

Digital-Phosphor-Oszilloskope der dritten Generation bieten bisher unerreichte Signalvisualisierung



► Mehr Vertrauen in die Messung

Das DPO ist ein Digitaloszilloskop, das die gesamte Signalinformation in drei Dimensionen in Echtzeit erfasst und darstellt und dadurch dem Benutzer mehr Vertrauen in seine Messergebnisse gibt.

Seit ihrer Erfindung sind Oszilloskope die Augen des Entwicklers im elektrischen Bereich. Die anspruchsvollen Digital-Designs und komplexen Modulationsarten von heute erfordern hohe Leistungen zur genauen Darstellung des Signalverhaltens – eine Leistung, die in vielen Fällen die Grenzen herkömmlicher Digitalspeicher-Oszilloskope (DSOs) übersteigt.

Im Vergleich zu ihren analogen Vorgängern brachten Digitaloszilloskope den Vorteil der permanenten Signalspeicherung und umfassenden Signalverarbeitung. In zwei wichtigen Bereichen lagen sie jedoch weit zurück: bei der Signalerfassungsrate (Aktivzeit) und der effektiven Darstellung komplexer dynamischer Signale. Die Aktivzeit (Live-Time) von Oszilloskopen ist ein kritischer Faktor bei der Erkennung seltener Ereignisse wie asynchrone Fehler in Digitalsystemen und bei der Erfassung detailreicher dynamischer Signale.

Digital-Phosphor-Technologie: Die Lösung für ein grundlegendes Problem

Mit der Einführung des Digital-Phosphor-Oszilloskops (DPO) im Juni 1998 stellte Tektronix Entwicklerkreisen einen neuen Ansatz für die Signalerfassung vor. Die DPO-Architektur, die auf einem grundverschiedenen Konzept beruht, sieht spezielle ASIC-Hardware für die Erfassung von Signalaufzeichnungen vor.

Bei der TDS7000-Serie zeigt sich dieser Ansatz in einem bisher unerreichten Niveau der Signalvisualisierung. Erfassungsraten von bis zu 400.000 Signalen pro Sekunde garantieren den Ingenieuren einen optimalen Einblick in die Signalabläufe. Diese Leistung bietet die höchste Wahrscheinlichkeit für die Beobachtung nicht repetierender Probleme in Digitalsystemen, darunter Runt-Impulse, Glitche und Flankenfehler.

Vergleichsweise arbeiten die meisten DSOs mit 100 bis 5.000 Signalerfassungszyklen pro Sekunde. Einige DSOs sehen einen Sondermodus vor, der mehrere Erfassungen in einen tiefen Speicher nacheinander einliest. Dadurch sind vorübergehend Geschwindigkeiten von 40.000 Signalen pro Sekunde möglich, jedoch mit vergleichsweise riesigen Pausenzeiten, in denen die Daten verarbeitet und dargestellt werden. Diese Leistungsniveaus stehen

Digital-Phosphor-Oszilloskope

► Technisches Informationsblatt

in keinem Vergleich zu der optimalen Aktivzeit, die durch die firmeneigene DPX™-Implementierung in der TDS7000-Serie ermöglicht wird.

Ein neues Vertrauensniveau

Das DPO ist ein Digitaloszilloskop, das ein höheres Vertrauensniveau bei der Erfassung der gesamten Informationen zum Signalverhalten bietet. Erreicht wird dieses erhöhte Vertrauensniveau durch eine Beschleunigung der Signalerfassungsraten weit über die Geschwindigkeiten selbst der fortschrittlichsten DSOs hinaus, was wiederum die Erfassung seltener Ereignisse wahrscheinlicher macht. Es eignet sich gleichermaßen für die Darstellung von hohen Frequenzen, Signalen mit niedriger Wiederholrate, einmaligen Ereignissen und Signalvariationen in Echtzeit.

