

# 1×1 der Oszilloskope Damit die Daten nicht auf der Strecke bleiben

Die Abtastrate – angegeben als Sample pro Sekunde (S/s) – gibt die Häufigkeit an, mit der ein digitales Oszilloskop die Abtastung eines Signals durchführt. Je höher die Abtastrate, umso mehr Details des dargestellten Signals werden erhalten und angezeigt. Durch eine hohe Auflösung verringert sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass kritische Informationen oder Ereignisse verloren gehen.



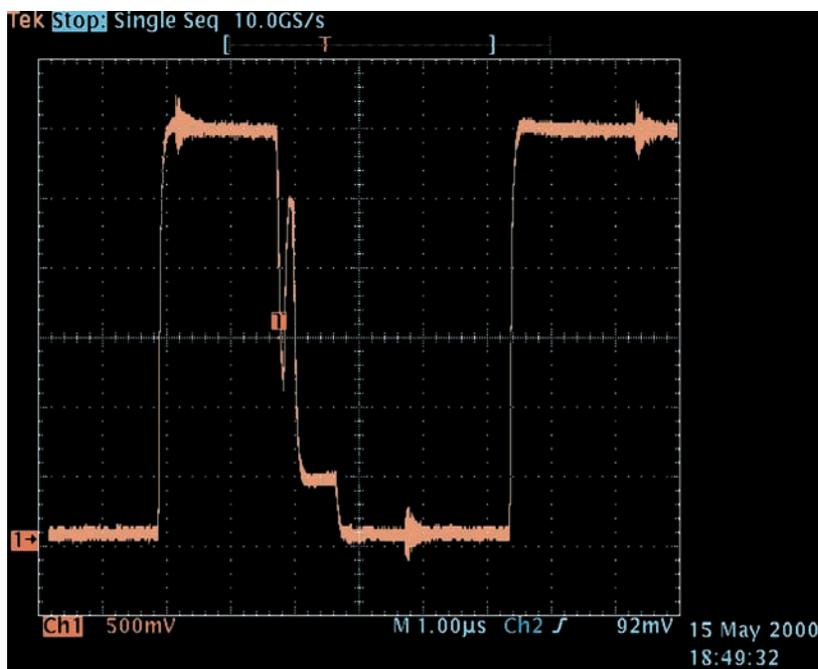
Autor: Arno Storz  
Linktronix AG  
Zürcherstrasse 68  
8800 Thalwil  
Tel. 044 722 70 00  
Fax 044 722 70 01  
info@linktronix.ch  
www.linktronix.ch

**W**ie berechnet man jedoch die Anforderungen für die Abtastrate? Laut Nyquist-Kriterium muss diese mindestens das Doppelte der höchsten Frequenz betragen, die gemessen werden soll.

In der Praxis hängt ein genauer Signalaufbau von der Abtastrate und der Interpolationsmethode ab, mit der die Leerräume zwischen den Abtastpunkten aufgefüllt werden. Manche Hersteller von Oszilloskopen verwenden dafür die Sinx/x-Interpolation, andere die lineare Interpolation.

Zur genauen Rekonstruktion anhand der Sinx/x-Interpolation sollte das Oszilloskop eine Abtastrate haben, die um das 2,5-fache höher als die höchste Frequenzkomponente des Signals ist. Bei der linearen Interpolation muss die Abtastrate mindestens das 10-fache der höchsten Frequenzkomponente des Signals betragen. Einige Oszilloskope haben durch so genanntes Interleaving unterschiedliche Abtastraten, abhängig von der Anzahl der verwendeten Kanäle. Dabei ist dann die Abtastrate im Ein- bzw. Zwei-Kanal-Modus doppelt so hoch wie im Zwei- bzw. Vier-Kanal-Modus. Mittlerweile werden Oszilloskope mit bis zu 40 GS/s und mehr angeboten.

Eine höhere Abtastrate liefert eine bessere Signalaufklärung und stellt sicher, dass sich intermittierende Ereignisse darstellen lassen



## Ermittlung der Abtastrate

Je schneller ein Oszilloskop abtastet, desto mehr Details des dargestellten Signals werden erhalten. Zudem verringert sich die Wahrscheinlichkeit, dass kritische Ereignisse oder Informationen verloren gehen. Wie hoch die Abtastrate gewählt werden muss, hängt von der Interpolationsmethode des Gerätes ab. Bei der Sinx/x-Interpolation muss diese um den Faktor 2,5 höher sein als die höchste Frequenzkomponente des zu messenden Signals, bei der linearen Interpolation um den Faktor 10.

