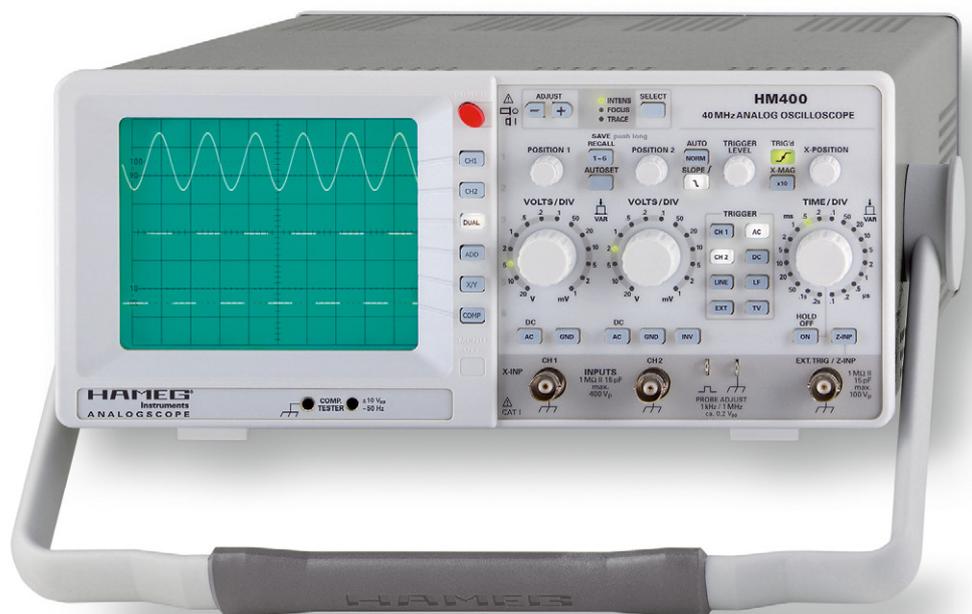
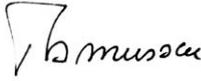


# 40 MHz Analog Oscilloscope HM400

Handbuch / Manual / Manual / Manuel

Deutsch / English / Español / Français



	<b>Hersteller Manufacturer Fabricant</b>	<b>HAMEG Instruments GmbH Industriestraße 6 D-63533 Mainhausen</b>	<b>KONFORMITÄTSERKLÄRUNG DECLARATION OF CONFORMITY DECLARATION DE CONFORMITE</b>	
Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product HAMEG Instruments GmbH déclare la conformité du produit			Sicherheit / Safety / Sécurité: EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001) Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2	
Bezeichnung / Product name / Designation: Oszilloskop Oscilloscope Oscilloscope			Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique	
Typ / Type / Type: HM400			EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.	
mit / with / avec: -			Störfestigkeit / Immunity / Imunité: Tabelle / table / tableau A1.	
Optionen / Options / Options: -			EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique: Klasse / Class / Classe D.	
mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes			EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.	
EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE			Datum /Date /Date 31. 05. 2008	
Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC Directive des équipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE			Unterschrift / Signature / Signatur  Holger Asmussen Manager	
Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées:				

## Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Messgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen, in denen unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung. Die am Messgerät notwendigerweise angeschlossenen Mess- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Messbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

### 1. Datenleitungen

Die Verbindung von Messgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit externen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Ist an einem Geräteinterface der Anschluss mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein. Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel ist das von HAMEG beziehbare doppelt geschirmte Kabel HZ72 geeignet.

### 2. Signalleitungen

Messleitungen zur Signalübertragung zwischen Messstelle und Messgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel-RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muss Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

### 3. Auswirkungen auf die Messgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Messaufbaus über die angeschlossenen Messkabel zu Einspeisung unerwünschter Signale

kommen. Dies führt bei HAMEG Messgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung des Messgerätes. Geringfügige Abweichungen des Messwertes über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

### 4. Störfestigkeit von Oszilloskopen

#### 4.1 Elektromagnetisches HF-Feld

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder können durch diese Felder bedingte Überlagerungen des Messsignals sichtbar werden. Die Einkopplung dieser Felder kann über das Versorgungsnetz, Mess- und Steuerleitungen und/oder durch direkte Einstrahlung erfolgen. Sowohl das Messobjekt, als auch das Oszilloskop können hiervon betroffen sein.

Die direkte Einstrahlung in das Oszilloskop kann, trotz der Abschirmung durch das Metallgehäuse, durch die Bildschirmöffnung erfolgen. Da die Bandbreite jeder Messverstärkerstufe größer als die Gesamtbandbreite des Oszilloskops ist, können Überlagerungen sichtbar werden, deren Frequenz wesentlich höher als die -3dB Messbandbreite ist.

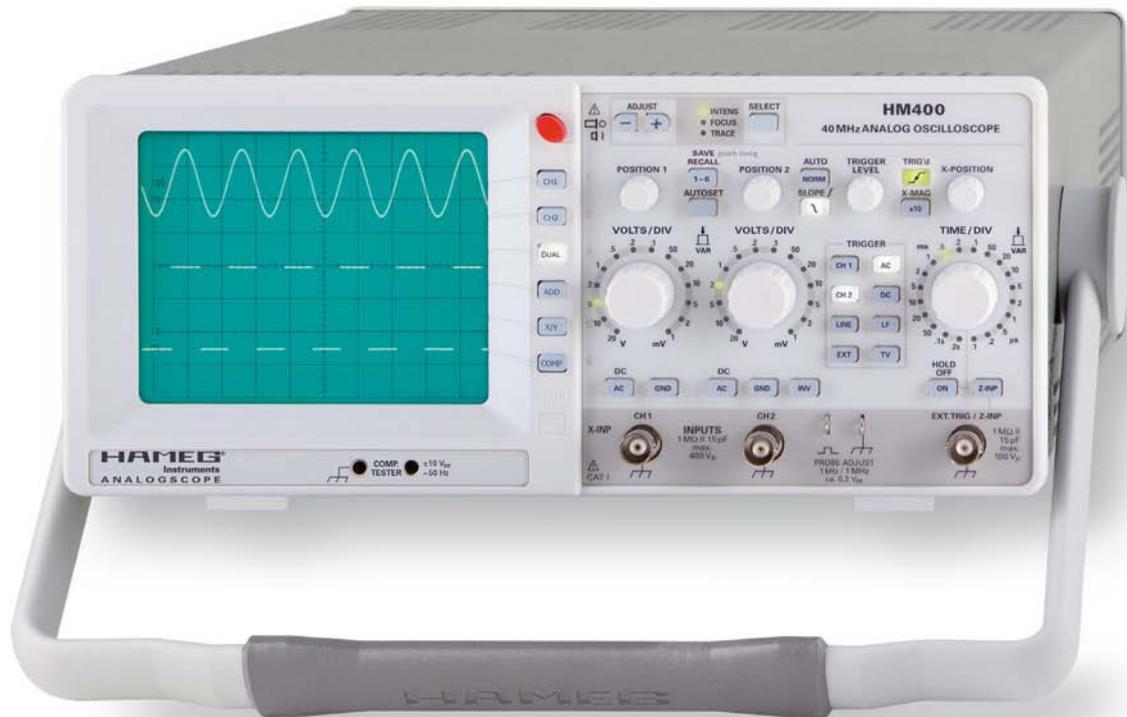
#### 4.2 Schnelle Transienten / Entladung statischer Elektrizität

Beim Auftreten von schnellen Transienten (Burst) und ihrer direkten Einkopplung über das Versorgungsnetz bzw. indirekt (kapazitiv) über Mess- und Steuerleitungen, ist es möglich, dass dadurch die Triggerung ausgelöst wird. Das Auslösen der Triggerung kann auch durch eine direkte bzw. indirekte statische Entladung (ESD) erfolgen. Da die Signaldarstellung und Triggerung durch das Oszilloskop auch mit geringen Signalamplituden (<500µV) erfolgen soll, lässt sich das Auslösen der Triggerung durch derartige Signale (> 1kV) und ihre gleichzeitige Darstellung nicht vermeiden.

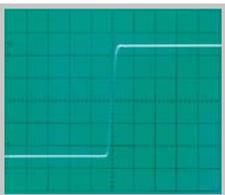
HAMEG Instruments GmbH

English	25	<b>6</b>	SAVE / RECALL – Taste	19
Español	43	<b>7</b>	AUTOSET – Taste	19
Français	65	<b>8</b>	AUTO / NORM – Taste mit LED-Anzeige	19
		<b>11</b>	TRIG'd – LED	19
		<b>12</b>	X-MAG / x10 – Taste mit x10 LED-Anzeige	19
		<b>13</b>	X-POSITION – Drehknopf	19
		<b>14</b>	VOLTS/DIV – Drehknöpfe (CH1 + CH2)	20
		<b>15</b>	TIME/DIV – Drehknopf	20
		<b>16</b>	CH1 – Taste mit LED-Anzeige	20
		<b>17</b>	CH2 – Taste mit LED-Anzeige	20
		<b>18</b>	LINE – Taste mit LED-Anzeige	20
		<b>19</b>	EXT – Taste mit LED-Anzeige	20
		<b>20</b>	AC – Taste mit LED-Anzeige	20
		<b>21</b>	DC – Taste mit LED-Anzeige	20
		<b>22</b>	LF – Taste mit LED-Anzeige	21
		<b>23</b>	TV – Taste mit LED-Anzeige	21
		<b>24</b>	DC / AC – Tasten mit LED-Anzeige (CH1 + CH2)	21
		<b>25</b>	GND – Tasten mit LED-Anzeige (CH1 + CH2)	21
		<b>26</b>	INV – Taste mit LED-Anzeige (CH2)	21
		<b>27</b>	HOLD OFF / ON – Taste mit LED-Anzeige	21
		<b>28</b>	Z-INP – Taste mit LED-Anzeige	21
		<b>29</b>	INPUT CH1 + CH2 – BNC-Buchsen	21
		<b>30</b>	PROBE ADJUST  – Anschlusskontakte	21
		<b>31</b>	EXT. TRIG / Z-INP – BNC-Buchse	21
		<b>32</b>	Mode-Wahltasten mit LEDs	22
		<b>33</b>	COMP. TESTER – 2 Buchsen mit Ø 4 mm	22
<b>Deutsch</b>				
<b>Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung</b>	<b>2</b>			
<b>40 MHz 2-Kanal Analog Oszilloskop HM400</b>	<b>4</b>			
<b>Technische Daten</b>	<b>5</b>			
<b>1 Wichtige Hinweise</b>	<b>6</b>			
1.1 Symbole	6			
1.2 Aufstellung des Gerätes	6			
1.3 Montage/Demontage des Gerätegriffs	6			
1.4 Sicherheit	6			
1.5 Bestimmungsgemäßer Betrieb	6			
1.6 Messkategorien	6			
1.7 Räumlicher Anwendungsbereich	7			
1.8 Umgebungsbedingungen	7			
1.9 Wartung	7			
1.10 Gewährleistung und Reparatur	7			
1.11 Netzspannung	7			
<b>2 Kurzbeschreibung der Bedienelemente</b>	<b>8</b>			
<b>3 Allgemeine Grundlagen</b>	<b>9</b>			
3.1 Art der Signalspannung	9			
3.2 Größe der Signalspannung	10			
3.3 Zeitwerte der Signalspannung	10			
3.4 Anlegen der Signalspannung	11			
<b>4 Inbetriebnahme und Voreinstellungen</b>	<b>12</b>			
4.1 Strahldrehung TRACE	12			
4.2 Tastkopf-Abgleich und Anwendung	12			
4.3 Abgleich 1 kHz	12			
4.4 Abgleich 1 MHz	12			
<b>5 Betriebsarten der Vertikalverstärker</b>	<b>13</b>			
5.1 XY-Betrieb	13			
5.2 Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)	13			
<b>6 Triggerung und Zeitablenkung</b>	<b>14</b>			
6.1 Automatische Spitzenwert-Triggerung	14			
6.2 Normaltriggerung	14			
6.3 Flankenrichtung 	14			
6.4 Triggerkopplung	14			
6.5 TV (Videosignal-Triggerung)	15			
6.6 Bildsynchronimpuls-Triggerung	15			
6.7 Zeilensynchronimpuls-Triggerung	15			
6.8 Netztriggerung	15			
6.9 Externe Triggerung	16			
6.10 Triggeranzeige TRIG'd	16			
6.11 Holdoff-Zeiteinstellung	16			
<b>7 AUTOSET</b>	<b>17</b>			
<b>8 Komponenten-Test</b>	<b>17</b>			
8.1 Tests direkt in der Schaltung	18			
<b>9 Bedienelemente</b>	<b>18</b>			
<b>1</b> POWER	18			
<b>2</b> ADJUST – / +	18			
<b>3</b> Anzeige LEDs	18			
<b>4</b> SELECT – Taste mit zugeordneten Leuchtdioden	18			
<b>5</b> POSITION 1 + POSITION 2 – Drehknöpfe	18			

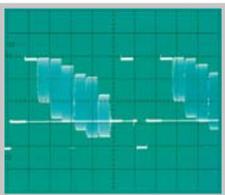
## 40MHz Analog-Oszilloskop HM400



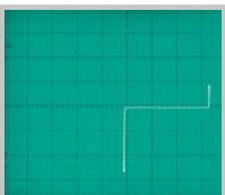
Keine Signalverfälschung  
durch Überspringen



TV Videosignal auf Zeile  
getriggert



Kennlinie einer Z-Diode im  
Komponententest-Betrieb



- ✓ Eingangsempfindlichkeit und Eingangsspannungsbereich in dieser Preisklasse unerreicht
- ✓ 2 Kanäle mit Ablenkoeffizienten 1mV/Div...20V/Div, variabel bis 50V/Div
- ✓ Zeitbasis 100ns/Div...0,2s/Div, mit X-Dehnung bis 10ns/Div
- ✓ Rauscharme Messverstärker mit hoher Impulswiedergabetreue und minimalem Überspringen
- ✓ Sichere Triggerung von 0...50MHz durch Spitzenwerttrigger ab 0,5Div Signalhöhe (bis 80MHz ab 1Div)
- ✓ Autoset, Save/Recall Speicher für 6 Geräteeinstellungen
- ✓ Yt- und XY-Betrieb mit Z-Eingang zur Helligkeitsmodulation
- ✓ Bauelemente Charakterisierung mittels eingebautem Komponententester (Zweipol-Messung) im Service etc.
- ✓ Geringe Leistungsaufnahme, lüfterlos

**40 MHz Analog-Oszilloskop HM400**

Alle Angaben bei 23 °C nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten.