Bei jedem Oszilloskop – sei es analog, DSO oder DPO – gibt es eine Holdoff-Zeit, während derer das Gerät die zuletzt erfassten Daten verarbeitet, das System zurücksetzt und auf das nächste Trigger-Ereignis wartet. Während dieser Zeit nimmt das Oszilloskop keine Signalabläufe wahr. Bei zunehmender Holdoff-Zeit nimmt die Wahrscheinlichkeit der Erfassung eines seltenen Ereignisses bzw. eines Ereignisses mit niedriger Wiederholrate ab.

Die Erfassungswahrscheinlichkeit kann wie folgt berechnet werden:

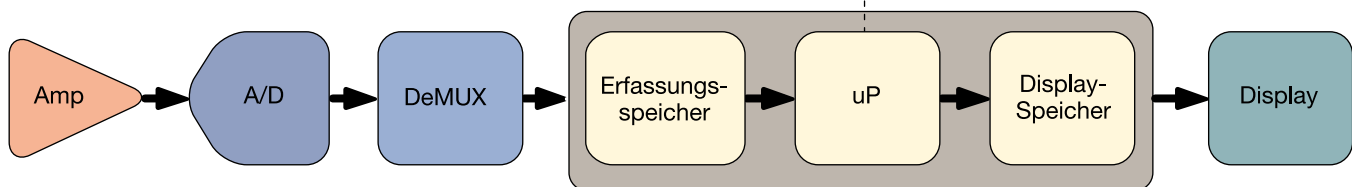
$$\text{Erfassungswahrscheinlichkeit} = \frac{\text{Erfassungszeit}}{\text{Erfassungszeit} + \text{System-Holdoff-Zeit}}$$

► **Abbildung 1.**

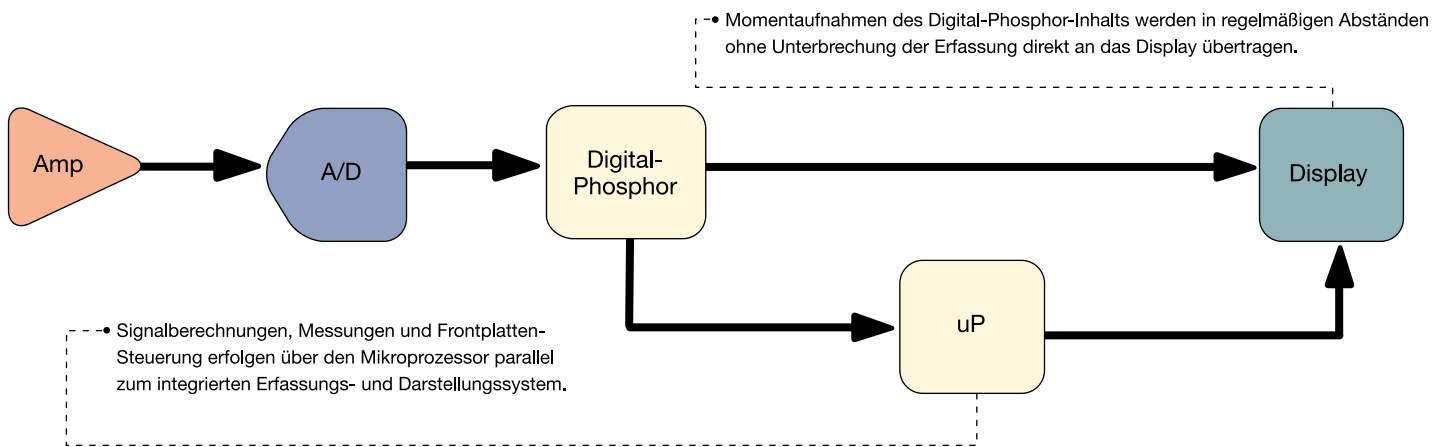
Dabei ist zu beachten, dass die Erfassungswahrscheinlichkeit nicht einfach anhand der Display-Aktualisierungsrate ermittelt werden kann. Wenn man sich ausschließlich auf die Aktualisierungsrate stützt, verfällt man leicht in den falschen Glauben, dass das Oszilloskop alle wichtigen Signaldaten erfasst, wenn das in Wirklichkeit gar nicht der Fall ist.

