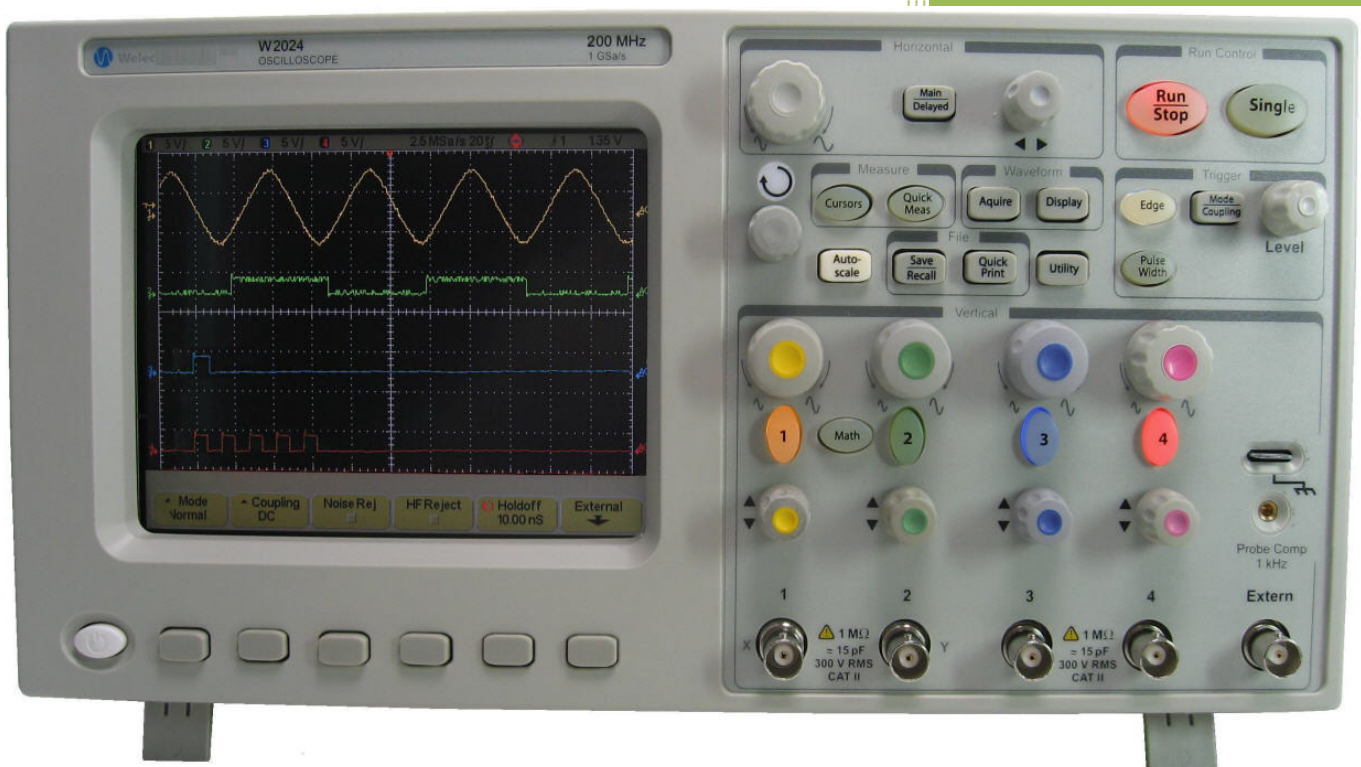


DSO DPO MSO

Grundlagenwissen Oszilloskope



Grundlagenwissen Oszilloskope

Inhalt

Inhalt.....	- 1 -
Wie Signale mit einem Oszilloskop analysiert werden.....	- 2 -
Das Messgerät Oszilloskop	- 2 -
Signale und Signalmessungen verstehen.....	- 3 -
Synchrone und asynchrone Signale.....	- 4 -
Komplexe Wellenformen	- 4 -
Welche Signale gemessen werden	- 4 -
Digitale Oszilloskope	- 7 -
Das Digitalspeicher-Oszilloskop.....	- 7 -
Das Digital-Phosphor-Oszilloskop.....	- 8 -
Den Engpass bei der Datenverarbeitung vermeiden	- 9 -
Analog- und Digitaloszilloskopetechniken vereint.....	- 9 -
Das Mixedsignal-Oszilloskop	- 10 -
Die Bedienelemente eines Oszilloskops	- 11 -
Vertikalsystem und Bedienelemente	- 11 -
Horizontalsystem und Bedienelemente	- 12 -
Die verschiedenen Erfassungsmodi	- 12 -
Das Sampling der Messsignale	- 13 -
Position und Erfassungszeit pro Skalenteil	- 13 -
Weitere horizontale Bedienelemente	- 13 -
Triggersystem und Bedienelemente	- 14 -
Die Vortrigger-Darstellung (Pretrigger).....	- 15 -
Verschiedene Triggerquellen	- 16 -
Die beiden Triggermodi	- 16 -

Wie Signale mit einem Oszilloskop analysiert werden

Das Oszilloskop ist eines der am meisten eingesetzten Messgeräte: Diese Dokumentation soll die grundlegenden Kenntnisse über das Arbeitsgerät vermitteln und zeigen wie Oszilloskope funktionieren und wie sie verwendet werden, um Signale zu interpretieren und zu messen.

Die klassische, natürlich vorkommende Wellenform ist die Sinuswelle. Ob Meereswellen, Erdbeben, Überschall-Stoßwellen, Explosionen, Luftschall oder die Eigenschwingung eines bewegten Körpers – alles breitet sich in Sinusform aus. Energie, vibrierende Partikel und andere unsichtbare Kräfte durchdringen unser physisches Universum. Selbst das Licht, halb Partikel, halb Welle, verfügt über eine Grundfrequenz, die wir als Farbe wahrnehmen können.

Mit Sensoren können diese Kräfte in elektrische Signale umgewandelt werden, die wir mit einem Oszilloskop beobachten und untersuchen können. Oszilloskope ermöglichen es Wissenschaftlern, Ingenieuren, Technikern oder Pädagogen, zeitlich veränderliche Ereignisse für das menschliche Auge sichtbar zu machen.

Das Messgerät Oszilloskop

Ein Oszilloskop ist im Grunde nichts weiter als ein Gerät zur Darstellung von Graphen. Am häufigsten wird es für die Anzeige der Veränderung von elektrischen Signalen eingesetzt, wobei die vertikale y-Achse die Spannung darstellt und die horizontale x-Achse die Zeit. Die Intensität oder Helligkeit der Anzeige wird als z-Achse bezeichnet. Bei Digital-Phosphor-Oszilloskopen wird die z-Achse durch Farbabstufungen der Anzeige dargestellt.