**Vertikalablenkung**

<b>Betriebsarten:</b>	Kanal 1 (CH 1) oder Kanal 2 (CH 2) einzeln, Kanal 1 und 2 (alternierend oder chopped) Summe oder Differenz von CH 1 und CH 2
<b>Invertierung:</b>	CH 2
<b>XY-Betrieb:</b>	CH 1 (X) und CH 2 (Y)
<b>Bandbreite [-3 dB]:</b>	
DC, 5 mV/Div...20 V/Div:	0...40 MHz
AC, 5 mV/Div...20 V/Div:	2 Hz...40 MHz
DC, 1...2 mV/Div:	0...10 MHz
AC, 1...2 mV/Div:	2 Hz...10 MHz
<b>Anstiegszeit (berechnet):</b>	<35 ns (1...2 mV/Div) <8,75 ns (5 mV/Div...20 V/Div)
<b>Ablenkoeffizienten:</b>	Schaltfolge 1-2-5 ±5% (1...2 mV/Div) ±3% (5 mV/Div...20 V/Div)
Variabel (unkal.):	>2,5:1 bis >50 V/Div
<b>Eingangsimpedanz:</b>	1 MΩ    15 pF
<b>Eingangskopplung:</b>	DC, AC, GND (Ground)
<b>Max. Eingangsspannung:</b>	400 V (DC + Spitze AC)

**Triggerung**

<b>Automatik:</b>	Verknüpfung aus Spitzenwert und Triggerlevel
<b>Min. Signalhöhe:</b>	0,5 Div
<b>Frequenzbereich:</b>	5 Hz...50 MHz
<b>Leveleinstellbereich:</b>	von Spitze- zu Spitze+
<b>Normal (ohne Spitzenwert)</b>	
<b>Min. Signalhöhe:</b>	0,5 Div
<b>Frequenzbereich:</b>	0...50 MHz
<b>Leveleinstellbereich:</b>	-10...+10 Div
<b>Flankenrichtung:</b>	Steigend oder fallend
<b>Quellen:</b>	CH 1 oder 2, Netz und extern
<b>Kopplung:</b>	AC (5 Hz...80 MHz), DC (0...80 MHz), LF (0...1,5 kHz)
<b>Triggeranzeige:</b>	LED
<b>Externer Trigger:</b>	
<b>Eingangsimpedanz:</b>	1 MΩ    15 pF
<b>Triggersignal extern:</b>	0,3 V <sub>SS</sub> ≤5 V, DC (0...50 MHz), AC (20 Hz...50 MHz)
<b>Max. Eingangsspannung:</b>	100 V (DC + Spitze AC)
<b>Aktiver TV-Sync-Separator:</b>	Bild und Zeile, +/-

**Horizontalablenkung**

<b>Zeitkoeffizient:</b>	100 ns/Div...0,2 s/Div (Schaltfolge 1-2-5)
<b>Genauigkeit:</b>	±3%
Variabel (unkal.):	>2,5:1 bis >1,25 s/Div
<b>mit X-Dehnung x10:</b>	bis 10 ns/Div
<b>Genauigkeit:</b>	±5%
<b>Hold-off-Zeit:</b>	bis ca. 10:1 (variabel)
<b>XY-Betrieb</b>	
<b>Bandbreite X-Verstärker:</b>	0...2,5 MHz [-3 dB]
<b>XY-Phasendifferenz &lt;3°:</b>	<120 kHz

**Bedienung/Anzeigen**

<b>Manuell:</b>	über Bedienungsknöpfe und Tasten
<b>Autoset:</b>	automatische Parametereinstellung
<b>Save und Recall:</b>	für 6 Geräteeinstellungen

**Komponententester**

<b>Testspannung:</b>	ca. 7 V <sub>Eff</sub> (Leerlauf)
<b>Teststrom:</b>	max. 7 mA <sub>Eff</sub> (Kurzschluss)
<b>Testfrequenz:</b>	ca. 50 Hz
<b>Testkabelanschluss:</b>	2 Steckbuchsen 4 mm Ø Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

**Verschiedenes**

<b>CRT:</b>	D14-363GY, 8 x 10 Div mit Innenraster
<b>Beschleunigungsspannung:</b>	ca. 2 kV
<b>Strahldrehung:</b>	auf Frontseite einstellbar
<b>Z-Eingang (Helligk.-Modulation, analog):</b>	max. +5 V (TTL), 10 kHz
<b>Probe ADJ Ausgang:</b>	1 kHz/1 MHz Rechtecksignal ca. 0,2 V <sub>SS</sub> (tr <5 ns) für Tastkopfableich
<b>Netzanschluss:</b>	105...253 V, 50/60 Hz ±10%, CAT II
<b>Leistungsaufnahme:</b>	ca. 30 Watt bei 230 V/50 Hz
<b>Schutzart:</b>	Schutzklasse I (EN 61010-1)
<b>Arbeitstemperatur:</b>	+5...+40 °C
<b>Lagertemperatur:</b>	-20...+70 °C
<b>Rel. Luftfeuchtigkeit:</b>	5...80% (ohne Kondensation)
<b>Abmessungen (B x H x T):</b>	285 x 125 x 380 mm
<b>Gewicht:</b>	ca. 4,8 kg

**Im Lieferumfang enthalten:** Netzkabel, Bedienungsanleitung, 2 Tastköpfe 1:1/10:1 10/100 MHz (HZ154)

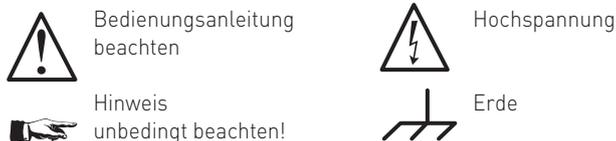
**Empfohlenes Zubehör:**

HZ20	Adapterstecker, BNC auf 4 mm Bananenbuchse
HZ33	Messkabel 50 Ω, BNC/BNC, 0,5 m
HZ34	Messkabel 50 Ω, BNC/BNC, 1 m
HZ45	19" Einbausatz 4HE (Gehäusehöhe 125 mm)
HZ51	Tastkopf 10:1 (150 MHz)
HZ52	Tastkopf 10:1 HF (250 MHz)
HZ53	Tastkopf 100:1 (100 MHz)
HZ100	Differenz-Tastkopf 20:1/200:1
HZ109	Differenz-Tastkopf 1:1/10:1
HZ115	Differenz-Tastkopf 100:1/1000:1
HZ200	Tastkopf mit Teilungsfaktorererkennung 10:1 (250 MHz)
HZ350	Tastkopf mit Teilungsfaktorererkennung 10:1 (350 MHz)
HZ355	Slimline-Tastkopf mit automatischer Kennung 10:1 (500 MHz)
HZ020	Hochspannungstastkopf 1000:1 (400 MHz)
HZ030	Aktiver Tastkopf (1 GHz)
HZ050	AC/DC Stromzange 20 A, DC...100 kHz
HZ051	AC/DC Stromzange 1000 A, DC...20 kHz

## 1 Wichtige Hinweise

Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Inneren überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

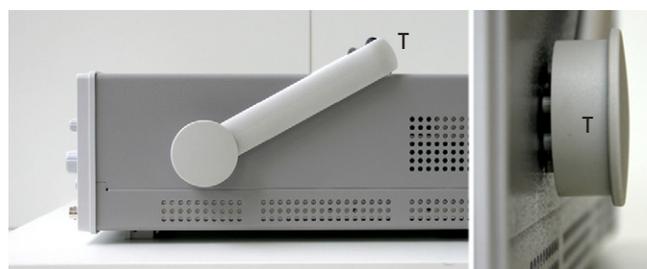
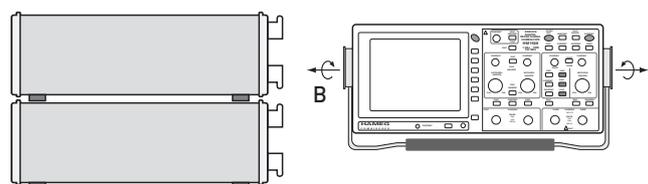
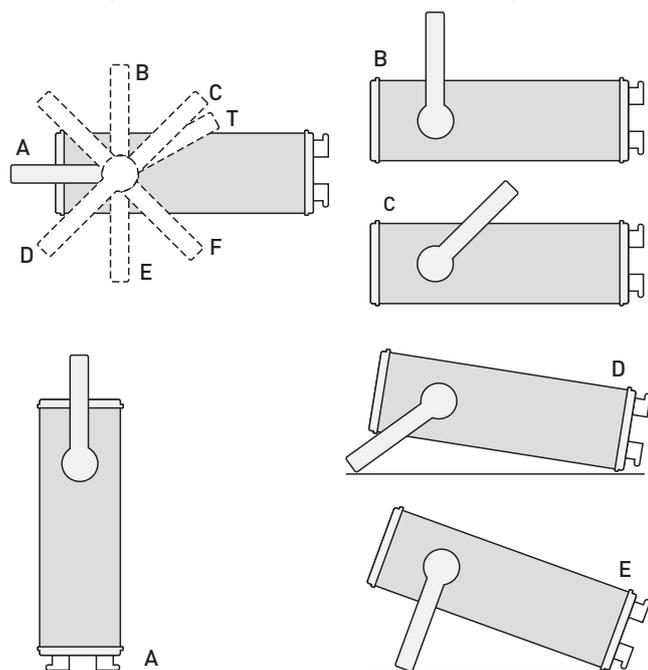
### 1.1 Symbole



### 1.2 Aufstellung des Gerätes

Wie den Abbildungen zu entnehmen, lässt sich der Gerätegriff in verschiedene Positionen schwenken:

- A = Trageposition
- B = Position, in der der Griff entfernt werden kann, aber auch für waagrechtes Tragen
- C = Waagrechte Betriebsstellung
- D und E = Betriebsstellungen mit unterschiedlichem Winkel
- F = Position zum Entfernen des Griffs
- T = Stellung für Versand im Karton (Griffknöpfe nicht gerastet)



Um eine Änderung der Griffposition vorzunehmen, muss das Oszilloskop so aufgestellt sein, dass es nicht herunterfallen kann, also z.B. auf einem Tisch stehen. Dann müssen die Griffknöpfe zunächst auf beiden Seiten gleichzeitig nach Außen gezogen und in Richtung der gewünschten Position geschwenkt werden. Wenn die Griffknöpfe während des Schwenkens nicht nach Außen gezogen werden, können sie in die nächste Raststellung einrasten.

### 1.3 Montage/Demontage des Gerätegriffs

Abhängig vom Gerätetyp kann der Griff in Stellung B oder F entfernt werden, in dem man ihn weiter herauszieht. Das Anbringen des Griffs erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

### 1.4 Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte gebaut und geprüft. Das Gerät hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind. Gehäuse, Chassis und alle Messanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse I. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft. Das Oszilloskop darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingesteckt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Die meisten Elektronenröhren generieren Gammastrahlen. Bei diesem Gerät bleibt die Ionendosisleistung weit unter dem gesetzlich zulässigen Wert von 36 pA/kg.

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Gebrauch zu sichern.

#### Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr funktioniert,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entspricht).

### 1.5 Bestimmungsgemäßer Betrieb

Das Messgerät ist nur zum Gebrauch durch Personen bestimmt, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind.

Aus Sicherheitsgründen darf das Oszilloskop nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Der Netzstecker muss eingesteckt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

### 1.6 Messkategorien

Dieses Oszilloskop ist für Messungen an Stromkreisen bestimmt, die entweder gar nicht oder nicht direkt mit dem Netz verbunden sind. Direkte Messungen (ohne galvanische Trennung) an Messstromkreisen der Messkategorie II, III oder IV sind unzulässig! Die Stromkreise eines Messobjekts sind dann nicht direkt mit dem Netz verbunden, wenn das

Messobjekt über einen Schutz-Trenntransformator der Schutzklasse II betrieben wird. Es ist auch möglich mit Hilfe geeigneter Wandler (z.B. Stromzangen), welche die Anforderungen der Schutzklasse II erfüllen, quasi indirekt am Netz zu messen. Bei der Messung muss die Messkategorie – für die der Hersteller den Wandler spezifiziert hat – beachtet werden.

**Messkategorien**

Die Messkategorien beziehen sich auf Transienten auf dem Netz. Transienten sind kurze, sehr schnelle (steile) Spannungs- und Stromänderungen, die periodisch und nicht periodisch auftreten können. Die Höhe möglicher Transienten nimmt zu, je kürzer die Entfernung zur Quelle der Niederspannungs-Installation ist.

**Messkategorie IV:** Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation (z.B. an Zählern).

**Messkategorie III:** Messungen in der Gebäudeinstallation (z.B. Verteiler, Leistungsschalter, fest installierte Steckdosen, fest installierte Motoren etc.).

**Messkategorie II:** Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (z.B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge etc.)

**Messkategorie I:** Elektronische Geräte und abgesicherte Stromkreise in Geräten.

**1.7 Räumlicher Anwendungsbereich**

Das Oszilloskop ist für den Betrieb in folgenden Bereichen bestimmt: Industrie-, Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe.

**1.8 Umgebungsbedingungen**

Die zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebs reicht von +5°C bis +40°C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen -20°C und +70°C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muss das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden.

Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen.



**Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!**

Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmzeit von mind. 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur von 23°C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

**1.9 Wartung**



**Vor Beginn der Wartung muss das Gerät vom Netzanschluss getrennt werden!**

Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen lässt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser +1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspritus oder Waschbenzin (Petroläther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf nur mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Nach der Reinigung sollte sie mit einer handelsüblichen antistatischen Lösung, geeignet für Kunststoffe, behandelt werden. Keinesfalls darf

die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

**1.10 Gewährleistung und Reparatur**

HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn-in-Test“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Fröh-ausfall erkannt. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Die Prüfung erfolgt mit Prüfmitteln, die auf nationale Normale rückführbar kalibriert sind.

Es gelten die gesetzlichen Gewährleistungsbestimmungen des Landes, in dem das HAMEG-Produkt erworben wurde. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das HAMEG-Produkt erworben haben.

**Nur für die Länder der EU:**

Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der EU die Reparaturen auch direkt mit HAMEG abwickeln. Auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen zur Verfügung.

