

# 40MHz Analog-/Digital-Oszilloskop HM407

## mit Auto-Set, Readout/Cursor, Save/Recall, RS232-Interface und Kalibriermenü

**Analog:** 2 Kanäle 0- 40MHz, 1 mV/cm - 50V/cm, Komponenten-Tester Zeitbasis 0,5s-10ns/cm, Trigger 0-1 00MHz, 1 MHz Kalibrator

**Digital:** Max. 100MS/s, 4 Speicher 2048 x 8 bit, Pre- u. Post-Trigger, Speicherarten: Refresh, Single, Roll, Average und Envelope.

### Technische Daten

#### Vertikal-Ablenkung

**Betriebsarten:** Kanal I oder Kanal II einzeln, Kanal I und Kanal II alternierend oder chop., **Summe** oder **Differenz** von KI und  $\pm$  KII, **XY-Betrieb:** über KI (X) und K II (Y) **Bandbreite:** 2x0-40MHz (-3dB) Anstiegszeit: <8,75ns, Überschwingen:<1 % **Ablenkkoeffizienten:** 14 kalibrierte Stellungen **1mV-2mV/cm**  $\pm$ 5%(Obis 10MHz(-3dB)) 5mV-20V/cm  $\pm$ 3% (1-2-5 Teilung) variabel 2,5:1 bis**50V/cm** (unkalibriert) **Eingangsimpedanz:** 1 M $\Omega$  1115pF Eingangskopplung: DC-AC-GD (Ground) Eingangsspannung: max. 400V (DC + Spitze AC)

#### Triggerung

**Automatik** (Spitzenwert): <**20Hz-100MHz** (<5mm). Normal mit Level-Einst.:**DC->100MHz(<5mm)** Flankenrichtung: positiv oder negativ **2. Triggerung** mit Level-Einst. u. Flankenwahl **ALT-Triggerung** (<8mm); Triggeranzeige mit LED **Triggerung ext.:** >0,3V<sub>SS</sub> von DC bis 100MHz **Quellen:** Kanal I o. II, + altern, Netz, extern Kopplung: A C d O H z - 100MHz), D C (0 - 100MHz), H F (SOkHz -100MHz), L F (0 -1,5kHz) **AktiverTV-Sync-Separator** für Bild und Zeile

#### Horizontal-Ablenkung

Zeitkoeffizienten: 1-2-5 Teilung; Genauigkeit  $\pm$ 3%. **Analog:** 22 kalibr. Stellungen v. 0,5s - 50ns/cm **Digital:** 25 kalibr. Stellungen v. **100s** -lus/cm Variabel (analog) 2,5:1 bis zu 1,25s/div. (uncal). **X-Dehnung x10:** 10ns/cm  $\pm$ 5%, (dig.) 0,1ps/cm  $\pm$ 3% **Ablenkverzögerung:** ca. **120ms -200ns**, (variabel). **Hold-off-Zeit:** variabel bis ca. 10:1. Bandbreite X-Verstärker:0-3MHz(-3dB). X-Y-Phasendifferenz: <3° unter 120kHz.

#### Digitale Speicherung

**Betriebsarten:** Refresh, Roll, Single, XY, Envelope, Average. (mit linearer **Dot Join Funktion**). Abtastrate (Echtzeit): max. 100MS/s(8bitflash). **Signalerfassungsrate:** max. 180/s. **Speicherung:** je Kanal 2k x 8bit. **Referenzspeicher:** je Kanal 2k x 8bit. **Auflösung** (Punkte/cm): 200(X) x 25 (Y); XY 25 x 25. **Pre-/Post-Trigger:** 25, 50, 75, 100, -25, - , - %.

#### Bedienung / Anzeigen

**Auto Set:** automatische Parametereinstellung **Save und Recall:**für 9 kompl. Einstellungen **Readout:** Anzeige **diverser Meßparameter** **Cursormessungen:** von AU, At oder 1/At (Freq.) Schnittstelle: **RS-232** (serienmäßig) **Exclusives Zubehör:** Fernbedienung **HZ68**, Opto-Schnittstelle **HZ70** (mit Lichtleiterkabel)

#### Komponententester

**Testspannung:** ca. 7V<sub>s</sub>, (Leerlauf) ca. 50Hz  
**Teststrom:** max. 7mA<sub>s</sub>, (**Kurzschluß**)  
Prüf kreis hegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

#### Verschiedenes

Röhre: D14-363GH, 8x1 Ocm, Innenraster **Beschleunigungsspannung:** ca. 2kV **Analogeingang fürZ-Modulation Kalibrator:** JL 0.2V  $\pm$ 1 %, = 1 kHz/1 MHz (ta <4ns) Netzanschluß: 100-240V-  $\pm$ 10%,50/60Hz **Leistungsaufnahme:** ca. 42 Watt bei 50Hz Zul. Umgebungstemperatur: 0°C...+40°C **Schutzart:** Schutzklasse I (IEC1010-1 /VDE 0411) **Gewicht:** ca. 5.6kg, Farbe: techno-brown **Gehäuse:** **B 285, H 125, T 380** mm

## **Bedienelemente und Readout**

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, daß die Betriebsart "KOMponenten-TEST" abgeschaltet ist.

Bei eingeschaltetem Oszilloskop werden alle wichtigen Meßparameter-Einstellungen im Schirmbild angezeigt (Readout).

Die auf der großen Frontplatte befindlichen Leuchtdiodenanzeigen erleichtern die Bedienung und geben zusätzliche Informationen. Endstellungen von Drehbereichen werden durch ein akustisches Signal signalisiert.

Bis auf die NetztaSte (POWER), die Kalibratorfrequenz-Taste (CAL. 1kHz/1MHz), den FOCUS-Einsteller und den Strahl-drehungs-Einsteller (TR), werden alle anderen Bedienelemente elektronisch abgefragt. Alle elektronisch erfaßten Bedienfunktionen und ihre aktuellen Einstellungen können daher gespeichert bzw. gesteuert werden. Einige Bedienelemente sind nur im Digital-Betrieb wirksam oder haben dann eine andere Wirkung. Erläuterungen dazu sind mit dem Hinweis „Nur im Digital-Betrieb" gekennzeichnet.

**Änderungen vorbehalten**

# Bedienelemente und Readout

Die große Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, in Felder aufgeteilt.

*Oben rechts neben dem Bildschirm befinden sich, oberhalb der horizontalen Linie, folgende Bedienelemente und Leuchtdioden an:*

- (1) **POWER** - Netz-Tastenschalter mit Symbolen für Ein- (I) und Aus-Stellung (O).

Wird das Oszilloskop eingeschaltet, leuchten zunächst alle LED-Anzeigen auf und es erfolgt ein automatischer Test des Gerätes. Während dieser Zeit werden das HAMEG- Logo und die Softwareversion auf dem Bildschirm sichtbar. Wenn alle Testroutinen erfolgreich beendet wurden, geht das Oszilloskop in den Normalbetrieb ( ) über und das Logo ist nicht mehr sichtbar. Im Normalbetrieb werden dann die vor dem Ausschalten gespeicherten Einstellungen übernommen und eine der LED's ( ) zeigt den Einschaltzustand an.

- (2) **AUTO SET** - Drucktaste bewirkt eine automatische, signalbezogene Geräteeinstellung (siehe "AUTO SET"). Auch wenn KOMPONENTEN TEST oder XY-Betrieb vorliegt, schaltet AUTO SET in die zuletzt benutzte Yt-Betriebsart (CH I, CH II oder DUAL).

War die letzte Yt-Betriebsart mit Search (SEA) oder DELAY (DEL) -Betrieb verknüpft, wird dies nicht berücksichtigt und auf unverzögerten Zeitbasisbetrieb geschaltet.

*Siehe auch „AUTO SET“.*

### **Nur im Digital-Betrieb.**

Mit AUTO SET wird zusätzlich automatisch auf die Erfassungsart **Refresh (RFR)** geschaltet, wenn **SINGLE (SGL)**- oder **ROLL (ROL)**-Betrieb vorliegen.

- ( ) **RM** - Fernbedienung- (= remote control) LED leuchtet, wenn das Gerät über die RS232-Schnittstelle auf Fernbedienungs-Betrieb geschaltet wurde. Dann ist das Oszilloskop mit den elektronisch abgefragten Bedienelementen nicht mehr bedienbar. Dieser Zustand kann durch Drücken der AUTO SET-Taste aufgehoben werden, wenn diese Funktion nicht ebenfalls über die RS232-Schnittstelle verriegelt wurde.

### **Nur im Digital-Betrieb.**

Findet eine Signaldatenübertragung über die RS-232 Schnittstelle statt, leuchtet die RM -LED. In dieser Zeit ist das Oszilloskop nicht bedienbar.

- (4) **INTENS** - Drehknopf mit zugeordneter Leuchtdioden-Anzeige und darunter befindlichem Drucktaster.

Mit dem INTENS-Drehknopf läßt sich die Strahlintensität (Helligkeit) für die Signaldarstellung bzw. das Readout einstellen. Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit.

Dem INTENS-Drehknopf sind die Leuchtdioden „A“ für die Signaldarstellung und „RO“ für das Readout zugeordnet. 1. Der INTENS-Drehknopf wirkt als Strahlhelligkeitseinsteller

wenn die „A“-LED leuchtet, bzw. als Readouthelligkeitseinsteller wenn die „RO“-LED leuchtet.

Ist das Readout nicht abgeschaltet, kann mit einem **kurzen Tastendruck** auf den **READOUT-Drucktaster** die Funktion des **INTENS-Knopfes** umgeschaltet werden.

Mit einem **langen Tastendruck** auf den **READOUT** Drucktaster kann das Readout ein- oder ausgeschaltet werden. Durch das Abschalten des Readout lassen sich Interferenzstörungen, wie sie beim gepulsten DUAL Betrieb auftreten können, vermeiden. Leuchtet die „RO“-LED und wird das Readout abgeschaltet, erlischt die „RO“-LED und die „A“-LED leuchtet.

Die Strahlhelligkeit wird bei ausgeschaltetem Gerät gespeichert. Beim Wiedereinschalten des Oszilloskops liegt somit die letzte Einstellung vor.

Mit Betätigen der AUTO SET-Taste wird die Strahlhelligkeit auf einen mittleren Wert gesetzt, wenn sie zuvor unterhalb dieses Wertes eingestellt war.

TR - Strahldrehung (= trace rotation). Einstellung mit Schraubenzieher (siehe "Strahldrehung TR").

**FOCUS** - Strahlschärfereinstellung durch Drehknopf; wirkt gleichzeitig auf die Signaldarstellung und das Readout.

- (7) **STÖR. ON / HOLD** - Drucktaste mit zwei Funktionen.

### **STÖR. ON**

Mit einem **langen Tastendruck** auf diese Drucktaste wird zwischen Analog- (Yt- bzw. XY-Betrieb) und Digital (Speicher)-Betrieb umgeschaltet. Liegt CT (Komponententester- Betrieb) vor, muß diese Betriebsart erst abgeschaltet werden, so daß Yt- oder XY-Analogbetrieb vorliegt. Erst danach kann von Analog- auf Digitalbetrieb umgeschaltet werden.

Leuchtet keine der den **"STÖR MODE"** ( ) Drucktasten zugeordneten LED's (**RFR - ENV - AVM - ROL**) und/oder wird mit dem Readout kein PRE- oder POST-Triggerwert (PT...%) angezeigt, liegt Analog-Betrieb vor. Ein langer Tastendruck auf **STÖR. ON** schaltet dann auf Digital-Betrieb um, ändert aber nicht die Kanal-Betriebsart (CH I, CH II, DUAL, ADD oder XY). Die Digital-Betriebsart (**RFR - ENV - AVM - ROL**) wird auch durch das Readout angezeigt. Eine Ausnahme ergibt sich beim XY-Digital-Betrieb, dann leuchtet die RFR-LED und das Readout zeigt XY an.

### **Achtung!**

**Die Einstellbereiche der Zeit-Koeffizienten (Zeitbasis) sind abhängig von der Betriebsart (Analog- oder Digital (Speicher)-Betrieb. Die folgenden Angaben beziehen sich auf eine Darstellung ohne X-Dehnung x10.**

### **Analogbetrieb:**

Zeitbasis von 500ms/cm bis 50ns/cm (ohne Ablenkverzögerung).  
Mit Ablenkverzögerung von 20ms/cm bis 50ns/cm. Verzögerungs-Großeinstellungsbereiche von 20ms/cm bis 100ns/cm.

### **Digitalbetrieb:**

Zeitbasis von 100s/cm bis 1us/cm.

Daraus resultiert beim Umschalten von Analog- auf Speicher-Betrieb bzw. umgekehrt folgendes Verhalten:

Ist der Zeitkoeffizient im Analogbetrieb auf Werte von 500ns/cm bis 50ns/cm eingestellt und wird auf Digital-

Änderungen vorbehalten

Betrieb geschaltet, stellt sich automatisch der niedrigste Zeitkoeffizient dieser Betriebsart ein; er beträgt Ips/cm. Wird anschließend wieder auf Analogbetrieb geschaltet, ohne daß im Digitalbetrieb eine Änderung des Zeitkoeffizienten vorgenommen wurde, ist die letzte Analog-Zeitkoeffizienteneinstellung wieder wirksam (z.B. 500ns/cm).

Anders verhält es sich, wenn der Zeitkoeffizient nach der Umschaltung von Analog- auf Digital-Betrieb geändert wurde (z.B. auf 2µs/cm). Wird danach auf Analog-Betrieb zurückgeschaltet, übernimmt die Analog-Zeitbasis den Zeitkoeffizienten der Digital-Zeitbasis (z.B. 2ps/cm).

2. Liegen im Digitalbetrieb Ablenkoeffizienten von 100s/cm bis 1 s/cm vor und wird auf den Analog-Betrieb umgeschaltet, stellt sich die Analog-Zeitbasis automatisch auf 500ms/cm. Das übrige Verhalten entspricht dem zuvor Beschriebenen.

Die X-MAG x10 Einstellung bleibt unverändert, wenn von Analog- auf Digital-Betrieb bzw. umgekehrt geschaltet wird.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

Wird durch **langes Drücken** der **STÖR. MODE / HOLD** -Taste auf Digital-Betrieb geschaltet, leuchtet eine der **STÖR. MODE LED's** auf. Welche LED dies ist hängt davon ab, welche Digital-Betriebsart vor dem Umschalten von Digital- auf Analog-Betrieb benutzt wurde.

**Ausnahme:** Liegt Analog-SINGLE-Betrieb (SGL) vor und wird auf Digital-Betrieb umgeschaltet, stellt sich automatisch Digital-SINGLE-Betrieb ein.

### **Achtung!**

**Die Möglichkeiten der Ablenkverzögerung und des da mit verbundenen Betriebs mit verzögerter Zeitbasis stehen im Digital-Betrieb nicht zur Verfügung.**

### **i**

Zusätzliche, den Digital-Betrieb betreffende Informationen, sind dem Abschnitt „Speicherbetrieb“ zu entnehmen.

### **HOLD**

Nur wenn Digital-Betrieb vorliegt, kann mit einem kurzen Tastendruck zwischen ein- oder ausgeschalteter **HOLD** Funktion gewählt werden.

Wenn die Anzeige „HLD“ (HOLD) statt der Kanalangabe(n) („Y1“, „Y2 bzw. „X“ und „Y“ bei XY-Betrieb) sichtbar ist, wird der aktuelle Speicher sofort vor weiterem Überschreiben geschützt. Die Tasten für die Y-Betriebsartumschaltung **CHI (21)**, **CH II (25)** und **DUAL (22)** sind dann unwirksam. Nur wenn vor dem **HOLD** Betätigen **DUAL**- oder XY-Betrieb vorlag, kann mit einem langen Tastendruck von **DUAL** (Yt) auf XY-Darstellung umgeschaltet werden bzw. mit einem kurzen Tastendruck von **XY** auf **DUAL** (Yt).

