



# Moderne Oszilloskop-Meßtechnik Teil 6

Im vorliegenden Teil dieser Artikelserie beschreiben wir die grundlegenden Bedienelemente moderner Analog- und Digitaloszilloskope.

## 7. Bedienelemente

Analoge und digitale Oszilloskope weisen bezüglich ihre Meßmöglichkeiten und der Signalverarbeitung grundlegende Unterschiede auf. Neben einigen speziellen Bedienelementen verfügen beide Systeme jedoch über die gleichen Grundbedienelemente, auf die wir nachfolgend näher eingehen.

### 7.1 Bedienelemente für den Bildschirm

Während die Signaldarstellung bei Analogoszilloskopen ausschließlich über die klassische, mit elektrostatischer Ablenkung arbeitende Elektronenstrahlröhre erfolgt, kommen bei Digitaloszilloskopen der gehobenen Preisklasse vielfach Video-Bildschirme, ähnlich dem Computermonitor, zum Einsatz. Hieraus ergeben sich

bestimmte Unterschiede bezüglich der Bildschirm-Bedienelemente.

- Die Helligkeitssteuerung (Intensität) dient dazu, die Helligkeit des Signalabbildes einzustellen. Wird an einem Analogoszilloskop die Ablenkgeschwindigkeit erhöht, muß auch die Helligkeit erhöht werden. Bei manchen Digitaloszilloskopen ist die Einstellung der Helligkeit erst nach Aktivierung eines bestimmten Menüs möglich und nicht über einen separaten Helligkeitseinsteller.
- Mit der Bildschärfeneinstellung (Focus) wird die Schärfe des Signalabbildes eingestellt. Digitaloszilloskope mit Signal-darstellung auf Video-Bildschirmen weisen oft keine Bildschärfeneinstellung auf.
- Die Strahldrehungs-Steuerung (trace rotation) dient zur Ausrichtung des Signalstrahles nach der Horizontalachse des Bildschirms. Die Lage des Oszillo-

skops im Magnetfeld der Erde wirkt sich auf die Signalausrichtung aus. Moderne Digitaloszilloskope benötigen keine Strahldrehung.

- Manche Oszilloskope verfügen über weitere Bildschirm-Steuerelemente, mit deren Hilfe man die Helligkeit der Rasterbeleuchtung einstellen und jegliche Bildschirminformationen (wie z. B. Menüs) ein- bzw. ausschalten kann.

### 7.2 Bedienelemente zur vertikalen Steuerung

Mit Hilfe der Bedienelemente zur vertikalen Steuerung können Sie das Signal in vertikaler Richtung positionieren und skalieren. Oszilloskope verfügen im allgemeinen auch über Steuerelemente zur Einstellung der Eingangskopplung und anderer Signalparameter. Abbildung 27 stellt eine typische Frontplatte und ein Bildschirmmenü für die Vertikalsteuerungen dar.

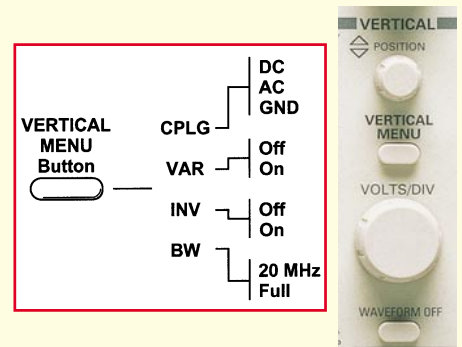


Bild 27: Bedienelemente und Bildschirmmenü für die Vertikalsteuerung

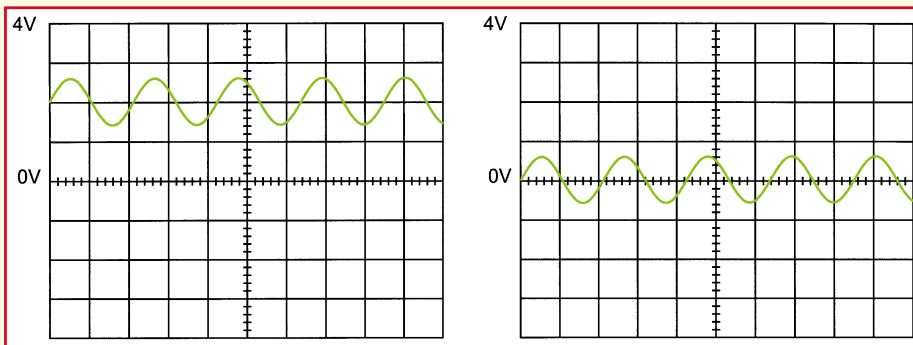
#### 7.2.1 Position und Volt pro Division