## Hohe Abtastrate braucht Speichertiefe

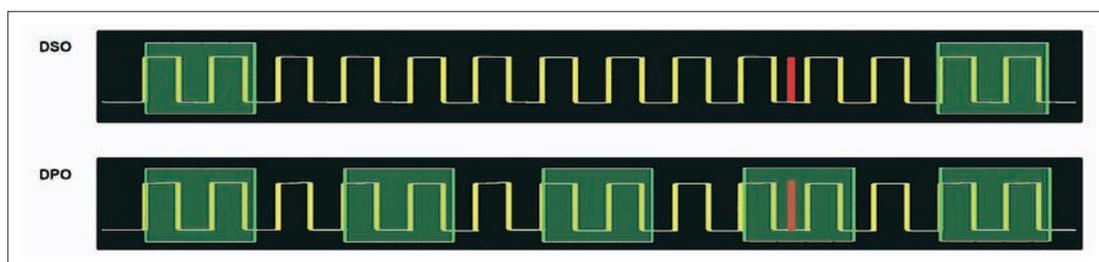
Die Speichertiefe, angegeben als Anzahl Punkte, aus denen ein vollständiger Datensatz bestehen kann, bestimmt die Datenmenge, die über jeden Kanal erfasst werden kann. Sie wird in Megasamples oder Megapunkten, und nicht wie manchmal irrtümlicherweise in MByte, angegeben. Da ein Oszilloskop nur eine begrenzte Anzahl von Abtastungen speichern kann, ist die Signaldauer (Zeit) umgekehrt proportional zur Abtastrate des Oszilloskops.

Wichtig ist der Zusammenhang zwischen Abtastrate und Speichertiefe: Ein Oszilloskop mit hoher Abtastrate und kleinem Speicher kann seine Abtastrate nur bei ganz kleiner Zeitbasis-Einstellung voll ausnutzen.

Bei modernen Oszilloskopen lässt sich die Speichertiefe einstellen, wodurch sich die Detaillierung für die jeweilige Anwendung optimieren lässt. Gilt es beispielsweise, ein extrem stabiles, sinusförmiges Signal zu analysieren, reicht unter Umständen bereits eine Speichertiefe von 500 Punkten. Sollen hingegen die Ursachen von Timing-Anomalien in einem komplizierten digitalen Datenstrom isoliert werden, sind eventuell mehrere Millionen von Punkten als Speichertiefe erforderlich.

## Beispiel aus der Praxis

Um die Beziehung zwischen Bandbreite (Erläuterungen zu diesem Begriff siehe polyscope 18/06), Abtastrate und Speichertiefe zu zeigen, ist ein Beispiel aus der Praxis angebracht. Die Erfassung eines Datenframes dauert 1 ms, wobei die Daten mit 120 MBit/s übertragen werden, und dies mit einem 120-MHz-Rechteck, um die Untersuchung zu vereinfachen.



Bei Digitalspeicher-Oszilloskopen (DSO) können wichtige Signale unter Umständen verloren gehen. Die Digitalphosphor-Oszilloskope (DPO) mit ihrer schnelleren Signalerfassungsrate bieten eine höhere Wahrscheinlichkeit, selten auftretende oder unkorrelierte Glitches zu erfassen

**Bandbreite:** Um das 120-MHz-Signal zu messen, benötigt man als absolutes Minimum ein 150-MHz-Gerät. Dies hätte jedoch zur Folge, dass das gemessene Signal sehr stark verzerrt würde. Sinnvoll wäre ein Oszilloskop mit einer Bandbreite von 350 MHz oder noch besser mit 500 MHz.

**Abtastrate:** Für die Rekonstruktion des 120-MHz-Signals benötigt man etwa fünf Werte pro Periode, das entspricht einer Abtastrate von 600 MS/s.

**Speichertiefe:** Um die Dauer von 1-ms-Daten mit 600 MS/s zu erfassen, ist eine Speichertiefe von 600 000 Samples erforderlich.

Heute sind Oszilloskope mit bis zu 400 MS (400 Millionen Punkte) Speichertiefe lieferbar. Mit dieser Leistung lassen sich mit den Werten aus dem obigen Beispiel rund 665 ms Daten aufzeichnen.