Dieser einfache Graf kann viele Informationen über ein Signal vermitteln, zum Beispiel:

- Zeit- und Spannungswerte
- Frequenz eines Schwingungssignals
- „dynamische Komponenten“ eines durch das Signal dargestellten Schaltkreises
- Häufigkeit, mit der ein bestimmter Bereich des Signals in Relation zu anderen Bereichen auftritt
- ob eine fehlerhafte Komponente das Signal stört
- Gleich- und Wechselstromanteile des Signals (meist DC und AC abgekürzt)
- den Anteil des Signalausenschens, und ob das Rauschen sich im Laufe der Zeit verändert.

Grundlagenwissen Oszilloskope

Signale und Signalmessungen verstehen

Allgemein wird ein Muster, das sich in regelmäßigen zeitlichen Abständen wiederholt, als Welle bezeichnet – ein Oszilloskop misst beispielsweise Spannungswellen. Der Zyklus (bzw. die Schwingung) einer Welle ist ihr sich wiederholender Abschnitt. Ein Signal ist die grafische Darstellung einer Welle. Bei einem Spannungssignal wird auf der horizontalen Achse die Zeit und auf der vertikalen Achse die Spannung angezeigt.

Die Form eines Signals verrät viel über seinen Inhalt. Jede Veränderung der Höhe des Signalpegels kennzeichnet eine Veränderung der Spannung. Eine flache horizontale Linie bedeutet, dass sich über den betreffenden Zeitraum keine Veränderung ergeben hat. Gerade diagonale Linien weisen auf lineare Veränderungen hin, also ein konstantes Ansteigen oder Abfallen der Spannung, und ein gezacktes Signal auf plötzliche Veränderungen. In Bild 1 sind einige typische Signalformen abgebildet.

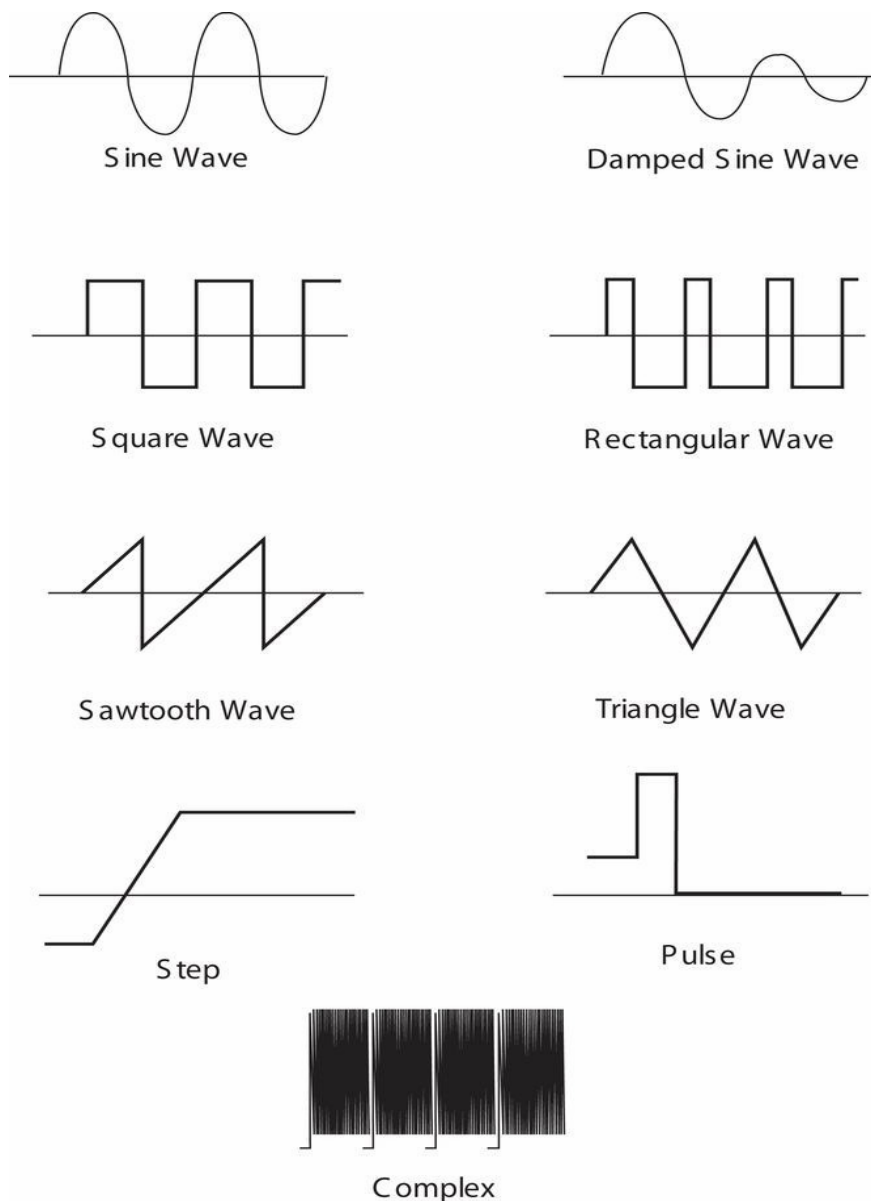


Bild 1: Unterschiedliche Signalformen

Grundlagenwissen Oszilloskope

Synchrone und asynchrone Signale

Wenn zwei Signale miteinander in einem zeitlichen Zusammenhang stehen, bezeichnet man sie als synchron. Takt-, Daten- und Adresssignale in einem Computer sind Beispiele für synchrone Signale.

Entsprechend werden Signale, zwischen denen kein zeitlicher Zusammenhang besteht, als asynchron bezeichnet. Da es beispielsweise zwischen dem Drücken einer Taste auf der Computertastatur und dem Taktsignal im Computer keinen zeitlichen Zusammenhang gibt, gelten sie als asynchrone Signale.

Komplexe Wellenformen

Manche Signale vereinen die Charakteristika von Sinus-, Rechteck-, Stufen- und Impulssignalen, was zu komplexen Wellenformen führt. Die Signalinformationen können in Amplituden-, Phasen- und/oder Frequenzvariationen eingebettet vorliegen. Digital-Phosphor-Oszilloskope sind am besten zur Anzeige komplexer Signale geeignet, da ihre Displays die erforderlichen Informationen zur Häufigkeit des Auftretens liefern können, die nötig ist, um das Verhalten des Signals richtig zu deuten. Dies wird auch als Helligkeitsmodulation bezeichnet.

