

Einführung Sampling- Oszilloskope

Echtzeit- gegenüber Sampling- Oszilloskop

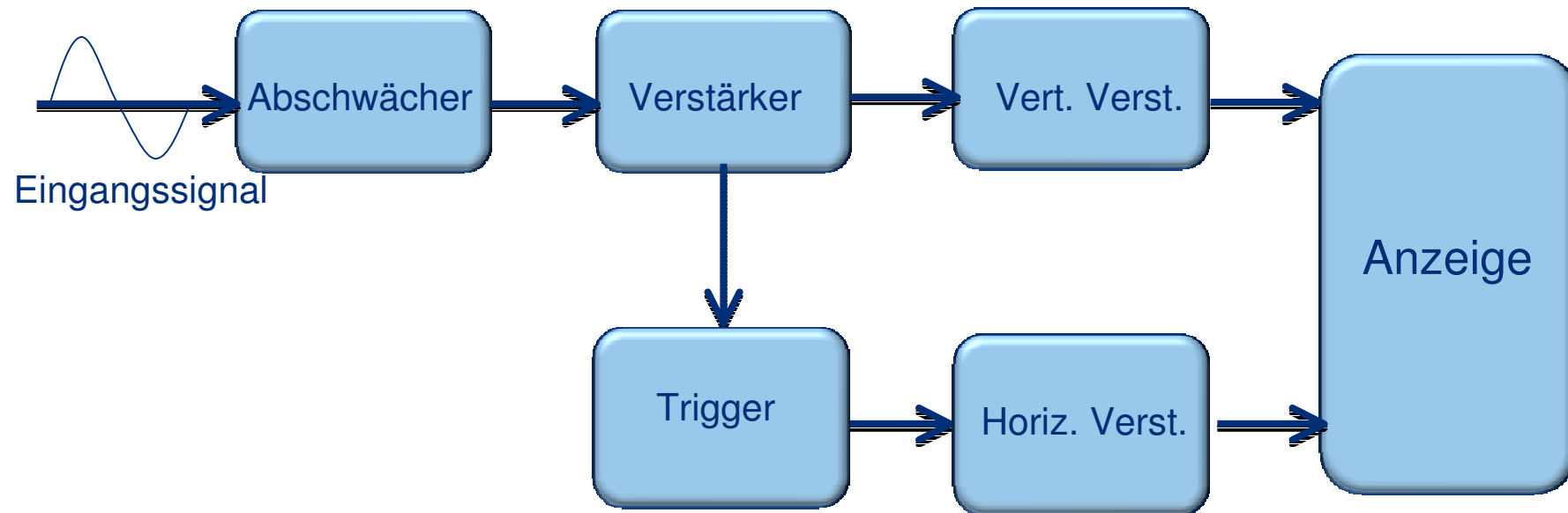


Echtzeit- Oszilloskop

- Kann einzelne momentane oder periodisch wiederkehrende (repetitive) Kurvenformen erfassen.
- Niedrigere A/D- Wandler- Auflösung, aber hohe Abtastrate erhöht Fehler.
- Größere Aufzeichnungs- Länge
- Hochentwickelte Trigger zur Erfassung sporadischer Ereignisse
- Serielle Bus- Dekodierung
- Ideal für allgemeinen Gebrauch und für die Fehlerdiagnose
- Echtzeit- GS/s- Abtastung ist TEUER

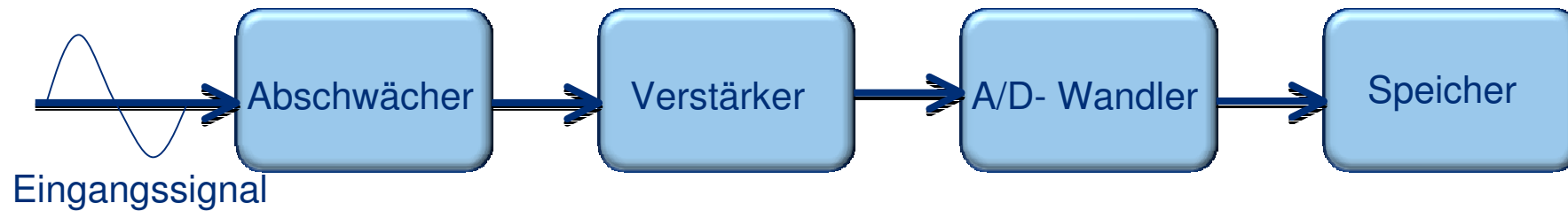
Sampling- Oszilloskop (Serie 9000)

- Kann nur periodisch wiederkehrende Kurvenformen erfassen.
- Hat eine niedrigere Abtastrate zur Erhöhung der A/D-Wandler- Auflösung.
- Niedrigerer Störpegel
- Größere Bandbreite für kleineres Budget
- Niedrigeres intrinsisches Bildflackern
- Augendiagramme und Maskentest
- Beste Wahl für TDR/TDT- Messungen
- Niedrigere Betriebskosten



Analogenes Oszilloskop

Echtzeit- gegenüber Sampling- Oszilloskop

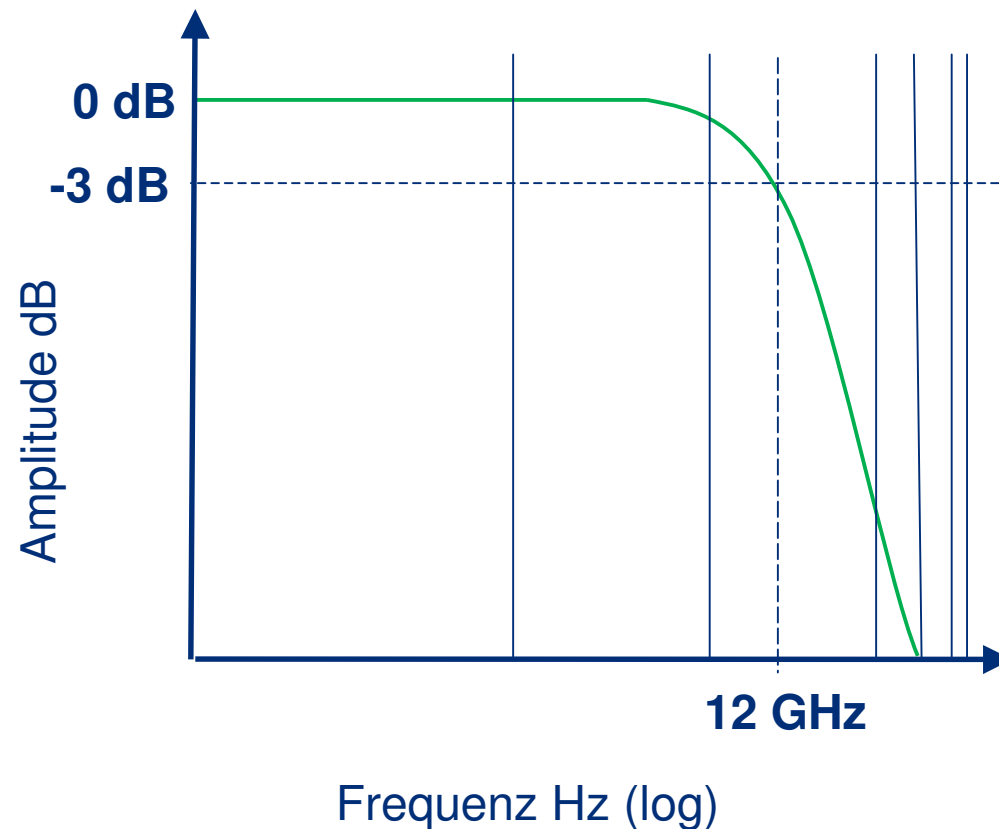


Echtzeit- DSO



Sampling- Oszilloskop

“Analoge Bandbreite” ist die maximale Frequenz, die durch die Eingangsstufe eines Oszilloskops passt.



- Wählen Sie ein Oszilloskop mit genügend Bandbreite für die Anwendung:
 - Signalwandlungs- Zeit
 - Signal- Datenrate
 - Signal- Ausregelzeit (Anstiegs- und Abfallzeit)
- Wirkungen von zu geringer Bandbreite:
 - Amplituden- und Zeitfehler
 - Verlust von Hochfrequenz- Abweichungen
 - Fehler bei automatischen Messungen

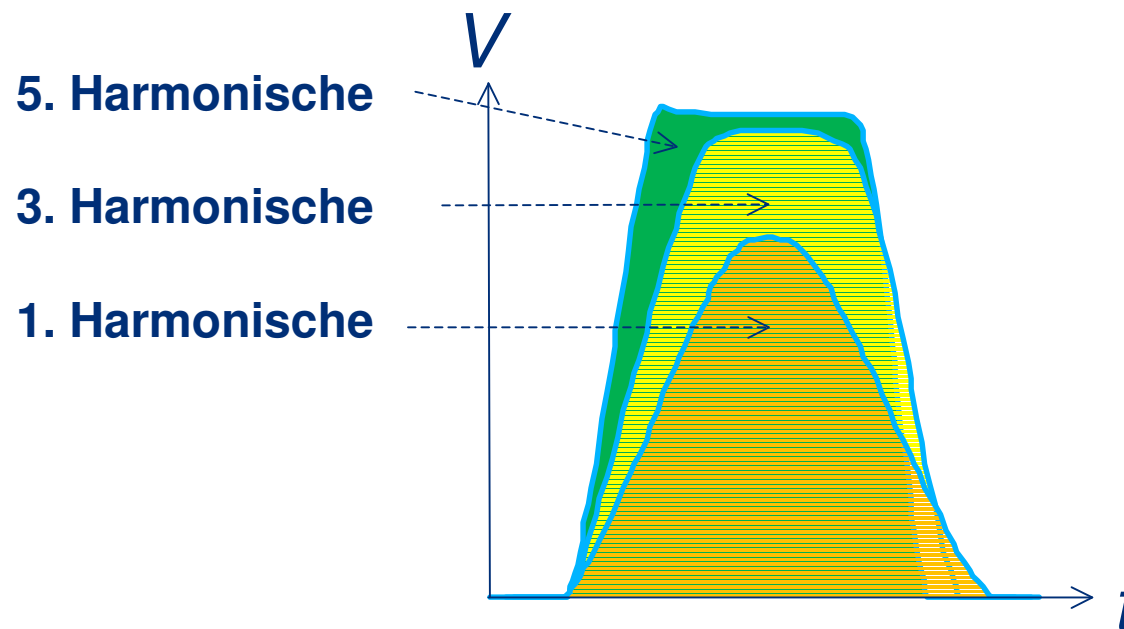
- Berechnung der Bandbreite aus der Datenrate:

$$3. \text{ Harmonische} = 3 \times \frac{\text{Bit-Rate}}{2}$$

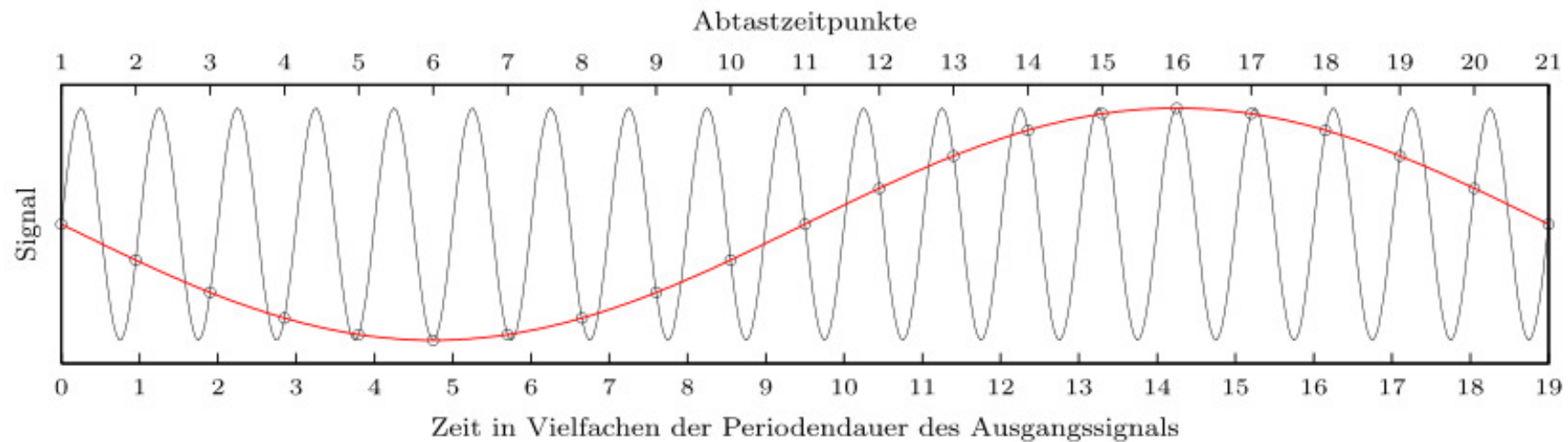
$$5. \text{ Harmonische} = 5 \times \frac{\text{Bit-Rate}}{2}$$