Insbesondere bei großen Zeitkoeffizienten-Einstellungen ist in den Refresh-Betriebsarten (**RFR - ENV - AVM**) zu sehen, wie der alte aktuelle Speicherinhalt durch neue Daten überschrieben wird. Das Sichern mit **HOLD** innerhalb eines Signalerfassungsvorgangs kann einen Übergang (Stoßstelle) zwischen den neuen Daten (links) und den alten Daten (rechts) erkennbar machen. Dies läßt sich vermeiden, in dem man, obwohl ein repetierendes Signal aufgezeichnet wird, eine Einzelereigniserfassung (SGL) vornimmt. Anschließend kann mit **HOLD** verhindert werden, daß ein versehentliches Einschalten der **RESET**-Funktion ein erneutes Überschreiben bewirkt.

Änderungen vorbehalten

Das im jeweiligen aktuellen Speicher befindliche Signal läßt sich, wenn **HOLD** wirksam ist, mit dem zugehörigen **Y-POS.** Drehknopf in vertikaler Richtung verschieben ( $\pm 4$  cm). Voraussetzung hierfür ist, daß die **Y-POS.**-Einsteller nicht auf **CURSOR**-Einstellung geschaltet sind.

Mit einer Verschiebung in vertikaler Richtung geht die originale Strahlposition verloren, kann aber wieder ermittelt werden. Dazu muß der betreffende **Y-POS.**-Knopf zügig gedreht werden. Ist die Originalposition erreicht, findet keine weitere vertikale Verschiebung statt, obwohl der Knopf weitergedreht wird. Gleichzeitig ertönt ein Signalton. Um erneut eine vertikale Verschiebung vornehmen zu können, muß das Drehen des Knopfes für ca. 2 Sekunden unterbrochen werden.

### **Achtung:**

**Die Aussteuerbereichsgrenzen des A/D-Wandlers können sichtbar werden, wenn nach dem Speichern eine Y-Positionsverschiebung vorgenommen wird. Signalteile, die sich zuvor außerhalb des vertikalen Rasters befanden, können davon betroffen sein.**

- (8) **PTR** - Drucktaster (bei Analog-Betrieb unwirksam) für die Wahl der Signal-Vorgeschichte (**Pre-Trigger**) bzw. -Nachgeschichte (**Post-Trigger**) bezogen auf das Triggerereignis. Wegen der Abhängigkeit von einem Triggerereignis, steht diese Funktion in den triggerunabhängigen Signalerfassungsarten **ROL** und **XY** nicht zur Verfügung.

Der aktuelle Pre- bzw. Post-Triggerwert wird durch das Readout angezeigt und ändert sich mit jedem Tastendruck. Die Sequenz lautet: **PTO%** - **PT25%** - **PT50%** - **PT75%** - **PT100%** - **PT-75%** - **PT-50%** - **PT-25%** - und wieder **PTO%**. Die Prozentangaben der Pre- und Post-Triggerwerte beziehen sich auf das Meßraster der Röhre (X-Richtung).

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß die X-Dehnung (**X-MAG. x10**) abgeschaltet ist und die Strahldarstellung am linken Meßrasterrand beginnt. Es wird außerdem vorausgesetzt, daß eine Triggerart (Quelle, Kopplung) vorliegt, in welcher der Triggerpunkt durch ein Symbol angezeigt wird. Der Begriff Triggerpunkt beinhaltet bei Digital-Betrieb den Triggerpegel und den auf das Meßraster bezogenen Triggerzeitpunkt.

### **Pre-Triggerung**

**%** Pre-Triggerung (Readout:PTO%) bedeutet, daß die Signaldarstellung mit dem Triggerereignis am linken Rasterrand beginnt. Daher wird dort auch das Triggerpunkt-Symbol angezeigt. Wird zusätzlich ein nach links zeigender Pfeil angezeigt, befindet sich der Triggerpunkt links vom Rasterrand (z.B. durch die X-Positionseinstellung).

**%** Pre-Triggerung (Readout: PT25%) liegt vor, wenn ausgehend von 0% die **PTR**-Taste einmal betätigt wurde. Dann werden 25% (Trigger)-Signalvorgeschichte auf den ersten 2,5 cm der Signaldarstellung dargestellt. Entsprechend erfolgt die Anzeige des Triggerpunkt-Symbols.

Jeder weitere Tastendruck erhöht den Pre-Triggerwert und die erfaßte Vorgeschichte um 25%, bis der Pre-

## Bedienelemente und Readout

Triggerwert 100% erreicht wurde. Die Anzeige im Readout und das Triggerpunkt-Symbol zeigen die Einstellung an. Wird zusätzlich ein nach rechts zeigender Pfeil angezeigt, ist der Triggerpunkt nach rechts verschoben (X-Positionseinstellung).

Die Zeitdauer der Vorgeschichte wird durch Multiplizieren des Zeitablenkkoeffizienten mit dem in Zentimetern (Division) angegebenen Pre-Triggerwert ermittelt (z.B. 20ms/cm x 7,5 (75% Pre-Trigger) = 150ms).

### Post-Triggerung

Bei Post-Triggerung befindet sich der Trigger(zeit)punkt immer links vom Rasterrand und wird deshalb immer mit dem nach links zeigenden Pfeil signalisiert. Der Trigger(zeit)punkt kann nicht mit der X-Positionverschiebung (X-POS.) sichtbar gemacht werden. Die Anzeige zeigt in allen Post-Triggerbedingungen daher nur den Triggerpegel an. Post-Triggerbedingungen werden durch ein Minuszeichen (-) vor der Prozentangabe kenntlich gemacht (z.B. PT-50%).

Liegt 100% Pre-Triggerung vor und wird die PTR-Taste einmal gedrückt, zeigt das Readout anschließend „PT- %“ an. Dann erfolgt die Signalerfassung mit Post-Triggerung. Der Trigger(zeit)punkt liegt dabei 75% = 7,5 cm vor dem linken Rasterrand. Nach dem Triggerereignis wird die Signalerfassung, um die sich daraus ergebende Zeitspanne verzögert, gestartet.

Jeder weitere Tastendruck schaltet auf **PT-50%** und über **PT-25%** zurück auf **PTOV**

---

**Achtung**

---

**! Pre- und Post-Triggerung werden automatisch abgeschaltet („PTO%“), wenn die Zeitbasis im REFRESH-(RFR), ENVELOPE- (ENV) und AVERAGE (AVM)-Betrieb auf Werte zwischen WOs/cm bis S0ms/cm eingestellt ist. Damit wird verhindert, daß die Aufnahmewiederholrate extrem niedrig wird.**

---

Pre- und Post-Triggerung stehen bei Zeit-Ablenkoeffizienten von 100s/cm bis 50ms/cm zur Verfügung, wenn Einzelereigniserfassung gewählt wird. Siehe **SINGLE ( )**

- (9) **STÖR. MODE** - Drucktasten (bei Analog-Betrieb unwirksam) mit zugeordneter LED-Skala.

Mit **kurzem Tastendruck** auf die obere oder untere **STÖR. MODE** -Taste kann im Yt-Betrieb ( CH I, CH II, DUAL und ADD) die gewünschte Signalerfassungsart gewählt werden.

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, daß die HOLD-Funktion (7) nicht eingeschaltet ist. Die Triggerbedingungen müssen im Refresh- (RFR), Envelope- (ENV) und Average- (AVM) Betrieb erfüllt werden.

- (9) RFR - steht für Refresh-Betrieb. In dieser Betriebsart können, wie im Analog-Betrieb, sich periodisch wiederholende Signale erfassen und dargestellt werden.

Die Signalerfassung wird durch Triggern der Digitalzeitbasis ausgelöst. Dann werden die vorher erfaßten und angezeigten aktuellen Signalwerten überschrieben. Sie werden so lange angezeigt, bis die Digital-Zeitbasis erneut getriggert wird. Demgegenüber würde der Bildschirm im Analog-Betrieb dunkel bleiben, wenn keine Triggerung der Zeitbasis erfolgt.

Beim Refresh-Betrieb kann die Signalerfassung mit Pre- und Post-Triggerung erfolgen, wenn die Zeitbasis auf Zeitkoeffizienten von 20ms/cm bis 1 us/cm geschaltet ist. Bei größeren Zeitkoeffizienten (100s/cm bis 50ms/cm) wird die Pre- bzw. Post-Triggerung automatisch abgeschaltet („PTO%“), um zu lange Wartezeiten zu vermeiden. Soll in diesem Zeitbasisbereich trotzdem mit Pre- oder Post-Triggerung gemessen werden, ist auf Einzelereigniserfassung (SINGLE (10)) zu schalten.

Im XY-Digital-Betrieb leuchtet die RFR-LED auch. Sie zeigt dann an, daß eine kontinuierliche, aber triggerunabhängige Signalerfassung erfolgt. Die Triggereinrichtung ist dann abgeschaltet.

- (9) ENV - ist die Abkürzung für ENVELOPE (Hüllkurven)-Betrieb. Dabei werden die Minimum- und Maximum-Werte des Signals mit mehreren Signalerfassungsvorgängen ermittelt und dargestellt. Bis auf die Darstellung entspricht der ENVELOPE-Betrieb dem Refresh-Betrieb.

Im ENVELOPE-Betrieb (Readout: ENV) werden Änderungen des Meßsignals besser sichtbar und meßbar. Das gilt sowohl für Amplituden- als auch für Frequenz-Änderungen (Jitter).

Die ENVELOPE-Erfassung wird zurückgesetzt und beginnt von vorn, wenn die SINGLE-Taste (10) kurz betätigt wird (RESET-Funktion).

**Achtung:**  
**Im Zeitkoeffizientenbereich von 100s/cm bis 50ms/cm werden der Pre- bzw. Post-Trigger automatisch abgeschaltet („PTO%“).**

- ( ) AVM - kennzeichnet die Betriebsart Average (Durchschnitt, Mittelwert). Sie liegt vor, wenn die AVM-LED leuchtet und das Readout „AV...“ anzeigt.

Auch in dieser Betriebsart werden mehrere Signalerfassungsvorgänge benötigt; sie entspricht somit dem Refresh-Betrieb. Aus den Signalerfassungen wird ein Mittelwert gebildet. Damit werden Amplitudenänderungen (z.B. Rauschen) und Frequenzänderungen (Jitter) in der Darstellung verringert bzw. beseitigt. Nach dem Einschalten des Oszilloskops liegt die Grundeinstellung vor: „AV4“.

Die Genauigkeit der Mittelwertbildung ist um so größer, je höher die Zahl der Signalerfassungsvorgänge ist, aus denen der Mittelwert gebildet wird. Es kann zwischen 2 und 512 Signalerfassungen gewählt werden; die Anzeige erfolgt durch das Readout. Mit der Genauigkeit erhöht sich aber auch die dafür benötigte Zeit.

Um einen anderen Wert zu wählen, müssen beide **STÖR. MODE** Drucktasten gleichzeitig mit einem kurzen Tastendruck betätigt werden. Dann blinkt die „AV...“-Anzeige im Readout und signalisiert damit den Einstellmodus. Anschließend kann mit kurzem Betätigen der oberen oder unteren **STÖR. MODE** Taste der Wert verändert werden. Der Einstellmodus kann durch nochmaliges kurzes Drücken beider Tasten verlassen werden. Wird ca. 10

Änderungen vorbehalten

Sekunden lang keine der beiden Tasten betätigt, schaltet sich der Einstellmodus automatisch ab.

Die AVERAGE-Erfassung wird zurückgesetzt und beginnt von vorn, wenn die SINGLE-Taste (10) kurz betätigt wird (RESET-Funktion).

### **Achtung:**

**Im Zeitkoeffizientenbereich von 100s/cm bis 50ms/cm werden der Pre- bzw. Post-Trigger automatisch abgeschaltet LPTO%").**

( ) ROL - signalisiert den ROLL-Betrieb.

Leuchtet die ROL-LED, wird auch im Readout „ROL“ angezeigt. Dann erfolgt eine von der Triggerung unabhängige kontinuierliche Signalerfassung. Alle die Triggerung betreffenden Bedienelemente, LED's und Readout-Informationen sind im ROL-Betrieb abgeschaltet.

Bei ROL-Betrieb wird das Ergebnis der letzten Abtastung am rechten Rand der Signaldarstellung angezeigt. Alle zuvor aufgenommenen Signalraten werden mit jeder Abtastung um eine Adresse nach links verschoben. Dadurch geht der vorher am linken Rand angezeigte Wert verloren. Im Gegensatz zum Refresh-Betrieb erfolgt beim ROL-Betrieb eine kontinuierliche Signalerfassung ohne triggerbedingte Wartezeiten (Holdoff-Zeit). Die Signalerfassung kann vom Anwender jederzeit durch Betätigen der HOLD-Taste beendet werden.

Der im ROL-Betrieb mögliche **Zeitkoeffizientenbereich** ist eingeschränkt; er reicht von **100s/cm** bis **50ms/cm**. Noch kleinere Zeitkoeffizienten wie z.B. 1ps/cm sind nicht sinnvoll. Eine Beobachtung des Signals wäre dann nicht mehr möglich.

Wird auf ROL-Betrieb geschaltet und die Zeitbasis war zuvor auf einen Wert von 20ms/cm bis 1us/cm eingestellt, wird die Zeitbasis automatisch auf 50ms/cm gesetzt. Die Zeitbasiseinstellung, die vor dem Umschalten auf ROL vorlag (z.B. 20ms/cm), wird intern gespeichert. Sie liegt wieder vor, wenn, ohne das am TIME/DIV.-Knopf gedreht wurde, auf **AVM** zurückgeschaltet wird.

**(10) SINGLE** - Drucktaste zwei Funktionen und zugeordneten LED's.

### **SINGLE**

Mit einem langen Tastendruck wird SINGLE (Einzelereigniserfassung) ein- oder ausgeschaltet. Die mit SGL bezeichnete LED leuchtet, wenn SINGLE eingeschaltet ist.

Die Betriebsart SINGLE kann sowohl im Digital- als auch im Analog-Betrieb eingeschaltet werden. Liegt SINGLE vor und wird von Analog- auf Digitalbetrieb bzw. Digitalauf Analogbetrieb umgeschaltet, bleibt die Betriebsart SINGLE bestehen. Der Hauptanwendungsfall im SIN-GL-E-Betrieb ist die Einzelereigniserfassung. Es ist aber auch möglich sich ständig wiederholende (repetierende) Signale in Form einer Einmalaufzeichnung zu erfassen.

Bei **SINGLE** im **Digitalbetrieb** leuchtet **keine** **STOR-**MODELEDO), aber diePRE-bzw.POST-Triggereinstellung wird im Readout angezeigt. Liegt **Analogbetrieb** vor und ist **SINGLE** eingeschaltet, zeigt das Readout SGL anstelle des PRE- bzw. POST-Triggerwertes an.

In dieser Betriebsart kann ein einzelner Signalerfassungsvorgang durch die Triggerung ausgelöst werden, wenn die Triggereinrichtung mit **RESET** aktiviert wurde. Mit dem Umschalten auf SGL wird die Einzelereignis-Erfassung eingeschaltet und der Zeitablenk- bzw. Signalerfassungsvorgang wird abgebrochen. Bei Analogbetrieb ist dann der Strahl nicht mehr sichtbar, während er im Digitalbetrieb weiterhin sichtbar bleibt und das zuletzt erfaßte Signal anzeigt. Außerdem wird **automatisch** auf **Normal-Triggerung** (NM-LED leuchtet) umgeschaltet. Andernfalls würde die Triggerautomatik auch ohne anliegendes Meßsignal Signalerfassungs- bzw. Zeitablenkvorgänge auslösen.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

#### **Achtung!**

**Nur wenn die Kombination von SINGLE- und DUAL-Betrieb vorliegt, beträgt der kleinstmögliche Zeitablenkkoeffizient 5us/div. anstelle von 1us/div. Bei eingeschalteter X-MAG. xIO Funktion folglich 500ns/div. statt 100ns/div.**

### **RESET**

Ein kurzes Betätigen der SINGLE-Taste löst die RESET-Funktion aus. Die Wirkung ist abhängig von der Signalerfassungsart.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

1. RESET in Verbindung mit SINGLE-Betrieb (Einzelereigniserfassung):

In dieser Betriebsart leuchtet die SGL-LED (SINGLE) und das Readout zeigt die PRE-oderPOST-Triggereinstellung an. Wird die SINGLE-Taste kurz gedrückt, leuchtet die RES-LED zusätzlich zur SGL-LED. Ob die RES-LED nur kurz aufleuchtet oder länger leuchtet hängt davon ab, ob:

1. sofort ein die Triggerung auslösendes Signal (**Trigger-signal**) vorliegt oder nicht,
2. welcher **Zeitablenkkoeffizient** eingestellt ist und
3. welche PRE- bzw. POST-Triggereinstellung gewählt wurde.