Digitalspeicher-Oszilloskope verarbeiten erfasste Signale seriell. Der Engpass in diesem Prozess ist die Geschwindigkeit des DSO-Mikroprozessors, da diese die Signalerfassungsrate begrenzt. Daher übersehen DSOs bisweilen seltene Ereignisse und können nicht in Echtzeit auf Signalveränderungen reagieren.

Das DPO rasterisiert die digitalisierten Signaldaten in eine Datenbank mit der Bezeichnung „Digital-Phosphor“. Jede 30stel Sekunde – etwa so schnell, wie es vom Auge erfasst werden kann – wird eine Momentaufnahme des in der Digital-Phosphor-Datenbank gespeicherten Signalbildes direkt an das Display-System übertragen. Durch diese direkte Rasterisierung der Signaldaten und das direkte Kopieren von der Digital-Phosphor-Datenbank in den Display-Speicher wird der für die DSO-Architektur typische Datenverarbeitungsengpass vermieden. Daraus ergibt sich eine verbesserte Aktivzeit und schnelle Display-Aktualisierung. Signaldetails, intermittierende Ereignisse und dynamische Kenndaten des Signals werden in Echtzeit erfasst, und das mit einer Wahrheitstreue, die bei einem DSO nicht möglich ist. Parallel zu diesem integrierten Erfassungs- und Darstellungssystem übernimmt der Mikroprozessor des DPO automatische Messungen, Signalberechnungen und die Gerätesteuerung.



► **Abbildung 2.** Digitalspeicher-Oszilloskop, serielle Verarbeitungstechnologie 1982



► **Abbildung 3.** Parallelverarbeitung

Genauere Signaldarstellung - DSOs im Vergleich zu DPOs

Vor Einführung des Digital-Phosphor-Oszilloskops nutzten viele Entwickler zusätzlich ein analoges Oszilloskop, um die Signalerfassung ihrer DSOs zu überprüfen. Die Notwendigkeit dieser Überprüfung durch das analoge Oszilloskop – oder das mangelnde Vertrauen in DSOs – war darauf zurückzuführen, dass DSOs aufgrund ungenügender digitalisierter Signaldaten Hochgeschwindigkeitssignale häufig falsch darstellten (Aliasing).

Darüber hinaus arbeiten Entwickler gerne mit analogen Oszilloskopen, da sie eine „informationsreiche“ Darstellung liefern, die Daten zur Signalintensität mit der Signalerfassung in „Echtzeit“ verbindet. Mit ihren softwaregesteuerten Nachleuchtmodi und langsameren Erfassungsraten kommen DSOs einfach nicht an die in der analogen „Echtzeit“-Darstellung gebotene Datenmenge heran.