Mit Hilfe der vertikalen Positionssteuerung können Sie das Signalabbild nach oben oder unten genau an die gewünschte Stelle auf dem Bildschirm schieben.

Die Einstellung der Volt pro Division (normalerweise geschrieben als Volt/Div.) verändert die Größe des Signalabbildes auf dem Bildschirm. Ein Universaloszilloskop sollte den Spannungsbereich von min. 40 mV bis 40 V über den gesamten Bildschirm erfassen und darstellen können.

Bei der Volt/Div.-Einstellung handelt es sich um einen Skalierungsfaktor. Wenn z. B. die Volt/Div.-Einstellung 5 V beträgt, dann verkörpert jede der 8 vertikalen Teilungslinien 5 V, und der gesamte Bildschirm kann von unten bis oben 40 V anzeigen (dies setzt voraus, daß das Raster aus 8 Haupt-Teilungslinien besteht). Beträgt die Einstellung 0,5 Volt/Div., so kann der Bildschirm vom unteren bis zum oberen Rand 4 V darstellen.

Die maximale Spannung, die auf dem Bildschirm dargestellt werden kann, ergibt sich aus der Volt/Div.-Einstellung multipliziert mit der Anzahl der vertikalen Teilungslinien.



**Bild 28:** Die linke Darstellung zeigt ein Sinussignal mit einer 2V-DC-Komponente. Rechts ist das gleiche Signal mit AC-Kopplung dargestellt.

lungslinien. Vergessen Sie jedoch nicht, daß auch der verwendete Tastkopf X1 oder X10 sich auf den Skalierungsfaktor auswirkt. Sie müssen die Volt/Div.-Steuerung durch den Abschwächungsfaktor des Tastkopfes teilen, falls dies nicht automatisch durchgeführt wird.

Nicht selten verfügt die Volt/Div.-Steuerung über eine variable oder eine feine Verstärkungssteuerung, um eine Signaldarstellung auf eine bestimmte Anzahl von Bildschirm-Teilungslinien zu skalieren. Benutzen Sie diese Steuerung, um Anstiegszeitmessungen vorzunehmen.

### 7.2.2 Eingangskopplung

Als Kopplung wird jeder Vorgang bezeichnet, bei dem ein elektrisches Signal von einem Schaltkreis mit einem anderen Schaltkreis verbunden wird. In unserem Fall ist die Eingangskopplung die Verbindung von Ihrem Testkreis zum Oszilloskop.

Die Kopplung kann auf Gleichstrom, auf Wechselstrom oder auf Erdung eingestellt werden.

Eine Gleichstromkopplung zeigt das gesamte Eingangssignal. Eine Wechselstromkopplung blockiert die Wechselstromkomponente eines Signals, so daß das Signalabbild in der Mitte bei 0 Volt erscheint. In Abbildung 28 wird dieser Unterschied veranschaulicht. Die Wechselstromkopplung ist dann von Vorteil, wenn das gesamte Signal (AC- und DC-Komponenten) für die Volt/Div.-Einstellung zu groß ist.

Durch die Einstellung auf Erdung wird das Eingangssignal vom Vertikalsystem getrennt, wodurch Sie die Nullspannungslinie auf dem Bildschirm erkennen können. Ein Umschalten von Gleichstrom auf Erdung und wieder zurück auf Gleichstrom ist ein praktisches Mittel zur Messung des Signalspannungspegels in bezug auf die Erdung.

