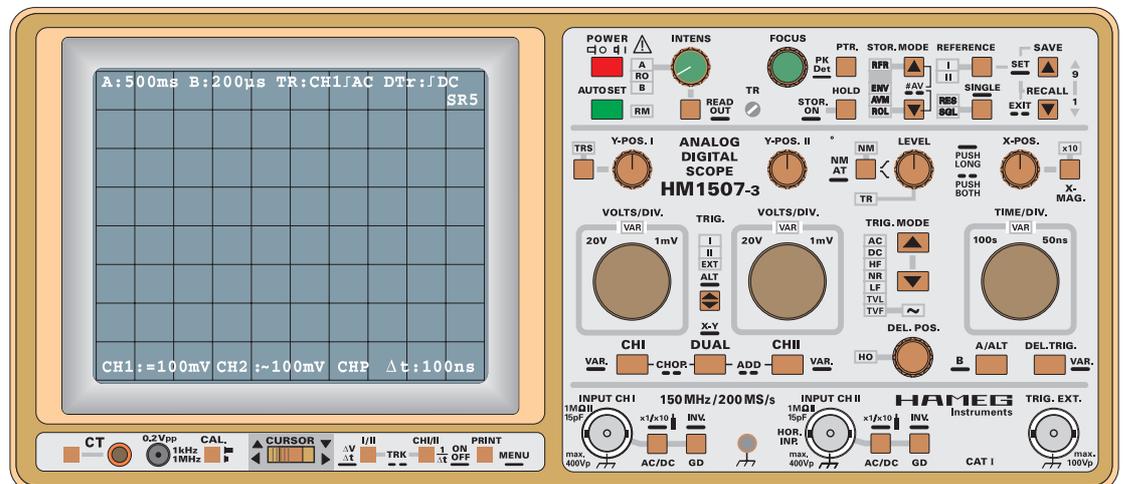


Oszilloskop HM 1507-3 / 02





Oszilloskop

HM 1507-3 / 02

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung	4	Triggerung und Zeitablenkung	33
HM 1507-3 / Technische Daten	5	Automatische Spitzenwert-Triggerung	33
Wichtige Hinweise	6	Normaltriggerung	33
Symbole	6	Flankenrichtung	34
Aufstellung des Gerätes	6	Triggerkopplung	34
Sicherheit	6	TV (Videosignal-Triggerung)	34
Bestimmungsgemäßer Betrieb	6	Bildsynchronimpuls-Triggerung	34
CAT I	6	Zeilensynchronimpuls-Triggerung	35
Garantie	7	Netztriggerung	35
Wartung	7	Alternierende Triggerung	35
Schutzschaltung	7	Externe Triggerung	35
Netzspannung	7	Triggeranzeige	36
Grundlagen der Signalspannung	8	Holdoff-Zeiteinstellung	36
Art der Signalspannung	8	B-Zeitbasis (2. Zeitbasis) / Delay Triggerung	36
Größe der Signalspannung	8	AUTOSET	37
Spannungswerte an einer Sinuskurve	8	Komponenten-Test	38
Gesamtwert der Eingangsspannung	9	Speicherbetrieb	39
Zeitwerte der Signalspannung	9	Signalerfassungsarten	39
Anlegen der Signalspannung	10	Speicherauflösung	40
Bedienelemente und Readout	12	Vertikalauflösung	40
Menü	29	Horizontalaufklärung	40
Inbetriebnahme und Voreinstellungen	29	Horizontalaufklärung mit X-Dehnung	40
Strahldrehung TR	29	Maximale Signalfrequenz im Speicherbetrieb	40
Tastkopf-Abgleich und Anwendung	29	Anzeige von Alias-Signalen	41
Abgleich 1kHz	30	Vertikalverstärker Betriebsarten	41
Abgleich 1MHz	30	Abgleich	41
Betriebsarten der Vertikalverstärker	31	RS-232 Interface – Fernsteuerung	41
XY-Betrieb	31	Beschreibung	41
Phasenvergleich mit Lissajous-Figur	31	Baudrateneinstellung	42
Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)	32	Datenübertragung	42
Messung einer Amplitudenmodulation	32	Bedienungselemente HM1507-3	43



Herstellers HAMEG GmbH
Manufacturer Industriestraße 6
Fabricant D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG[®]
Instruments

Die HAMEG GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH déclare la conformité du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:

Oszilloskop/Oscilloscope/Oscilloscope

Typ / Type / Type: HM1507-3

mit / with / avec: -

Optionen / Options / Options: HO79-6

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations /
avec les directives suivantes

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

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

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied /
Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité

EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994
EN 61010-1/A2: 1995 / IEC 1010-1/A2: 1995 / VDE 0411 Teil 1/A1: 1996-05

Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility /
Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1

Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.
Störfestigkeit / Immunity / Imunité: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14

Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique:
Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3

Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations
de tension et du flicker.