Anwendungsbeispiel:

Die PCIe R1.0a Schnittstelle hat eine Datenrate von 2,5 Gbit/s (→ Frequenz 1,25 GHz)
Bandbreite zum Betrachten der 5. Harmonischen: $1,25 \text{ GHz} \times 5 = \underline{\underline{6,25 \text{ GHz}}}$



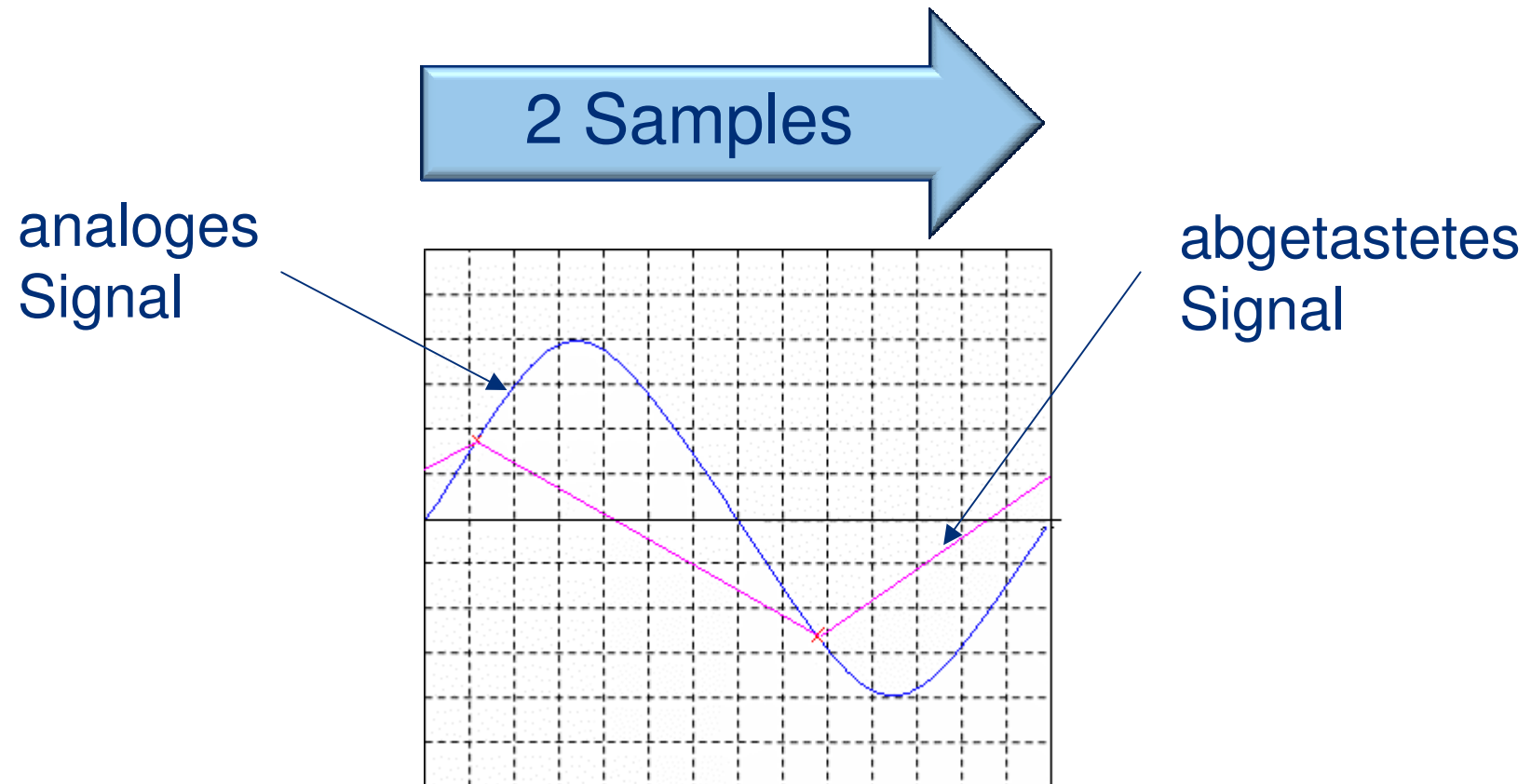
Aliasing



Ein kontinuierliches Ausgangssignal (schwarze Linie) wird mit einer ungeeigneten Abtastfrequenz, die kleiner als vom Nyquist- Abtasttheorem gefordert ist, diskretisiert.

Aus den erhaltenen Messwerten (Abtastpunkte) entsteht durch Interpolation ein verfälschtes Signal mit viel zu großer Wellenlänge und zu niedriger Frequenz (rote Linie).

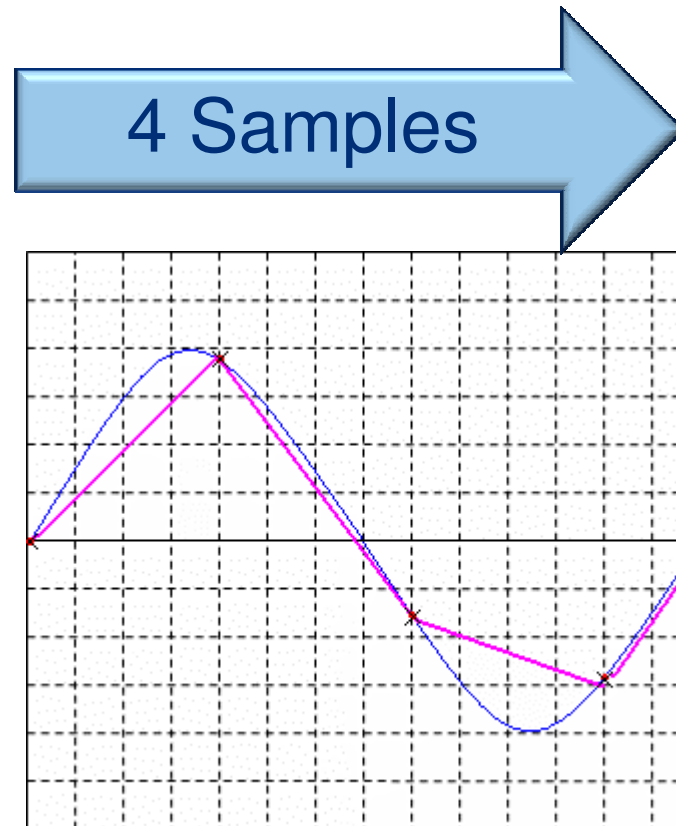
Nyquist und die Abtastrate 1



Die Abtastung ist der Umwandlungsprozess eines analogen Signals in eine Zahlenfolge von digitalen Zahlen, gemessen in in Samples pro Sekunde (S/s)

Das Nyquist- Theorem besagt, dass die Abtastrate mindestens doppelt so hoch sein muss wie die Basisfrequenz.

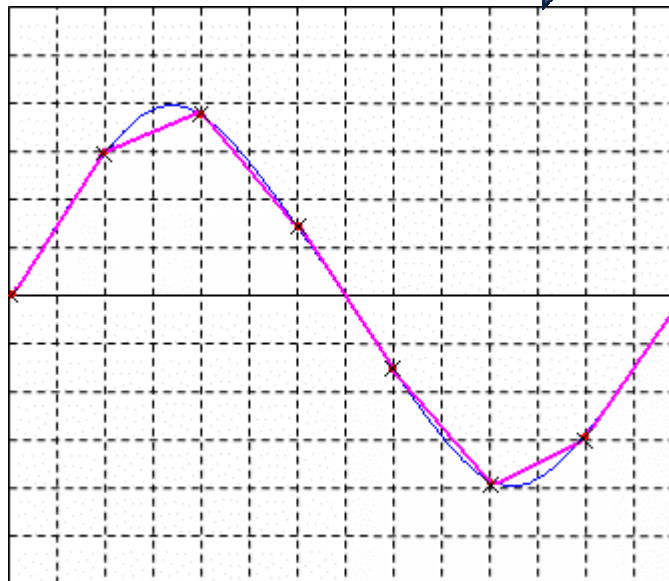
Nyquist und die Abtastrate 2



Mehr Abtastpunkte erhalten die Signalqualität und vermeiden ein Aliasing des Signals.