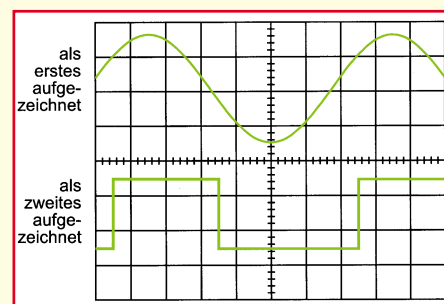
### 7.2.3 Bandbreitenbegrenzung

Einige Oszilloskope, insbesondere Digitaloszilloskope verfügen über eine Schaltung, welche die Bandbreite des Oszilloskops begrenzt. Durch Begrenzen der Band-

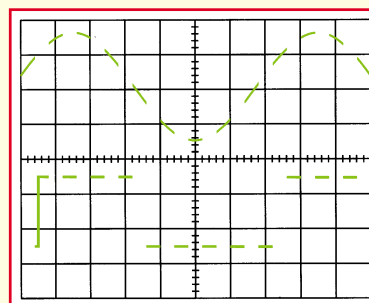
breite wird das Rauschen, das sich manchmal in einem Signalabbild widerspiegelt, verringert, wodurch Sie eine schärfere Signaldarstellung erhalten.

### 7.2.4 Kanalinvertierung

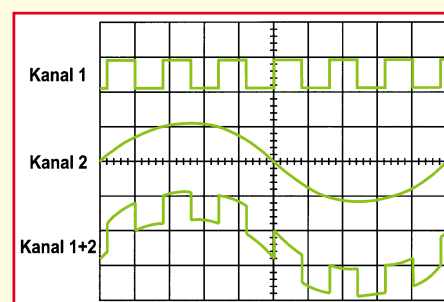
Die meisten Oszilloskope sind mit einer



**Bild 29:** Alternierender Betrieb: Kanal 1 und Kanal 2 werden hierbei abwechselnd geschrieben.



**Bild 30:** Chopper-Betrieb: Innerhalb eines Schreibzyklus wird mehrfach abwechselnd Kanal 1 und Kanal 2 geschrieben.



**Bild 31:** Oszilloskopbild Kanal 1, Kanal 2 und Kanal 1 + 2

Invertierfunktion ausgestattet, die es Ihnen ermöglicht, ein Signal „auf den Kopf gestellt“ darzustellen. Dies bedeutet, daß die Low-Pegel am oberen Rand, die High-Pegel am unteren Rand des Bildschirms erscheinen.

### 7.2.5 Alternierende Anzeige und Chopanzeige

Bei Analogoszilloskopen erfolgt die Mehrkanalanzeige unter Anwendung des alternierenden Modus bzw. des Chopmodus. (Bei Digitaloszilloskopen werden Chopmodus oder alternierender Modus normalerweise nicht angewandt.)

Im alternierenden Modus wird abwechselnd jeder Kanal aufgezeichnet. Das Oszilloskop führt eine Ablenkung auf Kanal 1 durch, dann eine Ablenkung auf Kanal 2, die nächste Ablenkung wieder auf Kanal 1 und so fort. Benutzen Sie diesen Modus bei mittleren bis schnellen Signalen, wenn die Sek./Div.-Skala auf 0,5 ms oder schneller eingestellt ist.

Im Chopmodus zeichnet das Oszilloskop kleine Abschnitte jedes Signals auf und wechselt dabei zwischen den Kanälen hin und her. Dieser Wechsel erfolgt so rasch, daß er mit bloßem Auge nicht erkennbar ist und das Signalabbild somit als ein einheitliches Bild erscheint. Dieser Modus wird bei langsamen Signalen mit einer Ablenkgeschwindigkeit von 1 ms oder weniger verwendet.

In den Abbildungen 29 und 30 wird der Unterschied zwischen diesen beiden Modi veranschaulicht. Oft ist es ganz gut, das Signal auf beide Arten zu betrachten, um sicherzugehen, daß Sie die beste Ansicht haben.

### 7.2.6 Rechenoperationen

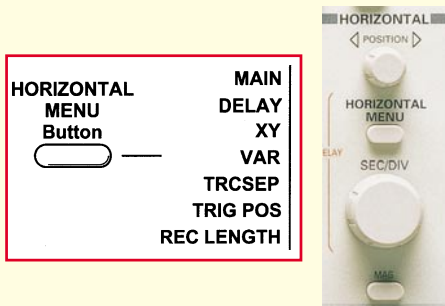
Viele Oszilloskope können die am Kanal 1 und am Kanal 2 anliegenden Signale addieren und somit neue Signaldarstellungen erzeugen.