Mit dem Aufleuchten der RES-LED beginnt sofort die Aufzeichnung des bzw. der Signale, wenn die **HOLD**-Funktion abgeschaltet ist.

### **Achtung!**

|

**Im Zeitkoeffizientenbereich von 100s/cm bis 50ms/cm wird die Signalerfassung sofort sichtbar. Sie erfolgt als ROLL-Darstellung, hat aber sonst keine Gemeinsamkeit mit dem ROLL-Betrieb.**

Triggerereignisse lösen nur dann die Triggerung aus, wenn die für die Vorgeschichte benötigte Erfassungszeit (PRE-Triggereinstellung) abgelaufen ist. Andernfalls wäre eine fehlerhafte Signaldarstellung die Folge.

Nach erfolgter Triggerung und beendeter Aufnahme erlischt die RESET-LED.

Mit Umschalten auf XY-Betrieb können im DUAL-Betrieb erfaßte Einzelereignisse und danach mit HOLD gesicher-

# Bedienelemente und Readout

te Einzelereignisse auch als XY-Darstellung angezeigt werden.

## 2. RESET in Verbindung mit ENVELOPE (ENV)- oder AVERAGE (AVM)-Betrieb.

Liegt eine dieser Signalerfassungsarten vor und wird die SINGLE-Taste kurz gedrückt (RESET-Funktion), wird die Signalerfassung zurückgesetzt. Anschließend beginnt die Mittelwertbildung bzw. die Hüllkurvendarstellung von vorn.

### Nur im Analog-Betrieb:

Auch im Analog-Betrieb kann die Erfassung (z.B. fotografisch) von Einzelereignissen bzw. einmal dargestellten periodischen Signalen erfolgen.

Tritt ein Triggerereignis auf, nachdem im SINGLE-Betrieb die Triggereinrichtung mit RESET aktiviert wurde (RES-LED leuchtet), löst dies einen Zeitablenkvorgang aus; während dieses Vorgangs wird der Strahl sichtbar (hellgetastet).

Zwei Signale können mit einem Zeitablenkvorgang nur dargestellt werden, wenn ständig zwischen Kanal I und II umgeschaltet wird (Chopper-Darstellung). Siehe DUAL ( ).

## (11) REFERENCE - Drucktaste mit zwei Funktionen und 2 LED's (nur im Yt (Zeitbasis)-Speicherbetrieb).

Das Oszilloskop verfügt über 2 nichtflüchtige Referenz-Speicher. Ein Referenzsignal kann zusätzlich zur aktuellen Anzeige dargestellt werden. Der Referenzspeicherinhalt bleibt nach dem Ausschalten des Oszilloskops erhalten.

Die der Drucktaste zugeordneten LED-Anzeigen I und II signalisieren, ob ein Referenzspeicher zusätzlich zur aktuellen Signaldarstellung angezeigt wird und um welchen Referenzspeicher es sich dabei handelt. Eine feste Zuordnung der Referenzspeicher zu den Signaleingängen besteht nur bei DUAL-Betrieb ( Kanal I und REFERENCE I; Kanal II und REFERENCE II); allerdings können die Referenzspeicher weder gleichzeitig angezeigt noch überschrieben werden.

### Anzeigen

Mit jedem kurzen Tastendruck wird Referenzspeicheranzeige in folgender Sequenz weitergeschaltet:

Kein Referenzspeicher - Referenzspeicher I - Referenzspeicher II - kein Referenzspeicher.

### Überschreiben

Das Überschreiben des alten Referenzspeicherinhalts mit aktuellen Signaldaten ist wie folgt vorzunehmen:

Zuerst ist mit jeweils kurzem Tastendruck der gewünschte Referenzspeicher zu bestimmen. Danach muß die REFERENCE-Taste lang gedrückt werden, bis ein akustisches Signal ertönt. Das bestätigt die Signaldatenübernahme in den Referenzspeicher. Vor der Übernahme der aktuellen Signaldaten in den Referenzspeicher

kann (muß aber nicht) zuvor auf HOLD geschaltet werden.

### Achtung!

Da die Referenzdarstellung gleich der Position der aktuellen Signaldarstellung ist, kann sie in den meisten Fällen nicht sofort wahrgenommen werden.

## (12) SAVE / RECALL - Drucktasten für Geräteeinstellungen-Speicher.

Das Oszilloskop verfügt über 9 Speicherplätze. In diesen können alle elektronisch erfaßten Geräteeinstellungen gespeichert bzw. aus diesen aufgerufen werden.

Um einen Speichervorgang einzuleiten, ist die SAVE-Taste zunächst einmal kurz zu betätigen. Im Readout oben rechts wird dann S für SAVE (= speichern) und eine Speicherplatzziffer zwischen 1 und 9 angezeigt. Danach sind die SAVE- und die RECALL-Taste zur Wahl des Speicherplatzes einzusetzen. Mit jedem kurzen Tastendruck auf SAVE (Pfeilsymbol nach oben zeigend) wird die aktuelle Ziffer schrittweise erhöht, bis die "Endstellung" 9 erreicht ist. Sinngemäß wird mit jedem kurzen Tastendruck auf RECALL (Pfeil nach unten zeigend) die aktuelle Platzziffer schrittweise verringert, bis die "Endstellung" erreicht ist. Die Geräteeinstellung wird unter der gewählten Ziffer gespeichert, wenn anschließend die SAVE-Taste lang gedrückt wird.

Beim Aufruf von zuvor gespeicherten Geräteeinstellungen ist zunächst die RECALL-Taste kurz zu drücken dann der gewünschte Speicherplatz zu bestimmen. Mit einem langen Tastendruck auf RECALL werden dann die früher gespeicherten Bedienelemente-Einstellungen vom Oszilloskop übernommen.

### Achtung:

Es ist darauf zu achten, daß das darzustellende Signal mit dem Signal identisch ist, welches beim Speichern der Geräteeinstellung vorhanden war. Liegt ein anderes Signal an (Frequenz, Amplitude) als beim Abspeichern, können Darstellungen erfolgen, die scheinbar fehlerhaft sind.

Wurde SAVE oder RECALL versehentlich aufgerufen, schaltet das gleichzeitige Drücken beider Tasten die Funktion ab. Es kann aber auch ca. 10 Sekunden gewartet werden und die Abschaltung erfolgt automatisch.

Unterhalb des zuvor beschriebenen Feldes befinden sich die Bedien- und Anzeigeelemente für die Y'-Meßverstärker, die Betriebsarten, die Triggerung und die Zeitbasen.

betrieb sind beide Drehknöpfe (**Y-POS. I** und **Y-POS. II**) wirksam. Im XY-Analogbetrieb ist der **Y-POS. I** Drehknopf abgeschaltet, für X-Positionsänderungen ist der X-POS. Drehknopf zu benutzen.

Liegt kein Signal am Eingang (**INPUT CHI** (31)) an, entspricht die vertikale Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der **INPUT CHI** (31) bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge (**INPUT CHI** ( ), **INPUT CHII** (35)) auf **GD** (ground) (33) (37) geschaltet sind und automatische Triggerung (**AT**) (15) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem **Y-POS. I**-Einsteller auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete, Rasterlinie positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich) ergibt sich eine vertikale Positionsverschiebung. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tasterlers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor "0 Volt Rasterlinie" (Referenzlinie), läßt sich die Gleichspannung bestimmen.

### **Y-POS. I -Symbol.**

Bei eingeschaltetem Readout kann die 0 Volt (Gleichspannungsreferenz-) Position von Kanal I mit einem Symbol (.L) angezeigt werden, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal I wird im **Yt (Zeitbasis)-Betrieb** in der Bildschirmmitte, links von der senkrechten Rasterlinie, angezeigt. Voraussetzung hierfür ist, daß die Y-POS. I -Einstellung sich innerhalb des sichtbaren Bereichs des Bildschirms befindet, DC-Eingangskopplung (32) vorliegt und "**DC Ref. = ON**" als Softwareeinstellung im "SETUP"-Untermenü "Miscellaneous" (Verschiedenes) eingeschaltet ist.

Im XY-Betrieb wird kein "\_L" -Symbol angezeigt.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

Im XY-Betrieb wirkt der **Y-POS. I** -Drehknopf als X-Positionseinsteller. **Der X-POS.** Drehknopf ist dann abgeschaltet.

**Der Y-POS. I** Drehknopf kann zur vertikalen Positionsänderung eines mit **HOLD** gespeicherten Signals benutzt werden, wenn dieses im Yt (Zeitbasis)-Betrieb aufzeichnet wurde. Liegt XY-Betrieb vor, erfolgt die Positionsänderung in X-Richtung. Siehe **HOLD (7)**.

- (14) **Y-POS. II** - Dieser Drehknopf dient dazu, die vertikale Strahlposition für Kanal II zu bestimmen. Im Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (Y-POS. II und Y-POS. I wirksam).

Liegt kein Signal am Eingang (**INPUT CHII** (35)) an, entspricht die vertikale Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der **INPUT CHII** (35) bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge (**INPUT CHI** ( ), **INPUT CHII** (35)) auf **GD** (ground) (33) (37) geschaltet sind und automatische Triggerung (**AT**) (15) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem **Y-POS. II**-Einsteller auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete, Rasterlinie positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich) ergibt sich eine vertikale Positionsverschiebung. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tasterlers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor "0 Volt Rasterlinie" (Referenzlinie), läßt sich die Gleichspannung bestimmen.

### **Y-POS. II -Symbol.**

Bei eingeschaltetem Readout kann die 0 Volt (Gleichspannungsreferenz-) Position von Kanal II mit einem Symbol (\_L) angezeigt werden, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal II wird im **Yt (Zeitbasis)-Betrieb** in der Bildschirmmitte, rechts von der senkrechten Rasterlinie, angezeigt. Voraussetzung hierfür ist, daß die Y-POS. II -Einstellung sich innerhalb des sichtbaren Bereichs des Bildschirms befindet, DC-Eingangskopplung (36) vorliegt und "**DC Ref. = ON**" als Softwareeinstellung im "SETUP"-Untermenü "**Miscellaneous**" (Verschiedenes) eingeschaltet ist.

Im XY-Betrieb wird kein "\_L" -Symbol angezeigt.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

**Der Y-POS. II** Drehknopf kann zur vertikalen Positionsänderung eines mit **HOLD** gespeicherten Signals benutzt werden. Siehe **HOLD (7)**.

### (15) **NM AT**

∧ - Drucktaste mit zwei Funktionen und zugeordneter LED-Anzeige.

Diese Drucktaste ist nur wirksam, wenn eine Yt (Zeit-basis)-Betriebsart vorliegt.

### **NM/AT**

Mit einem langen Tastendruck wird von **NM (Normal-Triggerung)** auf **AT (automatische -Spitzenwert-Triggerung)** bzw. umgekehrt umgeschaltet. Leuchtet die NM-LED, liegt Normaltriggerung vor.

### **Spitzenwert-Triggerung**

Die Spitzenwert-Erfassung (-Triggerung) wird bei automatischer Triggerung - abhängig von der Betriebsart und der gewählten Triggerkopplung - zu- oder abgeschaltet. Der jeweilige Zustand wird durch das Verhalten des Triggerpegel-Symbols beim Ändern des LEVEL-Knopfes erkennbar:

1. Wird eine in Y-Richtung nicht abgelenkte Strahllinie geschrieben und bewirkt die Änderung des LEVEL-Drehknopfes praktisch keine Verschiebung des Triggerpegel-Symbols, liegt Spitzenwert-Triggerung vor.
2. Läßt sich das Triggerpegel-Symbol mit dem LEVEL-Drehknopf nur innerhalb der Grenzen der Signalamplitude verschieben, liegt ebenfalls Spitzenwert-Triggerung vor.
3. Die Spitzenwert-Triggerung ist abgeschaltet, wenn eine ungetriggerte Darstellung erfolgt, nachdem sich das Triggerpegel-Symbol außerhalb der Signaldarstellung befindet.



# Bedienelemente und Readout

## Λ (SLOPE)

Die zweite Funktion betrifft die Triggerflankenwahl. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Flankenwahl vorgenommen. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder fallende Signalfanke die Triggerung auslösen soll. Die aktuelle Einstellung wird oben im Readout als Symbol angezeigt. Die letzte Triggerflankeneinstellung wird gespeichert und bleibt erhalten, wenn auf getriggerten **DELAY (DTR)**-Betrieb umgeschaltet wird. Liegt **getriggert DELAY-Betrieb (DTR)** vor, kann die Triggerflanke erneut bestimmt werden.

- ( ) TR-Diese LED leuchtet, wenn die Zeitbasis Triggersignale erhält. Ob die LED aufblitzt oder konstant leuchtet, hängt von der Frequenz des Triggersignals ab.

Im XY-Betrieb leuchtet die TR-LED nicht.

- ( ) LEVEL- Mit dem LEVEL-Drehknopf kann der Triggerpegel, also die Spannung bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muß (abhängig von der Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. In den meisten Yt-Betriebsarten wird auf dem linken Rasterrand mit dem Readout ein Symbol eingeblendet, welches den Triggerpunkt anzeigt. Das Triggerpunkt-Symbol wird in den Betriebsarten abgeschaltet, in denen keine direkte Beziehung zwischen Triggersignal und Triggerpunkt vorliegt.

Wird die LEVEL-Einstellung geändert, ändert sich auch die Position des Triggerpunkt-Symbols im Readout. Die Änderung erfolgt in vertikaler Richtung und betrifft selbstverständlich auch den Strahlstart des Signals. Um zu vermeiden, daß das Triggerpunkt-Symbol andere Readoutinformationen überschreibt und um erkennbar zu machen, in welcher Richtung der Triggerpunkt das Meßraster verlassen hat, wird das Symbol durch einen Pfeil ersetzt.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

Nur wenn 0% Pre-Trigger vorliegt, ist die Horizontalposition des Triggerpunktsymbols im Analog- und Digitalbetrieb gleich. Siehe PTR-Taste (8).

- (18) **X-POS.** - Dieser Drehknopf bewirkt eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung.

Diese Funktion ist insbesondere in Verbindung mit 10-facher X-Dehnung (X-MAG. x10) von Bedeutung. Im Gegensatz zur in X-Richtung ungedehnten Darstellung, wird mit X-MAG. x10 nur ein Ausschnitt (ein Zehntel) über 10cm angezeigt. Mit X-POS. läßt sich bestimmen welcher Teil der Gesamtdarstellung 10fach gedehnt sichtbar ist.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

Im XY-Betrieb ist der X-POS.-Drehknopf unwirksam. Eine X-Positionsverschiebung kann mit dem **Y-POS. I** (13) Knopf vorgenommen werden.

## (19) **X-MAG. x10**

Drucktaste mit zugeordneter LED-Anzeige.

Jeder Tastendruck schaltet die zugeordnete LED an bzw. ab. Leuchtet die x10 LED, erfolgt eine 10fache X-Dehnung. Der dann gültige Zeit-Ablenkkoeffizient wird im Readout angezeigt. Bei ausgeschalteter X-Dehnung kann der zu dehrende Signalausschnitt mit dem X-POS.-Einsteller auf die mittlere vertikale Rasterlinie positioniert und danach mit eingeschalteter X-Dehnung betrachtet werden.

### **! Im XY-Betrieb ist die X-MAG. Taste wirkungslos.]**

### **Nur im Analogbetrieb:**

Der kleinste Zeit-Ablenkkoeffizient ohne X-MAG. x10 beträgt 50ns/cm. Liegt diese Zeitbasiseinstellung vor und wird die X-Dehnung (X-MAG. x10) eingeschaltet, erfolgt lediglich eine Bfache Dehnung (10ns/cm).

- (20) **VOLTS/DIV.** - Für Kanal I steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.

Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal I aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal I ist **imCH I-** (Mono),**DUAL-**, **ADD-** (Additions-) und **XY-Betrieb** wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter **VAR (21)** beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die VAR.-LED nicht leuchtet.

Mit Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht, mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1mV/div. bis 20V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (Yt: "Y1:5mV..."; XY: "X:5mV..."). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des ":" ein ">" Symbol angezeigt.

