Delay by Time**, 3–157
 - Interlaced Field One**, 3–157
 - Interlaced Field Two**, 3–157
 - Neg Sync, 3–157
 - NonInterlaced Both Fields**, 3–158
 - NTSC, 3–156
 - PAL**, 3–156
 - Pos Sync, 3–157
 - Rate 1**, 3–158
 - Rate 2**, 3–158
 - Rate 3**, 3–158
 - Rate 4**, 3–158
 - Scan Parameter**, 3–157
 - SECAM**, 3–156
 - Source**, 3–156
 - Sync Polarity**, 3–157
 - TV Delay Mode**, 3–157
 - Video Class**, 3–156
- Video- Triggerung, SECAM-Standard, 3–156
- Video**, Menü Main Trigger, 3–155, 3–156
- Video-Standards, 3–156
- Video-Triggerung, PAL-Standard, 3–156
- Videotriggerung, 3–155
 - Standards, 3–156
- Vorbereitung, 1–5–1–6

W

- Wagen, für Instrument, A–4
- WAVEFORM OFF**-Taste, 2–21, 3–7, 3–80
- Waveform**, Menü Display, 3–4
- Waveforms**, Menü Status, 3–137
- Width**, Menü Main Trigger, 3–66

X

- XY, Format, 3–6

XY, Menü Display, 3–6
XY-Format, Glossar–4

Y

YT, Format, 3–6
YT, Menü Display, 3–6
YT-Format, Glossar–5

Z

Zeitbasis, Glossar–5
Zoom, 3–161–3–166
 bei differenzierten Signalen, 3–110
 bei FFT-Signalen, 3–96
 bei integrierten Signalen, 3–115
 Dual Zoom, 3–162
 Dual Zoom Offset, 3–163
 Horizontal Lock, 3–162, 3–165

 Preview-Darstellung, 3–163
 und Signale, 3–161
Zoom Off, Menü Zoom, 3–164
ZOOM-Taste, 3–162, 3–165
Zoom, Menü
 Dual Zoom, 3–162
 Dual Zoom Offset, 3–163
 Horizontal Lock, 3–162, 3–165
 Preview-Darstellung, 3–163
 Reset Zoom Factors, 3–164
 Zoom Off, 3–164
Zubehör, A–1–A–6
 Optionen, A–3–A–6
 Software, A–5
 Standard, A–3–A–6
 Tastköpfe, A–4
Zyklus-EFF, 3–126
Zyklusfläche, 3–125
Zyklusmittelwert, 3–126