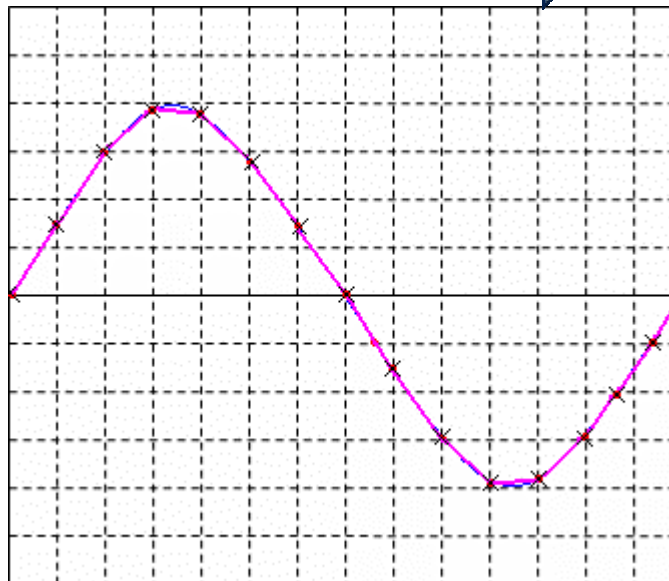
Nyquist und die Abtastrate 3

7 Samples

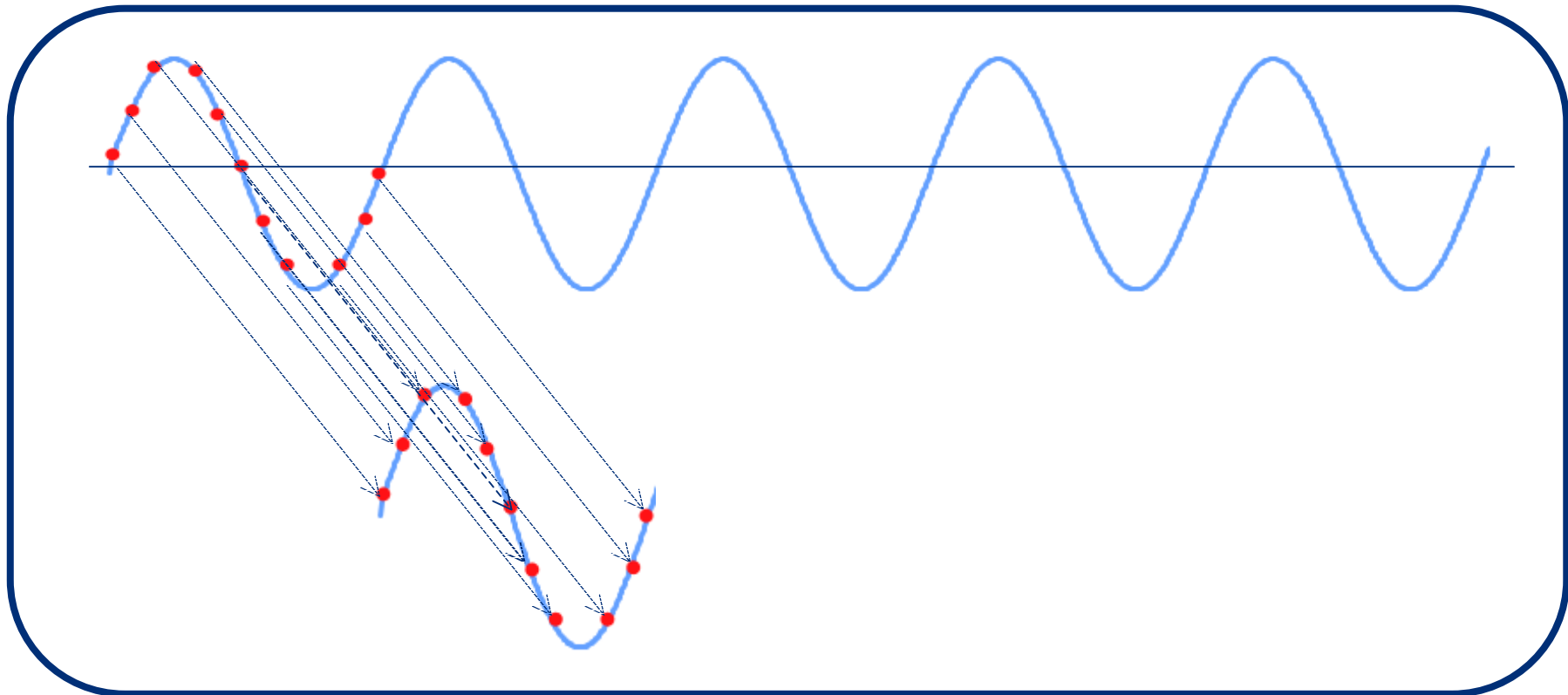


Nyquist und die Abtastrate 4

15 Samples

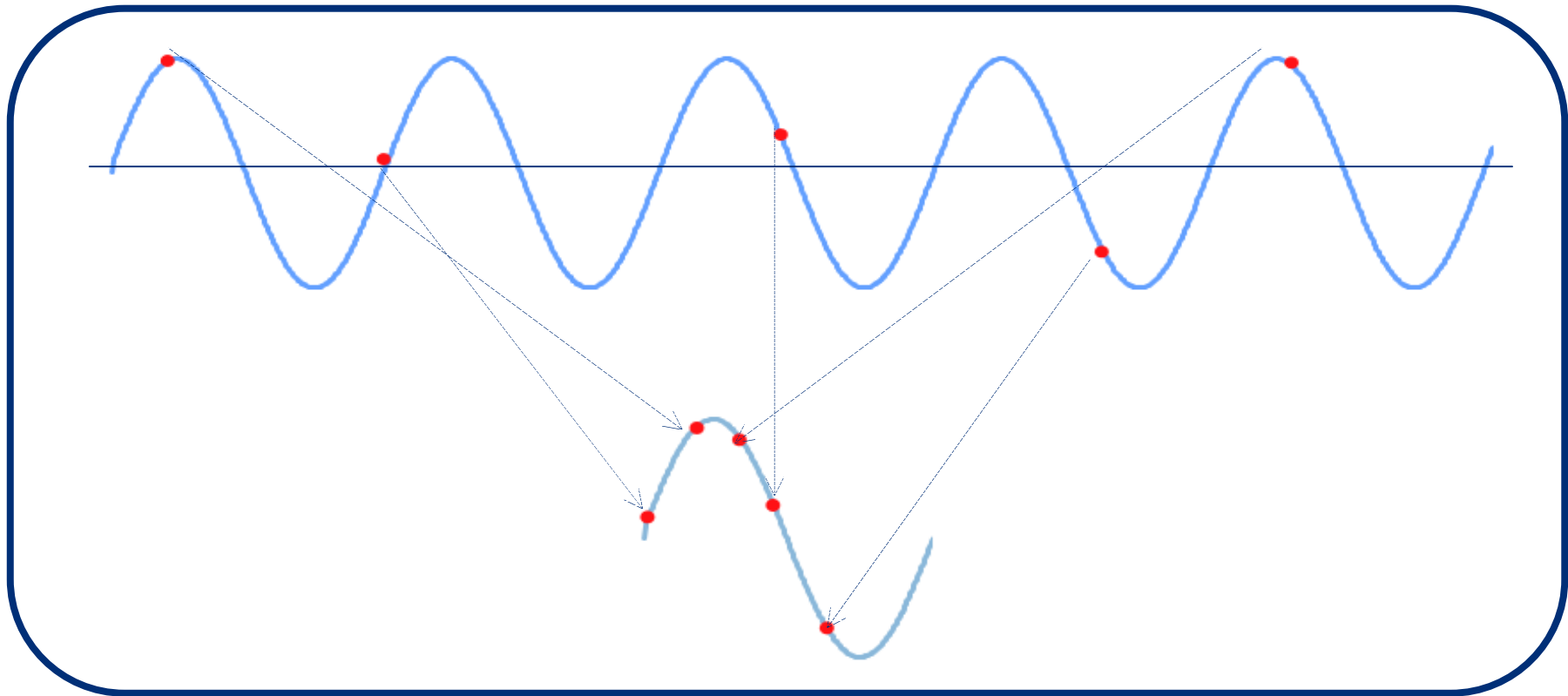


Einzelaufnahme (single shot)



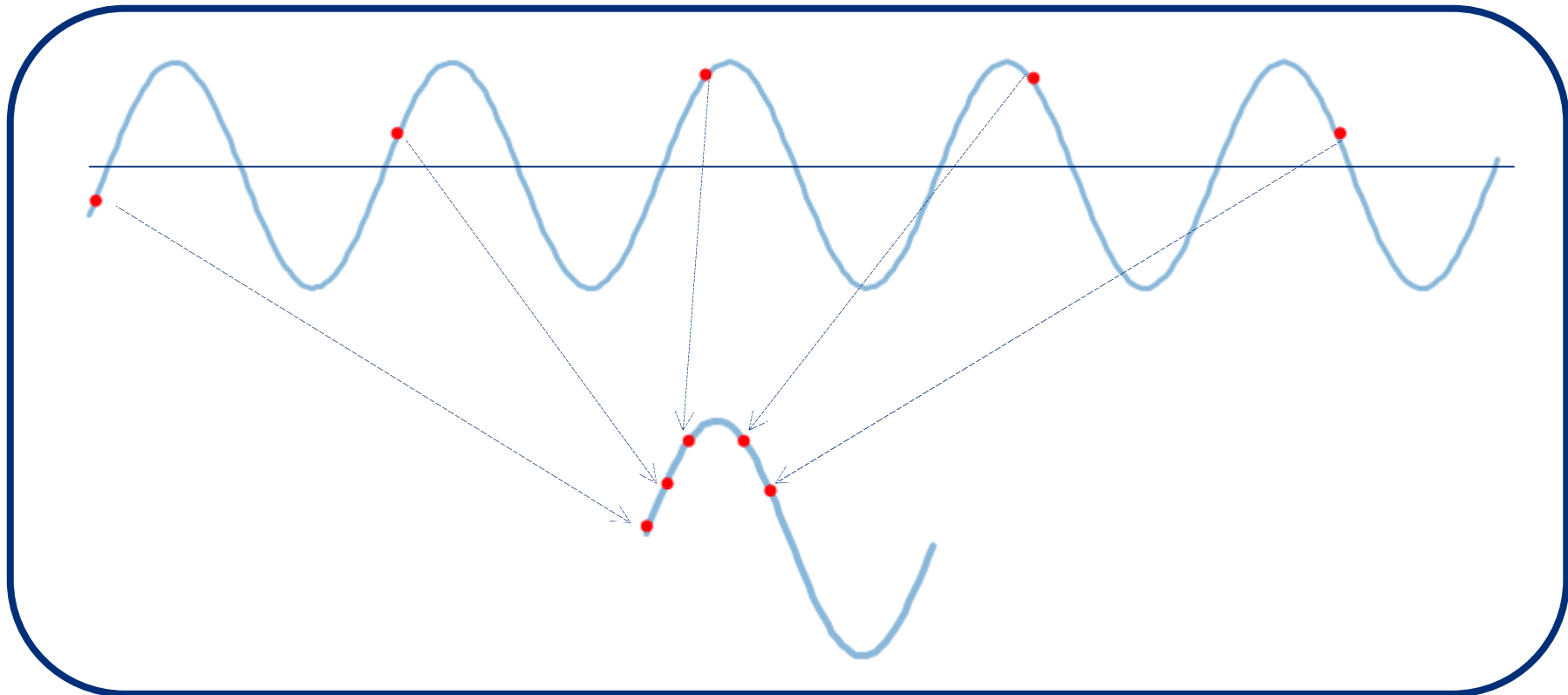
- Datenpunkte werden von einer einzelnen Aufnahme erfasst, um eine Bildschirm-Anzeige aufzubauen.
- Die Abtastrate ist größer als die Eingangsfrequenz (Nyquist / Shannon)

Zufällig verzahnte Abtastung (Random Interleaved)



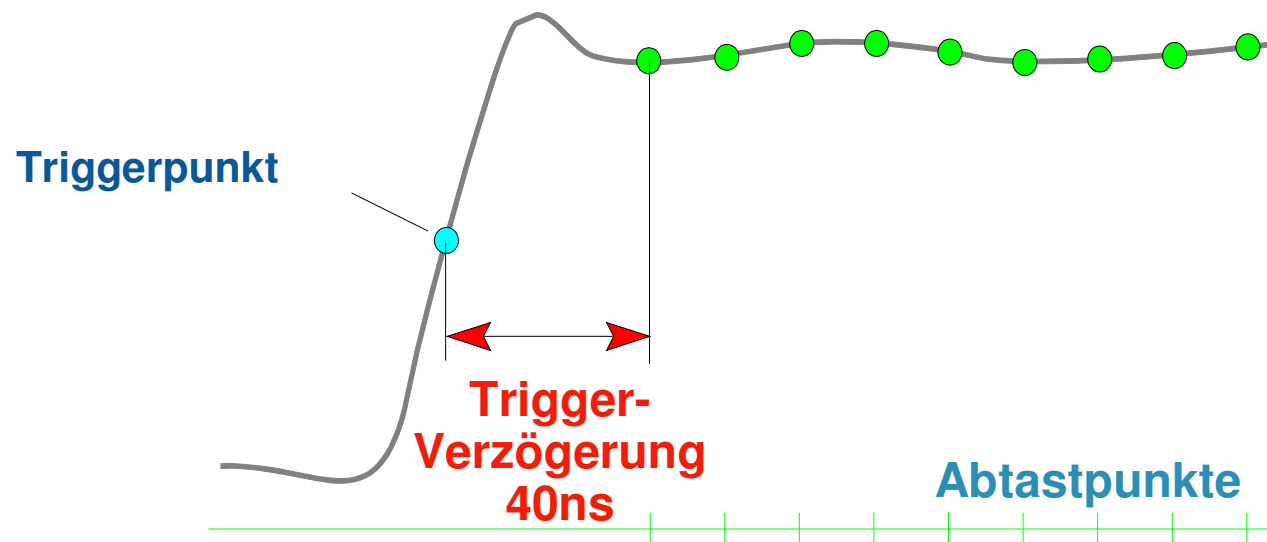
- Die Datenpunkte werden zufällig von vielen Zyklen erfasst, um eine Bildschirm- Anzeige aufzubauen.
- Die Abtastrate ist niedriger als die Eingangsfrequenz

Sequentielle Abtastung – wie beim PicoScope 9000



- Die Datenpunkte werden der Reihe nach von vielen Zyklen erfasst, um eine Bildschirm-Anzeige aufzubauen.
- Die Abtastrate des PicoScope 9000 ist 200 kS/s, die Bandbreite ist 12 GHz

Triggerverzögerung zum ersten Abtastpunkt



PicoScope 9000 Anwendungen



SIGNALANALYSE

- Tests auf Einhaltung elektrischer Standards
- Augendiagramm- Analyse
- Spektrumanalyse
- Statistische Analyse

TIMING- ANALYSE

- Automatische parametrische Messungen
- Gepulste HF- Schalter
- Konformitäts- Tests

FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

- Mikrowellen- & HF- Darstellung
- Hochenergie- Physik
- Digitaldesign
- Test von Leiterplatten- und Stecker- Verbindungsleitungen

DIGITALE HOCHGESCHWINDIGKEITS- KOMMUNIKATION

- Entwurf und Überprüfung von Telefon- und Datenübertragungs- Elementen
- Herstellung und Test auf ITU / ANSI Konformität
- Übersprechen- Analyse
- TDR/TDT

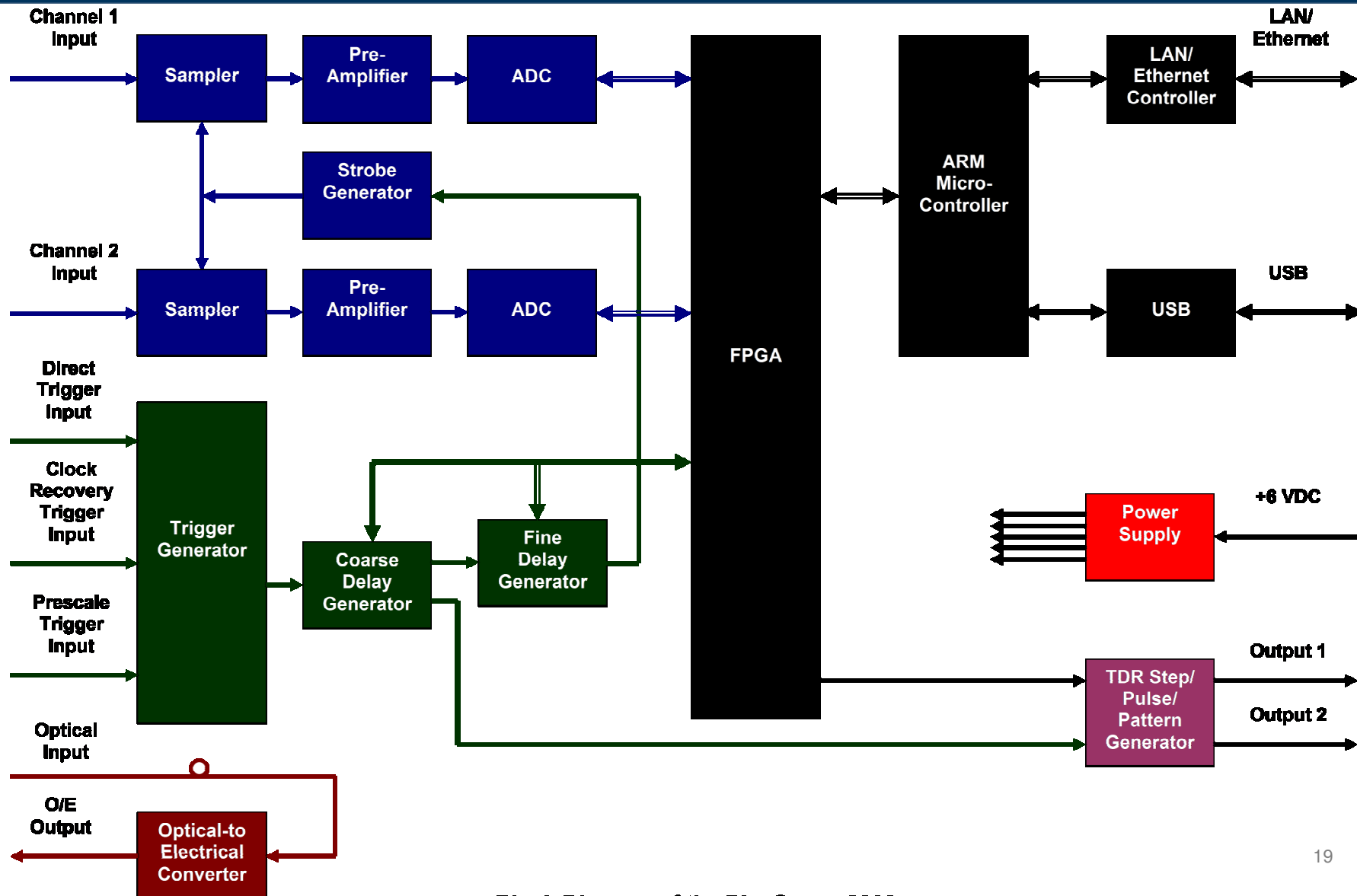
HALBLEITER- TESTS

- Mikrowellen- & HF- Darstellung
- Hochenergie- Physik
- Digitaldesign
- Aussagefähige Kurvenform- Anzeigen