Analogoszilloskope kombinieren die Signale, während Digitaloszilloskope neue Kurvenformen mathematisch erstellen. Das Subtrahieren von Signalabbildern ist eine weitere Rechenoperation. Subtraktion wird bei einem Analogoszilloskop dann möglich, wenn man für ein Signal die Kanalumkehrfunktion anwendet und zusätzlich eine Addition beider Signale durchführt. Abbildung 31 zeigt ein Oszilloskopbild, bei dem zusätzlich zu den Grundsignalen der Kanäle 1 und 2 ein Summensignal, gebildet durch Addition der Grundsignale (1 + 2), dargestellt ist.

### 7.3 Bedienelemente zur horizontalen Steuerung

Mit Hilfe der Bedienelemente zur horizontalen Steuerung können Sie das Signal in horizontaler Richtung positionieren und

skalieren. Abbildung 32 stellt eine typische Frontplatte und ein Bildschirmmenü für die Horizontalsteuerung dar.



**Bild 32: Bedienelemente und Bildschirmmenü für die Horizontalsteuerung**

### 7.3.1 Position und Sekunden pro Division

Mit Hilfe der horizontalen Positionssteuerung können Sie das Signalabbild von links nach rechts genau an die gewünschte Stelle auf dem Bildschirm verschieben.

Mit der Sekunden-pro-Division-Einstellung (normalerweise geschrieben als Sek./Div.) läßt sich die Geschwindigkeit wählen, mit der das Signal auf dem Bildschirm aufgezeichnet wird (auch Zeitbasiseinstellung oder Ablenkgeschwindigkeit genannt).

Die Sek./Div.-Einstellung ist ein Skalierungsfaktor. Wenn z. B. die Sek./Div.-Einstellung 1 ms beträgt, stellt jeder Abstand zwischen den horizontalen Teilungslinien 1 ms dar, und die gesamte Bildschirmbreite stellt 10 ms dar (zehn Divisionen). Durch Verändern der Sek./Div.-Einstellung können Sie längere oder kürzere Zeitabschnitte des Eingangssignals betrachten.

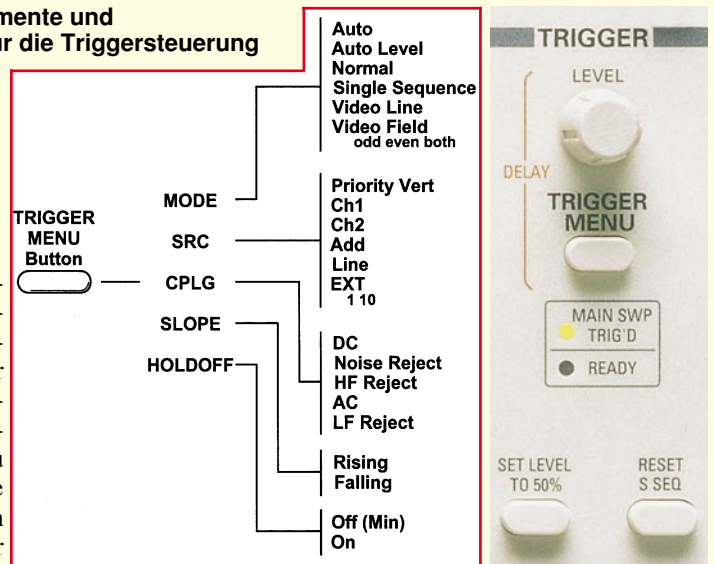
Wie bei der vertikalen Volt/Div.-Skala besteht auch bei der horizontalen Sek./Div.-Skala die Möglichkeit der variablen Zeitgebung, mit der Sie die horizontale Zeitskala zwischen diesen diskreten Einstellungen festlegen können.

### 7.3.2 Zeitbasiswahl

Ihr Oszilloskop verfügt über eine Zeitbasis, die als Hauptzeitbasis bezeichnet wird. Bei vielen Oszilloskopen gibt es jedoch auch eine Verzögerungszeitbasis - eine Zeitablenkung, die zu einem vorher festgesetzten Zeitpunkt nach Einsetzen der Hauptzeitbasis erfolgt. Durch die verzögerte Ablenkung können Sie Ereignisse genauer erkennen oder sogar Ereignisse sehen, die mit der Hauptzeitbasis nicht erkennbar wären.