Welche Signale gemessen werden

Mit Oszilloskopen können unterschiedliche Messungen vorgenommen werden. Einige der gängigsten Messungen werden im Folgenden vorgestellt:

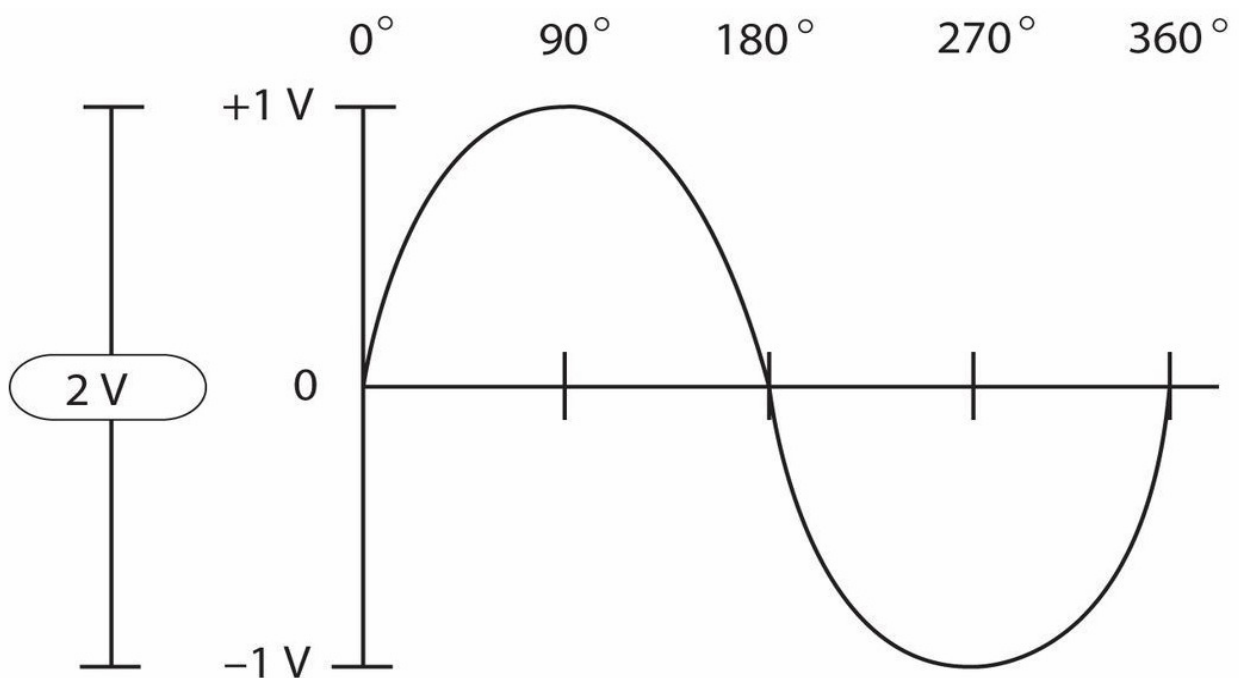


Bild 2: Amplitude und Gradwerte einer typischen Sinusform

Grundlagenwissen Oszilloskope

Frequenz und Periode:

Ein Signal, das sich wiederholt, verfügt über eine Frequenz. Die Frequenz wird in Hertz (Hz) gemessen und entspricht der Anzahl der Wiederholungen des Signals in einer Sekunde, bezeichnet als Zyklen (oder Schwingungen) pro Sekunde. Jedes sich wiederholende Signal hat auch eine Periode (oder Schwingungsdauer). Dies ist die Zeit, die das Signal benötigt, um einen Zyklus zu vollenden. Periode und Frequenz sind reziprok. Eins geteilt durch die Periode ergibt die Frequenz und eins geteilt durch die Frequenz die Periode.

Spannung:

Die Spannung ist das elektrische Potenzial, oder die Signalstärke, zwischen zwei Punkten in einem Schaltkreis. Üblicherweise ist einer dieser Punkte die Masse bzw. Nullspannung, doch nicht immer. Eine mögliche Messung ist beispielsweise die Spannung zwischen dem höchsten und niedrigsten Scheitelpunkt eines Signals, die so genannte Spitze-Spitze-Spannung.

Amplitude:

Die Amplitude bezeichnet die Höhe der Spannung zwischen zwei Punkten in einem Schaltkreis, üblicherweise die maximale Spannung eines Signals ausgehend von der Masse bzw. Nullspannung. Das Signal in Bild 2 hat eine Amplitude von 1 V und eine Spitze-Spitze-Spannung von 2 V.

Phase:

Die Phase lässt sich am besten anhand der Sinuswelle erklären. Dem Spannungspegel einer Sinuswelle liegt eine kreisförmige Bewegung zugrunde. Ausgehend von einem Vollkreis mit 360° beträgt ein kompletter Zyklus des Signals 360° , wie in Bild 2 zu sehen. Mithilfe von Gradangaben kann jeder Phasenwinkel einer Sinuswelle genau bezeichnet werden, um zu beschreiben, wie weit die Periode bereits fortgeschritten ist.