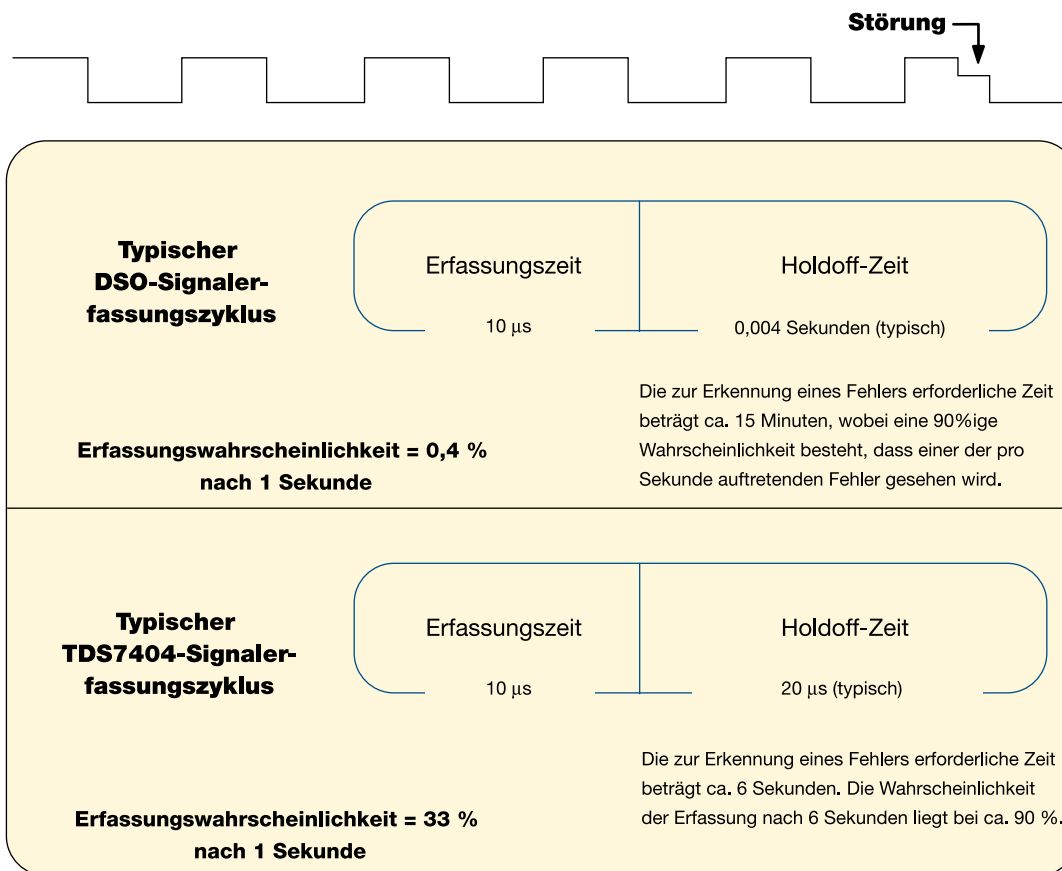
Bei DSOs, die vorübergehend mehrere Erfassungen mit hohen Geschwindigkeiten in einen tiefen Speicher einlesen, müssen bei der Verarbeitung lange Pausenzeiten und damit eine begrenzte Aktivzeit in Kauf genommen werden. Die Einstellungen für diesen Burst-Modus müssen vom Benutzer genau justiert werden, um das Oszilloskop zur Darstellung eines akzeptablen Signalinhalts zu bewegen. Diese Modi kommen in bestimmten repetierenden Einzelschuss-Erfassungen zur Anwendung, sind aber bei der Einstellung mit Fehlern behaftet und liefern lediglich „informationsarme“ Darstellungen.

Was das DPO für Sie leistet

Um die Bedeutung der Signalerfassungsrate und Signalverarbeitungsfunktionen des DPO gebührend schätzen zu können, sehen wir uns einmal kurz an, wie Entwicklungsingenieure ein Oszilloskop bei der Erfassung seltener Ereignisse einsetzen. In der Regel wird der Tastkopf im vermuteten Fehlerbereich von einem Schaltungspunkt zum anderen bewegt, und das Signalverhalten wird auf dem Bildschirm beobachtet. Die Verweildauer des Tastkopfs an einem Schaltungspunkt ist unterschiedlich, beträgt aber selten mehr als einige Sekunden.

Wenn ein Fehler an einem bestimmten Schaltungspunkt erwartet wird, kann der Fehler natürlich bei Anwendung hoch entwickelter Trigger-Methoden einfach abgewartet werden. In der Realität werden diese Funktionen jedoch nur im „Beweisstadium“ eingesetzt, nachdem das Vorhandensein eines Fehlers visuell ermittelt wurde. Ohne visuelle Hinweise weiß man nur schwer, ob das Trigger-System nach Impulsbreite (Störimpulse), Amplitudenschwellwerten (Runts), Übergangszeiten (metastabile Flanken) oder anderen Bedingungen unterscheiden soll. Zwar können Trigger-Systeme diese Störungen u. U. erkennen, jedoch geht es vor allem darum, die Fehlerstelle schnell festzustellen und den vorhandenen Fehlertyp zu klassifizieren.