Die Verzögerungszeitbasis erfordert die Einstellung einer Verzögerungszeit und möglicherweise die Anwendung verzögerter Triggermodi und anderer Einstellungen.

**Bild 33: Bedienelemente und Bildschirmmenü für die Triggersteuerung**



### 7.3.3 Triggerposition

Die Triggerpositionssteuerung befindet sich üblicherweise im Abschnitt für horizontale Steuerungen Ihres Oszilloskops. Sie ist dazu da, die eigentliche „horizontale Position des Triggers in der Signalaufzeichnung“ darzustellen. Die horizontale Triggerposition ist ausschließlich bei modernen Digitaloszilloskopen verfügbar.

Durch Variieren der horizontalen Triggerposition können Sie erfassen, wie sich ein Signal vor einem Triggerereignis verhalten hat (genannt Pretrigger-Ausschnitt).

Digitaloszilloskope bieten die Option des Pretrigger-Ausschnitts, weil sie die Eingangssignale ständig verarbeiten, unabhängig davon, ob ein Triggerimpuls vorhanden ist oder nicht. Ein ständiger Datenstrom fließt durch das Oszilloskop; der Trigger weist das Oszilloskop lediglich an, die gegenwärtigen Daten zu speichern. Dagegen stellen Analogoszilloskope das Signal erst nach Erhalt des Triggers dar.

Der Pretrigger-Ausschnitt ist ein wertvolles Hilfsmittel bei der Fehlersuche. Wenn z. B. ein Problem intermittierend auftritt, können Sie auf eine vorhandene Störung triggern, die vorangegangenen Ereignisse, die dazu führten, aufzeichnen und möglicherweise so der Ursache auf den Grund gehen.

### 7.3.4 Vergrößerung

Eventuell verfügt Ihr Oszilloskop auch über horizontale Vergrößerungsmöglichkeiten, mit deren Hilfe Sie einen vergrößerten Ausschnitt des Signalabbildes auf dem Bildschirm darstellen können.

### 7.3.5 XY-Modus

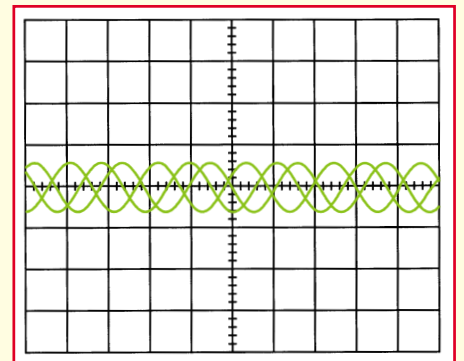
Fast alle Oszilloskope besitzen die Fähigkeit, ein zweites Kanalsignal an der X-Achse entlang (an Stelle von Zeit) darzustellen. Dies wird XY-Modus genannt, worauf wir im weiteren Verlauf dieser Artikelserie noch näher eingehen.

## 7.4 Bedienelemente für die Triggerung

Mit den Bedienelementen für die Triggerung können Sie periodische Signale stabilisieren und Einzelschußsignale erfassen.

Abbildung 33 stellt eine typische Frontplatte und ein Bildschirmmenü für die Triggersteuerungen dar.

Der Trigger läßt periodische Signale auf dem Oszilloskop-Bildschirm statisch erscheinen. Man stelle sich das Durcheinander auf dem Bildschirm vor, das sich ergäbe, wenn jede Ablenkung an verschiedener Stelle am Signal beginnen würde.