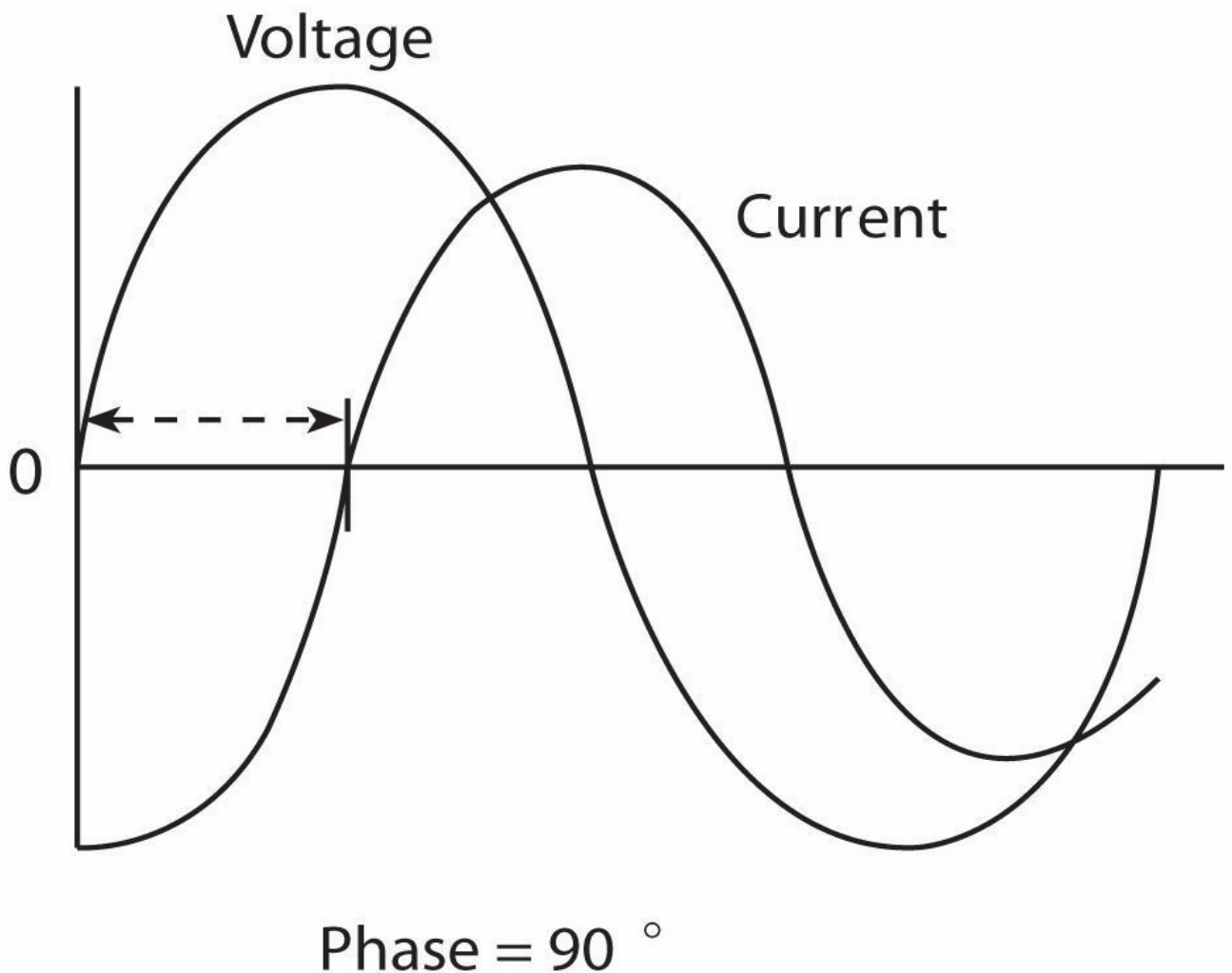


Bild 3: Phasenverschiebung — der Strom eilt der Spannung um 90° voraus

Bild 3: Phasenverschiebung

Die Phasenverschiebung bezeichnet die Zeitverschiebung oder den „Timing-Unterschied“ zwischen zwei Signalen mit gleicher Periode. Das mit „Stromstärke“ bezeichnete Signal in Bild 3 ist um 90° gegenüber dem Spannungssignal verschoben und der Phasenverschiebungswinkel beträgt 90°, da die Signale die gleichen Punkte in ihren Zyklen im Abstand von genau einem Viertelzyklus erreichen ($360^\circ/4 = 90^\circ$). Phasenverschiebungen sind in der Elektronik ein häufiges Phänomen.

Digitale Oszilloskope

In digitalen Oszilloskopen wird ein Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler) eingesetzt, um die gemessene Spannung in eine digitale Information umzuwandeln.

Es erfasst das Signal in Form von aufeinander folgenden Abtastpunkten und speichert diese Abtastpunkte, bis genügend Punkte gesammelt wurden, um ein Signal zu beschreiben. Anschließend werden diese Punkte zur Anzeige des Signals auf dem Bildschirm wieder zusammengesetzt.

Digitale Oszilloskope können in folgende Gruppen unterteilt werden:

- Digitalspeicher-Oszilloskope (DSOs)
- Digital-Phosphor-Oszilloskope (DPOs)
- Mixedsignal-Oszilloskope (MSOs)

Das Digitalspeicher-Oszilloskop

Mit einem Digitalspeicher-Oszilloskop lassen sich wiederholende Signale und/oder Einzelschussereignisse erfassen. Da die Signalinformationen in digitaler Form vorliegen, können diese direkt mit dem Oszilloskop oder mit einem externen Computer analysiert, ausgedruckt oder archiviert werden. DSOs bieten die Möglichkeit zur dauerhaften Speicherung von Signalen und erweiterten Signalverarbeitung.

DSOs bestehen aus Untersystemen zur Datenverarbeitung, die zum Sammeln und Anzeigen von Daten des gesamten Signals verwendet werden. Ein DSO nutzt eine serielle Verarbeitungsarchitektur, damit die Signale erfasst und angezeigt werden können (Bild 4).

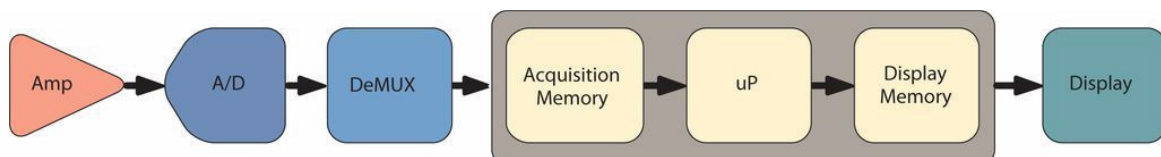


Bild 1: Die serielle Verarbeitungsarchitektur eines Digitalspeicher-Oszilloskops (DSO)

Bild 4: Architektur eines DSO

Grundlagenwissen Oszilloskope

Die Eingangsstufe eines DSO bildet der Vertikalverstärker. Über diesen kann die Amplitude des Signals eingestellt werden. Als Nächstes tastet der Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler) das Signal zu diskreten Zeitpunkten ab und wandelt die Spannung des Signals an diesen Punkten in digitale Werte um. Dieser Vorgang wird als Digitalisierung eines Signals bezeichnet. Die Anzahl der Signalpunkte, die für die Aufzeichnung eines Signals verwendet werden, bezeichnet man als Aufzeichnungslänge.

Der Abtasttakt des Systems bestimmt, wie oft der A/D-Wandler eine Abtastung durchführt. Diese Rate wird als Abtastrate bezeichnet und wird in Abtastungen pro Sekunde ausgedrückt. Der Signalweg des DSO umfasst einen Mikroprozessor, durch den das gemessene Signal an den Bildschirm weitergegeben wird. Dieser Mikroprozessor verarbeitet das Signal, koordiniert Bildschirmaktivitäten, verwaltet die Bedienelemente des vorderen Bedienfelds und übernimmt weitere Aufgaben.

Je nach Funktionsumfang des Oszilloskops kann eine weitere Verarbeitung zur Verbesserung der Signaldarstellung erfolgen. Die meisten modernen Digitaloszilloskope bieten eine Auswahl automatischer, parametrischer Messfunktionen, die den Messvorgang vereinfachen.