## (21) **CHI**

VAR - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

### **CHI**

Mit einem **kurzen Tastendruck** wird auf Kanal I (Ein-kanal-Betrieb) geschaltet. Wenn zuvor weder Extern-noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal I umgeschaltet. Das Readout zeigt dann den Ablenkkoeffizienten von Kanal I ("Y1...") und die **TRIG.-LED** ( ) **CHI** leuchtet. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV.-Drehknopfs ( ) bleibt erhalten.

Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang ( ) nicht auf GD ( ) geschaltet wurde.

### **VAR**

Mit jedem **langen Betätigen** der **CHI**-Taste wird die Funktion des VOLTS/DIV.-Drehknopfes umgeschaltet und mit der darüber befindlichen **VAR-LED** angezeigt. Leuchtet die VAR-LED nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal I verändert werden (1-2-5 Folge).

Änderungen vorbehalten

Wird die **CHI-Tastelung gedrückt und leuchtet dieVAR LED**, ist der **VOLTS/DIV.-Drehknopf (20)** als Feinsteller wirksam. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung ("Y1>...") und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert ("Y1:..."); der Drehknopf bleibt aber in der Feinsteller-Funktion.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der **CHI** -Taste - auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann erlischt die **VAR-LED** und das möglicherweise noch angezeigte ">" Symbol wird durch ":" ersetzt.

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, daß die **CH I-Taste ( )** auch zusammen mit der **DUAL-Taste (22)** betätigt werden kann. Siehe **Punkt (22)**.

### (22) DUAL

XY - Drucktaste mit mehreren Funktionen.

#### DUAL

Betrieb liegt vor, wenn die **DUAL-Taste kurz betätigt** wurde. Wenn vorher Einkanal-Betrieb vorlag, werden nun die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle im Readout angezeigt. Die letzte Triggerbedingung (Triggerquelle, -Flanke u. -Kopplung) bleibt bestehen, kann aber verändert werden.

Alle kanalbezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn kein Eingang auf GD (33) (37) geschaltet wurde.

Das Readout zeigt rechts neben dem Ablenkkoeffizienten von Kanal II (Y2:...) an, wie die Kanalumschaltung erfolgt. "ALT" steht für alternierende und "**CHP**" für Chopper (Zerhacker) -Kanalumschaltung. Die Art der Kanalumschaltung wird automatisch durch die Zeitkoeffizienteneinstellung (Zeitbasis) vorgegeben.

Chopper (CHP)-Darstellung erfolgt **automatisch** in den Zeitbasisbereichen von **500ms/div. bis 500us/div.** Dann wird während des Zeit-Ablenkvorganges die Signaldarstellung ständig zwischen Kanal I und II umgeschaltet.

Alternierende Kanalumschaltung (**ALT**) erfolgt **automatisch** in den Zeitbasisbereichen **von 200us/div. bis 50ns/div.** Dabei wird während eines Zeit-Ablenkvorganges nur ein Kanal und mit dem nächsten Zeit-Ablenkvorgang der andere Kanal dargestellt.

Die von der Zeitbasis vorgegebene Art der **Kanalumschaltung** kann geändert werden. Liegt DUAL-Betrieb vor und werden die **DUAL- (22)** und die **CH I-Taste (21)** gleichzeitig betätigt, erfolgt die Umschaltung von **ALT auf CHP** bzw. **CHP auf ALT**. Wird danach die Zeitkoeffizienteneinstellung (TIME/DIV.-Drehknopf) geändert, bestimmt der Zeitkoeffizient erneut die Art der Kanalumschaltung.

#### Nur im Digital-Betrieb:

Im Zweikanal (**DUAL**) -Digitalbetrieb erfolgt die Analog/Digital-Wandlung gleichzeitig mit je einem A/D-Wandler pro Kanal. Da keine Kanalumschaltung wie im Analogbetrieb erforderlich ist, zeigt das Readout die Signalerfassungsart des Digitalbetriebs anstelle von "ALT" bzw. CHP

#### ADD (Additions) -

Betrieb kann durch gleichzeitiges Drücken der **DUAL-(22)** und der **CHII** -Taste (25) eingeschaltet werden, wenn zuvor DUAL-Betrieb vorlag. Im Additionsbetrieb (**ADD**) wird das **Triggerpegel-Symbol abgeschaltet**.

Der Additionsbetrieb wird im Readout durch das Additionssymbol "+" zwischen den Ablenkkoeffizienten beider Kanäle angezeigt.

Im ADD (Additions) -Betrieb werden zwei Signale addiert bzw. subtrahiert und das Resultat (algebraische Summe bzw. Differenz) als ein Signal dargestellt. Das Resultat ist nur dann richtig, wenn die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle gleich sind. Die Zeitlinie kann mit beiden **Y-POS.**-Drehknöpfen beeinflusst werden.

#### XY

Betrieb wird mit einem **langen Tastendruck** auf die **DUAL-Taste** eingeschaltet. Die Ablenkkoeffizientenanzeige im Readout zeigt dann "X: ..." für Kanal I, "Y: ..." für Kanal II und rechts davon "XY" für die Betriebsart. Bei XY-Betrieb sind die gesamte **obere Readoutzeile und das Triggerpegel-Symbol abgeschaltet**; das gilt auch für die entsprechenden Bedienelemente.

Bei XY-Betrieb sind die Kanal 11 (CH II (Y)) betreffende INV (Invertierung)-Taste (37) und der Y-POS.M-Einsteller (14) sind wirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung kann mit dem X-POS.-Einsteller (18) vorgenommen werden. Die X-Dehnung (**X-MAG. x10**) ist abgeschaltet.

#### Nur im Digital-Betrieb:

**XY-Digitalbetrieb** wird dadurch kenntlich gemacht, daß zusätzlich zur Readoutanzeige "XY" die RFR-LED (9) leuchtet. Andere STÖR.MODE-Einstellungen können dann nicht gewählt werden. Außerdem zeigt das Readout anstelle des Zeit-Ablenkkoeffizienten die Abtastrate (z.B. **40MS/s**), die mit dem **TIME/DIV.-Knopf (28)** einzustellen ist.

Ist die Abtastrate zu hoch, entstehen Lücken in der Darstellung von usajous-Figuren. Bei zu niedriger Abtastrate kommt es zu Darstellungen, bei denen das Frequenzverhältnis beider Signale nicht mehr bestimmbar ist. Die Einstellung der geeigneten Abtastrate wird vereinfacht, wenn beide Signale erst im Refresh (**RFR**) DUAL-Betrieb dargestellt werden. Dabei ist mit dem **TIME/DIV.-Einsteller** der Zeitkoeffizient so einzustellen, daß jeder Kanal

## Bedienelemente und Readout

mindestens eine Signalperiode anzeigt. Anschließend kann auf XY-Digitalbetrieb geschaltet werden.

### **Achtung!**

**Der Y-POS. I-Einsteller (13) wirkt bei Digitalbetrieb als X-Positionseinsteller; der X-POS.-Einsteller (18) ist abgeschaltet.**

geschaltet: **ADD** (Additions) -Betrieb und verzögerter (**SEA, DEL**) Zeitbasis-Betrieb.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

Die PRE- bzw. POST-Triggerung wird automatisch abgeschaltet (auf 0% gesetzt = "PTO%"), wenn auf alternierende Triggerung umgeschaltet wird.

### **(23) TRIG.** - Drucktaste mit Doppelfunktion und LED-Anzeige.

Die Drucktaste und die LED-Anzeige sind abgeschaltet, wenn Netzfrequenz-Triggerung oder XY-Betrieb vorliegt.

Mit der Drucktaste wird die Wahl der Triggerquelle vorgenommen. Die Triggerquelle wird mit der **TRIG.-LED**-Anzeige (23) angezeigt.

Mit dem Begriff „Triggerquelle“ wird die Signalquelle bezeichnet, deren Signal zur Triggerung benutzt wird. Es stehen drei Triggerquellen zur Verfügung:

Kanal I,  
Kanal 11 (beide werden als interne Triggerquellen bezeichnet)  
**und der TRIG. EXT. (38) Eingang** als externe Triggerquelle.

### **[ Anmerkung:**

**Der Begriff „interne Triggerquelle“ beschreibt, daß das Triggersignal vom Meßsignal stammt.**

<\_\_\_\_\_j

### **CHI - CHII - EXT:**

Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Triggerquelle umgeschaltet. Die Verfügbarkeit der internen Triggerquellen hängt von der gewählten Kanal-Betriebsart ab. Die Schaltsequenz lautet:

I - II - EXT - I bei DUAL- und ADD- (Additions-) Betrieb.

I - EXT - I bei Kanal I (Einkanal-) Betrieb.

II - EXT - II bei Kanal II (Einkanal-) Betrieb.

Das Triggerpunktsymbol wird bei Extern-Triggerkopplung nicht angezeigt.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

Bei ROL-Betrieb (triggerunabhängige Signalerfassung) sind alle die Triggerung betreffenden Bedienelemente, Leuchtdioden und Readouteinblendungen abgeschaltet; also auch die TRIG.-Taste (23) mit den zugehörigen LEDs.

### **ALT:**

Mit einem langen Tastendruck wird die (interne) alternierende Triggerung eingeschaltet. Dann leuchten **die TRIG. CHI und CHII** Anzeigen gemeinsam. Da die alternierende Triggerung auch alternierenden DUAL-Betrieb voraussetzt, wird diese Betriebsart automatisch mit eingeschaltet. In dieser Betriebsart erfolgt die Umschaltung der internen Triggerquellen synchron mit der Kanalum-schaltung. Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht angezeigt. Mit einem kurzen Tastendruck kann die alternierende Triggerung abgeschaltet werden.

In Verbindung mit alternierender Triggerung werden folgende Triggerkopplungsarten (**TRIG.MODE** (26)) nicht ermöglicht: TVL (TV-Zeile), TVF (TV-Bild) und - (Netztriggerung).

Wenn eine der folgenden Betriebsarten vorliegt, kann nicht auf alternierende Triggerung umgeschaltet werden, bzw. wird die alternierende Triggerung automatisch ab-

### **(24) VOLTS/DIV.** - Für Kanal II steht im **VOLTS/DIV -Feld ein** Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.

Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal II aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal II ist im **CH II** (Mono)-, **DUAL-**, **ADD-** (Additions-) und XY-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter **VAR (25)** beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die VAR.- LED nicht leuchtet.

Mit Linksdrehen wird der Ablenkoeffizient erhöht, mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkoeffizienten von 1mV/div. bis 20V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

Der Ablenkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (Yt: "Y2: 5mV..."; XY: "Y: 5mV..." ). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des ":" ein ">" Symbol angezeigt.

### **(25) CH II**

**VAR** - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

### **CHII**

Mit einem **kurzen Tastendruck** wird auf Kanal II (Ein-kanal-Betrieb) geschaltet. Wenn zuvor weder externe noch Netz-Triggerung eingeschaltet waren, wird die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal II umgeschaltet. Das Readout zeigt dann den Ablenkoeffizienten von Kanal II ("Y2..."> und die **TRIG.-LED (23) CHII** leuchtet. Die letzte Funktionseinstellung des **VOLTS/DIV -Dreh-knopfs ( )** bleibt erhalten.

Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang ( ) nicht auf GD ( ) geschaltet wurde.

### **VAR**

Mit jedem **langen Betätigen der CHII** -Taste wird die Funktion des **VOLTS/DIV.-Drehknopfs** umgeschaltet und mit der darüber befindlichen **VAR-LED** angezeigt. Leuchtet die **VAR-LED** nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkoeffizient von Kanal II verändert werden (1-2-5 Folge).

Leuchtet die VAR-LED nicht und wird die **CHII** -Taste lang gedrückt, leuchtet die **VAR-LED** und zeigt damit an, daß der Drehknopf nun als Feinsteiler wirkt. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wurde. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung ("Y2>...") und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert ("Y2:..."); der Drehknopf bleibt aber in der Feinsteller-Funktion.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der VAR. -Taste - auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED und das ">" Symbol wird durch ":" ersetzt.

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, daß die **CHII** -Taste auch zusammen mit der **DUAL-Taste (22)** betätigt werden kann. Siehe Punkt ( ).

### (26) TRIG. MODE - Drucktasten mit LED's.

Wird eine der beiden TRIG.MODE -Tasten betätigt, wird die Triggerkopplung (Signalankopplung an die Trigger-einrichtung) umgeschaltet. Die Triggerkopplung wird mit der LED-Anzeige angezeigt.

Ausgehend von AC-Triggerkopplung bewirkt jeder Tastendruck auf die untere **TRIG. MODE-Taste** ein Weitchalten in der Folge:

- AC - Wechsellspannungsankopplung
- DC - Gleichspannungsankopplung (Spitzenwertfassung bei automatischer Triggerung abgeschaltet)
- HF - Hochfrequenzankopplung mit Unterdrückung niederfrequenter Signalanteile (kein Triggerpegel-Symbol)
- LF - Niederfrequenzankopplung mit Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile, in Verbindung mit automatischer Triggerung (AT) AC-Triggerkopplung bzw.
- DC - Triggerkopplung bei Normaltriggerung (NM)
- TVL - TV-Triggerung durch Zeilen-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)

TVF - TV-Triggerung durch Bild-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)  
- Netzfrequenzankopplung (kein Triggerpegel-Symbol).

Bei Netzfrequenz-Triggerung ist die **TRIG.** -Taste ( ) wirkungslos und es leuchtet keine **TRIG. -LED (23)**.

In einigen Betriebsarten, wie z.B. bei alternierender Triggerung, stehen nicht alle Triggerkopplungsarten zur Verfügung und sind daher nicht einschaltbar.

### (27) DEL.POS. - Drehknopf mit zwei Funktionen und zugeordneter HO-LED.

Die folgenden Beschreibungen beziehen sich nur auf den Analog-Betrieb.

Der DEL.POS.-Drehknopf wirkt als Holdoff-Zeiteinsteller, wenn die Zeitbasis weder im SEA. (SEARCH = suchen) noch im DEL. (DELAY = verzögern) -Betrieb arbeitet. Bei minimaler Holdoff-Zeit ist die **HO-LED** nicht eingeschaltet. Wird der Drehknopf im Uhrzeigersinn gedreht, leuchtet die HO-LED und die Holdoff-Zeit vergrößert sich. Bei Erreichen der maximalen Holdoff-Zeit ertönt ein Signal. Sinngemäß verhält es sich, wenn in die entgegengesetzte Richtung gedreht wird und die minimale Holdoff-Zeit erreicht wurde (HO-LED erlischt). Die letzte Holdoff-Zeiteinstellung wird automatisch auf den Minimalwert gesetzt, wenn eine andere Zeitbasis-Einstellung gewählt wird. (Über die Anwendung der "Holdoff-Zeiteinstellung" informiert der gleichnamige Absatz).

Mit dem DEL.POS.-Einsteller kann die (Strahlstart) Verzögerungszeit eingestellt werden, wenn SEA. (SEARCH)- oder DEL. (DELAY)-Zeitbasisbetrieb vorliegt. Siehe **SEA/DEL.-ON/OFF ( )**

#### **Nur im Digital-Betrieb:**

Der DEL.POS.-Einsteller und die **HO-LED** sind unwirksam, da in dieser Betriebsart die Holdoff-Zeit immer auf den Minimalwert gesetzt ist. Die letzte Holdoff-Zeiteinstellung wird nicht gespeichert. Folglich liegt die minimale Holdoffzeit vor, wenn wieder auf Analogbetrieb geschaltet wird.

Da weder SEA. (SEARCH)-oder DEL. (DELAY)-Zeitbasisbetrieb ermöglicht werden, ist der DEL.POS.-Einsteller auch nicht zur Verzögerungszeiteinstellung verwendbar.

### (28) TIME/DIV. - Mit dem im TIME/DIV. Feld befindlichen Drehknopf wird der Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt und oben links im Readout angezeigt (z.B. „T:10us“).

#### **Nur im Analogbetrieb:**

Leuchtet die oberhalb des Drehknopfes befindliche VAR-LED nicht, wirkt der Drehknopf als Zeitbasisschalter. Er bewirkt dann die Zeit-Ablenkkoeffizientenumschaltung in 1-2-5 Folge; dabei ist die Zeitbasis kalibriert. Linksdrehen vergrößert und Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkkoeffizienten.