Datum / Date / Date

15. 01. 2001

Unterschrift / Signature / Signatur

E. Baumgartner
Technical Manager
Directeur Technique

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 wo 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 zwischen Messgerät und Computer 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 sind die von HAMEG beziehbaren doppelt geschirmten Kabel HZ72S bzw. HZ72L 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 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 Messaufbaues über die angeschlossenen Messkabel zu Einspeisung unerwünschter Signale in das Messgerät 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 -3 dB 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.

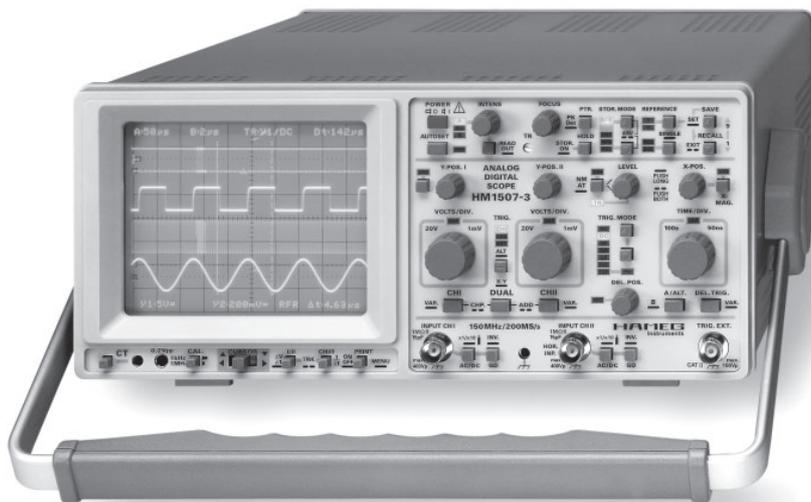
Das Auslösen der Triggerung kann auch durch eine direkte bzw. indirekte statische Entladung (ESD) erfolgen.

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 GmbH

Analog-/Digital-Oszilloskop HM1507-3

150 MHz (200 MSa/s)



- Autoset
- Auto Cursor
- Readout/Cursor
- Save/Recall
- 2 Referenzspeicher
- Doppel-Zeitbasis
- Komponenten Tester
- 1 kHz/1 MHz Kalibrator
- RS-232 Schnittstelle

Analog:

- 2 x DC bis 150 MHz, 2 x 1mV bis 50V/div
- Zeitbasis A mit Triggerung DC bis 250 MHz
- Zeitbasis B mit 2. Triggerung DC bis 250 MHz
- Trig. DC bis 250 MHz, TV-Sync-Separator
- 1 kHz/1 MHz Kalibrator, CRT mit 14kV

Digital:

- Refresh, Single, Roll-, Envelope-, Average-, XY-Mode
- Max. Abtastrate 200 MSa/s, Speichertiefe 2 x 2048 x 8 bit
- Zeitbasis A: 100s - 50ns/div., B: 20ms - 50ns/div.
- Pre Trigger 25-50-75-100%, Post Trigger 25-50-75%
- Signalerfassungsrate 180/s, Dot Join (linear)

Inklusives Zubehör:

Netz Kabel, Manual und PC Software auf CD-ROM, 2 Tastköpfe 10:1

Technische Daten

Referenztemperatur: 23 °C ± 2 °C

Vertikal-Ablenkung

Betriebsarten:

Kanal I oder Kanal II einzeln

Kanal I und Kanal II alternierend oder chop.

Summe oder **Differenz:** von KI und KII

XY-Betrieb: über KI (Y) und K II (X)

Invert: KI und KII

Bandbreite: 2x DC-150MHz (-3dB)

Anstiegszeit: < 2,3ns

Überschwingen beider Geräte: max. 1%

Ablenkoeffizienten: 14 kal. Stellungen von

1mV - 2mV/cm: ±5%; 0 bis 10MHz (-3dB)

5mV - 20V/cm: ±3% (1-2-5 Teilung)

variabel (unkalibriert) 2,5:1 bis 50V/cm

Eingänge: 1MΩ II 15pF

Kopplung: DC - AC - GD (Ground)

Max. Eingangsspg.: 400V (DC + Spitze AC)

Verzögerungsleitung: ca. 70ns

Triggerung

Automatik (Spitzenwert): ≥ 5mm Bildhöhe

Triggerbereich: 20Hz - 250MHz

Normal mit Level-Einstellung: DC-250MHz

Flankenrichtung: positiv oder negativ

Quellen:

Kanal I oder II

alternierend CHI/CHII, Netz und extern

Kopplung:

AC: 20 Hz - 250 MHz

DC: 0 - 250 MHz

HF: 50 kHz - 250 MHz

LF: < 1,5 kHz

NR (Noise reject ≥ 8mm): 0 - 50 MHz

2. Triggerung: mit Level-Einst.+Flankenwahl

ALT-Triggerung: ≥ 8mm; KI / KII

Triggeranzeige: mit LED

Triggersignal extern: ≥ 0,3V_{ss} (0 - 150 MHz)