**Return Material Authorization (RMA):**

**Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: <http://www.hameg.com> oder Fax eine RMA-Nummer an. Sollte Ihnen keine geeignete Verpackung zur Verfügung stehen, so können Sie einen leeren Originalkarton über den HAMEG-Service (Tel: +49 (0) 6182 800 500, E-Mail: [service@hameg.com](mailto:service@hameg.com)) bestellen.**

**1.11 Netzspannung**

Das Gerät arbeitet mit 50 und 60 Hz Netzwechselfspannungen im Bereich von 105 V bis 253 V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

Die Netzeingangssicherungen sind von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Ein Auswechseln der Sicherungen darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Mit einem geeigneten Schraubenzieher (Klingenbreite ca. 2 mm) werden die an der linken und rechten Seite des Sicherungshalters befindlichen Kunststoffarretierungen nach innen gedrückt. Der Ansatzpunkt ist am Gehäuse mit zwei schrägen Führungen markiert. Beim Entriegeln wird der Sicherungshalter durch Druckfedern nach außen gedrückt und kann entnommen werden. Die Sicherungen können dann entnommen und ersetzt werden. Es ist darauf zu achten, dass die zur Seite herausstehenden Kontaktfedern nicht verbogen werden. Das Einsetzen des Sicherungshalters ist nur möglich, wenn der Führungssteg zur Buchse zeigt. Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis beide Kunststoffarretierungen einrasten. Die Verwendung „geflickter“ Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstandene Schäden fallen nicht unter die Gewährleistung.

**Sicherungstyp:**

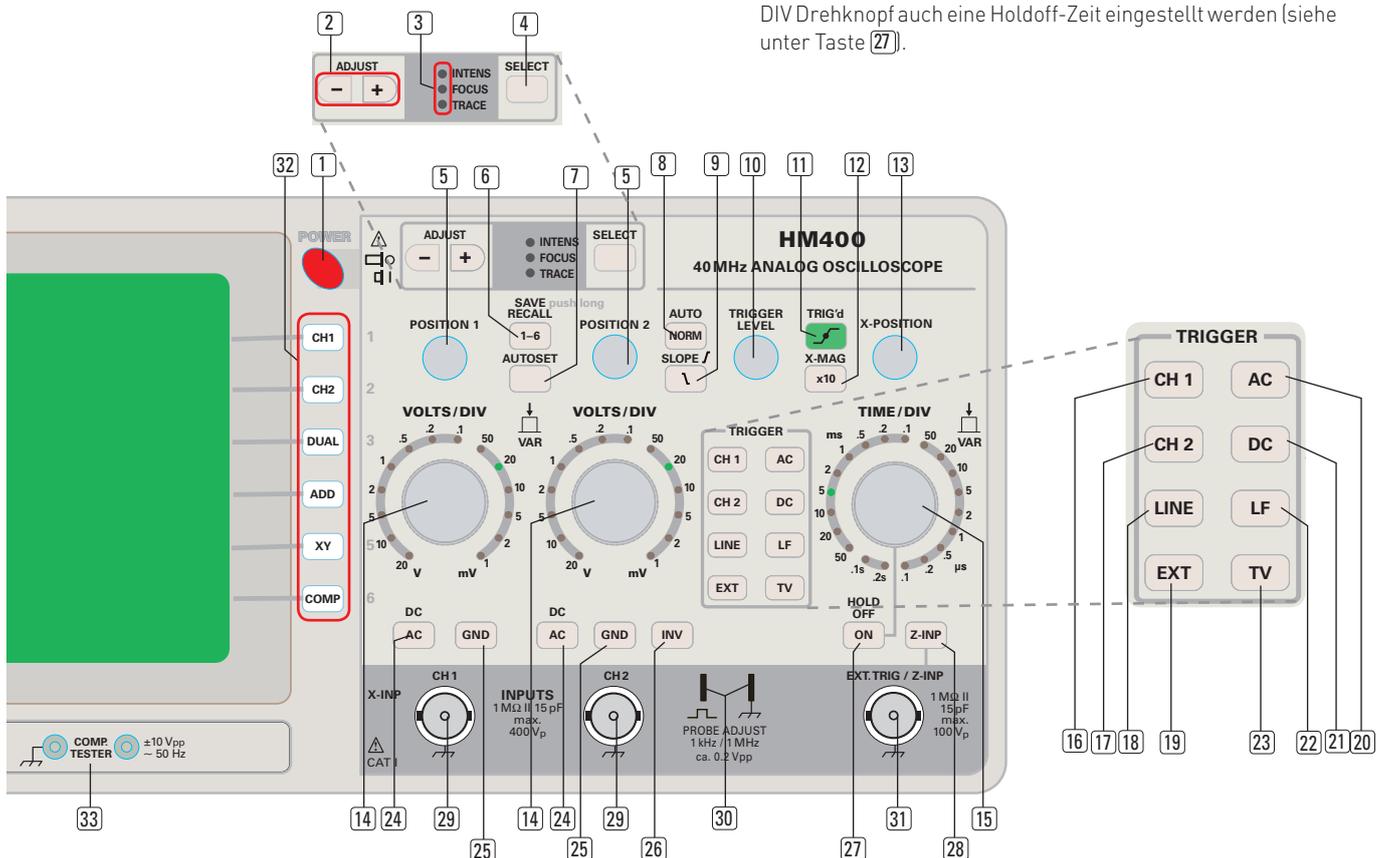
Größe 5 x 20 mm; 250V~, C; IEC 127, Bl. III; DIN 41 662 (evtl. DIN 41 571, Bl. 3). Abschaltung: träge (T) 0,8A.



2 Kurzbeschreibung der Bedienelemente

- 1 **POWER** (Taste) – Netz, Ein/Aus Seite 18
- 2 **ADJUST – / +** (Tasten) 18  
Änderung diverser Einstellungen (– = Verminderung; + = Erhöhung) je nach Auswahl mit der Taste **SELECT** 4.
- 3 **Anzeige-LEDs** 18  
**INTENS:** LED leuchtet, wenn mit der Taste **SELECT** 4 die Helligkeitseinstellung (Intensität) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde.  
**FOCUS:** LED leuchtet, wenn mit der Taste **SELECT** 4 die Strahlschärfteeinstellung (Fokus) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde.  
**TRACE:** LED leuchtet, wenn mit der Taste **SELECT** 4 die Strahldrehung (Trace) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde.
- 4 **SELECT** (Taste) 18  
Änderung diverser Einstellungen für den Kathodenstrahl (z.B. Intensität, Focus, Strahldrehung) mit den Tasten **ADJUST** 2; die entsprechende LED 3 leuchtet.
- 5 **POSITION 1 + POSITION 2** (Drehknöpfe) 18  
Positionsänderungen der Signaldarstellung von Kanal 1 bzw. Kanal 2.
- 6 **SAVE / RECALL** (Taste mit LED-Anzeige) 19  
Bietet den Zugriff auf den Setup-Speicher für Geräteeinstellungen in Verbindung mit den Mode Tasten 32.
- 7 **AUTOSET** (Taste) 19  
Ermöglicht eine sinnvolle, signalbezogene, automatische Geräteeinstellung.

- 8 **AUTO / NORM** (Taste mit LED-Anzeige) 19  
Auswahl zwischen Automatischer Triggerung (AUTO) und Normal-Triggerung (NORM). In Verbindung mit Normal-Triggerung leuchtet die Taste. Automatische Triggerung liegt vor, wenn die Taste nicht leuchtet.
- 9 **SLOPE** (Taste mit LED-Anzeige) 19  
Ermöglicht die Triggerung auf steigende (↗) oder fallende (↘) Signalflanken. Bei der Triggerung auf fallende Signalflanken leuchtet die Taste. Bei der Triggerung auf steigene Signalflanken leuchtet die Taste nicht.
- 10 **TRIGGER LEVEL** (Drehknopf) 19  
Triggerpegel-Einstellung für die Zeitbasis
- 11 **TRIG'd** (LED) 19  
Anzeige leuchtet, wenn das Triggersignal die Triggerbedingungen erfüllt.
- 12 **X-MAG / x10** (Taste mit LED-Anzeige) 19  
Es erfolgt eine Dehnung der X-Achse um den Faktor 10 mit gleichzeitiger Änderung der Ablenkkoeffizienten-Anzeige. Die Dehnung der X-Achse wird durch die leuchtende Taste angezeigt.
- 13 **X-POSITION** (Drehknopf) 19  
Ändert die X-Position der Zeitlinie.
- 14 **VOLTS/DIV** (Drehknöpfe; CH1 + CH2) 20  
Y-Ablenkkoeffizienten-Einsteller sowie Y-Fein-(VAR)-Einsteller für die Kanäle 1 bzw. 2. Aktivierung der Fein-Einstellung durch Drücken des Drehknopfs. Bei Fein-Einstellung blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige.
- 15 **TIME/DIV** (Drehknopf) 20  
Einsteller für den X-Ablenkkoeffizienten der Zeitbasis sowie Zeit-Feinsteller (VAR) durch Drücken vom Drehknopf. Bei Zeit-Fein-Einstellung blinkt die X-Ablenkkoeffizienten-Anzeige. Wenn eine Holdoff-Zeit eingeschaltet ist, kann mit dem TIME/DIV Drehknopf auch eine Holdoff-Zeit eingestellt werden (siehe unter Taste 27).



<b>16</b> CH1 (Taste mit LED-Anzeige)	20	<b>32</b> Modus-Wahltasten mit LED-Anzeige	22
Auswahl von Kanal 1 (CH1) als Triggerquelle. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.		<b>CH1:</b> Aktivieren des Signaleingangs Kanal 1 (CH1) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 1 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.	
<b>17</b> CH2 (Taste mit LED-Anzeige)	20	<b>CH2:</b> Aktivieren des Signaleingangs Kanal 2 (CH2) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 2 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.	
Auswahl von Kanal 2 (CH2) als Triggerquelle. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.		<b>DUAL:</b> Aktivieren der Vertikalbetriebsart DUAL (Zweikanalbetrieb) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 3 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.	
<b>18</b> LINE (Taste mit LED-Anzeige)	20	<b>ADD:</b> Aktivieren der Vertikalbetriebsart ADD (Additionsbetrieb) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 4 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.	
Auswahl der Netztriggerung. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.		<b>XY:</b> Aktivieren der Vertikalbetriebsart XY (-Betrieb) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 5 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.	
<b>19</b> EXT (Taste mit LED-Anzeige)	20	<b>COMP:</b> Einschalten des COMPONENT-Testers oder Zugriff auf den Setup-Speicher 6 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.	
Auswahl der externen Triggerung. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.		<b>33</b> COMP. TESTER (2 Buchsen mit Ø 4 mm)	22
<b>20</b> AC (Taste mit LED-Anzeige)	20	Anschluss der Testkabel für den Komponenten-Tester. Linke Buchse (Massebuchse) ist galvanisch mit dem Netzschutzleiter verbunden.	
Auswahl der AC Triggerkopplung (Wechselspannungsankopplung). Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.			
<b>21</b> DC (Taste mit LED-Anzeige)	20		
Auswahl der DC Triggerkopplung (Gleichspannungsankopplung). Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.			
<b>22</b> LF (Taste mit LED-Anzeige)	21		
Auswahl der LF Triggerkopplung. Ankopplung des Triggersignals über einen Tiefpass. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.			
<b>23</b> TV (Taste mit LED-Anzeige)	21		
Auswahl der TV-Signaltriggerung für Videosignale. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.			
<b>24</b> DC / AC (Tasten mit LED-Anzeige für CH1 + CH2)	21		
Auswahl der DC- oder AC-Eingangskopplung (Gleich- / Wechselspannungskopplung) von Kanal 1 bzw. 2. Bei AC Eingangskopplung leuchtet die jeweilige Taste.			
<b>25</b> GND (Tasten mit LED-Anzeige für CH1 + CH2)	21		
Abschalten des Signaleingangs (internes Verbinden mit GND = Ground) der Kanäle 1 bzw. 2. Bei abgeschaltetem Eingang leuchtet die jeweilige Taste.			
<b>26</b> INV (Taste mit LED-Anzeige; CH2)	21		
Invertieren der Signaldarstellung von Kanal 2 (CH2). Bei aktivierter Invertierung leuchtet die Taste.			
<b>27</b> HOLD OFF / ON (Taste mit LED-Anzeige)	21		
Einschalten einer Holdoff-Zeit. Wenn eine Holdoff-Zeit eingeschaltet ist, leuchtet die Taste und es kann eine Holdoff-Zeit mit dem TIME/DIV-Drehknopf <b>15</b> eingestellt werden.			
<b>28</b> Z-INP (Taste mit LED-Anzeige)	21		
Einschalten des externen Helltasteingangs <b>31</b> zur Helligkeitsmodulation (Z). Bei eingeschaltetem Helltasteingang leuchtet die Taste.			
<b>29</b> INPUT CH1 + CH2 (BNC-Buchsen)	21		
Signaleingang Kanal 1 bzw. 2 und Eingang für Horizontalablenkung (X) im XY-Betrieb = CH1.			
<b>30</b> PROBE ADJUST  (Anschlusskontakt)	21		
Signalausgang mit Rechtecksignal 1 kHz / 1 MHz zur Frequenzkompensation von Tastköpfen mit Teilungsfaktor.			
<b>PROBE ADJUST</b>  (Anschlusskontakt)	21		
Masseanschluss des Signalausgangs			
<b>31</b> EXT. TRIG / Z-INP (BNC-Buchse)	21		
Eingang für externe Triggersignale oder Helligkeitsmodulation (Z).			

### 3 Allgemeine Grundlagen

#### 3.1 Art der Signalspannung

Das Oszilloskop HM400 erfasst im Echtzeitbetrieb praktisch alle sich repetierend wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 40 MHz (-3 dB) und Gleichspannungen. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, dass die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird.

Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Beim Messen ist ein ab ca. 14 MHz zunehmender Messfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. 25 MHz beträgt der Abfall etwa 10%, der tatsächliche Spannungswert ist dann ca. 11% größer als der angezeigte Wert. Wegen der differierenden Bandbreiten der Vertikalverstärker (-3 dB zwischen 40 MHz und 45 MHz) ist der Messfehler nicht ganz exakt definierbar.

Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, dass auch deren Oberwellenanteile übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muss deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers. Bei der Auswertung solcher Signale ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen.

Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild

zu erhalten, ist u.U. eine Veränderung der HOLD OFF-Zeit erforderlich. Fernseh-Video-Signale (FBAS-Signale) sind mit Hilfe des aktiven TV-Sync-Separators leicht triggerbar.

**Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch.** Beispielsweise wird bei 40MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit mit Dehnung x10 (10ns/DIV) eine Signalperiode über 2,5 DIV geschrieben.

Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker kann jeder Vertikalverstärker-Eingang mit AC- oder DC-Kopplung betrieben werden (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung DC kann auch bei sehr niedrigen Frequenzen gemessen werden bzw. es kann so auch der Gleichspannungsanteil der Signalspannung erfasst werden. Unbedingt sollte mit vorgeschaltetem Tastteiler gemessen werden.

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Kopplung (Wechselstrom) des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (AC-Grenzfrequenz ca. 1,6Hz für -3dB). In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die DC-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muss vor den Eingang des auf DC-Kopplung geschalteten Messverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muss eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. DC-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impulssignalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit DC-Kopplung gemessen werden. Die gewählte Eingangskopplung wird mit einer leuchtenden Taste angezeigt (siehe „Bedienelemente“).

### 3.2 Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der  $V_{SS}$ -Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Dieser entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung, so wie die Spannung auf dem Bildschirm angezeigt wird.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muss der sich für  $V_{SS}$  ergebende Wert durch  $2 \times \sqrt{2} = 2,83$  dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, dass in  $V_{eff}$  angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied zu  $V_{SS}$  haben. Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 DIV hohes Bild beträgt  $1 mV_{SS} (\pm 5\%)$ , wenn der Ablenkoeffizient 1 mV ausgewählt ist und die Feineinstellung kalibriert ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die möglichen Ablenkoeffizienten sind in  $mV_{SS}/DIV$  oder  $V_{SS}/DIV$  angegeben.

Für Amplitudenmessungen muss sich die Feineinstellung in ihrer kalibrierten Stellung befinden. Unkalibriert kann die Ablenkempfindlichkeit kontinuierlich verringert werden (siehe „Bedienelemente“). So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung des Teilerschalters eingestellt werden. Ohne Tastteiler sind damit Signale bis ca.  $400V_{SS}$  darstellbar (Ablenkoeffizient  $20V/DIV \times$  Feineinstellung  $2,5:1 \times$  Rasterhöhe 8 DIV).

Soll die Größe der Signalspannung ermittelt werden, genügt es ihre in DIV ablesbare Signalthöhe mit dem angezeigten (kalibrierten) Ablenkoeffizienten zu multiplizieren.



**Ohne Tastteiler darf die Spannung am Y-Eingang 400V (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten.**

Ist das zu messende Signal eine Wechselspannung, die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der maximal

zulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. -400V. Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal  $800 V_{SS}$  betragen.



**Beim Messen mit Tastteilern sind deren möglicherweise höheren Grenzwerte nur dann maßgebend, wenn DC-Eingangskopplung am Oszilloskop vorliegt.**

Liegt eine Gleichspannung am Eingang an und ist die Eingangskopplung auf AC geschaltet, gilt der niedrigere Grenzwert des Oszilloskopeingangs (400V). Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem  $1M\Omega$  Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangskopplungskondensator für Gleichspannungen unwirksam. Gleichzeitig wird dann der Kondensator mit der ungeteilten Gleichspannung belastet. Bei Mischspannungen ist zu berücksichtigen, dass bei AC-Kopplung deren Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt. Diese frequenzabhängige Teilung ist durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt. Bei Frequenzen  $\geq 40Hz$  kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen können mit HAMEG Tastteilern des Typs HZ154 (10:1 Teilerverhältnis) Gleichspannungen bis 400V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis  $800V_{SS}$  gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis  $2400V_{SS}$  messen. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, dass der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann.

Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

Mit der auf GND geschalteten Eingangskopplung und dem POSITION-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als Referenzlinie für Massepotential eingestellt werden. Sie kann beliebig zur horizontalen Mittellinie eingestellt werden, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen des Massepotentials zahlenmäßig erfasst werden sollen.

### 3.3 Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel handelt es sich in der Oszilloskopie um zeitlich wiederkehrende Spannungsverläufe, im folgenden Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung (TIME/DIV.) können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten werden mit LED's rund um den TIME/DIV-Drehknopf angezeigt und in  $ms/DIV$ ,  $\mu s/DIV$  und  $s/DIV$  angegeben.

Soll die Dauer eines Signals ermittelt werden, genügt es seine in DIV ablesbare Dauer mit dem angezeigten (kalibrierten) Ablenkoeffizienten zu multiplizieren. Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, kann man mit gedehntem Zeitmaßstab (X-MAG x10) arbeiten.

Durch Drehen des HORIZONTAL-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden. Das Systemverhalten einer Impulsspannung wird durch deren Anstiegszeit bestimmt. Impulsanstiegs-/Abfallzeiten werden zwischen dem 10%- und 90%-Wert ihrer vollen Amplitude gemessen.

### 3.4 Anlegen der Signalspannung

Ein kurzes Drücken der AUTOSET-Taste genügt, um automatisch eine sinnvolle, signalbezogene Geräteeinstellung zu erhalten (siehe AUTOSET). Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf spezielle Anwendungen, die eine manuelle Bedienung erfordern. Die Funktion der Bedienelemente wird im Abschnitt „Bedienelemente“ beschrieben.



**Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikal-Eingang!**

Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalkopplung zunächst immer auf AC und der Eingangsteilerschalter auf 20 V/DIV stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, dass die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker völlig übersteuert. Dann ist der Ablenkkoeffizient zu erhöhen (niedrigere Empfindlichkeit), bis die vertikale Auslenkung nur noch 3 bis 8 DIV hoch ist. Bei kalibrierter Amplitudenmessung und mehr als  $160V_{SS}$  großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten, dessen Spannungsfestigkeit dem zu messenden Signal genügen muss. Ist die Periodendauer des Messsignals wesentlich länger als der eingestellte Zeit-Ablenkkoeffizient, verdunkelt sich der Strahl. Dann sollte der Zeit-Ablenkkoeffizient vergrößert werden.

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Messkabel, wie z.B. HZ32 und HZ34 direkt, oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der genannten Messkabel an hochohmigen Messobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen, sinusförmigen Frequenzen (bis etwa 50kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muss die Mess-Spannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50Ω) angepasst sein.

Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50-Ω-Kabels, wie z.B. HZ34, ist hierfür von HAMEG der 50-Ω-Durchgangsabschluss HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluss an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Auch höherfrequente ( $>100kHz$ ) Sinussignale dürfen generell nur impedanzrichtig abgeschlossen gemessen werden. Im allgemeinen halten Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihre Anschlusskabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen wurden.

Dabei ist zu beachten, dass man den Abschlusswiderstand HZ22 nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit  $10V_{eff}$  oder – bei Sinussignal – mit  $28,3V_{SS}$  erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluss erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlusskabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepasst. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca.  $10M\Omega$  ||  $12pF$  bei 10:1 Teilern bzw.  $100M\Omega$  ||  $5pF$  bei 100:1 Teilern). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muss ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe Tastkopf-Abgleich).

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite; sie erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muss (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die Tastköpfe HZ51 (10:1), HZ52 (10:1 HF) und HZ154 (1:1 und 10:1) zu benutzen. Das

erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite und hat den Vorteil, dass defekte Einzelteile bei HAMEG bestellt und selbst ausgewechselt werden können. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1MHz umschaltbaren Generators, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM400 kaum merklich geändert und die Wiedergabetreue der Signalform u.U. sogar noch verbessert. Auf diese Weise könnten spezifische Mängel im Impuls-Übertragungsverhalten nachträglich korrigiert werden.



**Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muss bei Spannungen über 400V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden.**

Bei AC-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig. Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt, belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die DC-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200V (DC + Spitze AC) hat.

Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein Kondensator entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit vor den Tastteiler geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung). Bei allen Tastteilern ist die zulässige Eingangswechselspannung oberhalb von 20kHz frequenzabhängig begrenzt. Deshalb muss die „Derating Curve“ des betreffenden Tastteiler Typs beachtet werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Messpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Messergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein.



**Beim Anschluss eines Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse, sollte ein BNC-Adapter benutzt werden. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.**

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Messkreis (speziell bei einem kleinen Y-Ablenkkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Messkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z.B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

## 4 Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muss die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluss und dem Netz-Schutzleiter vor jeglichen anderen Verbindungen hergestellt sein (Netzstecker also vorher anschließen).

Mit der roten Netztaaste POWER **1** wird das Gerät in Betrieb gesetzt, dabei leuchten zunächst mehrere Anzeigen auf. Das Oszilloskop führt dann einen Selbsttest durch. Treten dabei Fehler auf, ertönen 5 kurze akustische Signale. In diesem Fall wird empfohlen das Oszilloskop zur Überprüfung in eine Service Werkstatt zu senden. Nach dem Selbsttest übernimmt das Oszilloskop die Einstellungen, welche beim vorhergehenden Ausschalten vorlagen.

Wird nach ca. 20 Sekunden Aufheizzeit kein Strahl sichtbar, sollte die AUTOSET-Taste **7** betätigt werden. Ist die Zeitlinie sichtbar, kann mit den ADJUST-Tasten + / - **2** und der Taste SELECT **4** die geeignete Helligkeit und maximale Schärfe eingestellt werden. Dabei sollte die Eingangskopplung auf GND (ground = Masse) geschaltet sein. Der Eingang ist dann abgeschaltet. Damit ist sichergestellt, dass keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Strahlintensität gearbeitet werden, die Messaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. Besondere Vorsicht ist bei stehendem, punktförmigen Strahl geboten. Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

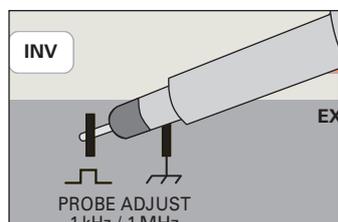
Es wird empfohlen, vor Beginn der Arbeiten die Taste AUTOSET zu drücken. Im Bedienfeld TRIGGER sollte die Taste AC und CH1 (Kanal 1) ausgewählt sein (bzw. leuchten).

### 4.1 Strahldrehung TRACE

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist möglich (siehe Bedienelemente).

### 4.2 Tastkopf-Abgleich und Anwendung

Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muss er genau an die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers angepasst werden. Ein im HM400 eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<5ns am ca. 0,2 V<sub>SS</sub>-Ausgang) dessen Frequenz mit dem TIME/DIV Drehknopf umschaltbar ist (siehe auch unter „Bedienelemente“). Das Rechtecksignal kann den beiden Anschlusskontakten unterhalb des Bedienfeldes entnommen werden. Die Anschlusskontakte liefern ca. 0,2 V<sub>SS</sub> für Tastteiler 10:1. Diese Spannung entspricht einer Bildschirmamplitude von ca. 4 DIV Höhe, wenn der Eingangsteilerschalter auf den Ablenkoeffizienten 5mV/DIV eingestellt ist.

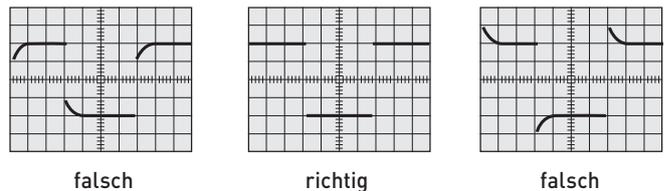


### 4.3 Abgleich 1 kHz

Dieser C-Trimmerabgleich (NF-Kompensation) kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs. Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilverhältnis wie die

ohmsche Spannungsteilung. Dann ergibt sich bei hohen und niedrigen Frequenzen dieselbe Spannungsteilung wie für Gleichspannung. Für Tastköpfe 1:1 oder auf 1:1 umgeschaltete Tastköpfe ist dieser Abgleich weder nötig noch möglich. Voraussetzung für den Abgleich ist die Parallelität der Strahllinie mit den horizontalen Rasterlinien (siehe „Strahldrehung TRACE“).

Tastteiler 10:1 an den INPUT CH1-Eingang anschließen, keine Taste drücken, Eingangskopplung auf DC stellen, mit Eingangsteiler (VOLTS/DIV) ca. 4 DIV Signalthöhe (5mV/DIV bei 10:1 Teilverhältnis) einstellen und TIME/DIV.-Schalter auf 0,2 ms/DIV schalten (beide kalibriert), Tastkopf an den PROBE ADJUST-Anschlusskontakt anklammern (siehe Abbildung).



Auf dem Bildschirm sind 2 Signalperioden zu sehen. Nun ist der NF-Kompensationstrimmer abzugleichen, dessen Lage der Tastkopfinformation zu entnehmen ist.

Mit dem beigegebenen Isolierschraubendreher ist der Trimmer so abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1 kHz). Dann sollte die Signalthöhe ca. 4 DIV ±0,12DIV (= 3%) sein. Die Signalfanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

### 4.4 Abgleich 1 MHz

Die mitgelieferten Tastköpfe besitzen Entzerrungsglieder, mit denen es möglich ist, den Tastkopf im Bereich der oberen Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers optimal abzugleichen.

Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überschwingen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt.

Voraussetzung für diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 5 ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50Ω), der bei einer Frequenz von 1MHz eine Spannung von 0,2 V<sub>SS</sub> abgibt. Der PROBE ADJUST-Ausgang des Oszilloskops erfüllt diese Bedingungen, wenn 1 MHz als Signalfrequenz gewählt wurde.

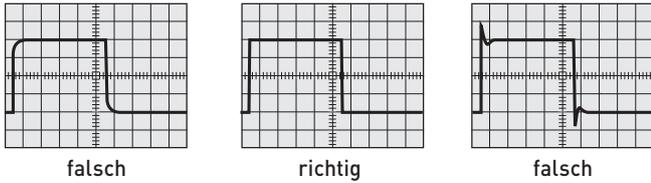
Tastteiler 10:1 an den Eingang anschließen, auf den bezogen der Tastkopf kompensiert werden soll. PROBE ADJUST-Signal 1 MHz mit dem TIME/DIV Drehknopf wählen (siehe auch unter „Bedienelemente“), Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler (VOLTS/DIV) auf 5mV/DIV und Zeitbasis (TIME/DIV) auf 100 ns/DIV stellen (beide kalibriert). Tastkopf an den PROBE ADJUST-Anschlusskontakt anklammern. Auf dem Bildschirm ist ein Spannungsverlauf zu sehen, dessen Rechteckflanken jetzt auch sichtbar sind. Nun wird der HF-Abgleich durchgeführt. Dabei sollte man die Anstiegsflanke und die obere linke Impuls-Dachecke beachten. Auch die Lage der Abglichelemente für die HF-Kompensation ist der Tastkopfinformation zu entnehmen.