Leuchtet die **VAR-LED**, wirkt der Drehknopf als Feinsteller. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion als Zeitbasisschalter.

Ohne X Dehnung x10 können im Analog-Betrieb Zeit-Ablenkkoeffizienten zwischen 500ms/div. und 50ns/div. in 1-2-5 Folge gewählt werden. Im „SEA“ (SEARCH)-Betrieb sind Verzögerungszeiten zwischen 120ms und

## Bedienelemente und Readout

200ns wählbar. Der Zeit- Ablenkkoeffizientenbereich im „DEL“ (DELAY)-Betrieb reicht von 20ms/div. bis 50ns/div.

### **Nur im Digital-Betrieb:**

Liegt Digital-Betrieb vor, kann die Zeitbasis auf Zeit-Ablenkkoeffizienten von 100s/div. bis 1 us/div. eingestellt werden, wenn die X-Dehnung x10 (**X-MAG. x10**) abgeschaltet ist.

Der **TIME/DIV.** - Drehknopf kann im Digitalbetrieb nicht als Feinsteller benutzt werden.

### **r Achtung:**

**Die unterschiedlichen Zeitkoeffizientenbereiche der Analog- bzw. Digital-Zeitbasis führen beim Umschalten zwischen Analog- und Digital-Betrieb zu Besonderheiten. Sie sind unter Punkt (7) beschrieben.**

### **Nur im Analogbetrieb:**

Mit dieser Drucktaste kann zwischen verzögertem und unverzögertem Zeitbasisbetrieb gewählt werden. Der verzögerte Zeitbasisbetrieb ermöglicht eine in X-Richtung gedehnte Signaldarstellung, wie sie sonst nur mit einer zweiten Zeitbasis erzielt werden kann.

Liegt weder „SEA“ (SEARCH = suchen)- noch „DEL“ (DELAY = verzögern)-Betrieb vor, wird mit einem langen Tastendruck auf SEA. (SEARCH = suchen)-Betrieb umgeschaltet. Anschließend kann mit einem kurzen Tastendruck von SEA. auf DEL. umgeschaltet werden. Der nächste kurze Tastendruck schaltet von DEL auf SEA. zurück.

Die Betriebsarten werden mit dem Readout rechts von der Triggerflankenanzeige signalisiert:

Bei **SEARCH** wird „SEA“ angezeigt; im ungetriggerten DELAY-Betrieb „DEL“ (DEL.) und bei getriggertem DELAY-Betrieb „DTR“ (DEL.TRIG.).

Liegt unverzögerter Zeitbasisbetrieb vor, wird keine dieser Anzeigen im Readout sichtbar.

Falls „SEA“- oder „DEL“ bzw. „DTR“-Betrieb vorliegen, bewirkt ein langer Tastendruck die Umschaltung auf unverzögerten Zeitbasisbetrieb.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß bei abgeschalteter "SEA"- bzw. "DTR"-Funktion:

- 1.X-MAG. x10 abgeschaltet ist,
- 2.der Strahlstart am linken Rasterrand erfolgt und

3.der zu dehnende Signalteil im Bereich von ca. 2cm bis ca. 6cm (horizontal) nach dem Strahlstart dargestellt wird (Zeit-Ablenkkoeffizient).

### SEA.

Mit dem Schalten auf SEA. (SEARCH)-Betrieb wird automatisch auf minimale Holdoff-Zeit geschaltet und ein Teil der Darstellung (am linken Rasterrand beginnend) ist nicht mehr sichtbar. Anschließend wird der Strahl hellgetastet (sichtbar), bis er den rechten Rasterrand erreicht hat. Die Position des sichtbaren Strahlanfangs läßt sich mit dem DEL.POS.-Einsteller (Feineinsteller) verändern (ca. 2cm bis 6cm). Der dunkelgetastete Bereich dient als Anzeige für die Verzögerungszeit, die unter diesen Bedingungen „gesucht“ (search) wird. Die Verzögerungszeit bezieht sich auf die aktuelle Zeit-Ablenkkoeffizienteneinstellung und kann mit dem TIME/DIV.-Drehknopf auch grob eingestellt werden (Bereich ca. 120ms bis ca. 200ns).

### DEL.

Mit einem kurzen Tastendruck erfolgt die Umschaltung von „SEA“- auf „DEL“ (DELAY)-Betrieb. Dann beginnt die Signaldarstellung (ohne einen abgedunkelten Teil) am linken Rasterrand. Dort befindet sich dann der Signalteil, beidemzuvorim „SEA“ (SEARCH)-Betriebliegt die Helltastung einsetzte. Mit Rechtsdrehen des TIME/DIV.-Drehknopfes kann nun der Zeit-Ablenkkoeffizient verringert und die Signaldarstellung in X-Richtung gedehnt werden. Geht dabei der interessierende Signalteil über den rechten Bildrand hinaus, kann er innerhalb gewisser Grenzen mit dem DEL.POS.-Drehknopf wieder sichtbar gemacht werden. Die Vergrößerung des Zeit-Ablenkkoeffizienten über den bei „SEA“ (SEARCH) benutzten Wert hinaus wird nicht ermöglicht, da nicht sinnvoll.

Im ungetriggerten „DEL“ (DELAY)-Betrieb löst ein Triggerereignis die Strahlableitung nicht sofort aus, sondern startet erst die Verzögerungszeit. Erst wenn diese abgelaufen ist, wird der Start der Strahlableitung ausgelöst.

### DTR.

Bei getriggertem DELAY-Betrieb („DTR“) muß nach Ablauf der Verzögerungszeit ein Signal folgen, welches zum Triggern geeignet ist. Wenn die Geräteeinstellungen (z.B. LEVEL-Einstellung) das Auslösen der Triggerung ermöglichen, wird dann der Strahlableitungsvorgang gestartet. Siehe **DEL.TRIG ( )**

**(30) DEL.TRIG. - VAR.** -Drucktaste mit zwei Funktionen (nur im Analogbetrieb).

### DEL.TRIG.

Mit einem kurzen Tastendruck kann, wenn ungetriggert „DEL“ (DELAY)-Betrieb vorliegt, auf „DTR“ (getriggerten DELAY-Betrieb) umgeschaltet werden. Dabei werden die zuvor wirksamen Einstellungen: automatische Triggerung (AT) bzw. Normaltriggerung (NM) (15), Trigger-LEVEL-(17), -Flanke- (15) und -Kopplungs-Einstellungen (26) gespeichert.

Im „DTR“-Betrieb wird automatisch auf **Normaltriggerung mit DC-Triggerkopplung** umgeschaltet Die Trigger-LEVEL-Einstellung und die Triggerflankenrichtung können anschließend so eingestellt werden, daß der zum Nachtriggern benutzte Signalteil die Triggerung auslöst. Ohne Triggerung bleibt der Bildschirm dunkel.

Ein erneuter kurzer Tastendruck schaltet auf den ungetriggerten DEL.-Betrieb zurück.

Änderungen vorbehalten

## VAR.

Mit einem langen Tastendruck wird die Funktion des TIME/DIV. Drehknopfes bestimmt.

Der TIME/DIV. Drehknopf kann als Zeit-Ablenkkoeffizienten-Schalter oder als Zeit-Feinsteller arbeiten. Angezeigt wird dieses mit der VAR-LED. Leuchtet die VAR-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller, wobei die Zeitbasis zunächst noch kalibriert ist. Mit einem Rastschritt nach links erfolgt die Zeitablenkung unkalibriert. Im Readout wird dann anstelle "T:..." nun "T>..." angezeigt. Mit weiterem Linksdrehen vergrößert sich der Zeit-Ablenkkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch signalisiert wird. Wird der Drehknopf dann nach rechts gedreht, erfolgt die Verkleinerung des Ablenkkoeffizienten, bis das Signal erneut ertönt. Dann ist der Feinsteller in der kalibrierten Stellung und das ">" Symbol wird durch das ":" Symbol ersetzt.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb, kann die Funktion des Drehknopfes jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der VAR.-Taste - auf die kalibrierte Zeitbasisschalterfunktion umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED.

**Im untersten Feld der großen Frontplatte befinden sich BNC-Buchsen und vier Drucktasten, sowie eine 4 mm Buchse für Bananenstecker.**

## (31) INPUT CH I (HOR.INP. (X))

Diese BNC-Buchse dient im Yt (Zeitbasis)-Betrieb als Signaleingang für Kanal I. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden.

Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den X-Meßverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten (32) (33) zugeordnet:

## (32) AC-

**DC-** Drucktaste mit zwei Funktionen.

Beide Funktionen sind nur wirksam, wenn eine Betriebsart vorliegt in der Kanal I eingeschaltet und der Eingang (31) nicht auf GD (33) geschaltet ist.

AC - DC:

Jeder **kurze Tastendruck** schaltet von AC- (Wechselspannung) auf DC (Gleichspannung) Signalankopplung, bzw. von DC- auf AC-Signalankopplung. Die aktuelle Einstellung wird im Readout im Anschluß an den Ablenkkoeffizienten mit dem "~" bzw. dem "=" Symbol angezeigt.

## Tasteteilerfaktor:

Mit einem **langen Tastendruck** kann ein Tastkopfsymbol ein- oder ausgeschaltet werden. Bei eingeschaltetem Tastkopfsymbol muß der Tastkopf zusammen mit dem 1M $\Omega$  Eingangswiderstand des Oszilloskops eine 10:1 Teilung bewirken. Das Tastkopfsymbol wird im Readout angezeigt und vor den Ablenkkoeffizienten gestellt (z.B. „Tastkopfsymbol, Y1...“); dabei wird der Ablenkkoeffizient um den Faktor 10 größer. Bei cursorunterstützten Spannungsmessungen wird dann der 10:1 Teiler automatisch bei der Meßwertanzeige berücksichtigt.

## Achtung!

**Wird ohne 10:1 Tasteteiler gemessen, muß das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein. Andernfalls erfolgt eine falsche Ablenkkoeffizienten- und CURSOR Spannungsanzeige.**

## (33) GD - Drucktaste

Mit jedem **kurzen Tastendruck** wird zwischen eingeschaltetem und abgeschaltetem Eingang (INPUT CH I ( )) umgeschaltet

Bei abgeschaltetem Eingang (GD = ground) wird im Readout das Erde-Symbol anstelle des Ablenkkoeffizienten und der Signalankopplung angezeigt. Dann ist das am Signaleingang anliegende Signal abgeschaltet und es wird (bei automatischer Triggerung) nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt, die als Referenzlinie für Massepotential (0 Volt) benutzt werden kann.

Bezogen auf die zuvor bestimmte Y-Position der Strahllinie, kann die Höhe einer Gleichspannung bestimmt werden. Dazu muß der Eingang wieder eingeschaltet und mit Gleichspannungskopplung (DC) gemessen werden. Mit dem Readout kann auch ein Symbol für die Referenzposition angezeigt werden. Siehe Y-POS. I ( ).

In Stellung „GD“ sind die AC-DC -Taste (32) und der VOLTS/DIV.-Drehknopf (20) abgeschaltet.

## (34) Massebuchse - für Bananenstecker mit einem Durchmesser von 4 mm. Die Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden.

Die Buchse dient als Bezugspotentialanschluß bei CT (Komponententester-Betrieb), kann aber auch bei der Messung von Gleichspannungen bzw. niederfrequenten Wechselspannungen als Meßbezugspotentialanschluß benutzt werden.

## (35) INPUT CH II

Diese BNC-Buchse dient als Signaleingang für Kanal II. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden. Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den Y-Meßverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten (36) (37) zugeordnet.

## (36) AC-DC- Drucktaste mit zwei Funktionen.

Beide Funktionen sind nur wirksam, wenn eine Betriebsart vorliegt in der Kanal II eingeschaltet und der Eingang (35) nicht auf GD (37) geschaltet ist.

AC - DC:

Jeder **kurze Tastendruck** schaltet von AC- (Wechselspannung) auf DC (Gleichspannung) Signalankopplung, bzw. von DC- auf AC-Signalankopplung. Die aktuelle Einstellung wird im Readout im Anschluß an den Ablenkkoeffizienten mit dem "~" bzw. dem "=" Symbol angezeigt.

## Tasteteilerfaktor:

Mit einem **langen Tastendruck** kann ein Tastkopfsymbol ein- oder ausgeschaltet werden. Bei eingeschaltetem Tastkopfsymbol muß der Tastkopf zusammen mit dem 1M Ohm Eingangswiderstand des Oszilloskops eine 10:1 Teilung bewirken. Das Tastkopfsymbol wird im Readout angezeigt und vor den Ablenkkoeffizienten gestellt (z.B. „Tastkopfsymbol, Y2...“); dabei wird der Ablenkkoeffizient um den Faktor 10 größer. Bei cursorunterstützten

# Bedienelemente und Readout

Spannungsmessungen wird dann der 10:1 Teiler automatisch bei der Meßwertanzeige berücksichtigt.

## f Achtung!

!

**Wird ohne 10:1 Tastteiler gemessen, muß das Tastkopf-symbol abgeschaltet sein. Andernfalls erfolgt eine falsche Ablenkkoeffizienten- und CURSOR Spannungsanzeige.**

### GD:

Mit jedem kurzen Tastendruck wird zwischen eingeschaltetem und abgeschaltetem Eingang (INPUT CHII (35)) umgeschaltet.

Bei abgeschaltetem Eingang (GD = ground) wird im Readout das Erde-Symbol anstelle des Ablenkkoeffizienten und der Signalkopplung angezeigt. Dann ist das am Signaleingang anliegende Signal abgeschaltet und es wird (bei automatischer Triggerung) nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt, die als Referenzlinie für Massepotential (0 Volt) benutzt werden kann.

Bezogen auf die zuvor bestimmte Y-Position der Strahllinie, kann der Wert einer Gleichspannung bestimmt werden. Dazu muß der Eingang wieder eingeschaltet und mit Gleichspannungskopplung (DC) gemessen werden. Mit dem Readout kann auch ein Symbol für die Referenzposition angezeigt werden. Siehe **Y-POS. I** (13).

In Stellung „GD“ sind die **AC-DC** -Taste (36) und der **VOLTS/DIV**.-Drehknopf (24) abgeschaltet.

### INV:

Mit jedem langen Betätigen dieser Taste wird zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Kanal II Signales umgeschaltet. Bei Invertierung wird im Readout ein waagerechter Strich über die Kanalangabe (Yt: "Y2..."; XY: "Y...") gesetzt. Dann erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung von Kanal II. Wird die Taste erneut lang betätigt, erfolgt wieder die nichtinvertierte Signaldarstellung.

## (38) TRIG. EXT. -

**INPUT (Z)** - BNC-Buchse mit Doppelfunktion. Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 1MO II 20pF. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden.

### TRIG. EXT. -Eingang:

Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für externe Triggersignale wirksam, wenn die EXT - LED (23) leuchtet. Der **TRIG.EXT.-Eingang** wird mit der **TRIG.**-Drucktaste (23) eingeschaltet.

### Nur im Analogbetrieb:

### Z- Input:

Die BNC-Buchse ist als Z (Strahlhelligkeit) **-Modulations-eingang** wirksam, wenn weder Komponenten-Test-Betrieb, noch externe Trigger-Signalan-koppelung vorliegen.

Die Dunkeltastung des Strahls erfolgt durch High-TTL-Pegel (positive Logik). Es sind keine höheren Spannungen als +5V zur Strahlmodulation zulässig.

**Unter der Strahlröhre befinden sich die Cursor-, Kalibrator- und Komponententest-Bedienelemente, sowie 2 Buchsen.**

## PRINT

### Nur im Digital-Betrieb:

Mit einem **kurzen Tastendruck** wird eine Dokumentation (Hardcopy) ausgelöst, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Das Oszilloskop muß mit dem extern anschließbaren Interface HO79-6 ausgerüstet sein. 2. Im HO79-6 muß sich die Software V2.xx befinden.

Das zur Dokumentation benutzte Gerät (z.B. Drucker, Plotter) muß mit einer der Schnittstellen des Interface HO79-6 verbunden sein. Die Dokumentation beinhaltet die Signaldarstellung, das Meßraster, die Meßparameter und zusätzliche Informationen (Oszilloskoptyp und Interface-Softwareversion).