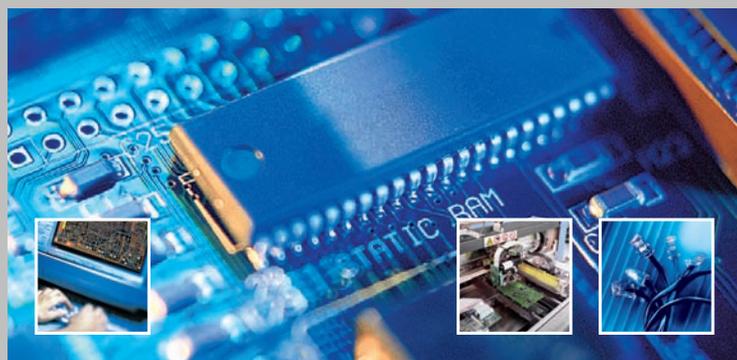
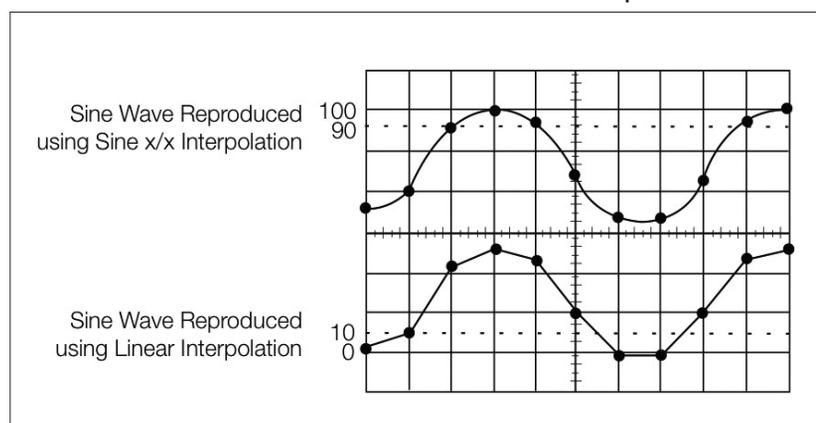
### Signalerfassungsrate

Jedes Oszilloskop hat sogenannte Totzeiten. Dies sind Zeiten, in denen das Messgerät die Signaldaten verarbeitet und deshalb keine neuen Signale aufnimmt. Bei den älteren analogen Geräten betrug das Verhältnis Signalaufnahmezeit/Totzeit etwa 25 zu 75 Prozent. Während das Oszilloskop 25 Prozent der Zeit ein Signal aufzeichnete, benötigte es die übrige Zeit für dessen Verarbeitung. Bei den digitalen Oszilloskopen fällt das Verhältnis mit 2 zu 98 Prozent noch viel gravierender aus. Dieses Verhältnis bleibt nicht ohne Folgen bei der Suche nach unregelmässigen und seltenen Anomalien. Da nur zwei Prozent aufgezeichnet werden, kann es unter Umständen dauern, bis diese unregelmässigen Fehler im Aufzeichnungsfenster erscheinen.

Während die Abtastrate angibt, wie oft ein Oszilloskop das Eingangssignal innerhalb eines Signalzugs oder Zykluses abtastet, bezieht sich die Signalerfassungsrate auf die Geschwindigkeit, mit der ein Oszilloskop komplette Signalzüge erfasst. Die Signalerfassungsrate kann stark variieren, und zwar abhängig von der Art und Leistungsfähigkeit des Oszilloskops. Geräte mit einer hohen Signalerfassungsrate liefern wesentlich bessere Einsichten in das Signalverhalten und erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass das Gerät einmalige Anomalien wie Runt-Impulse, Glitches und so weiter schneller erfassen kann.

Heutige Gerätehersteller haben spezielle Technologien entwickelt, um diese Totzeit zu verkürzen. Eine ist beispielsweise die parallele Verarbeitungsarchitektur, die eine Signalerfassungsrate bis 400 000 ermöglicht. Mit dieser Lösung wird das Verhältnis auf 40 zu 60 Prozent erhöht.

### Lineare und Sinx/x-Interpolation



## ELEKTRONIK FÜR HÖCHSTE ANSPRÜCHE

Elektronikentwicklung · Elektronikfertigung · Kabelkonfektionierung



electronica 2006  
components | systems | applications

Besuchen Sie uns!  
Stand 1.31, Halle B1

ROB SA · Via della Posta 5 · 6934 Bioggio  
Telefon +41 91 6107070 · Telefax +41 91 6107079  
www.rob-group.com