DSOs eignen sich ideal für Anwendungen mit niedriger Wiederholungsrate oder Einzelschuss-, Hochgeschwindigkeits- und Mehrkanal-Designanwendungen.

Das Digital-Phosphor-Oszilloskop

Beim Digital-Phosphor-Oszilloskop (DPO) handelt es sich um eine neue Art der Oszilloskoparchitektur. Durch diese Architektur verfügt das DPO über einzigartige Möglichkeiten bei der Erfassung und Anzeige zur exakten Darstellung eines Signals. Ein DPO arbeitet nach dem Prinzip der parallelen Verarbeitungsarchitektur und erfasst, analysiert und stellt die untersuchten Signale dar (Bild 5).

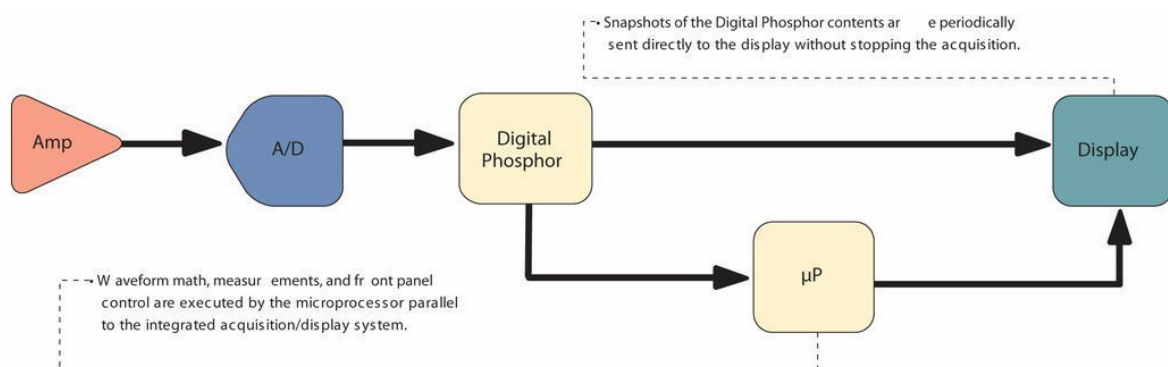


Bild 2: Die parallele Verarbeitungsarchitektur eines Digital-Phosphor-Oszilloskops (DPO)

Bild 5: Parallele Verarbeitungsarchitektur

DPOs bieten hohe Signalerfassungsraten, was zu einer verbesserten Darstellung des Signals führt. Diese Technologie erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass transiente, in digitalen Systemen auftretende Ereignisse wie Runt-Impulse, Glitches und Flankenfehler erkannt werden und bietet erweiterte Analysemöglichkeiten.

Grundlagenwissen Oszilloskope

Wie beim DSO ist die erste Stufe des DPO der Vertikalverstärker gefolgt vom A/D-Wandler. Die nachfolgenden Stufen des DPO unterscheiden sich jedoch erheblich von denen des DSO. Digitalspeicher-Oszilloskope verarbeiten erfasste Signale seriell. Bei diesem Vorgang stellt die Geschwindigkeit des Mikroprozessors den leistungskritischen Faktor dar, da durch sie die Signalerfassungsrate begrenzt wird.

Den Engpass bei der Datenverarbeitung vermeiden

Im Gegensatz dazu rasterisiert das DPO die digitalisierten Daten in eine Digital-Phosphor-Datenbank. Jede 1/30 Sekunde wird ein Schnappschuss des Signalbilds, das in der Datenbank gespeichert ist, direkt an das Anzeigesystem ausgegeben. Diese direkte Rasterisierung der Signaldaten und der direkte Kopiervorgang aus der Datenbank in den Display-Speicher eliminieren den bei anderen Architekturen auftretenden Datenverarbeitungseingpass.

Das Ergebnis ist eine verbesserte Echtzeit-Aktualisierung des Displays. Signaldetails, intermittierende Ereignisse und dynamische Signalcharakteristiken werden in Echtzeit erfasst. Der Mikroprozessor des DPO arbeitet parallel zur Anzeigeverwaltung, Messautomatisierung und Messgerätsteuerung, damit die Erfassungsgeschwindigkeit des Oszilloskops nicht beeinträchtigt wird. Ein DPO stellt das Signal in drei Dimensionen dar. Zeit, Amplitude und Amplitudenverteilung in Abhängigkeit von der Zeit. Das alles geschieht in Echtzeit.

Analog- und Digitaloszilloskopetechniken vereint

Das Digital-Phosphor-Oszilloskop (DPO) vereint die Vorteile von Analog- und Digital-Oszilloskopetechnologie. Sie können sowohl hohe und niedrige Frequenzen, sich wiederholender Signale sowie Transienten und Signalvariationen in Echtzeit darstellen.

Ein DPO eignet sich ideal für Aufgaben, bei denen das beste Allround-Design- und Fehlersuchgerät für verschiedenste Anwendungsbereiche erforderlich ist. Einige DPOs können Millionen von Signalen in wenigen Sekunden erfassen und dadurch die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass intermittierende und selten auftretende Ereignisse erfasst werden und dynamisches Signalverhalten erkannt wird.

Das Mixedsignal-Oszilloskop

Das Mixedsignal-Oszilloskop (MSO) kombiniert die Funktionen eines DPO mit den grundlegenden Funktionen eines 16-Kanal-Logikanalysators inklusive paralleler/serieller Busprotokoll-Dekodierung und -Triggerung. Die digitalen Kanäle eines MSO zeigen ein digitales Signal entweder als logisch hoch oder logisch niedrig an.