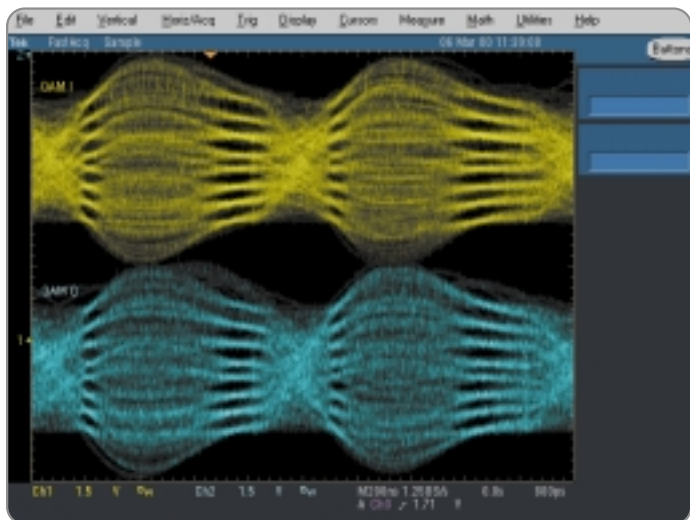
DPOs beschleunigen diesen Prozess, indem sie dem Benutzer Millionen von Signalen in nur wenigen Sekunden vorführen. Im nachstehenden Beispiel wird die Wahrscheinlichkeit der Erfassung einer Störung in einem 1-MHz-Rechtecksignal bei Verwendung eines DSO bzw. DPO dargestellt.



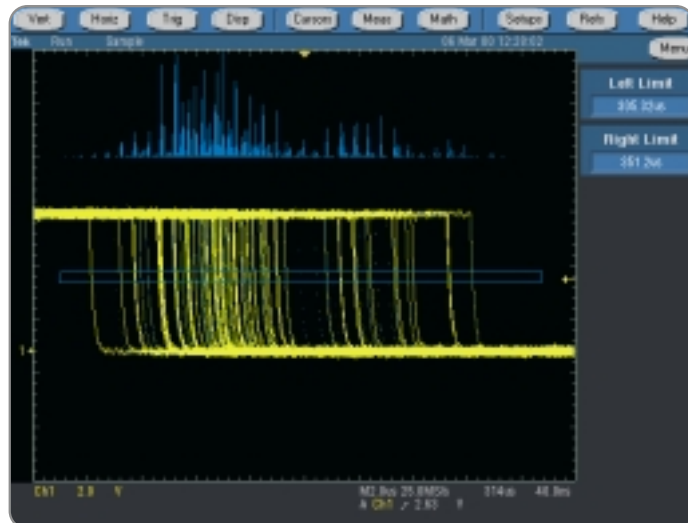
Beispiel:

- 1 MHz Rechtecksignal
- Oszilloskop Zeitbasis einstellung 1 μ s/Teil
- Die Störung tritt ca. einmal pro Sekunde oder einmal pro eine Million Zyklen auf.

► **Abbildung 4.**



► **Abbildung 5.** Die mit DPX erzielbare extrem hohe Aktivzeit ermöglicht die genaue Analyse dynamischer Signale.

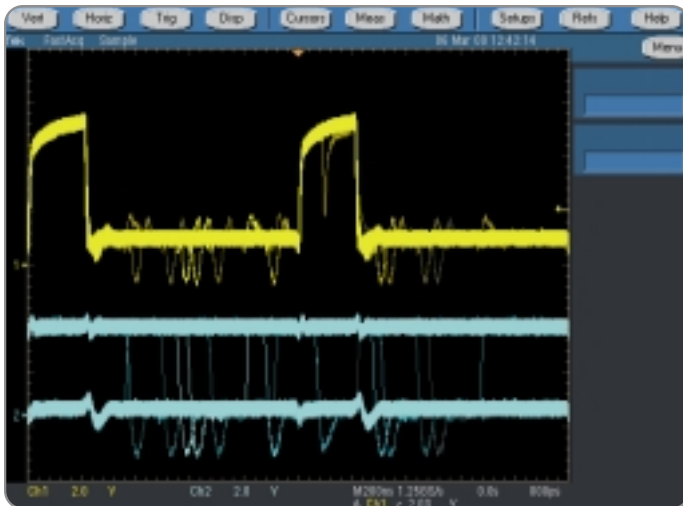


► **Abbildung 6.** In Verbindung mit Histogrammanalysen bietet DPX schnellen Einblick in das Timing und die Amplitudenverteilungen.