Die **PRINT-Taste** kann anstelle der "START"-Taste des Interface **HO79-6**, die bei Einbau des Oszilloskops in einem Gestellrahmen (Rack) oft nicht zugänglich ist, benutzt werden.

Weitere Informationen sind dem Handbuch, das dem Interface HO79-6 beiliegt, zu entnehmen.

## Analog- und Digitalbetrieb

## MENÜ

Mit einem langen Tastendruck kann ein Menü (MAIN MENÜ) aufgerufen werden, das mehrere Untermenüs enthält (SETUP, CALIBRATE und falls angeschlossenen HO79). Siehe "Menü" und ggf. Handbuch HO79-6.

Wenn ein Menü angezeigt wird, sind folgende Tasten von Bedeutung:

### 1. Die SAVE- und die RECALL-Taste (12).

Mit kurzem Tastendruck läßt sich das nächste Menü (Untermenü) bzw. der darin enthaltene Menüpunkt bestimmen. Das aktuelle Menü bzw. der Menüpunkt wird mit größerer Strahlhelligkeit angezeigt.

### 2. SAVE-Taste (12) mit SET-Funktion.

Wird die SAVE-Taste lang gedrückt (SET-Funktion) wird das gewählte Menü bzw. der Menüpunkt aufgerufen. Ist der Menüpunkt mit ON / OFF gekennzeichnet, erfolgt die Umschaltung auf die zuvor nicht aktive Funktion.

In einigen Fällen wird nach dem Aufruf einer Funktion ein Warnhinweis angezeigt. In diesen Fällen muß, wenn sichergestellt ist das die Funktion wirklich benutzt werden soll, die SAVE-Taste erneut lang gedrückt werden; andernfalls muß der Funktionsaufruf mit der **AUTOSET-Taste** (3) abgebrochen werden.

Änderungen vorbehalten

Die **AUTOSET-Taste** ( ). Jeder Tastendruck schaltet in der Rangordnung der Menüstruktur einen Schritt zurück, bis **MAIN MENÜ** angezeigt wird. Mit dem nächsten Tastendruck wird das Menü abgeschaltet und die **AUTOSET-Taste** übernimmt ihre normale Funktion.

**(40) ON/OFF CHI/II 1/At** - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß **CT (KOMponenten TEST)** -Betrieb nicht vorliegt und das **READOUT** eingeschaltet ist.

### **ON/OFF:**

Wird die Drucktaste **lang gedrückt**, werden die Meß-Cursoren aus- oder eingeschaltet.

### **CHI/II:**

Diese Funktion kann und muß nur benutzt werden, wenn das Oszilloskop auf **DUAL-** oder **XY-Betrieb** geschaltet ist und eine **CURSOR-Spannungsmessung (AV) (42)** erfolgen soll. Nur dann besteht die Notwendigkeit, die möglicherweise unterschiedlichen Ablenkkoeffizienten (**VOLTS/DIV.**) der Kanäle zu berücksichtigen.

Mit einem **kurzen Tastendruck** kann zwischen **CH I** und **CH II** gewählt werden. Die aktuelle Einstellung wird im Readout bei **Yt-Betrieb** mit „AV1...“, „AV2...“ bzw. bei **XY-Betrieb** mit „AVX...“ oder „AVY...“ angezeigt. Bei der Spannungsmessung müssen sich die **CURSOR-Linien** auf die Signaldarstellung des gewählten Kanals (**CH I** oder **II**) beziehen.

- Welche der **CURSOR-Linien** mit der **CURSOR-Wipptaste** ( ) bewegt werden, ist mit der **I/H-** (42) bzw. der **TRK-Funktion** (41) zu bestimmen.

## **f** Achtung

^

**Falls mit dem Readout „At“ oder „f“ angezeigt wird, genügt ein langer Tastendruck auf die Taste I/II- AV/At (42), um auf Spannungsmessung zu schalten.**

### **1/At:**

Mit einem kurzen Tastendruck kann zwischen **Zeit-** (At) und **Frequenzmessung** ( $1/At = \text{Readoutanzeige „f...“}$ ) gewählt werden, wenn zuvor mit langem Drücken der Taste **I/II-AV/At (42)** von **Spannungs-** auf **Zeit/Frequenz-Messung** umgeschaltet wurde. Dann wird im Readout „At...“ oder „f...“ angezeigt.

### **Achtung:**

**i Bei XY-Betrieb ist diese Funktion abgeschaltet und I weder eine Zeit-noch eine Frequenz-Messung möglich.**

## **(41)TRK**

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß kein **CT (KOMponenten TEST)** -Betrieb vorliegt und das **READOUT** eingeschaltet ist. Außerdem müssen die **CURSOR-Linien** angezeigt werden.

Um Messungen mit Hilfe der Cursoren vornehmen zu können, muß die Position der Cursorlinien separat und gemeinsam einstellbar sein. Die Positionseinstellung der

aktiv geschalteten **CURSOR-Linie(n)** erfolgt mit der **"CURSOR"-Wipptaste** (43).

**Mit gleichzeitigem kurzen Drücken** beider Tasten **ON/OFF - CHI/II - 1/At (40)** und **AV/At - I/II (42)** kann bestimmt werden, ob nur eine **CURSOR-Linie** oder beide - Linien (**TRK = track**) aktiv geschaltet sind.

Werden beide **CURSOR** als nicht unterbrochene Linien angezeigt, erfolgt die **CURSOR-Steuerung** mit eingeschalteter **TRK-Funktion**. Mit der **CURSOR-Wipptaste** (43) lassen sich dann beide Linien gleichzeitig beeinflussen.

## **(42) I/II - AV/At**

Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß **CT (KOMponenten TEST)** -Betrieb nicht vorliegt und das **READOUT** eingeschaltet ist. Die **CURSOR-Linien** müssen sichtbar sein (Taste (40) **ON**).

### **I/II:**

Mit jedem **kurzen Tastendruck** wird zwischen **CURSOR I** und **II** gewählt. Der „aktive“ **CURSOR** wird als eine nicht unterbrochene „Linie“ angezeigt. Diese wird aus vielen einzelnen Punkten gebildet. Der nicht-aktive Cursor zeigt Lücken in der Punktierung.

Die Positionseinstellung der aktiv geschalteten **CURSOR-Linie** wird mit der **"CURSOR"-Wipptaste** (43) vorgenommen.

Werden beide **CURSOR-Linien** als aktiv angezeigt, liegt **TRK (41)** Bedienung vor und die **I/II -Umschaltung** ist wirkungslos. Siehe Punkt (41).

### **AV/At:**

Mit einem langen Tastendruck kann zwischen **AV** (Spannungs-Messung) und **At** (Zeit-/Frequenzmessung) umgeschaltet werden, sofern nicht **XY-Betrieb** vorliegt. Weil bei **XY-Betrieb** die Zeitbasis abgeschaltet ist, sind **Zeit-** bzw. **Frequenzmessungen** nicht möglich.

### **AV:**

Bei **Spannungsmessungen** muß das Teilungsverhältnis des/der **Tasteteiler(s)** berücksichtigt werden. Zeigt das Readout kein **Tastkopfsymbol** an (1:1) und wird mit einem **100:1 Teiler** gemessen, muß der im Readout abgelesene Spannungswert mit **100** multipliziert werden. Im Falle von **10:1 Teistellern** kann das Teilungsverhältnis automatisch berücksichtigt werden (**siehe Punkt (32) und (36)**).

**1** Zeitbasisbetrieb (**CHI** bzw. **CHII** Einkanalbetrieb, **DUAL** und **ADD**).

Bei **AV** (Spannungs)-Messung verlaufen die **CURSOR-Linien** horizontal. Die **Spannungsanzeige** im **READOUT** bezieht sich auf den **Y-Ablenkkoeffizienten** des Kanals und den **Abstand** zwischen den **CURSOR-Linien**.

### **Einkanalbetrieb (CHI oder CHII):**

Wird nur **Kanal I** oder **II** betrieben, können die **CURSOR** nur einem Signal zugeordnet werden. Die **Anzeige** des Meßergebnisses ist dabei automatisch mit dem **Y-Ablenkkoeffizienten** des eingeschalteten Kanals verknüpft und wird im **READOUT** angezeigt.

**Y-Ablenkkoeffizient** kalibriert: "AV1:..." oder "AV2:..."

**Y-Ablenkkoeffizient** unkalibriert: "AV1>..." oder "AV2>..."



**Zweikanalbetrieb (DUAL):**

Nur im DUAL-Betrieb besteht die Notwendigkeit, zwischen den möglicherweise unterschiedlichen Ablenkkoeffizienten von Kanal I und II, zu wählen. Siehe **CHI/II** unter Punkt ( ). Außerdem muß darauf geachtet werden, daß die **CURSOR-Linien** auf das an diesem Kanal anliegende Signal gelegt werden.

Das Meßergebnis wird durch das Readout mit "AV1:..." oder "AV2:..." angezeigt, wenn die Y-Ablenkkoeffizienten kalibriert sind.

Wird mit unkalibrierten Ablenkkoeffizienten (Readout z.B. "Y1>...") gemessen, kann kein exaktes Meßergebnis angezeigt werden. Das Readout zeigt dann: "AV1>..." oder "AV2>...".

**Additionsbetrieb (ADD):**

In dieser Betriebsart wird die Summe oder die Differenz von zwei an den Eingängen anliegenden Signalen als ein Signal dargestellt.

Die Y-Ablenkkoeffizienten beider Kanäle müssen dabei gleich sein. Im **READOUT** wird dann „AV...“ angezeigt. Bei unterschiedlichen Y-Ablenkkoeffizienten zeigt das READOUT „Y1 <> Y2“ an.

**2. XY-Betrieb:**

Gegenüber dem DUAL-Betrieb gibt es bezüglich der Spannungsmessung mit **CURSOR-Linien** einige Abweichungen.

Wird das an Kanal I (**CHI (HOR.INP. (X))**) anliegende Signal gemessen, werden die **CURSOR** als vertikal verlaufende Linien angezeigt. Die Spannung wird dabei im READOUT mit „AVX...“ angezeigt.

Bezieht sich die Messung auf Kanal II (Y), werden die **CURSOR** als waagerechte Linien dargestellt und das READOUT zeigt „AVY...“ an.

At:

Liegt weder XY- noch CT (KOMPONENTEN TEST)-Betrieb vor, kann mit einem **langen Tastendruck** auf Zeit bzw. Frequenzmessung umgeschaltet werden. Die Umschaltung zwischen Zeit- und Frequenz-Messung kann mit der Taste "ON/OFF - CHI/II - 1/At" (40) vorgenommen werden. Im Readout wird dann entweder "At...", oder "f..." angezeigt. Bei unkalibrierter Zeitbasis wird "At>..." bzw. "f<..." angezeigt.

Die Messung und das daraus resultierende Meßergebnis bezieht sich auf die Signaldarstellung.

**(43) CURSOR -**

Wipptaste steuert die vertikale bzw. horizontale Position des aktiven Cursors. Die Bewegungsrichtung entspricht dem jeweiligen Symbol.

Die Positionsänderung des Cursors kann schnell oder langsam erfolgen; je nachdem ob die Wipptaste nur ein wenig oder ganz nach links bzw. rechts gedrückt wird.

**(44) CAL** Drucktaste mit zugeordneter konzentrischer Buchse.

Entsprechend den Symbolen auf der Frontplatte, kann bei ausgerasteter Taste ein Rechtecksignal von ca. 1 kHz

mit einer Amplitude von  $0,2V_{ss}$  entnommen werden. Mit eingerasteter Taste ändert sich die Frequenz auf ca. 1MHz. Beide Signale dienen der Frequenzkompensation von 10:1 Tastteilern. Das Tastverhältnis ist für diesen Verwendungszweck von untergeordneter Bedeutung.

**(45) CT** - Drucktaste und 4 mm Bananenstecker-Buchse. Mit dem Betätigen der CT- (Komponententester) Taste kann zwischen Oszilloskop- und Komponententester-Betrieb gewählt werden. **Siehe Komponenten-Test.**

Bei Komponententester-Betrieb zeigt das Readout nur noch "CT" an. Alle Bedienelemente und LED-Anzeigen außer **"INTEIMS" (4), "READ OUT"-Taste ( ), LED "A" bzw. "RO" (4), "TR" (5) und "FOCUS" (6)** sind abgeschaltet.

Die Prüfung von elektronischen Bauelementen erfolgt zweipolig. Dabei wird ein Anschluß des Bauelements mit der 4mm Buchse, welche sich neben der CT-Taste befindet, verbunden. Der zweite Anschluß erfolgt über die Massebuchse ( ).

Die letzten Betriebsbedingungen des Oszilloskopbetriebs liegen wieder vor, wenn der Komponententester abgeschaltet wird.

**Menü**

Das Oszilloskop verfügt auch über mehrere Menüs. Im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" ist die Bedienung unter **PRINT/MENÜ** (39) beschrieben.

Folgende Menüs, Untermenüs und Menüpunkte stehen zur Verfügung:

**1. MAIN MENÜ****CALIBRATE**

Informationen über das „CALIBRATION“-Menü können dem Abschnitt „Abgleich“ entnommen werden.

**1 2 SETUP**

Das „SETUP“-Menu ermöglicht dem Anwender, Änderungen vorzunehmen, die das Verhalten des Oszilloskops betreffen.

Das SETUP-Menü bietet die Untermenüs **Miscellaneous und Factory an:**

**1.2.1 Miscellaneous** (Verschiedenes) mit den Menüpunkten:

... **CONTROL BEEP ON/OFF.** In der OFF-Stellung werden die Signaltöne abgeschaltet, welche sonst beim Betätigen von Bedienelementen ertönen.

... **ERROR BEEP ON/OFF.** Signaltöne, mit denen sonst Fehlbedienungen signalisiert werden, sind in der OFF Stellung abgeschaltet.

Nach dem Einschalten des Oszilloskops werden CONTROLS BEEP und ERROR BEEP immer auf ON gesetzt.

... **QUICK START ON/OFF.** In Stellung ON ist daß Oszilloskop nach kurzer Zeit sofort einsatzbereit, ohne das nach dem Einschalten erst das HAMEG-Logo angezeigt wird.

... **DC REF ON/OFF.** Ist ON eingeschaltet und liegt Yt (Zeitbasis) Betrieb vor, wird im Readout ein "L"-Symbol sichtbar. Das Symbol zeigt die 0 Volt Referenzposition und erleichtert die Bestimmung von Gleichspannungen bzw. Gleichspannungsanteilen.

Änderungen vorbehalten

## Inbetriebnahme und Voreinstellungen

---

**1.2.1.5 TRIG SYMBOL ON/OFF.** In den meisten Yt- (Zeitbasis) Betriebsarten wird mit dem Readout ein Triggerpunktsymbol angezeigt. Das Symbol wird in Stellung OFF nicht angezeigt. Feinheiten der Signaldarstellung, die sonst durch das Triggerpunktsymbol verdeckt werden, lassen sich dann besser erkennen.

**1.2.2 Factory** (Fabrik) bietet folgende Menüpunkte:

. . . **LOAD SR DEFAULT.** Diese Funktion bewirkt das Überschreiben aller Speicherplätze, die Geräteeinstellungen enthalten (SR = SAVE/RECALL). Anschließend sind alle Speicherplätze mit folgenden Einstellungen belegt: Einkanalbetrieb CH 1 („Y1:500mV~“), Zeitbasisbetrieb („T:100js“) und automatische Spitzenwerttriggerung (Triggerquelle: Kanal I) mit AC-Triggerkopplung.

**1.2.2.2 RESTORE FACTORY DEFAULT** Wurde versehentlich ein Abgleich im CALIBRATE MENÜ durchgeführt und anschließend nicht mit OVERWRITE FACTORY DEFAULT gespeichert, kann der Werksabgleich mit dieser Funktion wieder aktiviert werden.

**1.2.2.3 OVERWRITE FACTORY DEFAULT**

**f Vorsicht!**

**^**  
**| Mit dem Aufrufen dieser Funktion wird der Werksabgleich mit neuen Daten überschrieben. Der Werksabgleich geht damit verloren und kann mit RESTORE FACTORY DEFAULT nicht mehr zurückgerufen werden.**

---

Diese Funktion ist nur für Fälle gedacht, in denen mit geeigneten, sehr teuren Geräten ein „0% Fehler“- Abgleich durchgeführt werden kann (z.B. für extreme Umgebungsbedingungen).