**Die Kriterien für den HF-Abgleich sind:**

- Kurze Anstiegszeit, also eine steile Anstiegsflanke.
- Minimales Überschwingen mit möglichst geradlinigem Dach, somit ein linearer Frequenzgang.

Die HF-Kompensation sollte so vorgenommen werden, dass der Übergang von der Anstiegsflanke auf das Rechteckdach weder zu stark verrundet, noch mit Überschwingen erfolgt. Nach beendetem HF-Abgleich

ist auch bei 1 MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben, wie zuvor beim 1 kHz-Abgleich.



Es wird darauf hingewiesen, dass die Reihenfolge erst 1 kHz, dann 1 MHz-Abgleich einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muss, und dass die Generator-Frequenzen 1 kHz und 1 MHz nicht zur Zeit-Eichung (aufgrund von Frequenzabweichungen) verwendet werden können. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab.

Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkoeffizientenkontrolle) sind horizontale Impulsdächer und Nullpotential am negativen Impulsdach. Frequenz und Tastverhältnis sind dabei nicht kritisch.

## 5 Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die für die Betriebsarten der Vertikalverstärker wichtigsten Bedienelemente sind die Mode Tasten: CH1, CH2, DUAL, ADD und XY <sup>(32)</sup>.

Die Betriebsartumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente" beschrieben. Die gebräuchlichste Art der mit Oszilloskopen vorgenommenen Signaldarstellung ist der Yt-Betrieb. In dieser Betriebsart lenkt die Amplitude des zu messenden Signals (bzw. der Signale) den Strahl in Y-Richtung ab. Gleichzeitig wird der Strahl von links nach rechts abgelenkt (Zeitbasis). Der bzw. die Y-Messverstärker bietet/bieten dabei folgende Möglichkeiten:

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

1. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal 1-Betrieb.
2. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal 2-Betrieb.
3. Die Darstellung von zwei Signalen im DUAL-Betrieb (Zweikanal).
4. Die Darstellung eines Signals, welches aus der algebraischen Summe oder Differenz (Addition) von zwei Signalen resultiert.

Bei DUAL-Betrieb arbeiten beide Kanäle. Die Art, wie die Signale beider Kanäle dargestellt werden, hängt von der Zeitbasis ab (siehe „Bedienelemente“). Die Kanalschaltung kann nach jedem Zeit-Ablenkvorgang (alternierend) erfolgen. Beide Kanäle können aber auch innerhalb einer Zeit-Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chopmode) werden. Dann sind auch langsam verlaufende Vorgänge flimmerfrei darstellbar. Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten  $\leq 500 \mu\text{s}/\text{DIV}$  ist die alternierende Betriebsart meistens nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz und entsprechend kleiner eingestellten Zeitkoeffizienten ist die gechoppte Art der Kanalschaltung meist nicht sinnvoll. Liegt Additions-Betrieb (ADD) vor, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert (+CH1  $\pm$ CH2). Ob sich hierbei die Summe oder die Differenz der Signalspannungen ergibt, hängt von der Phasenlage bzw. Polung der Signale selbst und davon ab, ob eine Invertierung im Oszilloskop vorgenommen wurde.

- Gleichphasige Eingangsspannungen:**  
 Kanal 2 nicht invertiert = Summe.  
 Kanal 2 invertiert (INV) = Differenz.
- Gegenphasige Eingangsspannungen:**  
 Kanal 2 nicht invertiert = Differenz.  
 Kanal 2 invertiert (INV) = Summe.

In der Additions-Betriebsart ist die vertikale Strahlage von der Y-POSITION-Einstellung beider Kanäle abhängig. Das heißt die Y-POSITION-Einstellung wird addiert, kann aber nicht mit INVERT beeinflusst werden.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, dass bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die galvanisch mit dem Schutzleiter verbundenen Massekabel beider Tastteiler nicht mit dem Messobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden.

### 5.1 XY-Betrieb

Das für diese Betriebsart wichtigste Bedienelement ist die mit XY bezeichnete Mode Taste. Die Betriebsartumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente" unter Punkt <sup>(32)</sup> beschrieben.

In dieser Betriebsart ist die Zeitbasis abgeschaltet. Die X-Ablenkung wird mit dem über den Eingang von Kanal 1 (INPUT CH1 (X) = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vorgenommen. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal 1 werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der X-POSITION-Drehknopf <sup>(13)</sup> zu benutzen. Der Positionsdrehknopf <sup>(5)</sup> von Kanal 1 ist im XY-Betrieb unwirksam. Die maximale Empfindlichkeit und die Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die X-Dehnung x10 ist unwirksam. Bei Messungen im XY-Betrieb ist sowohl die obere Grenzfrequenz (-3dB) des X-Verstärkers, als auch die mit höheren Frequenzen zunehmende Phasendifferenz zwischen X und Y zu beachten (siehe Datenblatt).

 Eine Umpolung des Y-Signals durch Invertieren mit der INV-Taste von Kanal 2 ist möglich!

Der XY-Betrieb mit Lissajous-Figuren erleichtert oder ermöglicht gewisse Messaufgaben:

- Vergleich zweier Signale unterschiedlicher Frequenz oder Nachziehen der einen Frequenz auf die Frequenz des anderen Signals bis zur Synchronisation. Das gilt auch noch für ganzzahlige Vielfache oder Teile der einen Signalfrequenz.
- Phasenvergleich zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz.

### 5.2 Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form lässt sich sehr einfach im Yt-Zweikanalbetrieb (DUAL) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Alternativ kann ein Phasenvergleich auch mit einer Lissajous-Figur im XY-Betrieb durchgeführt werden.

Zu dieser Einstellung können ohne Einfluss auf das Ergebnis auch die Y-Fein (VAR)-Einsteller (durch Drücken des VOLTS/DIV-Drehknopfs <sup>(18)</sup> <sup>(19)</sup>) für Amplitude und Zeitablenkung und der TRIGGER LEVEL-Drehknopf <sup>(10)</sup> benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung

mit den POSITION 1 und 2 (5) Drehknöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinusscheitelwerte sind weniger geeignet. Ist ein Sinussignal durch geradzählige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich AC-Kopplung für beide Kanäle. Handelt es sich um Impulssignale gleicher Form, liest man an steilen Flanken ab.

## 6 Triggerung und Zeitablenkung

Die für diese Funktionen wichtigsten Bedienelemente (16)–(23) befinden sich rechts von den VOLTS/DIV.-Drehknöpfen. Sie sind im Abschnitt „Bedienelemente“ beschrieben.

Die zeitliche Änderung einer zu messenden Spannung (Wechselspannung) ist im Yt-Betrieb darstellbar. Hierbei lenkt das Mess-Signal 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 repetierend wiederholende Spannungsverläufe mit sich repetierend 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.

**Anmerkung:** Die Triggerung kann durch das Mess-Signal selbst (interne Triggerung) oder durch eine extern zugeführte mit dem Mess-Signal synchrone Spannung erfolgen (externe Triggerung). Die zur Triggerung benötigte Mindestamplitude des Triggersignals nennt man Triggerschwelle, die mit einem Sinussignal bestimmbar ist. Bei interner Triggerung wird die Triggerspannung dem Mess-Signal des als Triggerquelle gewählten Messverstärkers (nach dem Teilerschalter) entnommen. Die Mindestamplitude (Triggerschwelle) wird bei interner Triggerung in Millimetern (mm) spezifiziert und bezieht sich auf die vertikale Auslenkung auf dem Bildschirm. Damit wird vermieden, dass für jede Teilerschalterstellung unterschiedliche Spannungswerte berücksichtigt werden müssen.

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.

### 6.1 Automatische Spitzenwert-Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen SLOPE- $\nearrow \searrow$  (9), TRIGGER-LEVEL (10) und TRIGGER (16)–(23) unter „Bedienelemente“ zu entnehmen.

Mit dem Betätigen der AUTOSET-Taste (7) wird automatisch diese Triggerart eingeschaltet. Bei DC-Triggerkopplung wird die Spitzenwerterfassung automatisch abgeschaltet, während die Funktion der Trigger-Automatik erhalten bleibt. Die Zeitablenkung wird bei automatischer Spitzenwert-Triggerung auch dann repetierend ausgelöst, wenn keine Messwechsel-Spannung oder externe Triggerwechsel-Spannung anliegt. Ohne Messwechsel-Spannung 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 TRIGGER-LEVEL-Drehknopf (14) 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 TRIGGER-LEVEL-Drehknopf fast an das Einstellbereichsende zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den TRIGGER-LEVEL-Drehknopf 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 Mess-Signal selbst in Bezug auf Amplitude, Frequenz oder Form noch weitgehend unbekannt ist.

Die automatische Spitzenwert-Triggerung ist unabhängig von der Triggerquelle und sowohl bei interner wie auch externer Triggerung anwendbar. Sie arbeitet oberhalb 5Hz.

### 6.2 Normaltriggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen SLOPE- $\nearrow \searrow$  (9), TRIGGER-LEVEL (10) und TRIGGER (16)–(23) unter „Bedienelemente“ zu entnehmen. Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Fein-Einstellung (VAR.) und die HOLD-OFF-Zeiteinstellung.



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

Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1 DIV, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl. Bei falscher Trigger-LEVEL-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 repetierend wiederkehrenden Pegelwerten, die u. U. erst bei gefühlvollem Drehen des Trigger-LEVEL Einstellers gefunden werden.

### 6.3 Flankenrichtung $\nearrow \searrow$

Die mit der SLOPE  $\nearrow \searrow$ -Taste (9) eingestellte (Trigger-) Flankenrichtung wird durch die leuchtende bzw. nicht leuchtende Taste angezeigt. Siehe auch unter „Bedienelemente“. Die Flankenrichtungseinstellung wird durch AUTOSET nicht beeinflusst. 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.

### 6.4 Triggerkopplung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen SLOPE- $\nearrow \searrow$  (9), TRIGGER-LEVEL (10) und TRIGGER (16)–(23) unter „Bedienelemente“ zu entnehmen. Mit AUTOSET (7) bleibt die eingestellte DC- oder AC-Triggerkopplung erhalten. 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 Triggereinrichtung angekopfelt wird. Diese Triggerkopplung ist dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Mess-Signals getriggert werden soll, oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.
- 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 angekopfelt. 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 höherfrequente 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.
- LINE ~ (Netztriggerung):** siehe Absatz „Netztriggerung“
- TV:** siehe folgenden Absatz, TV (Videosignal-Triggerung)

## 6.5 TV (Videosignal-Triggerung)

Mit dem Einschalten der TV-Triggerung  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 mit der SLOPE  -Taste  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 fallende Flankenrichtung gewählt werden. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorderflanke fallend. Dann muss die steigende 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 Signalhöhe der Synchronimpulse mindestens 5 mm betragen.

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

## 6.6 Bildsynchronimpuls-Triggerung

Es ist ein dem Messzweck entsprechender Zeit-Ablenkkoeffizient im TIME/DIV.-Feld zu wählen. Für Bildsynchronimpuls-Triggerung muss sich der TIME/DIV.-Drehknopf  im Bereich von 0,2 s/div. bis 1 ms/div. befinden. Bei der 2 ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt.



Bei Bildsynchronimpuls-Triggerung in Verbindung mit geschaltetem (gechoppten) DUAL-Betrieb können in der Signaldarstellung Interferenzstörungen sichtbar werden. Daher ist bei TV (Videosignal-Triggerung) alternierender DUAL-Betrieb automatisch voreingestellt. Mit einem langen Tastendruck auf die Mode Taste DUAL kann zwischen alternierendem DUAL-Betrieb und geschaltetem (gechoppten) DUAL-Betrieb manuell umgeschaltet werden. Bei Änderung des Zeit-Ablenkkoeffizienten wird wieder automatisch der alternierende DUAL-Betrieb voreingestellt.

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 HOLD OFF-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.-Drehknopf 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.

## 6.7 Zeilensynchronimpuls-Triggerung

Die Zeilensynchronimpuls-Triggerung kann durch jeden Synchronimpuls erfolgen. Hierzu muss sich der TIME/DIV.-Drehknopf  im Bereich von 0,5 ms/div. bis 0,1 µs/div. befinden. Um einzelne Zeilen darstellen zu können, ist die TIME/DIV.-Einstellung von 10 µs/div. empfehlenswert. Es werden dann ca. 1 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.

## 6.8 Netztriggerung

Zur Triggerung mit Netzfrequenz wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/60 Hz) 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 Flankenrichtungsumschaltung zwischen der positiven und der negativen Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen) und nicht die Flankenrichtung. Bei automatischer Triggerung kann der

Triggerpunkt mit dem TRIGGER-LEVEL-Drehknopf (10) im Bereich der gewählten Halbwelle verschoben werden. Bei Normaltriggerung kann der Triggerpunkt auch außerhalb des Bereichs 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 100 Ohm einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außenstatisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlusswindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Messort feststellen.

### 6.9 Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der EXT-Taste (19) eingeschaltet. Mit dem Einschalten dieser Triggerart wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die BNC-Buchse EXT. TRIG / Z-INP (31) kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine entsprechende Spannung (siehe Datenblatt) 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; Phasenstarrheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, dass Messsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B. 180° 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 100 V (DC + Spitze AC). Die Eingangsimpedanz der BNC-Buchse EXT. TRIG / Z-INP (31) liegt bei etwa 1 MΩ || 15 pF.**

Auch bei externer Triggerung wird die Triggerspannung über die Triggerkopplung geführt. Der einzige Unterschied zur internen Triggerung besteht darin, dass die Ankopplung der Triggerspannung bei allen Triggerkopplungsarten (außer DC-Kopplung!) über einen Kondensator erfolgt. Dadurch beträgt die untere Grenzfrequenz (außer bei DC-Kopplung!) ca. 20 Hz.