PRODUKTION

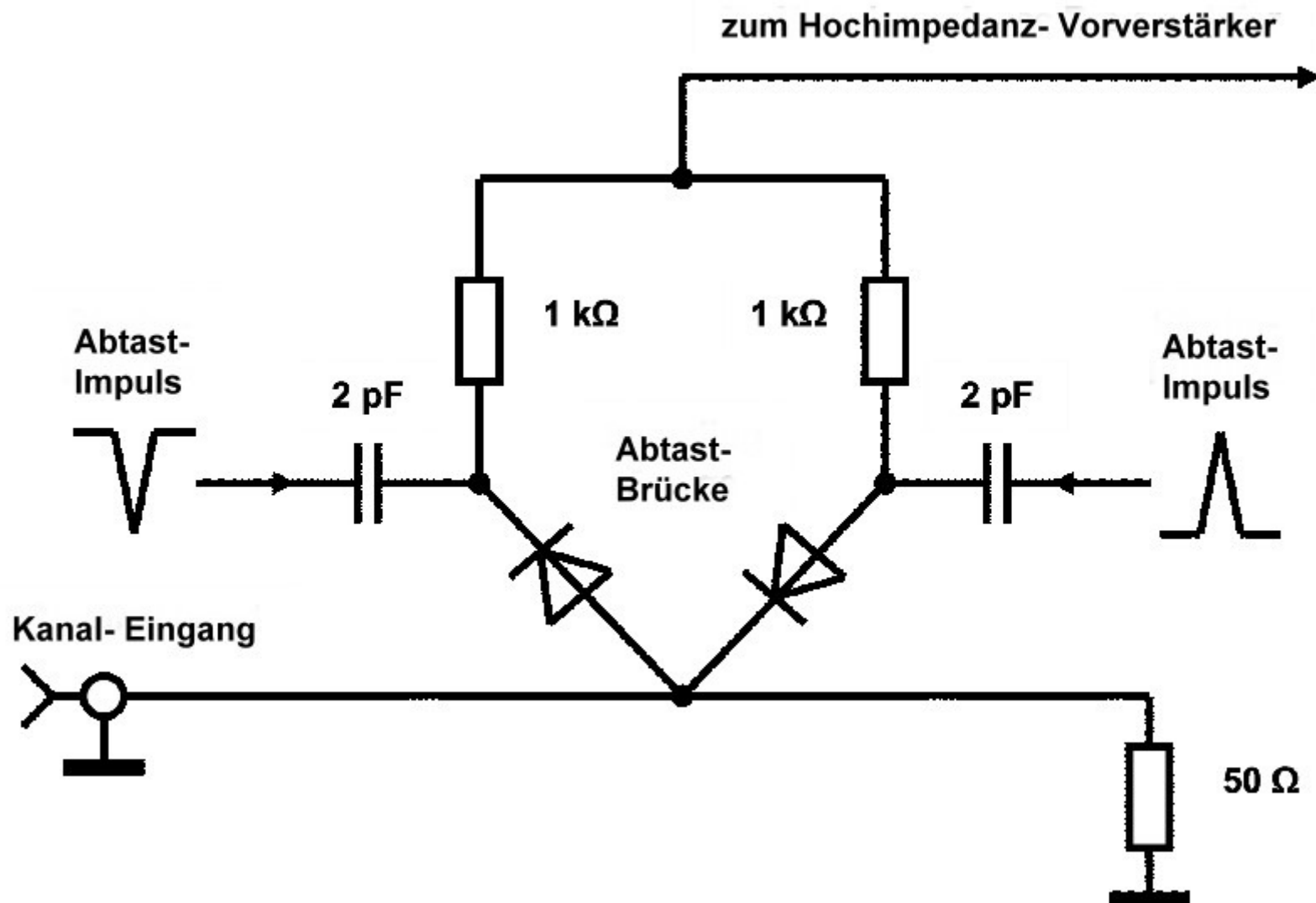
- Grenzprüfungen und Maskenschablonentests
- Tests auf ITU / ANSI Konformität
- Automatische Testsysteme
- Auto- Kalibrierungs- Routine

PicoScope 9000- Blockdiagramm

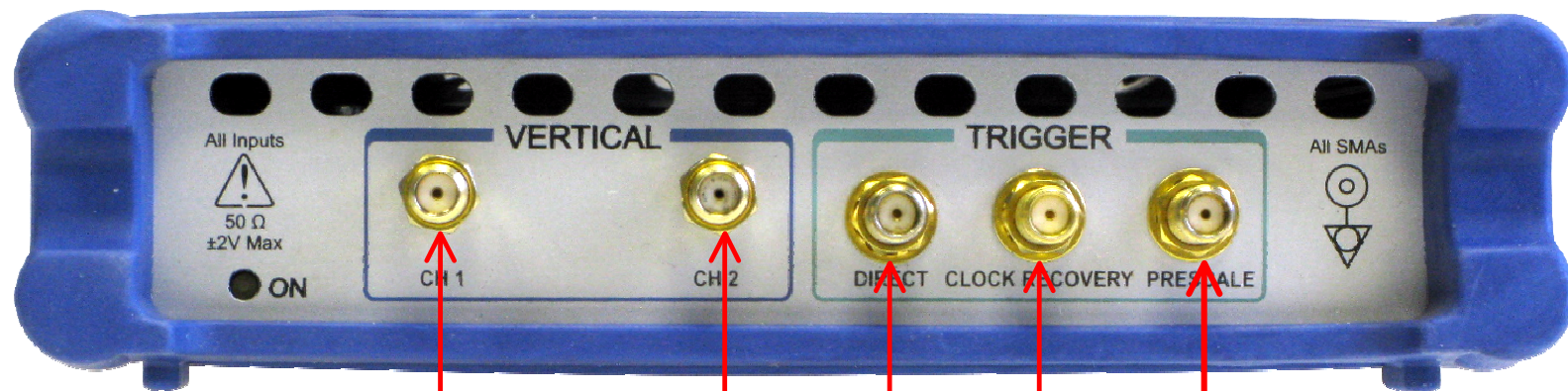


Block Diagram of the PicoScope 9000.

Abtast- Dioden



PicoScope 9211A, Frontplatte



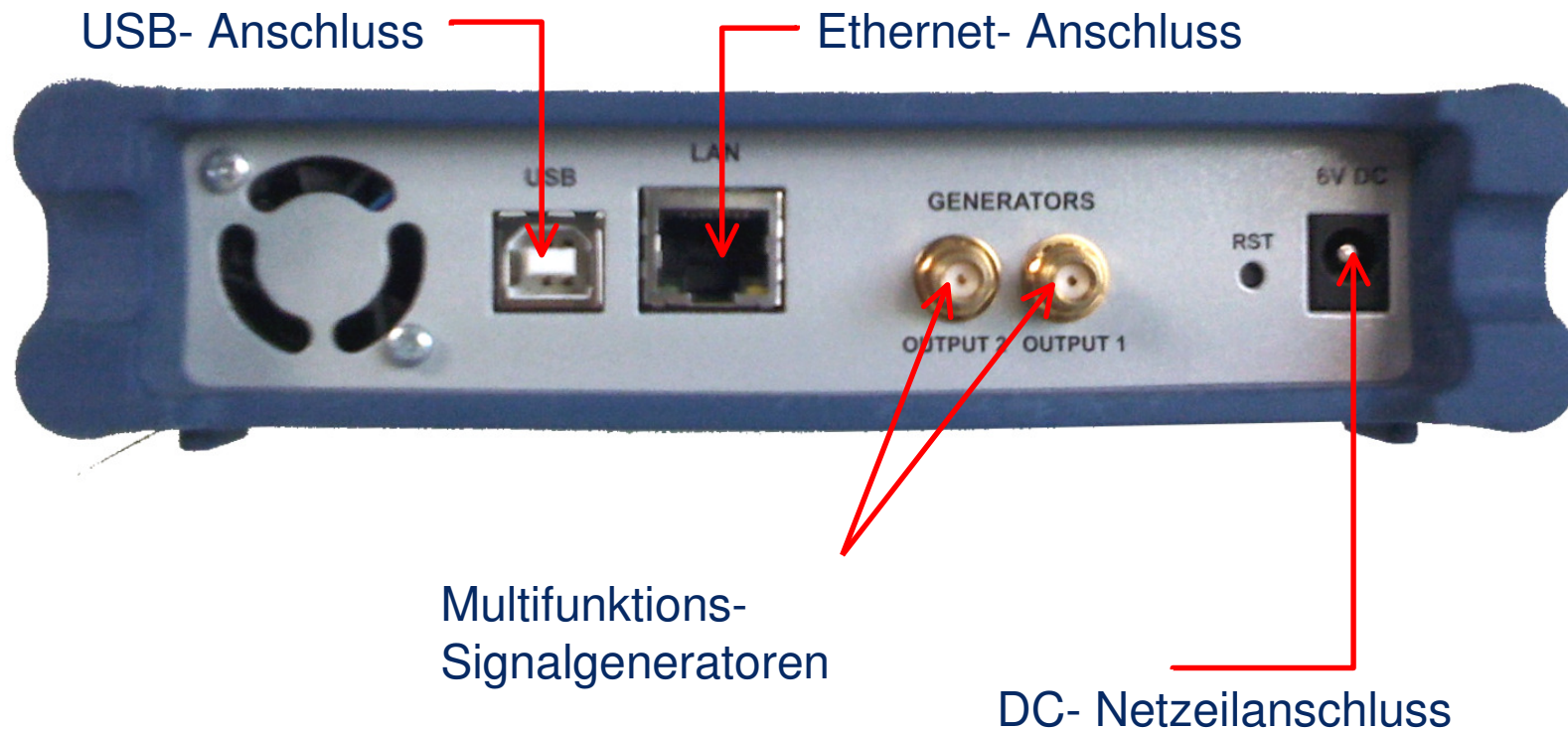
elektrische Eingänge

direkter Trigger

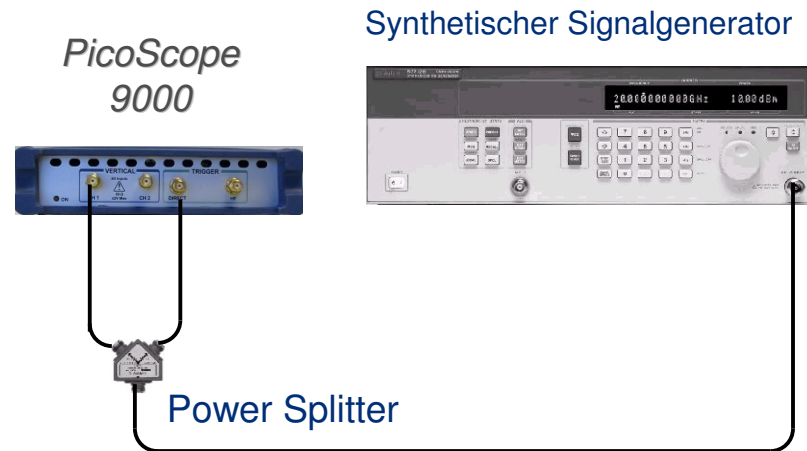
Taktwiederherstellungs- Trigger

vorskaliert Trigger

PicoScope 9211A, Rückseite



Direkter Trigger

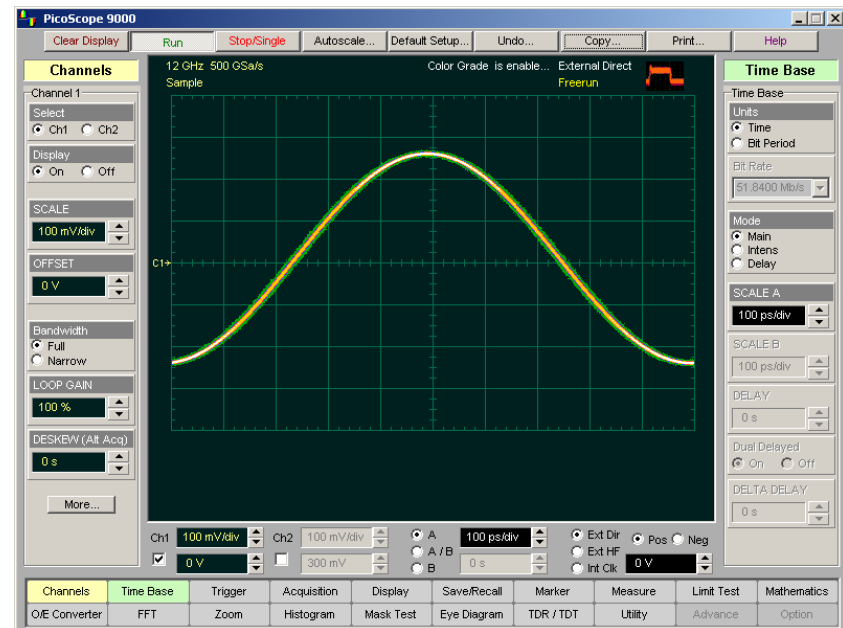


Geräte- Anschlüsse für einen direkten Trigger-Test

Schlüsseldaten des direkten Triggers:

- ▶ DC bis 1 GHz Trigger- Bandbreite
- ▶ 100 mVss DC bis 100 MHz, 400 mVss bei 1 GHz Empfindlichkeit
- ▶ <3,5 ps max. RMS- Flimmern

Die Leistung von Breitband- Sampling- Oszilloskopen ist weitgehendst wertlos ohne schnelle, flimmerarme Triggerung.



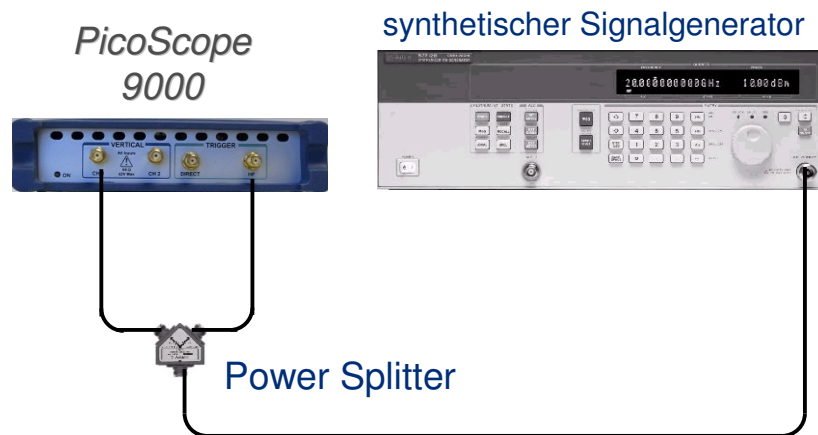
Typisches Bild eines 1 GHz- Signals mit direktem Trigger

HF- vorskaliert Trigger

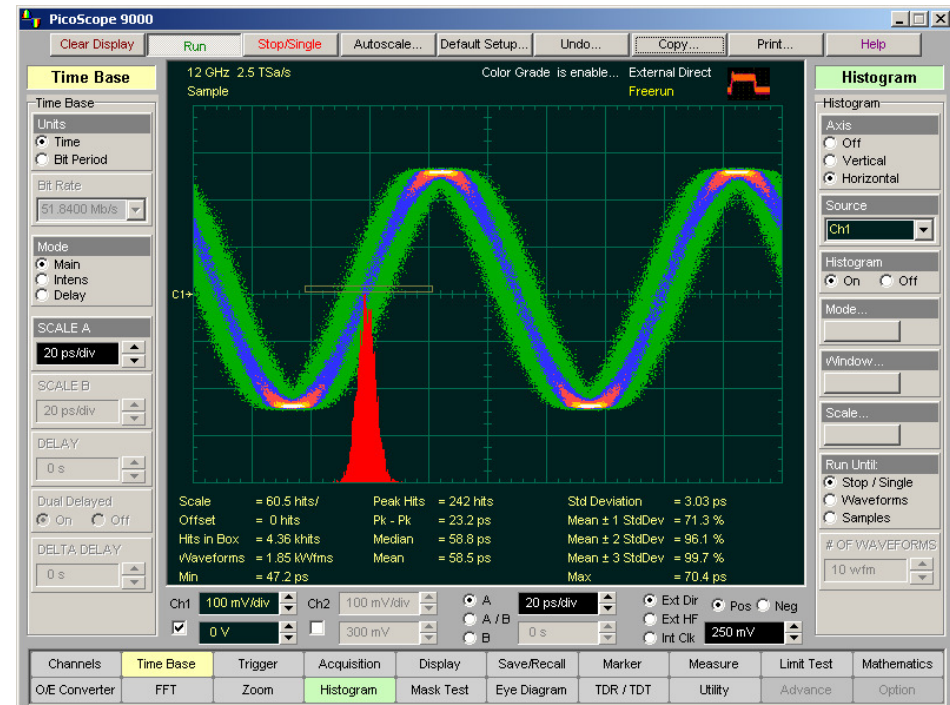


Der PicoScope 9000- HF- (vorskaliert) Trigger ist ein AC- gekoppelter Vorteiler für die Triggerung auf Hochgeschwindigkeits- Daten ohne mühseliges manuelles Einstellen.

Das Herz des Triggers ist ein rauscharmer GaAs Frequenzteiler. Geringes RMS- Flimmern $<3,5$ ps typisch ist möglich.



Geräte- Anschlüsse für einen vorskalierten Trigger- Test

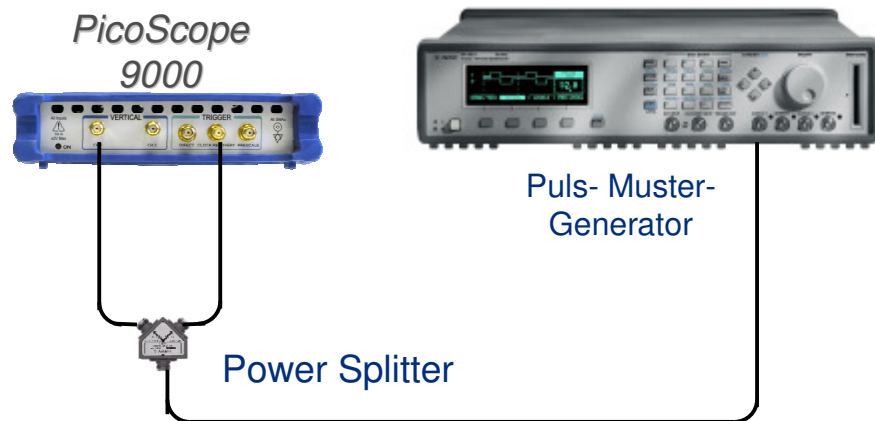


Ein 10 GHz- Sinussignal mit vorskaliertem Trigger

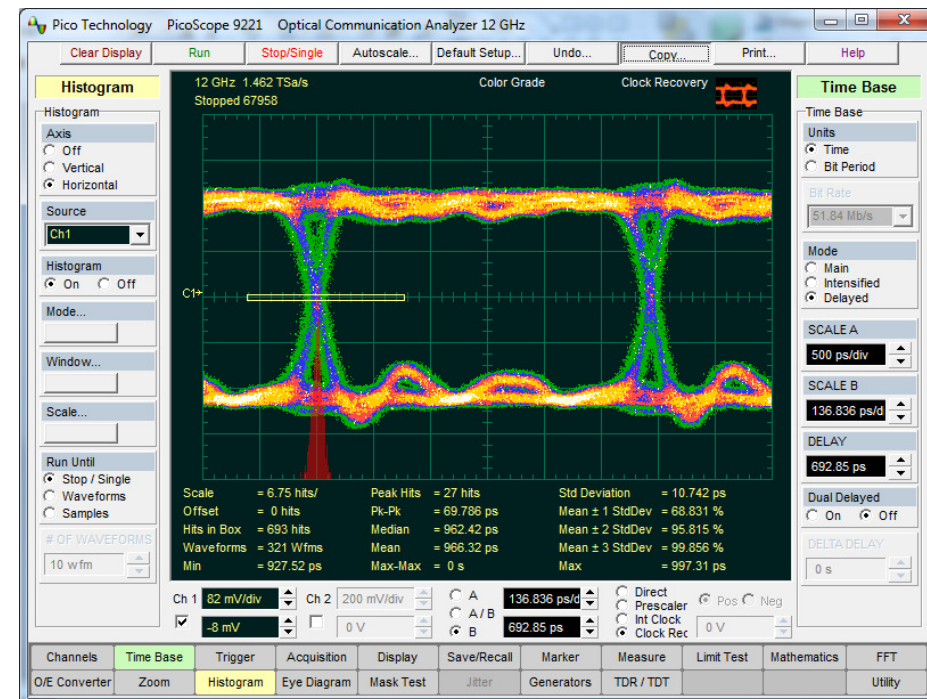
Taktwiederherstellungs- Trigger

Wird eingesetzt, wenn die Triggerquelle ein NRZ- Eingangssignal ist (ohne einen bestimmten Trigger- Eingang), mit einer Datenrate zwischen 12,3 Mbit/s und 2,3 Gbit/s.

Taktwiederherstellungs- Effektivwert- Triggerflimmern, max.: $1 \text{ ps} + 1,0\% \text{ des Einheits- Intervalls}$



Geräte- Anschlüsse für einen Taktwiederherstellungs- Triggertest



Ein 1,32 Gbit/s- Muster mit dem Taktwiederherstellungs- Trigger

Muster- Synchronisierungstrigger

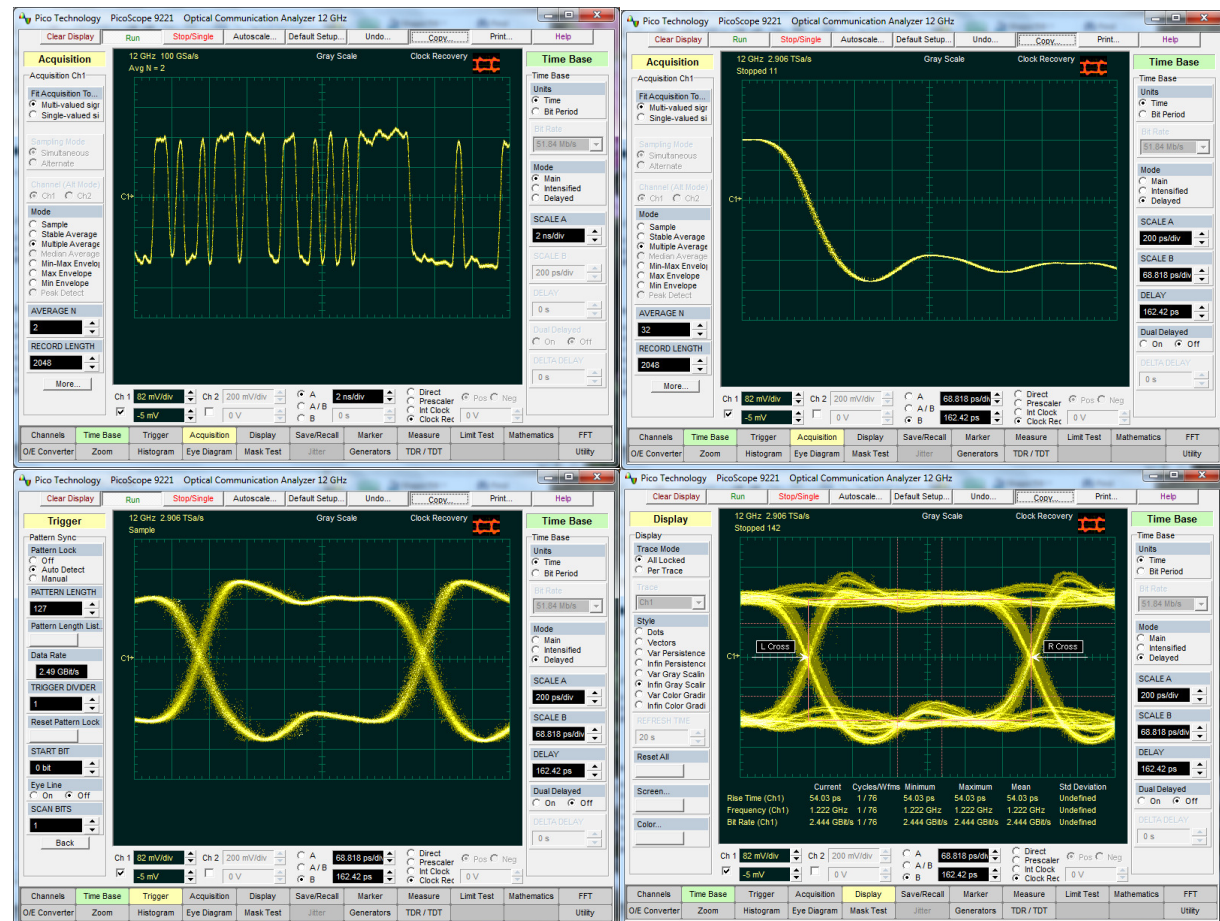
Nutzen Sie das Muster- Synchronisierungs- Menü zur Bereitstellung des Muster- Einrastungs- Triggers und Generierung einer Augenlinie.