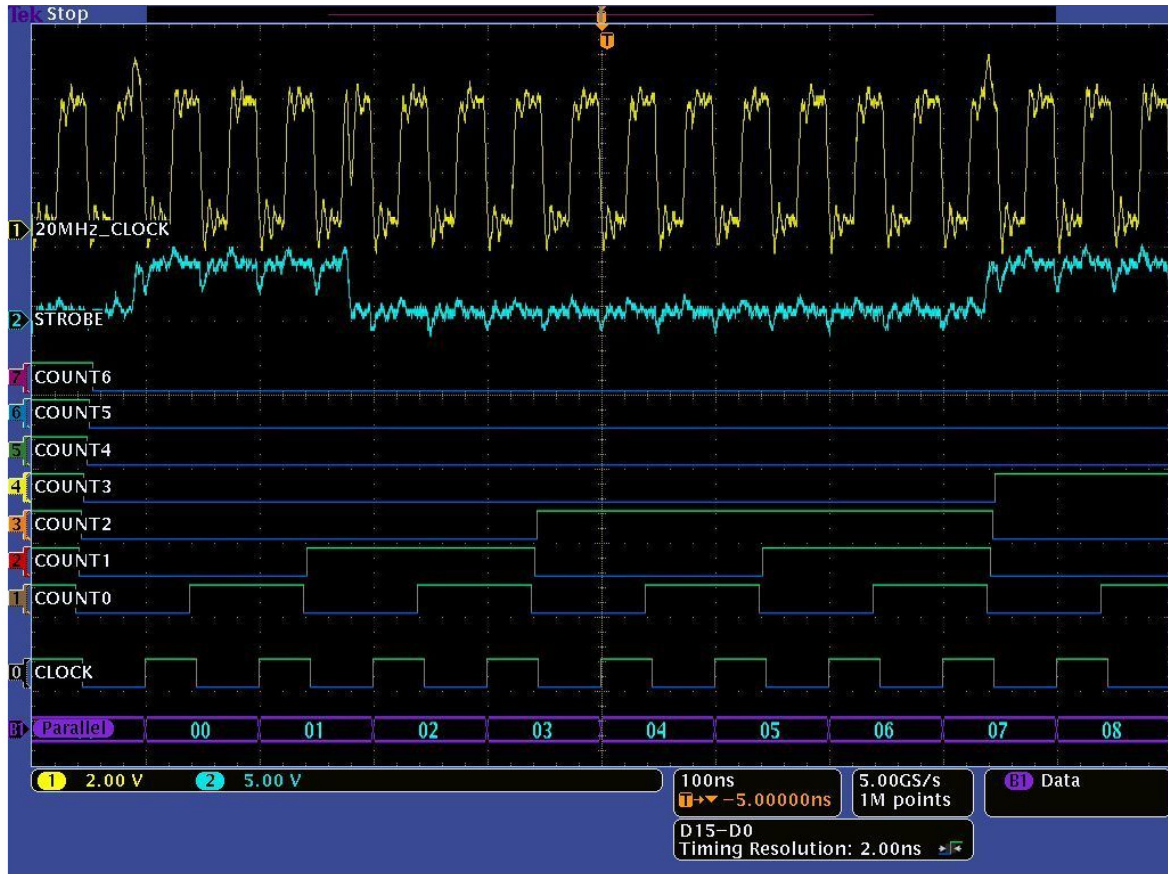


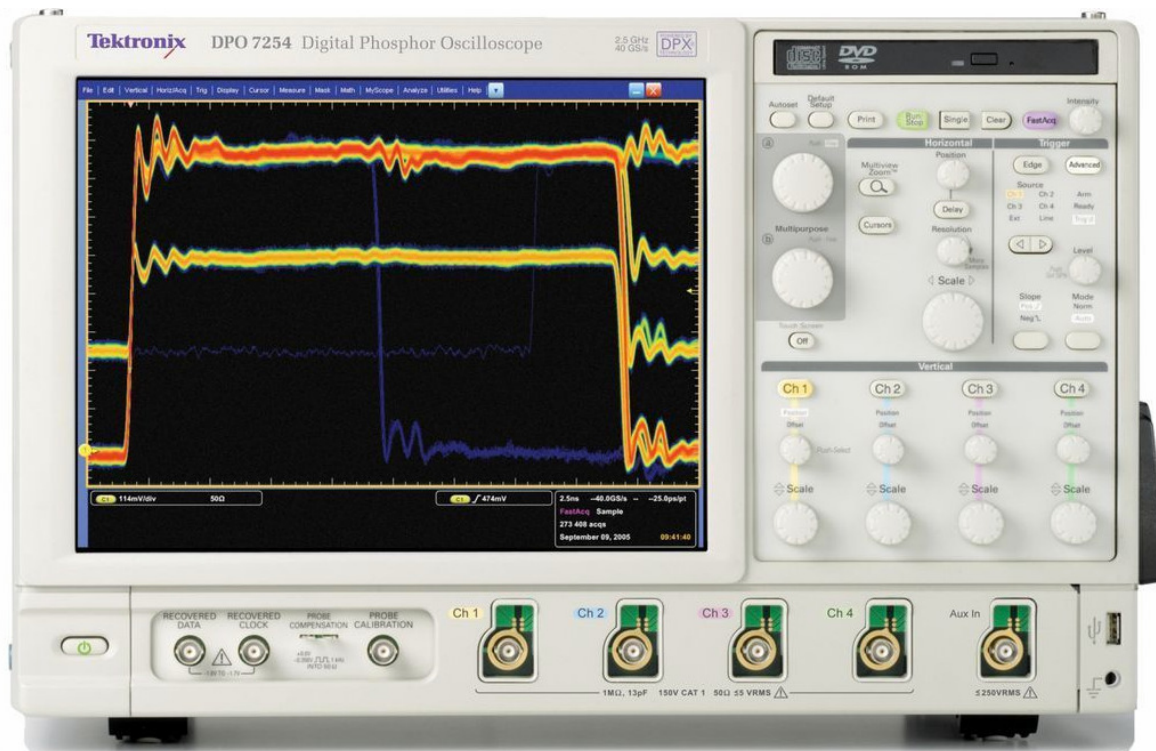
Bild 3: Das MSO verfügt über 16 integrierte digitale Kanäle, um zeitbezogene analoge und digitale Signale zu analysieren und darzustellen

Bild 6: Mixed Signal Oszilloskop

Mit seiner leistungsfähigen Digital-Triggerung, der hochauflösenden Erfassung und den Analysetools eignet sich das MSO ideal für eine schnelle Fehlerbeseitigung in digitalen Schaltungen. Die Ursache vieler Probleme in digitalen Schaltungen lässt sich schneller ermitteln, indem sowohl die analoge als auch die digitale Darstellung des Signals analysiert werden (Bild 6). Daher eignet sich ein MSO ideal für die Fehlerbeseitigung in digitalen Schaltungen.

Die Bedienelemente eines Oszilloskops

Zur Kommunikation mit dem Oszilloskop gehören die Bedienelemente, um wesentliche Einstellungen am Eingangssignal vorzunehmen



Das DPO7254 von Tektronix: Zur Kommunikation mit dem Oszilloskop gehören die Bedienelemente, um wesentliche Einstellungen am Eingangssignal vorzunehmen

Bild 7: Das DPO7254 von Tektronix:

Soll mit einem Oszilloskop ein Eingangssignal erfasst und untersucht werden, müssen am Gerät drei Grundeinstellungen vornehmen werden: Vertikal-, Horizontal- und Triggereinstellungen. Wenn Sie die Funktion dieser Bedienelemente kennen, können Sie das Oszilloskop für Ihre speziellen Messanforderungen einsetzen.