### 6.10 Triggeranzeige TRIG'd

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die TRIG'd (LED)-Anzeige, die unter Punkt (11) im Absatz „Bedienelemente“ aufgeführt ist. Die Leuchtdiode leuchtet sowohl bei automatischer, als auch bei Normaltriggerung auf, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muss in ausreichender Amplitude am Triggerkomparator anliegen.
2. Die Referenzspannung am Komparator (Triggerpunkt) muss auf einen Wert eingestellt sein, der es erlaubt, dass Signalfanken den Triggerpunkt 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 (Normaltriggerung verwenden) oder sehr kurzen impulsförmigen Signalen. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist das Aufleuchten der LED mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt die Anzeige nicht nur beim Start der Zeitablenkung am linken Bildschirmrand auf, sondern – bei Darstellung mehrerer Kurvenzüge auf dem Schirm – bei jedem Kurvenzug.

### 6.11 Holdoff-Zeiteinstellung

Gerätespezifische Informationen sind unter Punkt HOLD OFF / ON (27) unter „Bedienelemente“ zu entnehmen.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollem Durchdrehen des TRIGGER-LEVEL-Drehknopfs (10) bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen ein stehendes Bild durch Betätigung der HOLD OFF / ON -Taste (27) erreicht werden.

Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit (HOLD-OFF-Zeit) der Triggerung zwischen zwei Zeit-Ablenkperioden im Verhältnis von ca. 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Triggerimpulse, die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können den Start der Zeitbasis nicht auslösen. Besonders bei Burst-Signalen oder aperiodischen Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten oder erforderlichen Zeitpunkt eingestellt werden.

Ein stark verrauschtes oder ein durch eine höhere Frequenz gestörtes Signal wird manchmal doppelt dargestellt. Unter Umständen lässt sich mit der TRIGGER-LEVEL-Einstellung nur die gegenseitige Phasenverschiebung beeinflussen, aber nicht die Doppeldarstellung. Die zur Auswertung erforderliche stabile Einzeldarstellung des Signals ist aber durch die Vergrößerung der HOLD-OFF-Zeit leicht zu erreichen. Hierzu ist die HOLD OFF/ON-Taste (27) zu drücken und der TIME/DIV-Drehknopf (15) langsam nach rechts zu drehen, bis nur noch ein Signal abgebildet wird.

Eine Doppeldarstellung ist bei gewissen Impulssignalen möglich, bei denen die Impulse abwechselnd eine kleine Differenz der Spitzenamplituden aufweisen. Nur eine ganz genaue TRIGGER-LEVEL-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Der Gebrauch des TIME/DIV-Drehknopfes vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte die HOLD-OFF-Zeit unbedingt wieder zurückgedreht werden, weil sonst u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist. Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

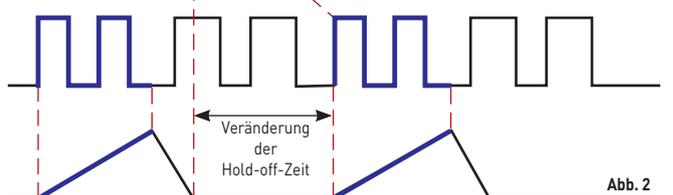
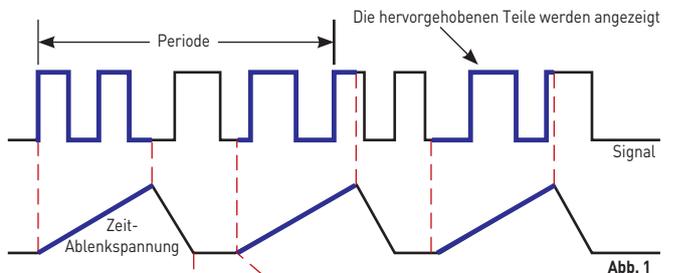


Abb. 1 zeigt das Schirmbild bei minimaler HOLD-OFF-Zeit (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

Abb. 2: Hier ist die HOLD-OFF-Zeit so eingestellt, dass immer die gleichen Teile des Kurvenzuges angezeigt werden. Es wird ein stehendes Bild dargestellt.

## 7 AUTOSET

Gerätespezifische Informationen sind dem Punkt AUTOSET [7] unter "Bedienelemente" zu entnehmen.

Wie im Abschnitt „Bedienelemente“ erwähnt, werden – bis auf die POWER-Taste [1] – alle Bedienelemente elektronisch abgefragt. Sie lassen sich daher auch steuern. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer automatischen, signalbezogenen Geräteeinstellung im Yt (Zeitbasis)-Betrieb, so dass in den meisten Fällen keine weitere manuelle Bedienung erforderlich ist. AUTOSET schaltet immer auf Yt-Betrieb. Mit dem Betätigen der AUTOSET-Taste [7] bleibt die zuvor gewählte Yt-Betriebsart unverändert, wenn Mono CH1-, CH2- oder DUAL-Betrieb vorlag; lag Additionsbetrieb vor, wird automatisch auf DUAL geschaltet. Der bzw. die Y-Ablenkkoeffizienten (VOLTS/DIV.) werden automatisch so gewählt, dass die Signalamplitude im Mono (Einkanal)-Betrieb ca. 6 DIV nicht überschreitet, während im DUAL-Betrieb jedes Signal mit ca. 4 DIV Höhe dargestellt wird.

Dieses, wie auch die Erläuterungen für die automatische Zeitkoeffizienten (TIME/DIV.)-Einstellung, gilt für Signale, die nicht zu stark vom Tastverhältnis 1 : 1 abweichen. Die automatische Zeitkoeffizienten-Einstellung sorgt für eine Darstellung von ca. 2 Signalperioden. Bei Signalen mit unterschiedlichen Frequenzanteilen, wie z.B. Videosignalen, erfolgt die Einstellung zufällig.

Durch die Betätigung der AUTOSET-Taste [7] werden folgende Betriebsbedingungen vorgegeben:

- AC- oder DC-Eingangskopplung unverändert bzw. letzte Einstellung vor der Umschaltung auf Masse (GND)
- interne (vom Mess-Signal abgeleitete) Triggerung
- automatische Triggerung
- automatische Wahl der Triggerquelle
- Trigger-LEVEL-Einstellung auf Bereichsmittle
- Y-Ablenkkoeffizient(en) kalibriert
- Zeitbasis-Ablenkkoeffizient kalibriert
- AC- oder DC-Triggerkopplung unverändert
- keine X-Dehnung x10
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung
- Triggerflanke bleibt erhalten
- Strahl sichtbar

Wird AUTOSET betätigt, stellt sich die zuletzt benutzte Eingangskopplung (AC oder DC) ein. Wenn zuvor DC-Triggerkopplung vorlag, wird nicht auf AC-Triggerkopplung umgeschaltet und die automatische Triggerung erfolgt ohne Spitzenwerterfassung. Die mit AUTOSET vorgegebenen Betriebsbedingungen überschreiben die vorherigen Einstellungen. Falls unkalibrierte Bedingungen vorlagen, wird durch AUTOSET elektrisch automatisch in die kalibrierte Einstellung geschaltet. Anschließend kann die Bedienung wieder manuell erfolgen. Die Ablenkkoeffizienten 1 mV/DIV und 2 mV/DIV werden, wegen der reduzierten Bandbreite in diesen Bereichen, durch AUTOSET nicht gewählt.

 **Liegt ein pulsartiges Signal an, dessen Tastverhältnis einen Wert von ca. 400 : 1 erreicht oder überschreitet, ist in den meisten Fällen keine automatische Signaldarstellung mehr möglich. Der Y-Ablenkkoeffizient ist dann zu klein und der Zeit-Ablenkkoeffizient zu groß. Daraus resultiert, dass nur noch die Strahllinie dargestellt wird und der Puls nicht sichtbar ist.**

In solchen Fällen empfiehlt es sich, auf Normaltriggerung umzuschalten und den Triggerpunkt ca. 5 mm über oder unter die Strahllinie zu stellen. Leuchtet dann die Triggeranzeige-LED, liegt ein derartiges Signal an. Um das Signal sichtbar zu machen, muss zuerst ein kürzerer Zeit-Ablenkkoeffizient und danach ein höherer Y-Ablenkkoeffizient gewählt werden. Dabei kann sich allerdings die Strahlhelligkeit so stark verringern, dass der Puls nicht sichtbar wird.

## 8 Komponenten-Test

Das Oszilloskop HM400 hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der COMP-Mode Taste sofort betriebsbereit ist. Der zweipolige Anschluss des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die zugeordneten Buchsen (rechts unter dem Bildschirm). Bei gedrückter COMP-Taste sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei Front-BNC-Buchsen [29] + [31] weiter anliegen, wenn einzelne nicht in Schaltungen befindliche Bauteile (Einzelbauteile) getestet werden. Nur in diesem Fall müssen die Zuleitungen zu den BNC-Buchsen nicht gelöst werden (siehe im folgenden Absatz „Tests direkt in der Schaltung“). Außer der SELECT-Taste [4], den ADJUST-Tasten [2], dem X-POSITION -Drehknopf [13] sowie der X-MAG / x10-Taste [12], haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluss auf diesen Komponenten-Tester-Betrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den Komponenten-Tester-Buchsen sind zwei einfache Messkabel mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Drücken der COMP-Mode Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.



**Wie im Abschnitt SICHERHEIT beschrieben, sind alle Messanschlüsse (bei einwandfreiem Betrieb) mit dem Netzschutzleiter verbunden, also auch die COMP-TESTER-Buchsen. Für den Test von Einzelbauteilen (nicht in Geräten bzw. Schaltungen befindlich) ist dies ohne Belang, da diese Bauteile nicht mit dem Netzschutzleiter verbunden sein können.**



**Sollen Bauteile getestet werden, die sich in Testschaltungen bzw. Geräten befinden, müssen die Schaltungen bzw. Geräte unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Soweit Netzbetrieb vorliegt ist auch der Netzstecker des Testobjektes zu ziehen. Damit wird sichergestellt, dass eine Verbindung zwischen Oszilloskop und Testobjekt über den Schutzleiter vermieden wird. Sie hätte falsche Testergebnisse zur Folge.**



**Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!**

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Ein im HM400 integrierter Sinusgenerator erzeugt eine Sinusspannung, deren Frequenz 50 Hz ( $\pm 10\%$ ) beträgt. Sie speist eine Reihenschaltung aus Prüfobjekt und eingebautem Widerstand. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmsche Widerstände zwischen 20  $\Omega$  und 4,7 k $\Omega$  testen.

Kondensatoren und Induktivitäten (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei einer Frequenz von 50 Hz. Kondensatoren werden im Bereich 0,1  $\mu\text{F}$  bis 1000  $\mu\text{F}$  angezeigt.

- Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).
- Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).
- Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die spannungsabhängigen Kennlinienknick beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter ca. 9 V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da der Teststrom nur einige mA beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller Halbleiter zerstörungsfrei geprüft werden. Eine Bestimmung von Halbleiter-Durchbruch- und Sperrspannung > ca. 9 V ist nicht möglich. Das ist im Allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben. Recht genaue Ergebnisse erhält man beim Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluss einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlussfolge B-C-E eines unbekanntes Transistortyps schnell ermitteln.

Zu beachten ist hier der Hinweis, dass die Anschlussumpolung eines Halbleiters (Vertauschen von COMP. TESTER-Buchse mit Masse-Buchse) eine 0 Drehung des Testbilds um 180° um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt. Wichtiger noch ist die einfache Gut-/Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluss, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

 **Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluss eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).**

### 8.1 Tests direkt in der Schaltung

Sie sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen – besonders wenn diese bei einer Frequenz von 50 Hz relativ niederohmig sind – ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muss (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Messpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluss einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluss sollte dann mit der COMP. TESTER-Prüfbuchse ohne Massezeichen verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die COMP. TESTER-Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

## 9 Bedienelemente

### 1 POWER

Netz-Tastenschalter mit Symbolen für Ein (I) - und Aus (O)-Stellung. Wird das Oszilloskop eingeschaltet, leuchten zunächst alle LED-Anzeigen auf und es erfolgt ein automatischer Test des Gerätes. Wenn alle Testroutinen erfolgreich beendet wurden, schaltet das Oszilloskop in den Normalbetrieb. Im Normalbetrieb werden dann alle vor dem Ausschalten gespeicherten Einstellungen übernommen.

### 2 ADJUST - / +

Taste ermöglicht die Änderung diverser Einstellungen je nach Auswahl mit der Taste SELECT (4).

### 3 Anzeige LEDs

**INTENS:** Anzeige leuchtet, wenn mit der Taste SELECT (4) die Helligkeitseinstellung (Intensität) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde. In dieser Stellung wirken die Tasten ADJUST - / + (2) als Einsteller für die Strahlintensität (Helligkeit) der Signaldarstellung. Es sollte immer nur die gerade benötigte Strahlhelligkeit eingestellt werden. Sie hängt von Signalparametern, Oszilloskop-Einstellungen und der Umgebungshelligkeit ab.

**FOCUS:** Anzeige leuchtet, wenn mit der Taste SELECT (4) die Strahlschärfereinstellung (Fokus) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde. Die FOCUS-Einstellung (Strahlschärfe) ist für die Signaldarstellung wirksam. Mit höherer Strahlintensität wird der Strahldurchmesser größer und die Strahlschärfe nimmt ab, was in einem gewissen Maße mit dem Einsteller korrigierbar ist. Die Strahlschärfe hängt auch davon ab, an welcher Stelle des Bildschirms der Strahl auftrifft. Bei optimaler Strahlschärfe in Bildschirmmitte nimmt die Strahlschärfe mit zunehmendem Abstand von der Bildschirmmitte ab. Die Strahlschärfe sollte für die Signaldarstellung optimal eingestellt werden. Anschließend kann die Strahlschärfe durch weniger Intensität verbessert werden.

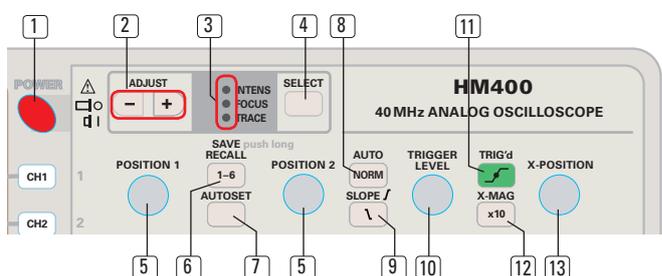
**TRACE:** Anzeige leuchtet, wenn mit der Taste SELECT (7) die Strahldrehung (Trace) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde. Mit den Tasten ADJUST - / + (2) kann der Einfluss des Erdmagnetfeldes auf die Strahlableitung kompensiert werden, so dass die in Bildschirmmitte befindliche Strahllinie praktisch parallel zur horizontalen Rasterlinie verläuft. Siehe auch „Strahldrehung“ im Abschnitt „Inbetriebnahme und Voreinstellungen“

### 4 SELECT - Taste mit zugeordneten Leuchtdioden (LED)

Ermöglicht die Änderung diverser Einstellungen für den Kathodenstrahl (z.B. Intensität, Focus, Strahldrehung) mit den Tasten ADJUST - / + (2), wenn die entsprechende LED leuchtet. Mit jedem kurzen Tastendruck wird auf eine andere Funktion umgeschaltet, welche durch die dann leuchtende LED angezeigt wird.