Muster- Einrastungs- Trigger:

...ist die Möglichkeit des PicoScope 9000A, einen Muster- Trigger intern zu generieren und darauf einzurasten

Augenlinie:

...wird verwendet, um aus Augendiagrammen Mittelwerte zu bilden und um spezielle Bit-Bahnkurven anzuzeigen. Der **Augendiagramm- Modus** nutzt die Muster- Einrastungs- Funktion, um einen Muster- Synchronisations- trigger einzurichten und dann diesen Trigger einzusetzen, um durch jedes Bit des Datenmusters zu gehen.

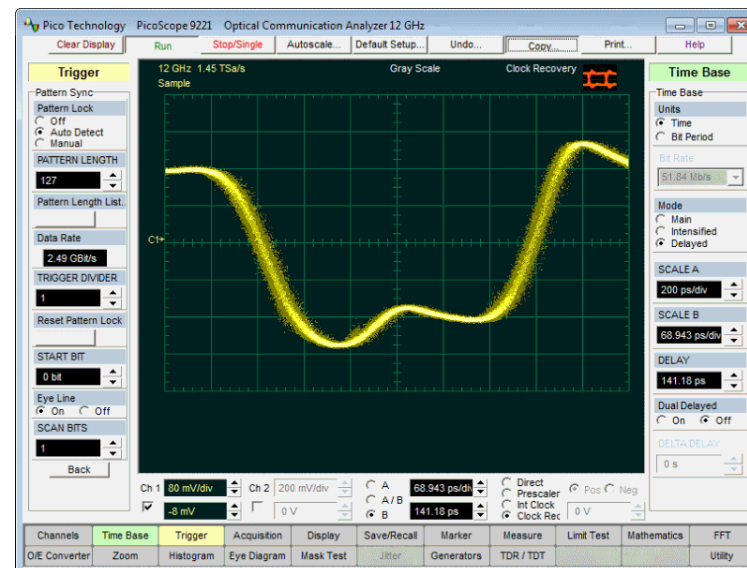


Erstellung eines Augendiagramms

Das Augendiagramm ist nützlich für einen umfassenden Überblick über alle Signalintegritäts- Fehler (mit Ausnahme des Takt- Flimmerns):

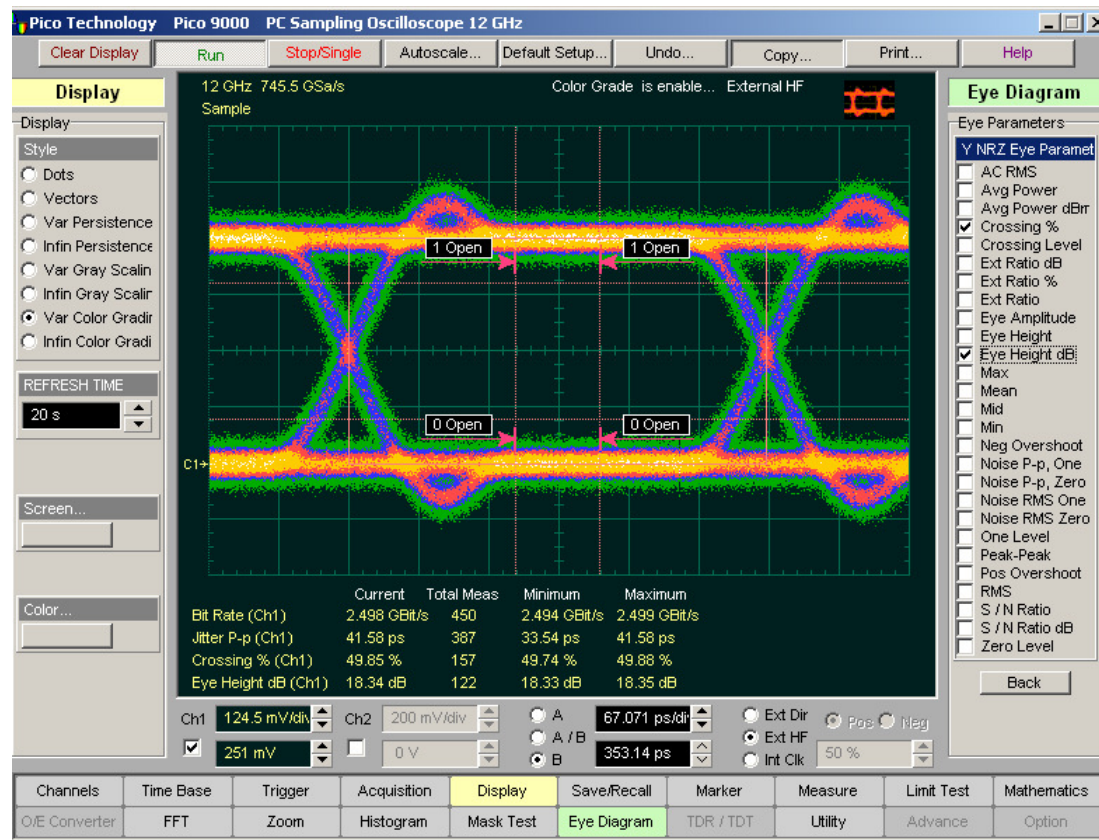
- ▶ Rauschen
- ▶ Flimmern
- ▶ Reflektionen
- ▶ Ringing
- ▶ Inter-symbol Interference
- ▶ Energie- und Erdungs- Kopplung

Der Prozess der Erstellung eines Augendiagramms schließt die serielle Erfassung der Kurvenform-Datenbank ein.



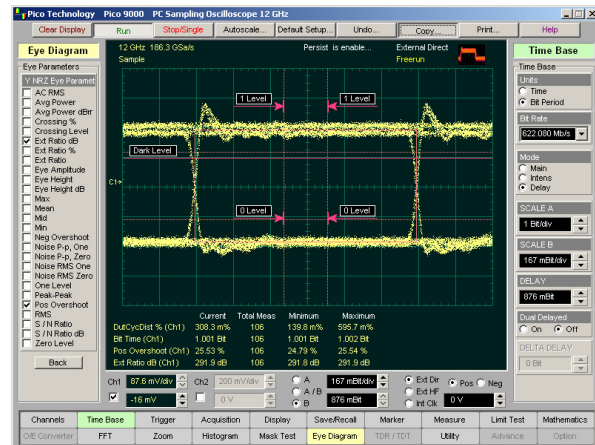
NRZ- Augendiagramm- Messungen

Das PicoScope 9000 misst schnell 42 grundlegende Parameter, die zur Charakterisierung von non-return-to-zero (NRZ) Signalen gebraucht werden. Bis zu 4 Parameter können gleichzeitig gemessen werden.



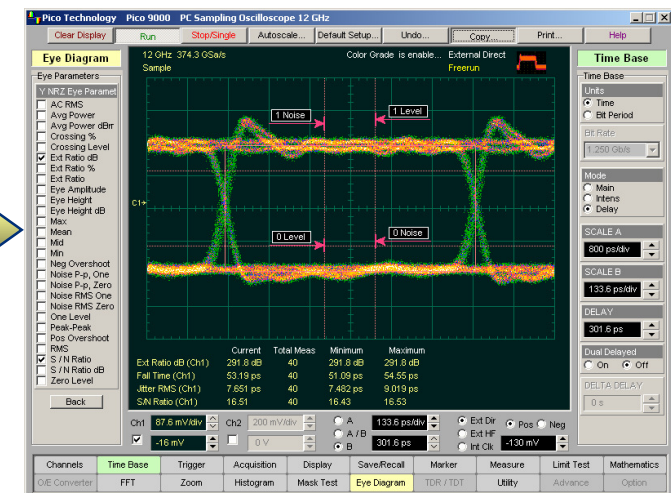
Das PicoScope 9000 mit der Anzeige von 4 automatischen Messungen auf einem 2,5-Gbit-NRZ- Augendiagramm

Beispiele von NRZ Messungen

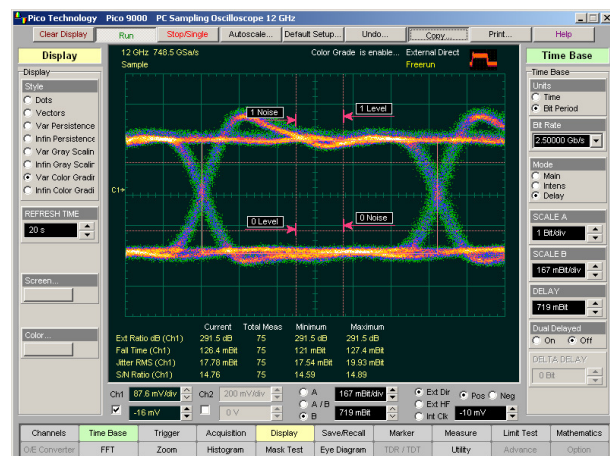


Messung eines 622 Mbit- Augendiagramms

Messung eines 1,25 Gbit- Augendiagramms

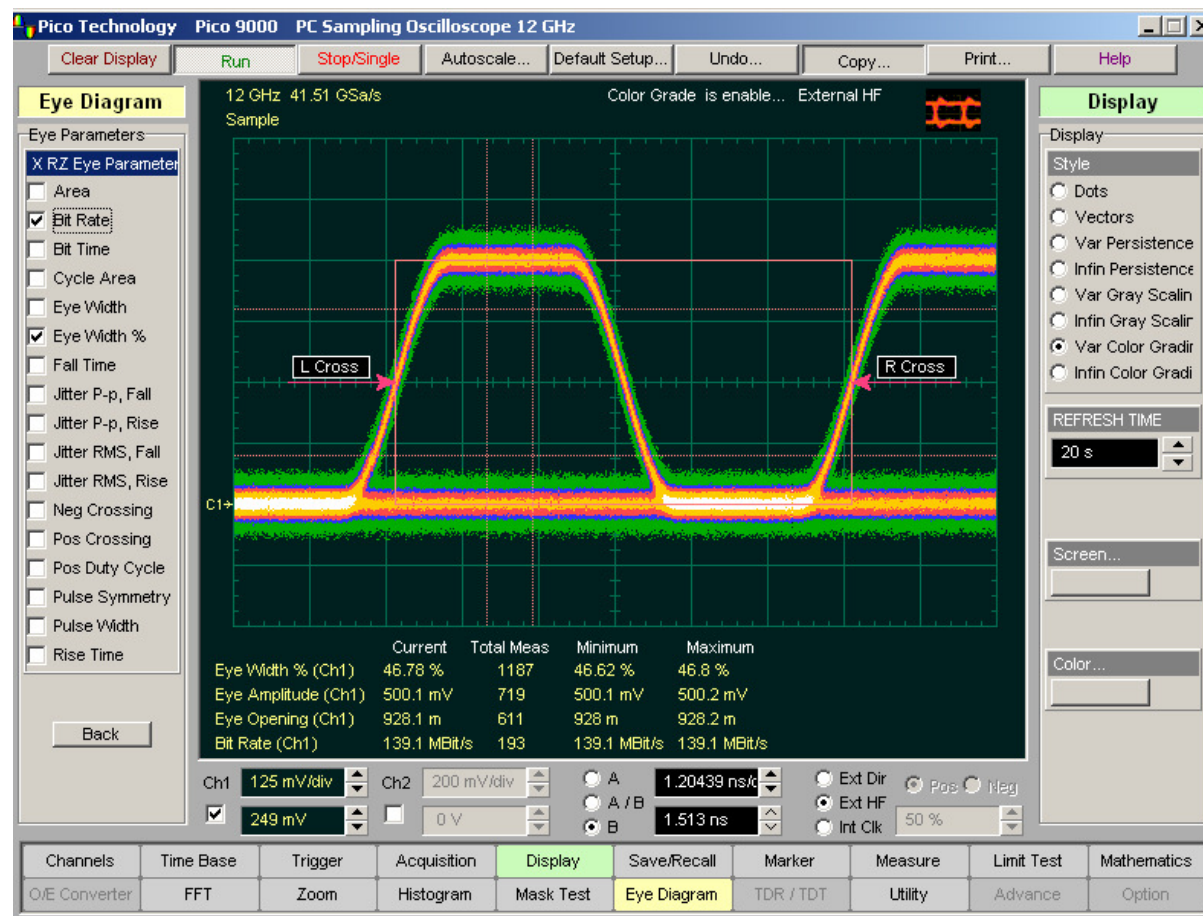


Messung eines 2,5 Gbit- Augendiagramms



RZ- Augendiagramm- Analyse

Das PicoScope 9000 misst schnell 43 grundlegende Parameter, die zur Charakterisierung von return-to-zero (RZ)- Signalen gebraucht werden. Bis zu 4 Signale können gleichzeitig gemessen werden.