Vertikalsystem und Bedienelemente

Mit den vertikalen Bedienelementen lässt sich das Signal vertikal positionieren und skalieren sowie die Eingangskopplung und weitere Signalzustände einstellen. Hierzu gehören **Position** und **Volt pro Skalenteil**. Das ermöglicht die Positionierung und Skalierung des Signals genau an der gewünschten Stelle auf dem Bildschirm.

Eingangskopplung: Kann auf DC, AC oder Masse eingestellt werden. Bei der DC-Kopplung werden alle Anteile des Eingangssignals dargestellt. Bei der AC-Kopplung wird der DC-Anteil des Signals unterdrückt, und das Signal wird an der vertikalen Massereferenz zentriert dargestellt.

Grundlagenwissen Oszilloskope

Bandbreitenbegrenzung: Durch die Begrenzung der Bandbreite werden störende Rauschteile reduziert, die manchmal im dargestellten Signal auftreten. Das Ergebnis ist eine schärfere Signaldarstellung (obwohl dadurch auch der hochfrequente Signalanteil reduziert wird).

Bandbreitenvergrößerung: Einige Oszilloskope sind mit einem DSP-Entzerrungsfilter ausgestattet. Dieser Filter kann verwendet werden, um die Bandbreite zu vergrößern, den Frequenzgang des Oszilloskops zu linearisieren und die Phasenlinearität zu verbessern.

Horizontalsystem und Bedienelemente

Das Horizontalsystem eines Oszilloskops umfasst folgende wichtige Bedienelemente:

- Erfassungsmodi
- Sampling
- Position und Erfassungszeit pro Skalenteil

Die verschiedenen Erfassungsmodi

Über die Erfassungsmodi wird von den Abtastpunkten ausgehend die Berechnung und Darstellung der Signalpunkte durchgeführt. Abtastpunkte sind die digitalen Werte, die direkt vom Analog-Digital-Wandler (ADC) abgeleitet werden. Das Abtastintervall bezieht sich auf die Zeitdauer zwischen den Abtastpunkten. Signalpunkte sind die digitalen Werte, die sich im Speicher befinden und für die Signaldarstellung auf dem Bildschirm verwendet werden.

Es gibt mehrere Erfassungsmodi. Hierzu gehören:

- Abtastmodus
- Spitzenwertmodus
- Mittelwertmodus
- Hi-Res-Modus
- Hüllkurvenmodus
- Signaldatenbankmodus

Grundlagenwissen Oszilloskope

Ein großer Vorteil von Digitaloszilloskopen ist die Möglichkeit, Signale zur späteren Darstellung zu speichern. Dazu sind auf dem Bedienfeld eine oder mehrere Tasten vorgesehen, mit denen das Erfassungssystem gestartet und angehalten werden kann, damit sich die Signale ohne Zeitdruck analysieren lassen.

Das Sampling der Messsignale

Sampling entspricht der Anfertigung von Momentaufnahmen. Jede Momentaufnahme entspricht dabei einem bestimmten Zeitpunkt im Signal. Digitaloszilloskope bieten mehrere Sampling-Methoden:

Sampling in Echtzeit: Das Oszilloskop erfasst genügend viele Signalpunkte in einem Erfassungsdurchlauf, um ein genaues Bild des Signals aufzuzeichnen und zu rekonstruieren.

Äquivalentzeit-Sampling: Kann zur genauen Erfassung von Signalen verwendet werden, deren Frequenz die Hälfte der Abtastrate des Oszilloskops überschreitet. Beim Äquivalentzeit-Sampling muss das Eingangssignal repetitiv sein.

Position und Erfassungszeit pro Skalenteil

Mit dem Bedienelement für die horizontale Position kann das Signal nach links und rechts genau an die gewünschte Stelle auf dem Bildschirm verschoben werden. Mit den Zeitbasiseinstellungen kann die Geschwindigkeit festgelegt werden, mit der das Signal auf den Bildschirm geschrieben wird (auch Ablenkgeschwindigkeit genannt).

Weitere horizontale Bedienelemente

Je nach Marke und Modell kann ein Oszilloskop weitere horizontale Bedienelemente aufweisen:

Zoom/Verschieben: Mithilfe der Bedienelemente zum Einstellen des Zoomfaktors und der Zoomskalierung sowie der Verschiebung des Zoomfelds über dem Signal, kann ein vergrößerter Ausschnitt des Signals auf dem Bildschirm dargestellt werden.

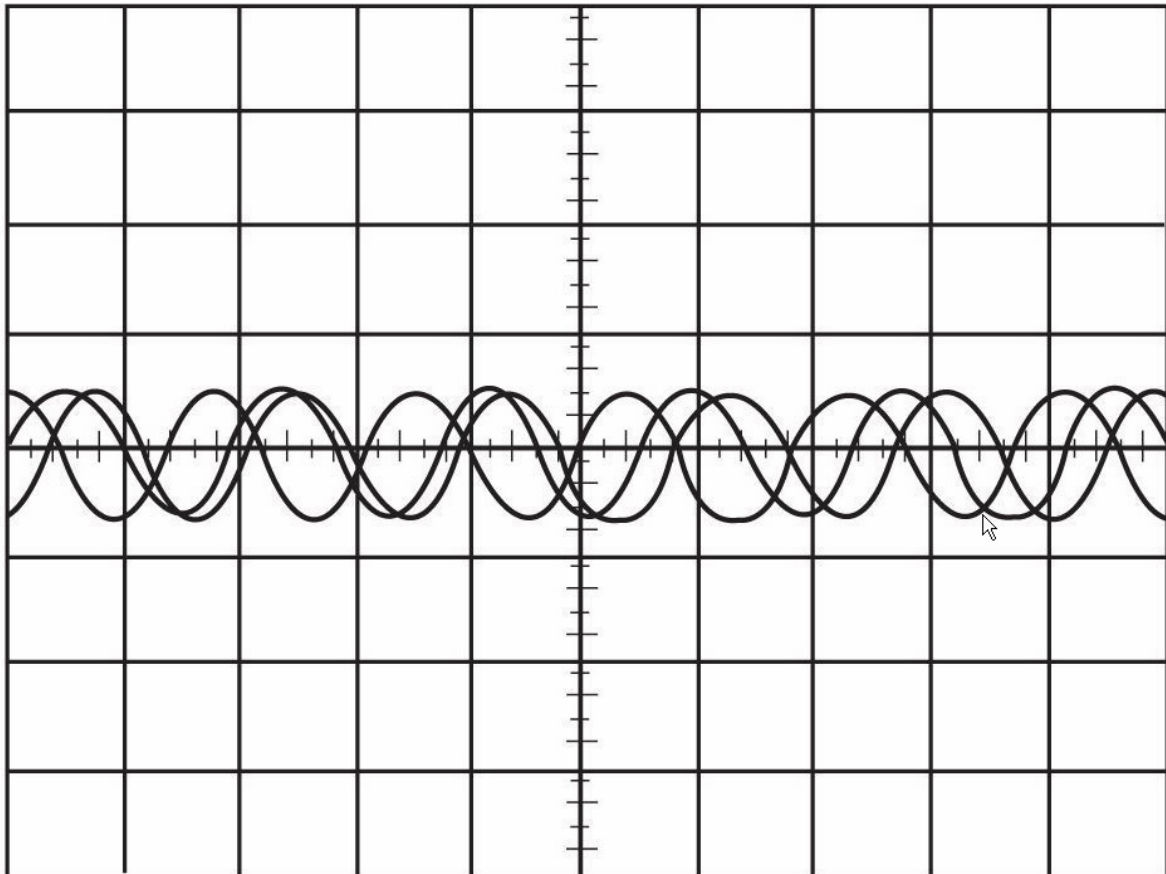
Suchen und Markieren: Ermöglicht bei langen Erfassungen eine schnelle Navigation durch die Suche nach anwenderdefinierten Ereignissen.