### 5 POSITION 1 + POSITION 2 - Drehknöpfe

Mit diesen Drehknöpfen lässt sich die vertikale Strahlposition für die Kanäle 1 bzw. 2 einstellen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe wirksam. Im XY-Betrieb ist die Y-POSITION-Funktion abgeschaltet; für X-Positionsänderungen ist der X-POSITION-Drehknopf (13) zu benutzen.



### Gleichspannungsmessung

Liegt kein Signal am Eingang INPUT CH1 bzw. CH2 (29), entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CH1 (CH2) bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge INPUT CH1 und INPUT CH2 auf Masse (GND) (25) geschaltet sind und automatische Triggerung AUTO (8) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem POSITION 1- oder POSITION 2-Drehknopf auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete Rasterlinie, positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich) ändert sich die Strahlposition. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tasterlers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten „0-Volt-Strahlposition“ (Referenzlinie), lässt sich die Gleichspannung bestimmen.

### 6 SAVE / RECALL – Taste

Bietet den Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher in Verbindung mit den Mode Tasten (32). Das Oszilloskop verfügt über 6 Speicherplätze. In diesen können alle Geräteeinstellungen gespeichert bzw. aus diesen abgerufen werden.

**SAVE:** Um einen Speichervorgang einzuleiten, muss die SAVE/RECALL-Taste (6) lang gedrückt werden; dann blinken die Mode Tasten (32). Durch Drücken der entsprechenden Mode Taste wird der Speicherplatz gewählt und die vor dem Aufruf der SAVE-Funktion vorliegenden Geräteeinstellungen werden in diesen Speicherplatz geschrieben. Danach leuchten die Mode Tasten nicht mehr. Wurde die SAVE-Funktion versehentlich aufgerufen, kann diese durch erneutes Drücken der SAVE/RECALL-Taste (6) oder einer anderen Taste außer den Mode Tasten, jederzeit wieder abgebrochen werden.

Wird das Oszilloskop ausgeschaltet, werden die letzten Geräteeinstellungen automatisch in einen (von den Speicherplätzen unabhängigen) Speicher geschrieben. Dadurch gehen aktuelle Einstellungen nicht verloren.

**RECALL:** Durch einen kurzen Tastendruck auf die SAVE/RECALL-Taste (6) leuchten die Mode Taste (32). Durch Drücken der entsprechenden Mode Taste wird der Speicherplatz gewählt und die vorher gespeicherten Geräteeinstellungen werden von diesem Speicherplatz abgerufen und vom Oszilloskop übernommen. Danach leuchten die Mode Tasten nicht mehr. Wurde die RECALL-Funktion versehentlich aufgerufen, kann diese durch erneutes Drücken der SAVE/RECALL-Taste oder einer anderen Taste außer den Mode Tasten, jederzeit wieder abgebrochen werden.



**Achten Sie darauf, 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.**

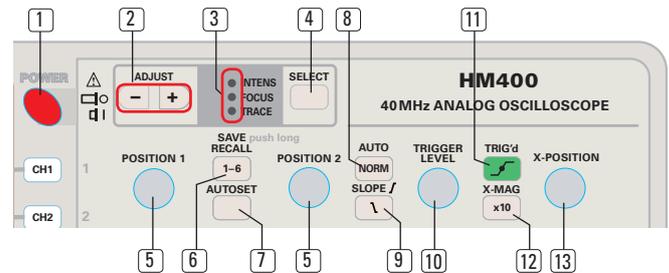
### 7 AUTOSET – Taste

Die Taste bewirkt eine sinnvolle, signalbezogene, automatische Geräteeinstellung (siehe im Abschnitt AUTOSET). Auch wenn Component Tester- oder XY-Betrieb vorliegen, schaltet AUTOSET in die zuletzt benutzte Yt-Betriebsart (CH 1, CH 2 oder DUAL).

### 8 AUTO / NORM – Taste mit LED-Anzeige

Ermöglicht durch kurzen Tastendruck die Auswahl zwischen Automatischer Triggerung (AUTO) und Normal-Triggerung (NORM). Automatische Triggerung liegt vor, wenn die Taste nicht leuchtet. Bei Normal-Triggerung leuchtet die Taste.

**AUTO:** Die automatische Triggerung kann mit und ohne Spitzenwertfassung erfolgen. In beiden Fällen ist der TRIGGER LEVEL-Drehknopf (10) wirksam. Auch ohne Triggersignal bzw. bei ungeeigneten Trigger-Einstellungen, wird die Zeitablenkung durch die Triggerautomatik periodisch ausgelöst und es erfolgt eine Signaldarstellung. Signale, deren Periodendauer größer als die Periodendauer der Triggerauto-



matik sind, können nicht getriggert dargestellt werden, weil dann die Triggerautomatik die Zeitbasis zu früh startet.

Mit Spitzenwert-Triggerung wird der Einstellbereich des TRIGGER LEVEL-Drehknopfs (10) durch den positiven und negativen Scheitelwert des Triggersignals begrenzt. Ohne Spitzenwert-Triggerung ist der LEVEL-Einstellbereich nicht mehr vom Triggersignal abhängig und kann zu hoch oder zu niedrig eingestellt werden. In diesen Fällen sorgt die Triggerautomatik dafür, dass immer noch eine Signaldarstellung erfolgt, obwohl sie ungetriggert ist.

Ob die Spitzenwert-Triggerung wirksam ist oder nicht, hängt von der Betriebsart und der gewählten Triggerkopplung ab. Der jeweilige Zustand wird durch den Beginn der Signaldarstellung (Strahlstart) beim Drehen des TRIGGER LEVEL-Drehknopfs (10) erkennbar.

**NORM:** Bei Normaltriggerung ist sowohl die Triggerautomatik als auch die Spitzenwert-Triggerung abgeschaltet. Ist kein Triggersignal vorhanden oder die TRIGGER LEVEL-Einstellung ungeeignet, erfolgt keine Signaldarstellung. Da die Triggerautomatik abgeschaltet ist, können auch sehr niederfrequente Signale getriggert dargestellt werden.

### 9 SLOPE – Taste mit LED-Anzeige

Ermöglicht die Triggerung auf steigende (↗) oder fallende (↘) Signalflanken. Bei der Triggerung auf fallende Signalflanken leuchtet die Taste. Bei der Triggerung auf steigende Signalflanken leuchtet die Taste nicht. Die Triggerflankenwahl kann mit jedem kurzen Tastendruck umgeschaltet werden. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder abfallende Signalflanke die Triggerung auslösen soll.

### 10 TRIGGER LEVEL – Drehknopf

Mit dem TRIGGER LEVEL-Drehknopf kann die Trigger-Spannung für die Zeitbasis bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muss (abhängig von der Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. Der Triggerpunkt wird durch den Beginn der Signaldarstellung (Strahlstart) angezeigt. Wird die TRIGGER LEVEL-Einstellung geändert, ändert sich auch die Position des Strahlstarts des Signals. Wenn der Triggerpunkt in einer Richtung das Messraster verlassen hat, kann durch Drücken der AUTOSET-Taste (7) eine getriggerte Signaldarstellung erreicht werden.

### 11 TRIG'd – LED

Anzeige (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 TRIG'd-LED nicht.

### 12 X-MAG / x10 – Taste mit x10 LED-Anzeige

Jeder Tastendruck schaltet die X-Dehnung ein bzw. aus. Leuchtet die X-MAG / x10-Taste, erfolgt eine 10fache X-Dehnung. Bei ausgeschalteter X-Dehnung kann der zu betrachtende Signalausschnitt mit dem X-POSITION-Drehknopf (13) auf die mittlere vertikale Rasterlinie positioniert und danach mit eingeschalteter X-Dehnung betrachtet werden. Im XY-Betrieb ist die X-MAG / x10-Taste wirkungslos.

### 13 X-POSITION – Drehknopf

Er bewirkt eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung (X-Position der Zeitlinie). Diese Funktion ist insbesondere in Verbindung mit 10facher 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 10 cm angezeigt. Mit dem X-POSITION-Drehknopf lässt sich bestimmen, welcher Teil der Gesamtdarstellung 10fach gedehnt sichtbar ist.

## 14 VOLTS/DIV – Drehknöpfe (CH1 + CH2)

Diese Drehknöpfe haben eine Doppelfunktion. Als Y-Ablenkkoeffizienten-Einsteller sowie als Y-Fein-(VAR) -Einsteller durch Drücken des jeweiligen Drehknopfes. Bei Fein-Einstellung blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige (um den Drehknopf befindliche Leuchtdioden). Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal 1 bzw. 2 aktiv geschaltet ist oder als Triggerquelle Kanal 1 oder 2 ausgewählt wurde. Die Kanäle sind im CH1- (Mono), DUAL-, Additions- („ADD“) und XY-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter VAR (CH1 + CH2) beschrieben.

### Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter; CH1)

Sie liegt vor, wenn die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht blinkt. Durch Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht; durch Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1 mV/div. bis 20 V/div. in 1-2-5-Folge eingestellt werden. Bei Feineinstellung (VAR) befindet sich das Oszilloskop im unkalibrierten Betrieb und es blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige.

### VAR (CH1 + CH2)

Mit einem kurzen Tastendruck auf die VOLTS/DIV-Drehknöpfe (14) wird die Funktion des Drehknopfes umgeschaltet und durch Blinken der Y-Ablenkkoeffizient-Anzeige angezeigt. Blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal 1 bzw. 2 verändert werden (1-2-5-Folge).

Blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige, ist der VOLTS/DIV-Drehknopf als Feineinsteller wirksam. Die Einstellung als Feineinsteller bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf erneut gedrückt wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient ( $Y1 > \dots$ ). Ist die untere Grenze des Feineinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

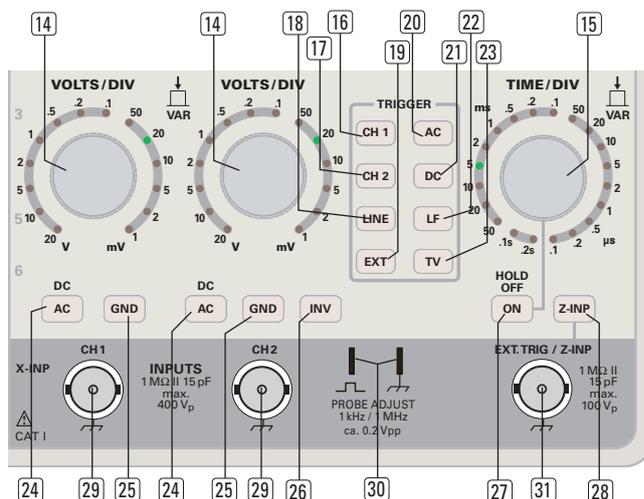
Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient ( $Y1 < \dots$ ) und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feineinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal.

Unabhängig von der Einstellung im Feineinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfes jederzeit – durch nochmaliges Drücken – auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht mehr.

## 15 TIME/DIV – Drehknopf

Drehknopf mit Doppelfunktion für den X-Ablenkkoeffizient der Zeitbasis sowie Zeit-Feineinsteller (VAR) durch Drücken des TIME/DIV-Drehknopfes. Bei Zeit-Fein-Einstellung blinkt die X-Ablenkkoeffizienten-Anzeige (um den Drehknopf befindliche Leuchtdioden).

Mit dem TIME/DIV-Drehknopf wird der Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt und durch Leuchtdioden angezeigt (z.B. „10  $\mu$ s“). Leuchtet eine der um den Drehknopf angeordneten Leuchtdioden, wirkt der Drehknopf als Zeitbasisschalter (außer wenn eine Holdoff-Zeit mit der Taste (27) eingeschaltet ist). Er bewirkt die Zeit-Ablenkkoeffizientenumschaltung in 1-2-5-Folge; dabei ist die Zeitbasis kalibriert. Linksdrehen vergrößert und Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkkoeffizienten. Ohne X-Dehnung x10 können Zeit-Ablenkkoeffizienten zwischen 200 ms/div. und 100 ns/div. in 1-2-5 Folge gewählt werden. Blinkt eine der um den Drehknopf angeordneten Leuchtdioden, wirkt der Drehknopf als Feineinsteller (nicht bei aktivierter Holdoff-Zeit). 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. Unabhängig von der Einstellung im Feineinstellerbetrieb, kann die Funktion des Drehknopfes jederzeit – durch nochmaliges Drücken des TIME/DIV-Drehknopfes – auf die kalibrierte Zeitbasisschalterfunktion umgeschaltet werden. Dann blinkt die X-Ablenkkoeffizient-Anzeige nicht mehr.



## 16 CH1 – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck der Kanal 1 (CH1) als interne Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.



### INTERNE TRIGGERQUELLE:

Das Triggersignal stammt vom Mess-Signal.

**NETZTRIGGERUNG:** Das Triggersignal stammt nicht vom Mess-Signal, sondern von einer Netzwechselfrequenz aus dem Netzteil des Oszilloskops.

**EXTERNE TRIGGERQUELLE:** Das Triggersignal stammt nicht vom Mess-Signal sondern von einer externen Trigger-Spannung.

## 17 CH2 – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck der Kanal 2 (CH2) als interne Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

## 18 LINE – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die Netztriggerung als Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

## 19 EXT – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck der Triggeringang EXT. TRIG / Z-INP (31) als externe Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet. Der externe Helltasteingang Z-INP zur Helligkeitsmodulation wird durch diese Taste abgeschaltet.

## 20 AC – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die AC Triggerkopplung (Wechselspannungskopplung) ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

## 21 DC – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die DC Triggerkopplung (Gleichspannungskopplung) ausgewählt werden.

den. Die Spitzenwerterfassung ist abgeschaltet. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

**22 LF** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die LF Triggerkopplung (Niederfrequenzankopplung) ausgewählt werden. Die Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile erfolgt durch Ankopplung des Triggersignals über einen Tiefpass. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

**23 TV** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die TV-Signaltriggerung für Videosignale (Bild- / Zeilen-Synchronimpuls-Triggerung) ausgewählt werden.