**1.3 HO79** (wird nur angezeigt, wenn das Interface mit dem Oszilloskop verbunden ist). Weitere Informationen sind dem Handbuch, das dem Interface HO79-6 beiliegt, zu entnehmen.

# Triggerung und Zeitablenkung

---

## Triggerung und Zeitablenkung

Die für diese Funktionen wichtigsten Bedienelemente befinden sich rechts von den VOLTS/DIV.-Drehknöpfen. Sie sind im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" beschrieben.

Die zeitliche Änderung einer zu messenden Spannung (Wechselspannung) ist im Yt-Betrieb darstellbar. Hierbei lenkt das Meßsignal den Elektronenstrahl in Y-Richtung ab, während der Zeitablenkgenerator den Elektronenstrahl mit einer konstanten, aber wählbaren Geschwindigkeit von links nach rechts über den Bildschirm bewegt (Zeitablenkung).

Im allgemeinen werden sich periodisch wiederholende Spannungsverläufe mit sich periodisch wiederholender Zeitablenkung dargestellt. Um eine "stehende" auswertbare Darstellung zu erhalten, darf der jeweils nächste Start der Zeitablenkung nur dann erfolgen, wenn die gleiche Position (Spannungshöhe und Flankenrichtung) des Signalverlaufes vorliegt, an dem die Zeitablenkung auch zuvor ausgelöst (getriggert) wurde.

---

***Eine Gleichspannung kann folglich nicht getriggert werden, was aber auch nicht erforderlich ist, da eine zeitliche Änderung nicht erfolgt.***

I

Die Triggerung kann durch das Meßsignal selbst (interne Triggerung) oder durch eine extern zugeführte, mit dem Meßsignal synchrone, Spannung erfolgen (externe Triggerung). Die Triggerspannung muß eine gewisse Mindestamplitude haben, damit die Triggerung überhaupt einsetzt. Diesen Wert nennt man Triggerschwelle. Sie wird mit einem Sinussignal bestimmt. Wird die Triggerspannung intern dem Meßsignal entnommen, kann als Triggerschwelle die vertikale Bildschirmhöhe in mm angegeben werden, bei der die Triggerung gerade einsetzt und das Signalbild stabil steht. Die interne Triggerschwelle ist mit <5mm spezifiziert. Wird die Triggerspannung extern zugeführt, ist sie an der entsprechenden Buchse in  $V_{ss}$  zu messen. In gewissen Grenzen kann die Triggerspannung viel höher sein als an der Triggerschwelle. Im allgemeinen sollte der 20fache Wert nicht überschritten werden.

Das Oszilloskop hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

### Automatische Spitzenwert-Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen NM - AT (15), LEVEL(17) und TRIG. MODE (26) unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Mit dem Betätigen der **AUTO SET** -Taste wird automatisch diese Triggerart eingeschaltet. Bei DC-Triggerkopplung und bei alternierender Triggerung wird die Spitzenwerterfassung automatisch abgeschaltet; die Funktion der Trigger-Automatik bleibt dabei erhalten.

Die Zeitablenkung wird bei automatischer Spitzenwert-Triggerung auch dann periodisch ausgelöst, wenn keine

Meßwechselspannung oder externe Triggerwechselspannung anliegt. Ohne Meßwechselspannung sieht man dann eine Zeitlinie (von der ungetriggerten, also freilaufenden Zeitablenkung), die auch eine Gleichspannung anzeigen kann.

Bei anliegender Meßspannung beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei immer sichtbarem Strahl.

Der Triggerpegel-Einsteller ist bei automatischer Spitzenwert-Triggerung wirksam. Sein Einstellbereich stellt sich automatisch auf die Spitze-Spitze-Amplitude des gerade angelegten Signals ein und wird damit unabhängiger von der Signal-Amplitude und -Form.

Beispielsweise darf sich das Tastverhältnis von rechteckförmigen Spannungen zwischen 1 : 1 und ca. 100 : 1 ändern, ohne daß die Triggerung ausfällt.

Es ist dabei unter Umständen erforderlich, daß der **Triggerpegel-Einsteller** fast an das Einstellbereichsende zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den **Triggerpegel-Einsteller** anders einzustellen.

Diese Einfachheit der Bedienung empfiehlt die automatische Spitzenwert-Triggerung für alle unkomplizierten Meßaufgaben. Sie ist aber auch die geeignete Betriebsart für den „Einstieg“ bei diffizilen Meßproblemen, nämlich dann, wenn das Meßsignal selbst in Bezug auf Amplitude, Frequenz oder Form noch weitgehend unbekannt ist.

Die automatische Spitzenwert-Triggerung ist unabhängig von der Triggerquelle und ist, sowohl bei interner wie auch externer Triggerung anwendbar. Sie arbeitet oberhalb 20Hz.

## Normaltriggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen NM - AT (15), LEVEL(17)undTRIG. MODE (26)unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Feinsteinstellung (**VAR.**) und die HOLDOFF-Zeiteinstellung.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf den Analogbetrieb. Im Digitalbetrieb vorliegende Abweichungen sind in den zuvor erwähnten Absätzen unter „Bedienelemente und Readout“ beschrieben.

***Mit Normaltriggerung und passender Triggerpegel-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalfanke erfolgen. Der mit dem Triggerpegel-Knopf erfassbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals.***

Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl. Bei falscher Triggerpegel-Einstellung und/oder bei fehlendem Triggersignal wird die Zeitbasis nicht gestartet und es erfolgt keine Strahldarstellung. Mit Normaltriggerung sind auch komplizierte Signale triggerbar. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten, die u.U. erst bei gefühlvollem Drehen des Triggerpegel-Einstellers gefunden werden.

## Flankenrichtung

Die mit der Drucktaste (15) eingestellte (Trigger-) Flankenrichtung wird im Readout angezeigt. Siehe auch "Bedienelemente und Readout". Die Flankenrichtungseinstellung wird durch **AUTO SET** nicht beeinflusst.

Änderungen vorbehalten

Die Triggerung kann bei automatischer und bei Normaltriggerung wahlweise mit einer steigenden oder einer fallenden Triggerspannungsflanke einsetzen. Steigende Flanken liegen vor, wenn Spannungen, vom negativen Potential kommend, zum positiven Potential ansteigen. Das hat mit Null- oder Massepotential und absoluten Spannungswerten nichts zu tun. Die positive Flankenrichtung kann auch im negativen Teil einer Signalkurve liegen. Eine fallende Flanke löst die Triggerung sinngemäß aus. Dies gilt bei automatischer und bei Normaltriggerung.

## Triggerkopplung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen NM - AT (15),LEVEL(17)undTRIG. MODE(26)unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Mit **AUTO SET** wird immer auf AC-Triggerkopplung geschaltet. Die Durchlaß-Frequenzbereiche der Triggerkopplungsarten sind dem "Datenblatt" entnehmbar. Bei interner DC- oder LF-Triggerkopplung sollte immer mit Normaltriggerung und Triggerpegel-Einstellung gearbeitet werden.

Die Ankopplungsart und der daraus resultierende Durchlaß-Frequenzbereich des Triggersignals können mit der Triggerkopplung bestimmt werden.

**AC:** Ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb und oberhalb des Durchlaß-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

**DC:** Bei DC-Triggerung gibt es keine untere Frequenzbereichsgrenze, da das Triggersignal galvanisch an die Trigger-einrichtung angekoppelt wird. Diese Triggerkopplung ist dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten PegelwertdesMeßsignalsgetriggert werden soll, oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.

**HF:** Der Durchlaß-Frequenzbereich in dieser Triggerkopplungsart entspricht einem Hochpaß. HF-Triggerkopplung ist für alle hochfrequenten Signale günstig. Gleichspannungsschwankungen und tieffrequentes (Funkel-) Rauschen der Triggerspannung werden unterdrückt, was sich günstig auf die Stabilität der Triggerung auswirkt.

**LF:** Mit LF-Triggerkopplung liegt Tiefpaßverhalten vor. In Verbindung mit Normaltriggerung gibt es wie bei DC-Triggerkopplung keine untere Grenze des Durchlaß-Frequenzbereiches (galvanische Kopplung). In Kombination mit automatischer (Spitzenwert) Triggerung wird das Triggersignal bei LF-Triggerkopplung über einen Kondensator angekoppelt. Dadurch gibt es eine untere Grenzfrequenz, die aber unter der Wiederholfrequenz der Triggerautomatik liegt und deshalb nicht stört.

Die LF-Triggerkopplung ist häufig für niederfrequente Signale besser geeignet als die DC-Triggerkopplung, weil Rauschgrößen innerhalb der Triggerspannung stark unterdrückt werden. Das vermeidet oder verringert im Grenzfall Jittern oder Doppelschreiben, insbesondere bei sehr kleinen Eingangsspannungen. Oberhalb des Durchlaß-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

**TVL** (TV-Zeile): siehe folgenden Absatz, TV (Zeilensynchronimpuls-Triggerung)

**TVF** (TV-Bild): siehe folgenden Absatz, TV (Bildsynchronimpuls-Triggerung)

# Triggerung und Zeitablenkung

~ (LINE - Netztriggerung): siehe Absatz "Netztriggerung"

## TV (Videosignal-Triggerung)

Mit der Umschaltung auf TVL oder TVF wird der TV-Synchronimpuls-Separator wirksam. Er trennt die Synchronimpulse vom Bildinhalt und ermöglicht eine von Bildinhaltsänderungen unabhängige Triggerung von Videosignalen.

Abhängig vom Meßpunkt sind Videosignale (FBAS- bzw. BAS-Signale = Farb-Bild-Austast-Synchron-Signale) als positiv oder negativ gerichtetes Signal zu messen. Nur bei richtiger Einstellung der (Trigger-) Flankenrichtung werden die Synchronimpulse vom Bildinhalt getrennt. Die Flankenrichtung der Vorderflanke der Synchronimpulse ist für die Einstellung der Flankenrichtung maßgebend; dabei darf die Signaldarstellung nicht invertiert sein. Ist die Spannung der Synchronimpulse am Meßpunkt positiver als der Bildinhalt, muß steigende Flankenrichtung gewählt werden. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorderflanke fallend. Dann muß die fallende Flankenrichtung gewählt werden. Bei falscher Flankenrichtungswahl erfolgt die Darstellung unstabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst.

Die Videosignaltriggerung sollte mit automatischer Triggerung erfolgen. Bei interner Triggerung muß die Signalthöhe der Synchronimpulse mindestens 5mm betragen.

Das Synchronsignal besteht aus Zeilen- und Bildsynchronimpulsen, die sich unter anderem auch durch ihre Pulsdauer unterscheiden. Sie beträgt bei Zeilensynchronimpulsen ca. 5µs im zeitlichen Abstand von 64µs. Bildsynchronimpulse bestehen aus mehreren Pulsen, die jeweils ca. 28µs lang sind und mit jedem Halbbildwechsel im Abstand von 20ms vorkommen. Beide Synchronimpulsarten unterscheiden sich somit durch ihre Zeitdauer und durch ihre Wiederholfrequenz. Es kann sowohl mit Zeilen- als auch mit Bildsynchronimpulsen getriggert werden.

## Bildsynchronimpuls-Triggerung

**Achtung: Bei Bildsynchronimpuls-Triggerung in Verbindung mit geschaltetem Igechoppten) DUAL-Betrieb können in der Signaldarstellung Interferenzstörungen sichtbar werden. Es sollte dann auf alternierenden DUAL-Betrieb umgeschaltet werden. Unter Umständen sollte auch das Readout abgeschaltet werden.**

Es ist ein dem Meßzweck entsprechender Zeit-Ablenkoeffizient im TIME / DIV.-Feld zu wählen. Bei der 2ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt. Am linken Bildrand ist ein Teil der auslösenden Bildsynchronimpulsfolge und am rechten Bildschirmrand der aus mehreren Pulsen bestehende Bildsynchronimpuls für das nächste Halbbild zu sehen. Das nächste Halbbild wird unter diesen Bedingungen nicht dargestellt. Der diesem Halbbild folgende Bildsynchronimpuls löst erneut die Triggerung und die Darstellung aus. Ist die kleinste HOLDOFF-Zeit eingestellt, **wird unter diesen Bedingungen jedes 2. Halbbild angezeigt.** Auf welches Halbbild getriggert wird unterliegt dem Zufall.

Durch kurzzeitiges Unterbrechen der Triggerung kann auch zufällig auf das andere Halbbild getriggert werden. Eine Dehnung der Darstellung kann durch Einschalten der X-MAG. x10 Funktion erreicht werden; damit werden einzelne Zeilen erkennbar. Vom Bildsynchronimpuls ausgehend kann eine X-Dehnung auch mit dem TIME/DIV.-Knopf vorgenommen werden. Es ist aber zu beachten, daß sich daraus eine scheinbar ungetriggerte Darstellung ergibt, weil dann jedes Halbbild die

Triggerung auslöst. Das ist bedingt durch den Versatz (1/2 Zeile) zwischen beiden Halbbildern.

## Zeilensynchronimpuls-Triggerung

Die Zeilensynchronimpuls-Triggerung kann durch jeden Synchronimpuls erfolgen. Um einzelne Zeilen darstellen zu können, ist die TIME/DIV.-Einstellung von 10µs/div. empfehlenswert. Es werden dann ca. 1/2 Zeilen sichtbar. Im allgemeinen hat das komplette Videosignal einen starken Gleichspannungsanteil. Bei konstantem Bildinhalt (z.B. Testbild oder Farbbalkengenerator) kann der Gleichspannungsanteil ohne weiteres durch **AC-Eingangskopplung** des Oszilloskop-Verstärkers unterdrückt werden.

Bei wechselndem Bildinhalt (z.B. normales Programm) empfiehlt sich aber **DC-Eingangskopplung**, weil das Signalbild sonst mit jeder Bildinhaltsänderung die vertikale Lage auf dem Bildschirm ändert. Mit dem **Y-Positionseinsteller** kann der Gleichspannungsanteil immer so kompensiert werden, daß das Signalbild in der Bildschirmrasterfläche liegt.

Die Sync-Separator-Schaltung wirkt ebenso bei externer Triggerung. Selbstverständlich muß der Spannungsbereich (**siehe "Datenblatt"**) für die externe Triggerung eingehalten werden. Ferner ist auf die richtige Flankenrichtung zu achten, die bei externer Triggerung nicht unbedingt mit der Richtung des (am Y-Eingang anliegenden) Signal-Synchronimpulses übereinstimmen muß. Beides kann leicht kontrolliert werden, wenn die externe Triggerspannung selbst erst einmal (bei interner Triggerung) dargestellt wird.

## Netztriggerung

Diese Triggerart liegt vor, wenn die ~ -LED (26) leuchtet. Bei Netztriggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht im Readout angezeigt. Zur Triggerung mit Netzfrequenz wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/ 60Hz) genutzt.

Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls in gewissen Grenzen für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung.

Im Gegensatz zur üblichen, flankenrichtungsbezogenen Triggerung, wird bei Netztriggerung mit der Flankenrichtungs-umschaltung zwischen der positiven und der negativen Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen) und nicht die Flankenrichtung. Der Triggerpegel kann mit dem dafür vorgesehenen Einsteller über einen gewissen Bereich der gewählten Halbwelle verschoben werden.

Netzfrequente magnetische Einstreuungen in eine Schaltung können mit einer Spulensonde nach Richtung (Ort) und Amplitude untersucht werden. Die Spule sollte zweckmäßig mit möglichst vielen Windungen dünnen Lackdrahtes auf einen kleinen Spulenkörper gewickelt und über ein geschirmtes Kabel an einen BNC-Stecker (für den Oszilloskop-Eingang) angeschlossen werden. Zwischen Stecker- und Kabel-Innenleiter ist ein kleiner Widerstand von mindestens 100Ω einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außen statisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlußwindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Meßort feststellen.