**Bild 34: Oszilloskopdarstellung eines Sinussignals ohne Triggerung.**

### 7.4.1 Triggerpegel und Flanke

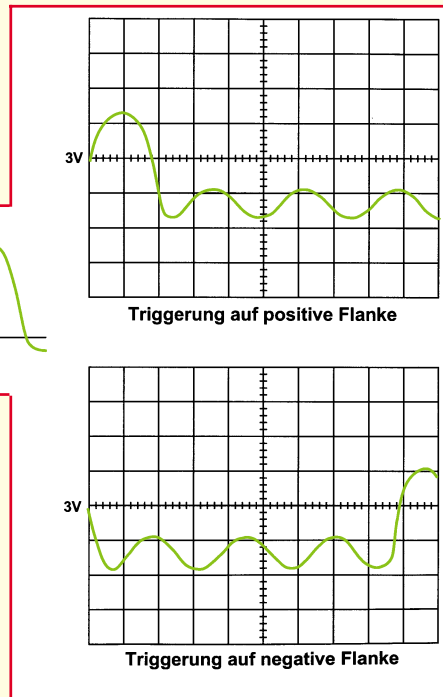
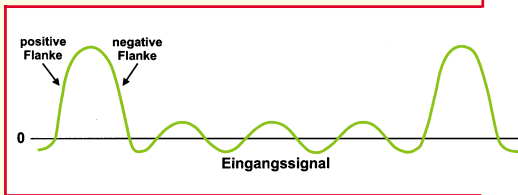
Je nach Preisklasse und Ausstattung verfügen moderne Oszilloskope heute über verschiedenste Triggerarten. Im Rahmen dieses Artikels beschreiben wir die grundlegende und häufigste Art der Triggerung, die Flankentriggerung.

Bei Flankentriggerung sorgen Triggerpegel- und Flankensteuerung für die Triggerpunktdefinition.

Der Triggerschaltkreis fungiert als Komparator. Sie wählen Flanke und Spannungspegel des Komparators. Sobald das Triggersignal mit Ihren Einstellungen übereinstimmt, generiert das Oszilloskop einen Triggerimpuls.

- Die Flankensteuerung bestimmt, ob sich der Triggerpunkt auf der ansteigenden oder abfallenden Flanke eines Signals

**Bild 35: Triggerung auf positive und negative Flanken**



befindet. Eine ansteigende Linie bedeutet eine positive Flanke, eine abfallende Linie hingegen bedeutet eine negative Flanke.

- Die Pegelsteuerung bestimmt, an welcher Stelle der Flanke der Triggerpunkt liegt.

In Abbildung 35 wird veranschaulicht, wie die Triggerflanke und die Pegelstellungen die Darstellung eines Signals beeinflussen.

#### 7.4.2 Triggerquellen

Das Oszilloskop muß die Triggerung nicht unbedingt für das zu messende Signal durchführen. Verschiedene Quellen kommen für die Triggerung der Zeitablenkung in Frage:

- jeder beliebige Eingangskanal
- eine externe Quelle
- die Netzfrequenz
- ein Signal, das im Inneren des Oszilloskops erzeugt wird

In den meisten Fällen können Sie die Einstellung beibehalten, wenn die Triggerung auf dem angezeigten Kanal erfolgt.

Beachten Sie jedoch, daß das Oszilloskop eine andere Triggerquelle verwenden kann, egal, ob diese angezeigt wird oder nicht. Deshalb müssen Sie darauf achten, daß Sie nicht aus Versehen die Triggerung z. B. auf Kanal 1 durchführen, wenn Kanal 2 angezeigt wird.

#### 7.4.3 Triggermodus

Der Triggermodus bestimmt, ob das

Oszilloskop ein Signal aufzeichnet, wenn es keinen Trigger erkennt. Zu den gängigen Triggermodi gehören die Modi „normal“ und „automatisch“.

Im normalen Modus lenkt das Oszilloskop nur dann ab, wenn das Eingangssignal den eingestellten Triggerpunkt erreicht. Ansonsten bleibt bei einem Analogoszilloskop der Bildschirm leer, während ein Digitaloszilloskop weiterhin die bisherige Abbildung zeigt.

Im automatischen Modus beginnt das Oszilloskop auch ohne Trigger mit der Ablenkung. Wenn kein Signal vorhanden ist, löst ein Timer im Oszilloskop die Ablenkung aus. Dadurch wird sichergestellt, daß die Bildschirmdarstellung auch dann nicht ausgeblendet wird, wenn das Signal auf eine geringe Spannung absinkt.

In der Praxis werden Sie wahrscheinlich beide Modi anwenden: den Normalmodus, weil er vielseitig ist, und den automatischen Modus, weil er weniger Einstellungen erfordert.