Erfassung komplexer dynamischer Signale – Bei vielen der Herausforderungen in der Messtechnik, denen sich Ingenieure heute gegenübersehen, geht es vor allem darum, komplexe dynamische Signale zu charakterisieren – darunter Quadratur-amplitudenmodulierte (QAM) Signale, asynchrone Paketdaten und analoge Videosignale. Diese Signale stellen herkömmliche DSOs vor die schwierigsten Herausforderungen.

Digital-Phosphor-Oszilloskope sind für die notwendige Erfassung und Analyse dieser Signale besonders geeignet. Da DPOs Hunderttausende von Signalen pro Sekunde erfassen, können sie in einer 30stel Sekunde detaillierte Informationen über komplexe dynamische Signale liefern, für deren Erfassung ein herkömmliches DSO Minuten, wenn nicht Stunden, benötigen würde. Das Resultat ist eine Aktivzeitdarstellung, die den Funktionsreichtum des Signals widerspiegelt. Ferner können Ingenieure anhand von Augendiagrammen, I-Q-Mustern und Videosignalen die feinen Modulationen und dynamischen Kenndaten des Signals darstellen.

Jitter-Auswertung – Mit DPOs können Entwicklungsingenieure in Echtzeit visuellen und statistischen Einblick in die Verteilung von Flanken-Jitter gewinnen. Bei Anwendungen mit Datenübertragungssignalen wird der Jitter im Picosekundenbereich „sichtbar“, so dass der Ingenieur Echtzeit-Jitter-Aktualisierungen beim Einstellen der Schaltung darstellen kann.



► **Abbildung 7.** Beim Debugging sorgen DPOs dafür, dass kritische Ereignisse mit einem hohen Vertrauensniveau erkannt werden.

Erfassung seltener Störsignale – Die schnelle Signalerfassungsrate des DPO macht selbst die seltensten Störsignale auffindig, so dass die Ingenieure anomale Ereignisse in logischen Schaltungen erkennen und analysieren können. Informationen über die Häufigkeit lassen erkennen, wie oft anomale Ereignisse auftreten.

Langzeiterfassung – Anhand der vom DPO gelieferten enorm großen Datenmenge können Ingenieure feine Signalverhaltensmuster über lange Zeiträume hinweg erkennen. Signalvariationen im Nanosekundenbereich in einem 1-ms-Fenster lassen sich in Festplattenanwendungen darstellen und bieten für komplette Sektoren einer Festplattenspur einen Einblick in Signaldetails bis auf die Bitebene hinunter.

Analyse der Rauschverteilung – Das DPO liefert qualitatives und quantitatives Feedback zur Verteilung der Rauschsignale und hilft damit bei der Behebung von Rauschproblemen. Histogramme können in Echtzeit zur Analyse der Kenndaten von Videostörsignalen eingesetzt werden.

Konstellationsdiagramme – DPOs erleichtern den „in Phase (I)“- und „Quadratur (Q)“-Abgleich und ermöglichen eine schnelle Erkennung von Phase und Offset bei I- und Q-Signalen. Das DPO erlaubt ferner die Erfassung qualitativer und quantitativer Informationen zur Signalverteilung im XY-Modus. Darüber hinaus kann sich der Ingenieur dank des neuen XYZ-Modus auf die Symbole konzentrieren, die für den Quadraturabgleich von modulierten HF-Signalen der drahtlosen Datenübertragung besonders wichtig sind.

Amplitudenmodulation – Das DPO stellt die amplitudenmodulierten Signale in einem vom analogen Oszilloskop her bekannten Format mit hoher Genauigkeit dar. Helligkeitsmodulation und eine Vielzahl von Signaldaten zeigen die Details innerhalb der Signalhüllkurve.