XY-Modus: Ermöglicht Anwendern, auf der horizontalen Achse ein Eingangssignal darzustellen und nicht mehr die Zeitbasis. Dadurch werden verschiedenen Verfahren von Phasenmessungen ermöglicht.

Z-Achse: Die Z- oder Intensitäts-Achse auf einem Digital-Phosphor-Oszilloskop (DPO) ermöglicht eine dreidimensionale Darstellung in Echtzeit, ähnlich wie bei einem analogen Oszilloskop. Dadurch kann das Basissignal leichter von einem nur gelegentlich auftretenden transienten Signal unterschieden werden.

Triggersystem und Bedienelemente

Die Triggerfunktion eines Oszilloskops synchronisiert die horizontale Ablenkung an einem festgelegten Punkt des Signals. Dies ist für eine präzise Signalrekonstruktion unerlässlich. Mithilfe von Trigger-Bedienelementen können repetitive Signale stabilisiert und Einzelschussignale erfasst werden.



Ungetriggertes Signal: Ein Trigger synchronisiert die horizontale Ablenkung an einem festgelegten Punkt des Signals

Bild 8: Ungetriggertes Signal (Free Run)

Der Trigger lässt repetitive Signale auf der Oszilloskopanzeige statisch erscheinen, indem derselbe Teil des Eingangssignals wiederholt dargestellt wird. Die Darstellung auf dem Bildschirm wäre völlig unübersichtlich, wenn jede Ablenkung an einer anderen Stelle am Signal beginnen würde (Bild 8).

Die einfachste und gebräuchlichste Triggerbetriebsart ist die Flankentriggerung. Darüber hinaus bieten viele digitale Oszilloskope eine Vielzahl von speziellen Triggereinstellungen. Diese Trigger reagieren auf bestimmte Zustände des Eingangssignals. Dadurch lässt sich beispielsweise ein unzulässig schmaler Impuls leicht erkennen. Es wäre unmöglich, diesen Zustand allein mit einem Flankentrieger (Spannungsschwelle) zu erkennen.

Grundlagenwissen Oszilloskope

Mit den erweiterten Trigger-Bedienelementen können bestimmte Ereignisse isoliert werden, um die Abtastrate und Aufzeichnungslänge des Oszilloskops optimal zu verwenden. Die erweiterten Triggerfunktionen einiger Oszilloskope ermöglichen eine hochselektive Signalerfassung. Sie können auf Impulse triggern, die durch die Amplitude bestimmt sind, wie Runt-Impulse, die durch die Zeit bestimmt sind (Impulsbreite, Glitch, Anstiegsrate, Setup-und-Hold und Zeitlimit) und die durch einen logischen Zustand bzw. ein logisches Muster bestimmt sind (Logiktrigger).

Zu den erweiterten Triggerfunktionen gehören:

- Pattern Lock-Triggerung
- Serielle Bitmustertriggerung
- und B-Triggerung
- Such- und Markierungstriggerung
- Triggerkorrektur
- Bitmustertriggerung auf bestimmte Standardsignale (I2C, CAN, LIN)
- Parallelbustriggerung

Die Vortrigger-Darstellung (Pretrigger)

Durch Änderung der horizontalen Triggerposition lassen sich Einblicke in das Signalverhalten vor einem Trigger-Ereignis gewinnen. Dies wird als Vortrigger-Darstellung bezeichnet. Dabei wird das erfasste Signal in Anteilen vor und nach einem Triggerpunkt unterschieden.

Die Vortrigger-Darstellung ist ein wertvolles Hilfsmittel für die Fehlersuche. Wenn ein Problem intermittierend auftritt, können Sie auf das Problem triggern und die Ereignisse aufzeichnen, die zu dem Problem führten, und dadurch die Ursache feststellen.

Verschiedene Triggerquellen

Das Oszilloskop muss nicht unbedingt auf dem dargestellten Signal getriggert werden. Mehrere Quellen können die Ablenkung triggern:

- Ein beliebiger Eingangskanal
- Eine andere externe Quelle außer dem Signal des Eingangskanals
- Das Stromnetzsignal
- Ein intern durch das Oszilloskop erzeugtes Signal aus einem oder mehreren Eingangskanälen definiert

Meistens können Sie das Oszilloskop so eingestellt lassen, dass es auf dem dargestellten Kanal triggert. Einige Oszilloskope verfügen über einen Trigger-Ausgang, der das Triggersignal auf ein anderes Gerät übertragen kann.

Die beiden Triggermodi

Der Triggermodus bestimmt, ob das Oszilloskop ein Signal auf der Grundlage eines Signalzustands darstellt oder nicht. Gängige Triggermodi sind:

Normalmodus: Das Oszilloskop erzeugt nur dann eine Darstellung des Signals, wenn das Eingangssignal den Triggerpunkt erreicht. Anderenfalls ist der Bildschirm leer oder auf dem zuletzt erfassten Signal eingefroren.

Auto-Modus: Im Auto-Modus stellt das Oszilloskop auch dann ein Signal dar, wenn kein Trigger anliegt. Wenn kein Signal vorhanden ist, triggert ein Zeitgeber im Oszilloskop die Ablenkung. Dies gewährleistet, dass die Anzeige nicht ausgeblendet wird, wenn das Signal keinen Trigger auslöst.