Einige Oszilloskope verfügen auch über Spezialmodi für Einzelablenkungen, Triggerung bei Videosignalen oder für die automatische Einstellung des Triggerpegels.

#### 7.4.4 Triggerkopplung

So wie Sie beim Vertikalsystem zwischen einer Wechselstrom- und Gleichstromkopplung wählen können, haben Sie auch beim Triggersignal diese Möglichkeiten.

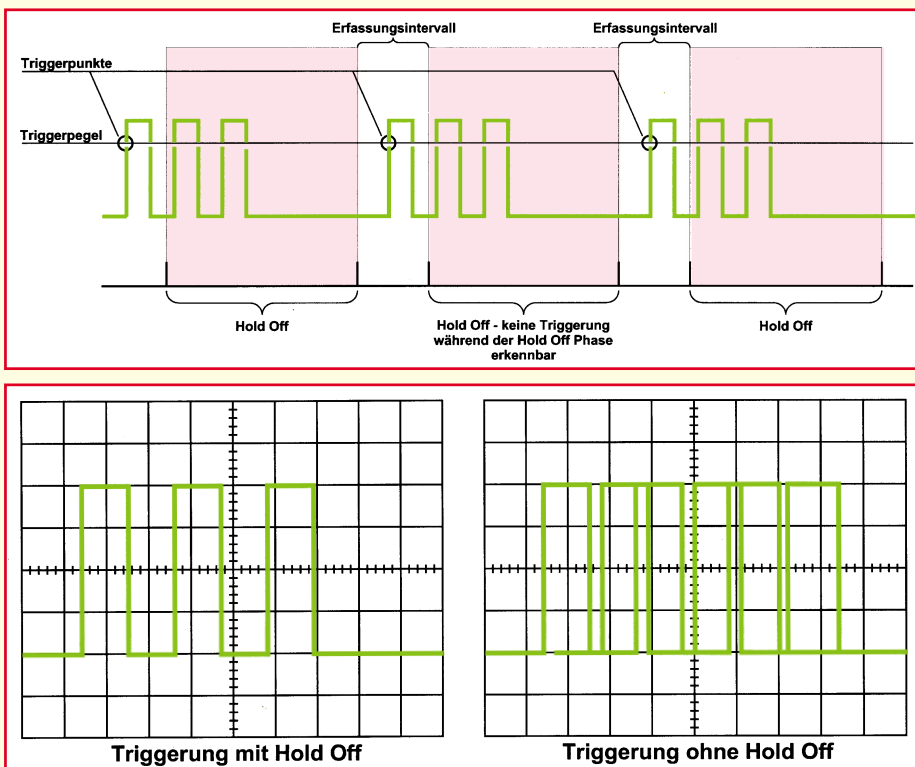
Zusätzlich zur DC- und zur AC-Kopplung verfügt Ihr Oszilloskop vielleicht auch noch über eine hochfrequenz-, niederfrequenz- und rauschunterdrückende Triggerkopplung. Diese Spezialeinstellungen helfen, das Triggersignal störfrei zu machen und somit eine falsche Triggerung zu verhindern.

#### 7.4.5 Trigger-Hold-Off

Manchmal erfordert das Triggern an der richtigen Stelle eines Signals einige Geschicklichkeit. Viele Oszilloskope verfügen über besondere Vorrichtungen, die diese Aufgabe erleichtern.

Unter Trigger-Hold-Off versteht man eine veränderliche Zeitdauer, während der das Oszilloskop keine Triggerung durchführen kann. Diese Einrichtung ist dann von Vorteil, wenn man bei komplexen Kurvenformen eine Triggerung durchführt, denn dadurch wird nur der erste geeignete Triggerpunkt angetriggert. In Abbildung 36 sehen Sie, wie man mit Hilfe des Trigger-Hold-Offs zu einer brauchbaren Aufzeichnung gelangen kann.

Nach der Beschreibung der grundlegenden Bedienelemente erläutern wir in der folgenden Ausgabe die speziellen Bedienelemente moderner Digitaloszilloskope. **ELV**



**Bild 36: Signaltriggerung mit Hold-Off-Einstellung**