Schlussbemerkung

Seit über fünfzig Jahren hat Tektronix den Weg für viele bedeutende Fortschritte in der Oszilloskoptechnologie bereitet. Mit den Digital-Phosphor-Oszilloskopen der nächsten Generation – der TDS7000-Serie – leiten wir heute mit Stolz die nächste Ära im Bereich der elektronischen Test- und Messtechnik ein.

Bei der Entwicklung, Fehlersuche und Prüfung bieten die DPOs der TDS7000-Serie unschlagbare Vorteile. Mit dem firmeneigenen DPX-Signaldarstellungsprozessor ausgestattet, erreichen diese Oszilloskope bisher unerreichte Signalerfassungsraten, mit deren Hilfe Entwicklungsingenieure dynamische Signalabläufe genau interpretieren können. Jetzt stehen Informationen über die eigentliche Beschaffenheit der Signaländerungen sowie die Häufigkeit anormaler Signale nicht mehr in Minuten oder Stunden, sondern bereits in Sekunden zur Verfügung. Darüber hinaus ist diese hoch entwickelte DPX-Technologie voll in die Digital-Phosphor-Oszilloskope der TDS7000-Serie integriert, so dass dieser Einblick automatisch erfolgt.

- DPOs geben Ingenieuren Einblick in eine Welt, die andere nicht sehen.

Digital-Phosphor-Oszilloskope

► Technisches Informationsblatt



► TDS7054



► TDS7104



► TDS7404

Wenden Sie sich an Tektronix:

Asiatische Länder (65) 356-3900
Australien und Neuseeland 61 (2) 9888-0100
Belgien +32 (2) 715 89 70
Brasilien und Südamerika 55 (11) 3741-8360
Dänemark +45 (44) 850 700
Deutschland + 49 (221) 94 77 400
Finnland +358 (9) 4783 400
Frankreich und Nordafrika +33 1 69 86 81 81
Großbritannien und Irland +44 (0) 1344 392000
Hongkong (852) 2585-6688
Indien (91) 80-2275577
Italien +39 (2) 25086 501
Japan (Sony/Tektronix Corporation) 81 (3) 3448-3111
Kanada 1 (800) 661-5625
Mexiko, Mittelamerika und Karibik 52 (5) 666-6333
Niederlande +31 23 56 95555
Norwegen +47 22 07 07 00
Österreich, Mitteleuropa, Griechenland, Türkei, Malta
und Zypern +43 2236 8092 0
Polen (48) 22 521 5340
Republik Korea 82 (2) 528-5299
Schweden +46 8 477 6500
Schweiz +41 (41) 729 36 40
Spanien und Portugal +34 91 372 6000
Sudafrika (2711) 651-5222
Taiwan 886 (2) 2722-9622
USA 1 (800) 426-2200
Volksrepublik China 86 (10) 6235 1230

In anderen Regionen wenden Sie sich bitte an: Tektronix, Inc.
Export Sales, P.O. Box 500, M/S 50-255,
Beaverton, Oregon 97077-0001, USA 1 (503) 627-1916



Weitere Informationen erhalten Sie von Tektronix
Tektronix verfügt über eine umfassende, laufend erweiterte Sammlung
an Applikationsbroschüren, technischen Informationsblättern und
anderen Ressourcen für Ingenieure, die an der Vorfant der Technologie
arbeiten.

Besuchen Sie bitte „Resources For You“ auf unserer Website unter
www.tektronix.com

Copyright © 2000 Tektronix, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Tektronix-Produkte sind durch in den
USA und anderen Ländern ausgestellte und angemeldete Patente geschützt. Die Informationen
in dieser Publikation ersetzen die Informationen in zuvor veröffentlichten Materialien. Änderun-
gen an technischen Daten und Preisen vorbehalten. TEKTRONIX und TEK sind eingetragene
Warenzeichen von Tektronix, Inc. Alle anderen Servicezeichen, Warenzeichen oder eingetragene
Warenzeichen sind im Besitz der jeweiligen Firmen.
04/00 HB/PG 55G-13757-0