Für Bild-Synchronimpuls-Triggerung muss sich der TIME/DIV-Drehknopf (15) im Bereich von 0,2s/div. bis 1 ms/div. befinden. Bei der 2ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt.

Für Zeilen-Synchronimpuls-Triggerung muss sich der TIME/DIV-Drehknopf (15) im Bereich von 0,5 ms/div. bis 0,1 µs/div. befinden. Bei der 10 µs/div.-Einstellung können einzelne Zeilen dargestellt werden. Es sind ca. 1½ Zeilen sichtbar. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

**24 DC / AC** – Tasten mit LED-Anzeige (CH1 + CH2)

Durch einen kurzen Tastendruck kann die DC oder AC Eingangskopplung (Gleich- / Wechsellspannungskopplung) von Kanal 1 bzw. 2 ausgewählt werden. Bei AC Eingangskopplung leuchtet die Taste.

**25 GND** – Tasten mit LED-Anzeige (CH1 + CH2)

Durch einen kurzen Tastendruck kann der Signaleingang Kanal 1 bzw. 2 abgeschaltet werden. Bei GND (Ground) kann das am Signaleingang anliegende Signal keine Strahlableitung bewirken und es wird im Yt-Betrieb mit automatischer Triggerung nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt (0-Volt-Strahlposition). Bei abgeschaltetem Eingang leuchtet die Taste. Bei XY-Betrieb erfolgt keine X-Ablenkung bzw. Y-Ablenkung.

**26 INV** – Taste mit LED-Anzeige (CH2)

Durch einen kurzen Tastendruck kann zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Signals von Kanal 2 (CH2) umgeschaltet werden. Bei eingeschalteter Invertierung leuchtet die Taste und es erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung des an Kanal 2 (CH2) anliegenden Signals. Bei nicht invertiertem Eingang leuchtet die Taste nicht.

**27 HOLD OFF / ON** – Taste mit LED-Anzeige

Durch einen kurzen Tastendruck kann eine Holdoff-Zeit eingeschaltet werden. Der TIME/DIV-Drehknopf (15) wirkt dabei als Holdoff-Zeiteinsteller. Bei eingeschalteter Holdoff-Zeit leuchtet die Taste (27). Wird der TIME/DIV-Drehknopf (15) im Uhrzeigersinn gedreht vergrößert sich die Holdoff-Zeit. Bei Erreichen der maximalen Holdoff-Zeit ertönt ein Signal. Sinngemäß verhält es sich, wenn in die entgegen gesetzte Richtung gedreht wird und die minimale Holdoff-Zeit erreicht wurde. Die zuletzt eingestellte Holdoff-Zeiteinstellung wird automatisch auf den Minimalwert zurück gesetzt, wenn die Holdoff-Zeit mit der Taste (27) abgeschaltet wird (Taste leuchtet nicht mehr), um z.B. eine andere Zeitbasiseinstellung mit dem TIME/DIV-Drehknopf (15) zu wählen. Durch kurzes Drücken des TIME/DIV-Drehknopfes kann zwischen Holdoff-Zeiteinstellung und Zeit-Feineinstellung wechselseitig umgeschaltet werden (Über die Anwendung der „Holdoff-Zeiteinstellung“ siehe der gleichnamige Absatz).

**28 Z-INP** – Taste mit LED-Anzeige

Mit einem kurzen Tastendruck kann die Funktion des Eingangs EXT. TRIG / Z-INP (31) (BNC-Buchse) geändert werden. Der Eingang kann wahlweise als externer Triggereingang oder als externer Helligkeitssteigang zur Helligkeitsmodulation (Z-Strahlhelligkeit) dienen. Bei eingeschaltetem Helligkeitssteigang (Z) leuchtet die Taste. In Verbindung mit „externer Triggerung“ oder „Component Tester“-Betrieb wird die Helligkeitsmodulation (Z) nicht ermöglicht bzw. automatisch abgeschaltet. Mit 0 Volt am Helligkeitssteigang (Z) bleibt der Strahl hellgetastet; +5 Volt (TTL-Pegel) bewirken die Dunkelastung des Strahls. Höhere Spannungen als +5 Volt sind zur Helligkeitsmodulation des Strahls unzulässig.

**29 INPUT CH1 + CH2** – BNC-Buchsen

Diese Buchsen dienen als Signaleingang für den Messverstärker von Kanal 1 und 2 sowie als Eingang für die Horizontalablenkung im XY-Betrieb (CH1). Bei XY-Betrieb ist der Eingang CH1 auf den X-Messverstärker geschaltet. Der Außenanschluss der BNC-Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Dem Signaleingang sind die Tasten DC/AC (24), GND (25) und INV (26) (nur bei CH2) zugeordnet.

**30 PROBE ADJUST**  – Anschlusskontakte

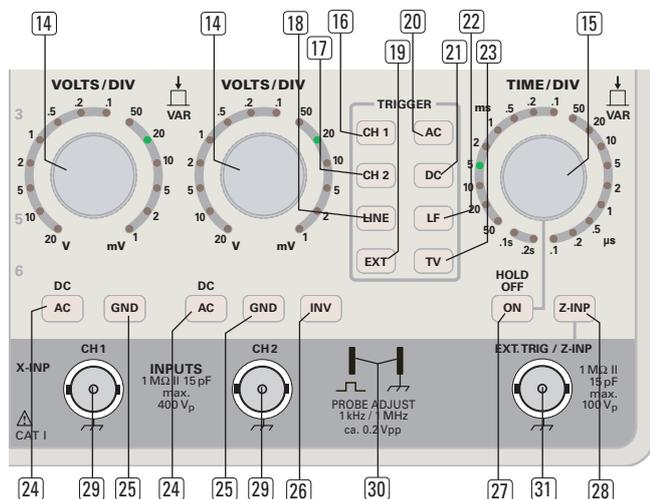
An diesem Signalausgang kann ein Rechtecksignal von ca. 1 kHz / 1 MHz zur Frequenz-Kompensation von Tastköpfen mit Teilungsfaktor entnommen werden. Die Ausgangsimpedanz beträgt ca. 50 Ω. Bei hochohmiger Last (Oszilloskop ca. 1 MΩ, Digitalvoltmeter ca. 10 MΩ) beträgt die Ausgangsspannung ca. 0,2V<sub>SS</sub> (rechteckförmige Wechsellspannung). Die wählbaren Wechsellspannungen werden als Rechtecksignale zum Tastkopfabgleich bzw. zur Beurteilung des Frequenzverhaltens angeboten. Dabei sind die Frequenzgenauigkeit und auch das Tastverhältnis nicht von Bedeutung. Die Signalfrequenz des Rechtecksignals ist abhängig von der Einstellung des Zeitablenkoeffizienten (Zeitbasis). Im Bereich von 0,2s/div. bis 100µs/div. liegt die Signalfrequenz 1 kHz an und im Bereich von 50µs/div. bis 100ns/div. die Signalfrequenz 1 MHz. Unter „Inbetriebnahme und Voreinstellungen“ beschreibt der Abschnitt „Tastkopf-Abgleich und Anwendung“ die wichtigste Anwendung dieses Signals.

**PROBE ADJUST** : An diesen Anschlusskontakt des Signalausgangs wird der Massering des Tastkopfs angeschlossen.

**31 EXT. TRIG / Z-INP** – BNC-Buchse

Dieser Eingang kann als externer Triggereingang oder zur Helligkeitsmodulation Z (Strahlhelligkeit) dienen. Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 1 MΩ || 15 pF. Der Außenanschluss der BNC-Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Mit einem kurzen Tastendruck auf die Z-INP-Taste (28) kann die Funktion des Eingangs geändert werden.

**EXT. TRIG:** Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für (externe) Triggersignale wirksam, wenn die Z-INP-Taste (28) nicht leuchtet. Die Triggerquelle wird mit den Tasten (16) ... (19) bestimmt. Bei externer Triggerung wird die Z-Modulation automatisch abgeschaltet.



**Z-INP:** Z-Modulation ist möglich, wenn die Z-INP-Taste **28** leuchtet. In Verbindung mit „externer Triggerung“ oder COMPONENT TESTER-Betrieb ist die Z-Modulation nicht möglich bzw. wird automatisch abgeschaltet. Die Dunkelastung des Strahls erfolgt durch High-TTL-Pegel (positive Logik). Es sind keine höheren Spannungen als +5 Volt zur Strahlmodulation zulässig.

### **32** Mode-Wahltasten mit LEDs

Umschaltung auf CH1- oder CH2- (Einkanal), DUAL- (Zweikanal), Additions-, XY- und Component Tester -Betrieb. Liegt Einkanal-Betrieb CH 1 oder CH 2 vor, bewirkt ein kurzer Tastendruck auf die Mode-Taste DUAL die Umschaltung auf DUAL-Betrieb. Die angezeigte Triggerbedingung (Triggerquelle, -flanke und -kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden. Die Umschaltung auf XY-Betrieb kann vom Einkanal-Betrieb ausgehend direkt erfolgen, indem die Mode-Taste XY gedrückt wird. Liegt XY-Betrieb vor, genügt ein kurzer Tastendruck auf die Mode-Taste DUAL um wieder auf DUAL-Betrieb umzuschalten. Die aktuell eingestellte Betriebsart wird durch leuchtende Mode-Tasten angezeigt.

**CH1:** Zum Aktivieren des Signaleingangs Kanal 1 (CH1) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 1. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal 1 umgeschaltet und die Triggerquelle durch die leuchtende Taste **16** angezeigt. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV-Drehknopfs **14** bleibt erhalten. Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam.

**CH2:** Zum Aktivieren des Signaleingangs Kanal 2 (CH2) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 2. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal 2 umgeschaltet und die Triggerquelle durch die leuchtende Taste **17** angezeigt. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV-Drehknopfs **14** bleibt erhalten. Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam.

**DUAL:** Zum Aktivieren der Vertikalbetriebsart DUAL (Zweikanalbetrieb) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 3. Die letzte vorliegende Triggerbedingung (Triggerquelle, -flanke und -kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden. Im DUAL-Betrieb bieten sich die Möglichkeiten „gechopppter“ DUAL-Betrieb oder „alternierender“ DUAL-Betrieb für die Kanalschaltung an. Die aktivierte Betriebsart DUAL-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste DUAL angezeigt.

**DUAL-(Zweikanal) Betrieb:** Bei Chopper (Zerhacker)-Kanalschaltung wird während des Zeit-Ablenkvorganges die Signaldarstellung ständig zwischen Kanal 1 und 2 umgeschaltet. Bei alternierender Kanalschaltung wird während eines Zeit-Ablenkvorganges nur ein Kanal und mit dem nächsten Zeit-Ablenkvorgang der andere Kanal dargestellt. Die alternierende- bzw. choppernde Kanalschaltung wird automatisch von dem eingestellten Zeit-Ablenkkoeffizienten bestimmt. Diese Einstellung kann durch einen langen Tastendruck auf die Mode Taste DUAL auch manuell voreingestellt werden. Durch eine Änderung des Zeit-Ablenkkoeffizienten mit dem TIME/DIV-Drehknopf **15** wird automatisch wieder die zuvor eingestellte Kanalschaltung bestimmt.

**ADD:** Zum Aktivieren der Vertikalbetriebsart ADD (Additionsbetrieb) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 4. Die letzte vorliegende Triggerbedingung (Trigger-Quelle, -Flanke u. -Kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden. Die aktivierte Betriebsart Additions-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste ADD angezeigt.

**Additions-Betrieb (ADD):** Im 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 POSITION -Drehknöpfen **5** beeinflusst werden.

**XY:** Zum Aktivieren der Vertikalbetriebsart XY (-Betrieb) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 5. Die aktivierte Betriebsart XY-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste XY angezeigt.

**XY-Betrieb:** Bei XY-Betrieb sind folgende Anzeigen abgeschaltet:

1. die Anzeige des Zeitablenkkoeffizienten,
2. die Anzeige der Triggerquelle, -flanke und -kopplung, Triggersignal und Holdoff-Zeit.

Die letzte vorliegende Triggerbedingung (Triggerquelle, -flanke und -kopplung) bleibt bestehen.

Die diesen Anzeigen zugehörigen Bedienelemente sind ebenfalls abgeschaltet. Die POSITION 1 **2**-Drehknopf und der TRIGGER-LEVEL-Drehknopf **10** sind ebenfalls unwirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung kann mit dem X-POSITION Drehknopf **15** vorgenommen werden.

**COMP:** Zum Einschalten des COMPONENT-Tester oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 6. Die aktivierte Betriebsart Komponententester-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste COMP angezeigt. Durch einen kurzen Tastendruck auf eine andere Taste wird der COMPONENT-Tester wieder ausgeschaltet.

### **COMPONENT TESTER-Betrieb**

Mit dem Betätigen der Mode Taste COMP (Komponententester-Taste), kann zwischen Oszilloskop- und Komponententester-Betrieb umgeschaltet werden. Siehe auch im Abschnitt „Komponenten-Test“. In dieser Betriebsart sind folgende Bedienelemente und LED-Anzeigen von Bedeutung:

- ADJUST + / - Tasten **2** mit den zugeordneten LEDs INTENS, FOCUS und TRACE **3**.
- X-POSITION-Drehknopf **13**.

Die Prüfung von elektronischen Bauelementen erfolgt zweipolig. Dabei wird ein Anschluss des Bauelements mit der rechten 4mm Buchse **33** verbunden. Der zweite Anschluss des Bauelements erfolgt über die linke 4mm Buchse (Massebuchse). Wenn der Komponententester durch Drücken auf eine andere Taste abgeschaltet wird, liegen die letzten Betriebsbedingungen des Oszilloskopbetriebs wieder vor.

### **33** COMP. TESTER - 2 Buchsen mit Ø 4 mm

Zum Anschluss der Testkabel für den Komponenten-Tester. Die beiden Buchsen sind als 4 mm Bananenstecker-Buchsen ausgeführt. Die linke 4mm Buchse (Massebuchse) ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Diese linke Buchse dient als Bezugspotentialanschluss bei „Component-Tester“-Betrieb, kann aber auch bei der Messung von Gleichspannungen bzw. niederfrequenten Wechselspannungen als Messbezugspotentialanschluss benutzt werden.