Das PicoScope 9000 bei der Messung eines 139-Mbit RZ - Augendiagramms

Masken- Test

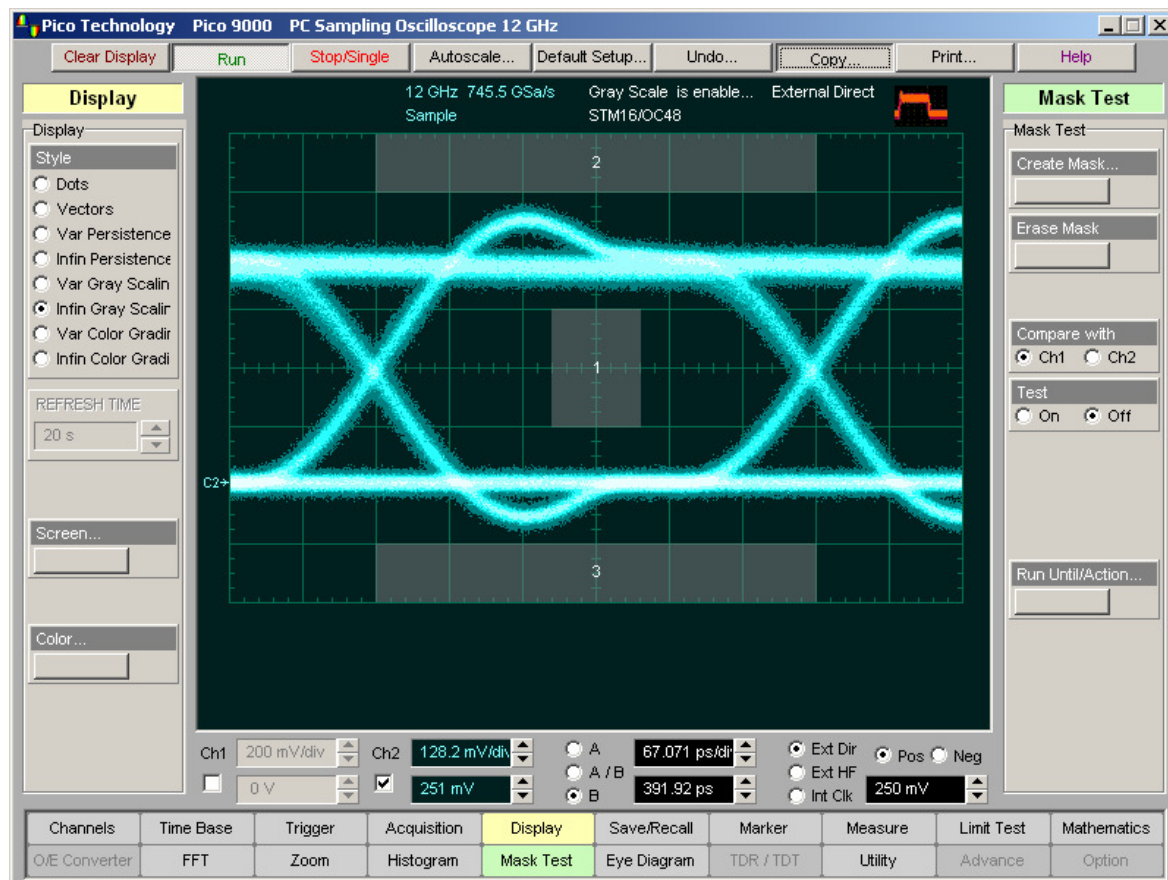
Für Augendiagramm- Masken, wie sie in den SONET und SDH Standards beschrieben werden, unterstützt das PicoScope 9000 die integrierte Masken- Erstellung für den visuellen Vergleich. Die Anzeige kann grau- skalierte oder farblich abgestufte Ansichten zur Hilfe bei der Analyse von Rauschen und Flimmern in Augendiagrammen.

Der Masken- Test kennzeichnet schnell:

- ▶ Rauschen
- ▶ Flimmern (Jitter)
- ▶ Abweichungen
- ▶ Anstiegszeit
- ▶ Abfallzeit

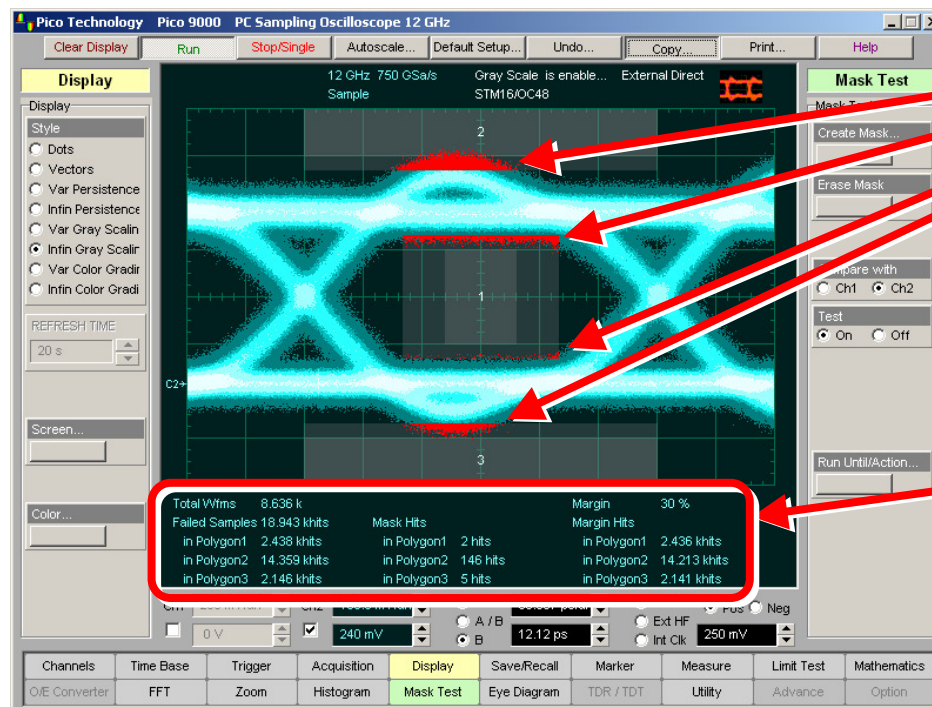
Die integrierte Masken- Erstellungs- Möglichkeit erlaubt einen einfachen Bediener- unabhängigen visuellen Vergleich von Signalen mit der Standard- Maske.

SONET/SDH (OC64/STM16)-
Signal, verglichen mit der
Standard- Maske, hier eine
übereinstimmende Kufvenform.



Masken- Spielräume

Masken- Spielräume werden gebraucht, um den Spielraum zur Übereinstimmung für eine Standard- oder skalierte Maske festzulegen. Das PicoScope 9000 geht über das grundlegende Testen hinaus mit der Masken- Spielraum- Analyse für die Prozess- Überwachung.



Masken- Treffer/Fehler werden einfach mit roten Pixeln angezeigt.

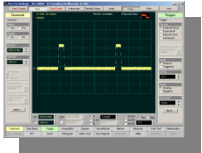
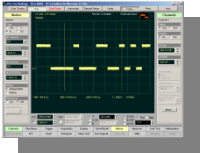
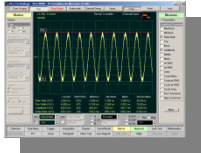
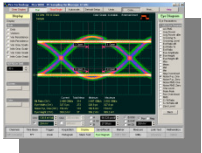
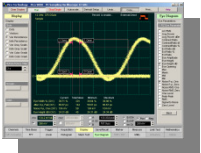
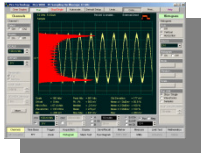
Masken- Testergebnisse zeigen:

- ▶ Gesamte Kurvenformen
- ▶ Fehler- Samples
- ▶ Masken- Treffer
- ▶ Masken Spielraum- Wert
- ▶ Spielraum- Treffer
- ▶ Spielraum- Treffer im Vieleck

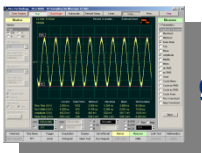

Masken- Spielräume werden gebraucht, um den Konformitäts- Spielraum für ein Standard- 2,5 Gbit/s STM16/OC48- Augendiagramm oder skalierte Maske zu bestimmen.

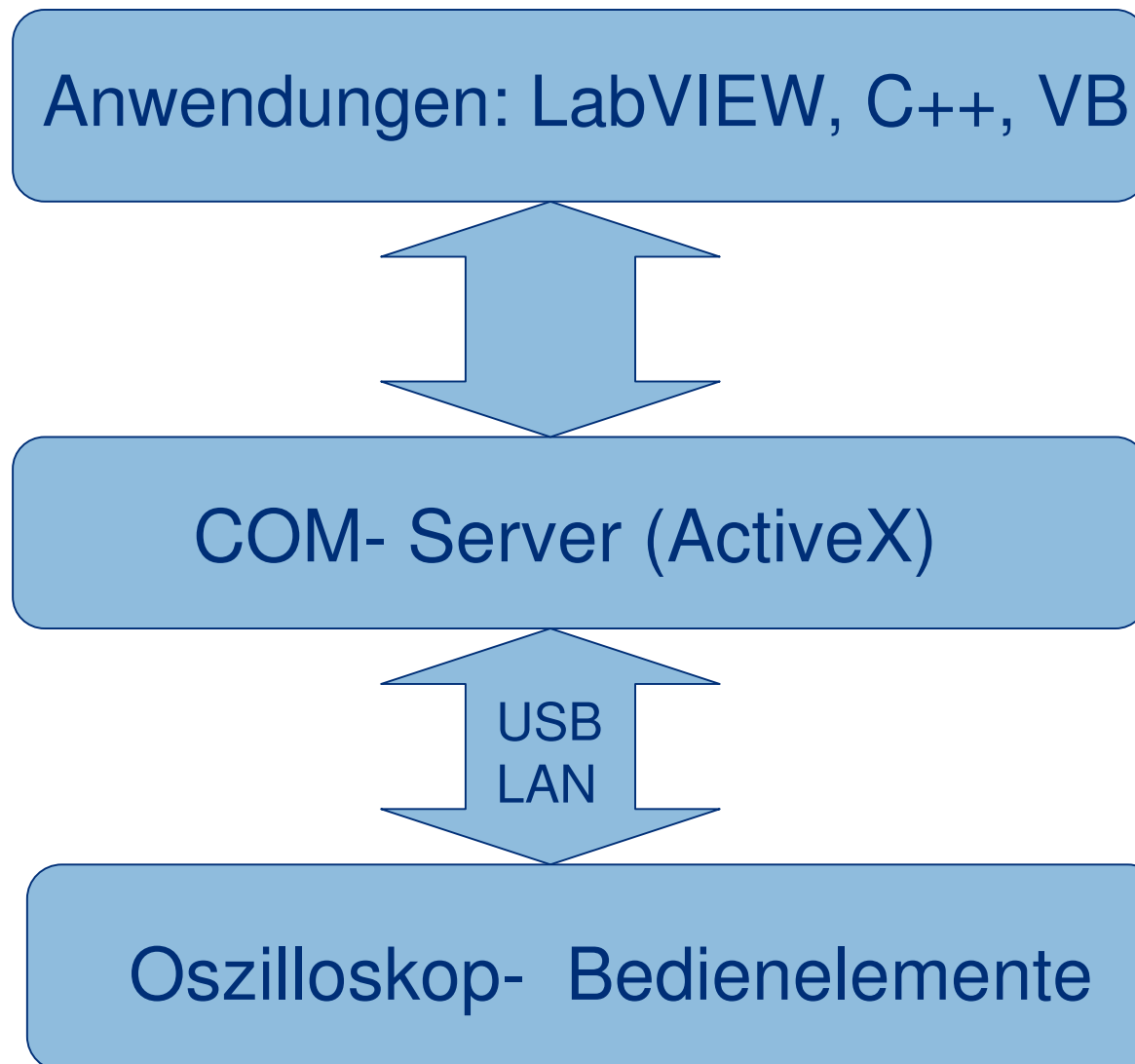
Messungen und Tests

Typen von Messungen

<p>Raster- Messungen</p> <p>10 x 8 Anzeige- Raster mit Gitter, Achsen, Rahmen und AUS- Optionen</p> 	<p>Marker- Messungen</p> <p>Zwei X-, Y-, oder XY- Marker sorgen für absolute, Delta- oder ratiometrische Messungen</p> 	<p>Puls- Messungen</p> <p>19 Amplituden-, 29 Timing- und 5 FFT- Messungen können automatisch durchgeführt werden</p> 
<p>NRZ Augen- Messungen</p> <p>Die Messungs- Liste umfasst 42 NRZ- Augen- Parameter</p> 	<p>RZ Augen- Messungen</p> <p>43 automatische Messungen werden für die Charakteri- sierung von RZ- Signalen erstellt</p> 	<p>Histogramm- Messungen</p> <p>Bis zu 15 statistische Messungen von vertikalen und horizontalen Histogrammen</p> 