---

## Alternierende Triggerung

Diese Triggerart kann mit der **TRIG.** -Taste (23) eingeschaltet werden. Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht im Readout angezeigt. *Siehe "Bedienelemente und Readout".*

Die alternierende Triggerung ist dann sinnvoll einsetzbar, wenn die getriggerte Darstellung von zwei Signalen, die asynchron zueinander sind, erfolgen soll. Die alternierende Triggerung kann nur dann richtig arbeiten, wenn die Kanalschaltung alternierend erfolgt. Mit alternierender Triggerung kann eine Phasendifferenz zwischen beiden Eingangssignalen nicht mehr ermittelt werden. Zur Vermeidung von Triggerproblemen, bedingt durch Gleichspannungsanteile, ist AC-Eingangskopplung für beide Kanäle empfehlenswert. Die interne Triggerquelle wird bei alternierender Triggerung entsprechend der alternierenden Kanalschaltung nach jedem Zeitablenkvorgang umgeschaltet. Daher muß die Amplitude beider Signale für die Triggerung ausreichen.

## Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der **TRIG.** -Taste (23) eingeschaltet. Mit der Umschaltung auf diese Triggerart wird das Triggerpegel-Symbol abgeschaltet. Mit dem Einschalten dieser Triggerart wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die entsprechende BNC-Buchse kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine Spannung von  $0,3V_{SS}$  bis  $3V_{SS}$  zur Verfügung steht, die synchron zum Meßsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Meßsignal haben. Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Meßfrequenz möglich; Phasenstarreheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, daß Meßsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B.  $180^\circ$  wirkt sich dann so aus, daß trotz positiver (Trigger) Flankenwahl die Darstellung des Meßsignals mit einer negativen Flanke beginnt.

**Die maximale Eingangsspannung an der BNC-Buchse beträgt 100V (DC+Spitze AC).**

## Triggeranzeige „TR“

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die LED-Anzeige, die unter Punkt (16) im Absatz "Bedienelemente und Readout" aufgeführt ist. Sowohl bei automatischer- (AT) wie auch bei Normal- (NM) Triggerung wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die TR-LED angezeigt. Sie leuchtet wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muß in ausreichender Amplitude (Triggerschwelle) am Triggerkomparator anliegen.
2. Die Referenzspannung am Komparator (Triggerpegel) muß es ermöglichen, daß Signalfanken den Triggerpegel unter- und überschreiten.

Dann stehen Triggerimpulse am Komparatorausgang für den Start der Zeitbasis und für die Triggeranzeige zur Verfügung. Die Triggeranzeige erleichtert die Einstellung und Kontrolle der Triggerbedingungen, insbesondere bei sehr niederfrequenten (Normal-Triggerung verwenden) oder sehr kurzen impuls-förmigen Signalen.

Die triggerauslösenden Impulse werden durch die Triggeranzeige ca. 100ms lang gespeichert und angezeigt. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der LED mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt dann die Anzeige nicht nur beim Start der Zeitablenkung am linken Bildschirmrand auf, sondern - bei Darstellung mehrerer Kurvenzüge auf dem Schirm - bei jedem Kurvenzug.

Änderungen vorbehalten

### Speicherbetrieb

#### ***Gegenüber dem Analog-Oszilloskop-Betrieb bietet der Digital-Betrieb grundsätzlich folgende Vorteile:***

Einmalig auftretende Ereignisse sind leicht erfaßbar. Niederfrequente Signale können problemlos als vollständiger Kurvenzug dargestellt werden. Höherfrequente Signale mit niedriger Wiederholfrequenz rufen keinen Abfall der Darstellungshelligkeit hervor. Erfasste Signale können relativ einfach dokumentiert bzw. weiterverarbeitet werden.

#### ***Gegenüber dem Analog-Oszilloskop-Betrieb gibt es aber auch Nachteile:***

Die schlechtere Y- und X-Auflösung und die niedrigere Signalerfassungshäufigkeit. Außerdem ist die maximal darstellbare Signalfrequenz abhängig von der Zeitbasis. Bei zu niedriger Abtastrate können sogenannte „Alias“-Signaldarstellungen (aliasing) erfolgen, die ein nicht in dieser Form existierendes Signal zeigen.

Der Analog-Betrieb ist bezüglich der Originaltreue der Signaldarstellung unübertroffen. Mit der Kombination von Analog- und Digital-Oszilloskop bietet HAMEG dem Anwender die Möglichkeit, abhängig von der jeweiligen Meßaufgabe, die jeweils geeignetere Betriebsart zu wählen.

Der **HM407** verfügt über zwei 8-Bit A/D-Wandler. Außer bei Einzelereigniserfassung im DUAL-Betrieb mit maximal 40MS/S, beträgt die maximale Abtastrate in allen anderen Digital-Betriebsarten 100MS/S ( $XY = 40MS/S$ ), wenn der kleinste Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt wurde.

Bei der Signalerfassung besteht prinzipiell kein Unterschied zwischen der Erfassung repetierender (sich ständig wiederholender) Signale und dem Aufzeichnen einmaliger Ereignisse. Die Signaldarstellung erfolgt immer mit einer linearen Punktverbindung (Dot Join) der Abtastpunkte. Alle im Digital-Speicher-Betrieb erfaßten und gespeicherten Signaldaten können über die RS232 Schnittstelle zur Dokumentation abgerufen werden. *Diesbezügliche Informationen sind dem Abschnitt „RS232-Interface“ zu entnehmen.*

## Signal-Erfassungsarten

Im Speicherbetrieb können Signale in 6 Betriebsarten erfaßt bzw. dargestellt werden:

REFRESH-Betrieb(RFR-LED leuchtet, Readout zeigt RFR an), ENVELOPE-Betrieb (ENV-LED leuchtet, Readout zeigt ENV an), AVERAGE-Betrieb(AVM-LED leuchtet, Readout zeigt AV... an), ROLL-Betrieb(ROL-LED leuchtet, Readout zeigt ROL an), SINGLE-Betrieb (SGL-LED leuchtet, Readout zeigt SGL an) und XY-Betrieb (RFR-LED leuchtet, Readout zeigt XY an).

Die Signalerfassung wird im SINGLE-, REFRESH-, ENVELOPE- und AVERAGE-Betrieb durch die Triggerung ausgelöst, während sie im ROLL- und XY-Betrieb triggerunabhängig (ungetriggert) erfolgt. Der REFRESH-Betrieb entspricht bezüglich der Darstellung dem gewohnten Verhalten eines Analog-Oszilloskops. Durch die Triggerung ausgelöst, erfolgt ein „Schreibvorgang“, der am linken Bildrand beginnt (0% Pretrigger) und am rechten Rand endet. Ein darauf folgendes Triggerereignis startet erneut die Datenerfassung und überschreibt die Daten des vorherigen Abtastzyklus. Bei automatischer Triggerung und ohne anliegendes Signal wird die Y-Strahlposition aufgezeichnet. Liegt ein Signal an, dessen Signalfrequenz kleiner als die Wiederholfrequenz der Triggerautomatik ist, erfolgt - wie im Analogoszilloskop-Betrieb - eine ungetriggerte Darstellung. Im Gegensatz dazu wird bei Normaltriggerung ohne Triggersignal keine neue Aufzeichnung gestartet. Anders als im Analogoszilloskop-Betrieb bleibt der Bildschirm dann nicht dunkel, sondern zeigt die letzte Aufzeichnung so lange, bis ein erneutes Auslösen der Triggerung eine neue Aufzeichnung bewirkt.

Die Betriebsarten Average (AVM) und Envelope (ENV) sind Unterbetriebsarten des Refreshbetriebs (siehe „Bedienelemente und Readout“).

Im SINGLE-Betrieb können einmalige Ereignisse aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung beginnt, wenn die SGL- (SINGLE) LED und die RES- (RESET) LED leuchten. Nach Auslösen der Triggerung und dem Ende der Aufzeichnung erlischt die RESET-LED.

Um ein ungewolltes Auslösen von Signalaufzeichnungen durch die Triggerautomatik zu verhindern, wird automatisch auf Normaltriggerung umgeschaltet. Mit dem Y-POS -Einsteller kann das 0 Volt Symbol ( ) auf eine geeignete Rasterposition gestellt werden.

Anschließend kann das Triggerpunkt-Symbol mit dem LEVEL-Einsteller ober- oder unterhalb der 0 Volt Position eingestellt werden. Ist seine Position 2 Division oberhalb der vorher bestimmten 0 Volt Position festgelegt, erfolgt die Triggerung mit einer Eingangsspannung, die diesen Wert (2 Division) über- oder unterschreitet (Flankenrichtung). Die Höhe der benötigten Eingangsspannung hängt dann nur noch vom Y-Ablenkoeffizienten und dem Tastteiler ab.

[ *Beispiel:*  
i Triggerpunkt 2 div. über 0 Volt, Volt/Division und 10:1  
I Tastteiler = +20 Volt.

ROLL-Betrieb: Siehe ROL unter Punkt (7) im Abschnitt

„Bedienelemente und Readout“.

## Speicherauflösung

### Vertikalauflösung

Die im Speicherteil eingesetzten 8 Bit Analog-/Digital-Wandler ermöglichen 256 unterschiedliche Strahlpositionen (Vertikalaufklärung). Die Darstellung auf dem Schirmbild erfolgt so, daß

die Auflösung 25 Punkte/cm beträgt. Dadurch ergeben sich Vorteile bei der Signal-Darstellung, -Dokumentation und -Nachverarbeitung (Dezimalbrüche).

Geringfügige, die Y-Position und -Amplitude betreffende, Abweichungen zwischen der Darstellung auf dem Bildschirm (analog) und der digitalen Dokumentation (z.B. Drucker) sind unvermeidlich. Sie resultieren aus unterschiedlichen Toleranzen, welche die zur Schirmbilddarstellung benötigten Analogschaltungen betreffen. Die Strahlpositionen sind wie folgt definiert:

Mittlerehorizontale Rasterlinie	=10000000b	= 80h	=128d
Oberste	=11100100b	= E4h	= 228d
Unterste	=00011100b	= 1Ch	= 28d

Im Gegensatz zum Analogoszilloskop-Betrieb, mit seiner theoretisch unendlichen Y-Auflösung, ist sie im Digital-Speicheroszilloskop Betrieb auf 25 Punkte/cm begrenzt. Dem Meßsignal überlagertes Rauschen führt dazu, daß, besonders dann, wenn die Y-Position kritisch eingestellt ist, sich bei der A/D-Wandlung das geringwertigste Bit (LSB) ständig ändert.

### Horizontalaufklärung

Es können maximal 3 Signaldarstellungen gleichzeitig auf dem Bildschirm erfolgen (2 Kanäle bei DUAL-Betrieb und 1 Referenzsignal). Jede Signaldarstellung besteht aus 2048 Byte (Punkten). Dabei werden 2000 Punkte über 10 Rasterteilungen (Division) dargestellt. Somit beträgt die Auflösung 200 Punkte pro Teilung.

Gegenüber nur Digital-Oszilloskopen mit VGA-(50 Punkte/div.) oder LCD- (25 Punkte/div.) Anzeige ergibt sich daraus nicht nur eine 4 bzw. 5fach bessere X-Auflösung, auch die maximal erfaßbare Signalfrequenz ist in jeder Zeitbasisstellung 4 bzw. 5fach höher. Damit werden auch höherfrequente Signalanteile, die relativ niederfrequenten Signalen überlagert sind, noch erfaßbar. Beispiel: Es soll eine Signalperiode eines 50Hz Sinussignals dargestellt werden. Der Zeit-Ablenkoeffizient muß dabei 2ms/div. betragen. Im Vergleich ergeben sich folgende Abtastraten und daraus resultierend die maximal erfaßbaren Signalfrequenzen.

Punkte/div	Abtastintervall	Abtastrate	Signalfreq.
	2ms/200 = 10ps	100kS/s	10kHz
	2ms/50 = 40ns	25kS/s	2,5kHz
	2ms/25 = 80ns	2,5kS/s	1,25kHz

#### Anmerkung:

1. Das Abtastintervall ist der Zeitabstand zwischen den einzelnen Abtastungen (Erfassungslücke). Je geringer die Zahl der über ein Division anzeigbaren Bildpunkte ist, desto größer ist das Abtastintervall.
2. Die Abtastrate ist der reziproke Wert des Abtastintervalls ( $1/\text{Abtastintervall} = \text{Abtastrate}$ ).
3. Die Signalfrequenzangabe bezieht sich auf die höchste sinusförmige Signalfrequenz, die bei der vorgegebenen Abtastrate noch 10 Abtastungen auf einer Sinusperiode ermöglicht. Ist die Zahl der Abtastungen/Periode  $<10$ , kann z.B. nicht mehr erkannt werden, ob ein Sinus- oder Dreiecksignal erfaßt wurde.

### Horizontalaufklärung mit X-Dehnung

Wie zuvor beschrieben, ist die relativ hohe X-Auflösung von Signal-Abtastungen/div. vorteilhaft. Mit 10facher X-Dehnung bleibt die Auflösung von 200 Abtastpunkten pro Zentimeter (Division) erhalten, obwohl dann theoretisch nur 20 Punkte



pro Div. anzeigbar wären. Die fehlenden 180 Punkte werden interpoliert. Der gewünschte Ausschnitt kann mit dem X-POS.-Einsteller eingestellt werden.

In Verbindung mit X-Dehnung beträgt der kleinstmögliche Zeit-Ablenkkoeffizient 100ns/cm. Ein 10MHz Signal kann dabei mit einer Periode/cm aufgelöst werden.

### Maximale Signalfrequenz im Speicherbetrieb

Die höchste auswertbare Frequenz ist nicht exakt definierbar, da sie von der Signalform und der Darstellungshöhe des Signals abhängt.

Während ein rechteckförmiges Signal bezüglich seiner Erkennbarkeit relativ geringe Anforderungen stellt, sind, um ein sinusförmiges von einem dreieckförmigen Signal unterscheiden zu können, mindestens 10 Abtastungen/Signalperiode erforderlich. Unter dieser Voraussetzung ist die maximale Abtastrate durch 10 zu dividieren. Das Resultat ist die höchste Signalfrequenz ( $100\text{MS/S} : 10 = 10\text{MHz}$ ).

### Anzeige von Alias-Signalen

Falls, bedingt durch die Zeitbasiseinstellung, die Abtastrate zu niedrig ist, kann es zur Darstellung sogenannter Alias-Signale (engl. aliasing) kommen. Das folgende Beispiel beschreibt diesen Effekt:

Ein sinusförmiges Signal wird mit einer Abtastung pro Periode abgetastet. Wenn das Sinussignal zufällig frequenz- und phasengleich dem Abtasttakt ist und die Abtastung jedesmal erfolgt, wenn der positive Signalscheitelwert vorliegt, wird eine waagerechte Linie in der Y-Position des positiven Signalscheitelwertes angezeigt. Dadurch wird eine Gleichspannung als Meßsignal vorgetäuscht. Andere Auswirkungen des Alias-Effektes sind scheinbar ungetriggerte Signaldarstellungen mit Abweichungen der angezeigten (z.B. 2kHz) von der tatsächlichen Signalfrequenz (z.B. 1MHz). Ebenso sind Hüllkurvendarstellungen möglich, die ein amplitudenmoduliertes Signal vortäuschen.

Um derartige Verfälschungen zu erkennen, genügt es, auf Analogbetrieb umzuschalten und die tatsächliche Signalform zu betrachten.

### Vertikalverstärker-Betriebsarten

Prinzipiell kann das Oszilloskop im Digitalspeicherbetrieb mit den gleichen Betriebsarten arbeiten wie im analogen Betrieb. Es können so dargestellt werden:

- Kanal I einzeln,
- Kanal II einzeln,
- Kanäle I und II gleichzeitig (Yt oder XY),
- Summe der beiden Kanäle,
- Differenz der beiden Kanäle.

Abweichungen des Speicherbetriebs (gegenüber dem Analog-oszilloskop-Betrieb) sind:

- Bei DUAL-Betrieb erfolgt die Aufnahme beider Eingangssignale gleichzeitig, da jeder Kanal über einen A/D Wandler verfügt. Die im Analog-Betrieb erforderliche Umschaltung zwischen gechopptem bzw. alternierendem Betrieb entfällt daher.
- Wegen der hohen Wiederholfrequenz der Bilddarstellung kann Flackern nicht auftreten.
- Die Strahlhelligkeit wird nicht durch die Schreibgeschwindigkeit des Elektronenstrahles und die Wiederholhäufigkeit der „Schreibvorgänge“ beeinflusst.

# Bedienungselemente HM407