Typen von Messungs- Tests

<p>Grenzwert- Test</p> <p>Ermöglicht den auto- matischen Vergleich von bis zu 4 Messer- gebnissen mit "gut oder schlecht"- Grenzwerten</p> 	<p>Masken- Test</p> <p>Standard-, automa- tische oder kunden- eigene Masken können für Masken- tests benutzt werden</p> 	<p>Masken- Spielraum- Test</p> <p>Der Test wird gebraucht, um den Konformitäts- Spielraum für eine Standard- oder skalierte Maske festzulegen.</p> 
---	---	---



- Was ist TDR?
 - Time Domain Reflectometry (Zeitdomänen- Reflektometrie)
 - Visualisiert und misst die Reflektionen von elektrischer Energie an einem Stromkreis (Leiterplatte, Kabel, IC- Baugruppe)
- Wie ein Radar, aber mit Tastköpfen, die direkt mit dem Stromkreis verbunden sind
Impedanz- Fehlanpassungen werden beobachtet

- TDR ist die direkteste Art um die charakteristische Impedanz zu messen von:
 - Leiterplatten- Leitungen
 - Kabeln
 - Mehrchip- Gehäusen
- Finden und Messen von Störungen und Veränderungen der Impedanz
 - In Steckverbindungen
 - Ecken und Durchkontaktierungen auf Leiterplatten
 - Übergänge von Steckverbindungen auf Leiterplatten

- Wofür braucht man TDR?
 - Voraussage über die Leistungsfähigkeit
 - Misst direkt die Impuls- Übertragung durch ein Signal
 - Pfad oder Gerät mit TDT
- Überprüfung von Funktionen gegenüber den Standard-Kenndaten

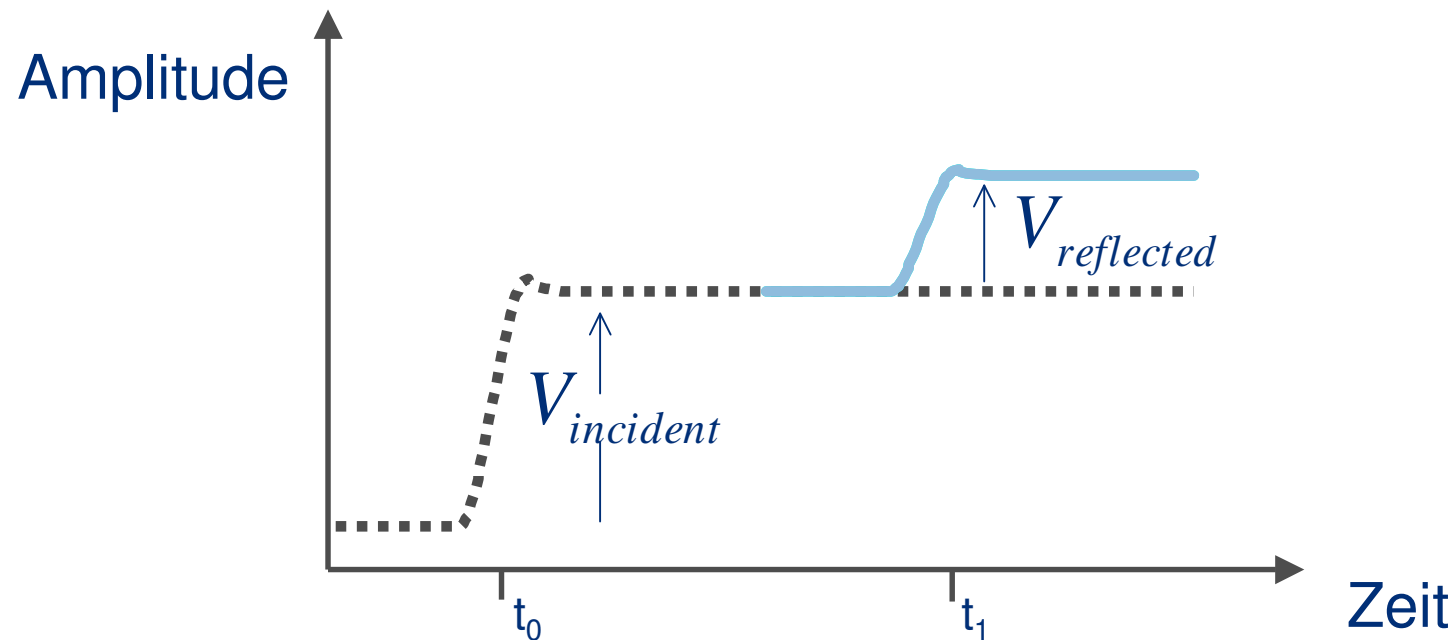
- Konformitäts- Anwendungen
- Normen- Komitees und Handelsvereinigungen legen Messungen fest, um die Signal- Integrität und Kompatibilitäts- Anforderungen zu erfüllen.

Diese Spezifikationen werden für Konformitätstest- Anforderungen entwickelt und verwendet, um die Kompatibilität zwischen vielen Anbieter- Geräten zu garantieren.

... Die Theorie ...

TDR- Kurvenform- Kenndaten- Details

- TDR- Systeme beobachten die Überlagerung von eingehenden und reflektierten Signalen an der Quelle
- Der Zeitabschnitt $t_1 - t_0$ stellt die Möglichkeit sicher, Unterschiede festzustellen



... Die Theorie ...

TDR- Einheiten: Rho- Einheiten; Z (ist nichtlinear)

Gemessen: ρ Berechnet: ρ

$$\rho = \frac{V_{\text{reflected}}}{V_{\text{incident}}}$$

$$\rho = \frac{Z_L - Z_{\text{ref}}}{Z_L + Z_{\text{ref}}}$$

$$\rho = 0 \text{ at } Z = Z_0$$

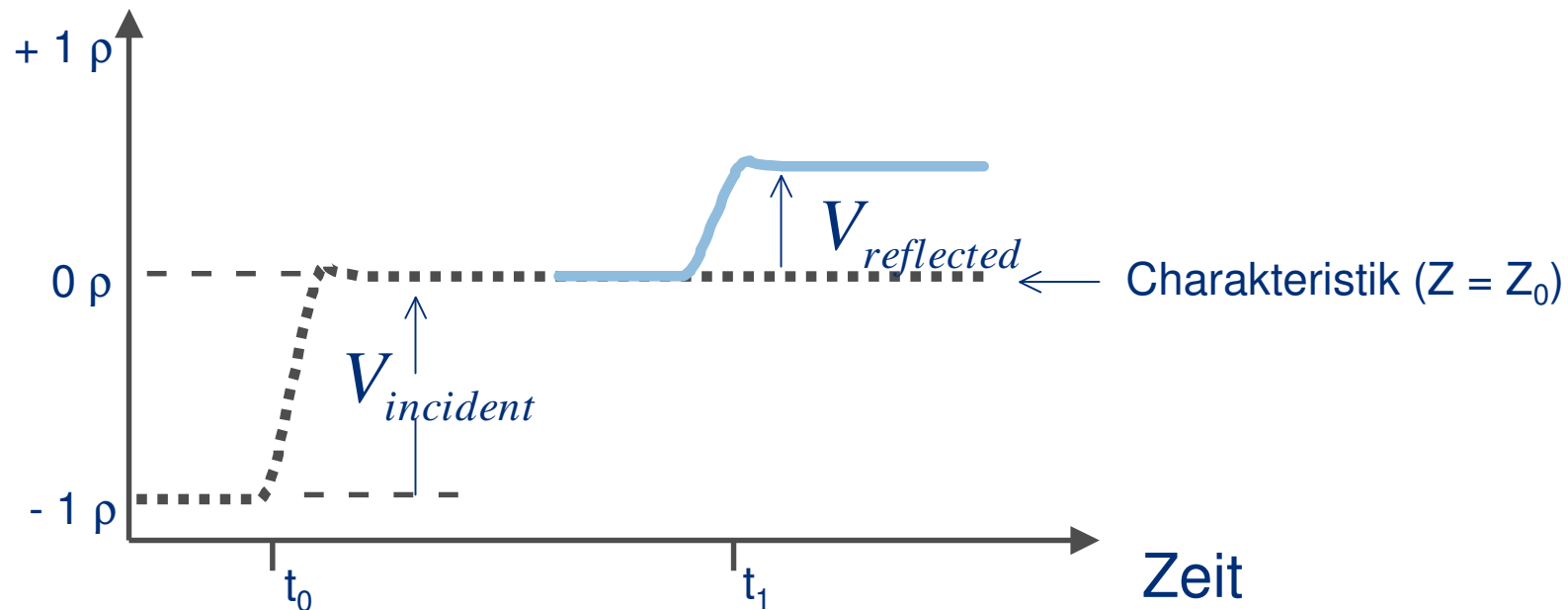
$$\rho = -1 \text{ for a Short}$$

$$\rho = 1 \text{ for an Open}$$

Gemessen: Z

$$Z = Z_{\text{ref}} \frac{1 + \rho}{1 - \rho}$$

Amplitude



TDR/TDT- Test

Die Zeitdomänen- Reflektometrie (TDR) ist eine Methode zur Charakterisierung einer Übertragungsleitung oder eines Netzwerks durch Senden eines Signals in ein Ende und Messung der elektrischen Reflexionen.



Eine TDR- Stufe kann auch dazu benutzt werden, um Zeitdomänen-Übertragungs- (TDT) Messungen zu machen. TDT ist eine Technik, die es Ihnen ermöglicht, die Antwort eines Systems zu messen, indem Sie Stufen durch ein Gerät schicken und das Ausgangssignal des Gerätes überwachen.

Die Messungen werden mit Signalen gemacht, die durch das Gerät geschickt werden, anstelle von Reflexionen des Gerätes (wie beim TDR).

Ein Beispiel eines Z- Profils einer Übertragungsleitung. Beide Marker sorgen für Entfernungs- und Ohm- Messungen.

TDR/TDT- Anwendungen

Typische Anwendungen
beinhalten:
Impedanz



TDR- Antwort von einer Leiterplatte, die drei Durchkontaktierungen im Abstand von 5mm zeigt

PicoScope 9000, Technische Daten



VERTIKAL

- ▶ DC bis 12 GHz Bandbreite
- ▶ 29,2 ps Anstiegszeit
- ▶ Zwei Kanäle
- ▶ ± 2 % Genauigkeit vertik. Verstärkung
- ▶ 16 Bit vertikale Auflösung
- ▶ $< 2,0$ mV Effektivwert- Rauschen
- ▶ ± 1 V Eingangsbereich

HORIZONTAL

- ▶ Dual- Zeitbasis 10 ps/div bis 50 ms/div
- ▶ $\pm 0,2\% \pm 15$ ps Zeitintervall- Genauigkeit
- ▶ < 200 fs Abtast- Intervall
- ▶ Bis zu 4 k Punkte/Kanal Pufferspeicher

TRIGGER

- ▶ DC bis 1 GHz voller direkt- Trigger
- ▶ 10 GHz vorkalibrierter Trigger
- ▶ $< 3,5$ ps Effektivwert- Flimmern
- ▶ 2,7 GHz Takt- Rückgewinnung
- ▶ Muster- Synchronisierungstrigger

BETRIEBSDATEN

- ▶ Leistungsaufnahme: 15 W max.
- ▶ Gewicht: 1 kg
- ▶ Abmessungen: 170 x 40 x 255 mm³

TDR/TDT

- ▶ Zwei Kanäle
- ▶ Vertikale Skalen: Volt, Rho (2 m ρ /div bis 2 ρ /div), Ohm (1 ohm/div bis 100 ohm/div)
- ▶ Horizontale Skala: Zeit oder Abstand (Meter, foot, inch)
- ▶ TDR- Impuls von int. oder ext. Generatoren

SIGNALGENERATOREN (9211A)

- ▶ Modi: Stufe, grobe Zeitbasis, Puls, NRZ und RZ
- ▶ 100 ps Anstiegszeit (typ.) für Stufe (TDR)

MESSUNGEN und ANALYSE

- ▶ Hochauflösungs- Cursors, autom. Kurvenform- Messungen, Statistik und gut/schlecht- Tests
- ▶ Kurvenform- Verarbeitung einschl. FFT mit fünf FFT- Fenstern

BEDIENERKOMFORT

- ▶ Autoskalierung
- ▶ Automatische Kalibrierung
- ▶ Windows XP, Vista und Windows 7
- ▶ Integriertes Infosystem über Windows Hilfe