Aktiver TV-Sync-Separator: Bild und Zeile

Horizontal-Ablenkung

Betriebsarten: A, ALT, B

Analog: (Genauigkeit ±3%) 1-2-5 Teilung

Zeitbasis (A): 0,5s-50ns/cm

Peak Detect: 100s-5µs/cm

Zeitbasis (B): 20ms-50ns/cm

Peak Detect: 20ms-5µs/cm

Variabel

(nur analog): 2,5:1 bis 1,25s/div. (unkal)

X-Dehnung x10 (±5%): 5ns/cm

Digital: (Genauigkeit ±3%) 1-2-5 Teilung

Zeitbasis (A) 100s-0,1µs/cm

Zeitbasis (B) 20ms-0,1µs/cm

X-Dehnung x10 (±5%): 10ns/cm

Hold-off-Zeit: variabel bis ca. 10:1

Bandbreite X-Verstärker: 0 - 3MHz (-3dB)

X-Y Phasendifferenz <3°: <220kHz

Digitale Speicherung

Betriebsarten:

Refresh, Roll, Single, XY,

Peak-Detect, Envelope und Average

Dot Join Funktion: linear

Abtastrate

(Echtzeit) 8bit flash max.: 200MSa/s

Peak Detect: 5ns

Signalerfassungsrate: max. 180/s

Speicherung: je Kanal 2k x 8 bit

Referenzspeicher: je Kanal 2k x 8 bit

Auflösung (Pkte/cm): **X** 200/cm

Y 25/cm

XY 25/cm x 25/cm

XY Bandbreite: 50MHz (-3dB)

XY Phasendifferenz <3°: <20MHz

Pre-/Post-Trigger:

25, 50, 75, 100, -25, -50, -75%

Bedienung / Anzeigen

Auto Set:

automatische Parametereinstellung

Save und Recall:

für 9 kompl. Einstellungen

Readout:

Anzeige diverser Messparameter

Cursormessungen:

von ΔU, Δt oder 1/Δt (Freq.)

Schnittstelle (serienmäßig): **RS-232**

Exklusives Zubehör:

Opto-Schnittstelle (mit Lichtleiterkabel) **HZ70**

Multifunktions-Interface **HO79-6**

Komponententester

Testspannung: ca. 7V_{eff} (Leerlauf) ca. 50Hz

Teststrom: max. 7mA_{eff} (Kurzschluss)

Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

Verschiedenes

Röhre:

D14-375GH 8x10cm mit Innenraster

Beschleunigungsspannung: 14 kV

Kalibrator:

┌ 0,2V ± 1%, ≈ 1kHz/1MHz (t_a < 4ns)

Netzanschluss:

100 - 240 V ~ ± 10%, 50/60 Hz

Leistungsaufnahme: ca. 47 Watt bei 50Hz.

Zul. Umgebungstemperatur: 0°C...+40°C

Schutzart:

Schutzklasse I (IEC1010-1/VDE0411)

Gewicht: ca. 6,5kg,

Farbe: techno-braun

Gehäuse (B x H x T): 285 x 125 x 380 mm

Wichtige Hinweise

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

Symbole

 Bedienungsanleitung beachten

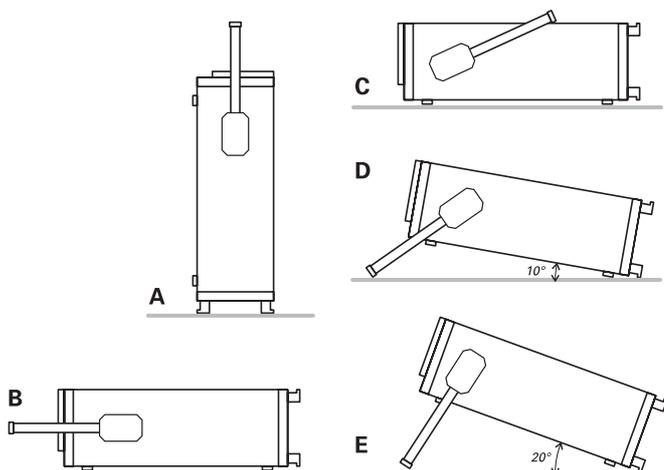
 Hochspannung

 Erde

Aufstellung des Gerätes

Für die optimale Betrachtung des Bildschirms kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E). Wird das Gerät nach dem Tragen senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragestellung stehen, siehe Abb. A.

Will man das Gerät waagrecht auf eine Fläche stellen, wird der Griff einfach auf die obere Seite des Oszilloskops gelegt (Abb. C). Wird eine Lage entsprechend Abb. D gewünscht (10° Neigung), ist der Griff, ausgehend von der Tragestellung A, in Richtung Unterkante zu schwenken bis er automatisch einrastet. Wird für die Betrachtung eine noch höhere Lage des Bildschirms erforderlich, zieht man den Griff wieder aus der Raststellung und drückt ihn weiter nach hinten, bis er abermals einrastet (Abb. E mit 20° Neigung). Der Griff lässt sich auch in eine Position für waagrechtes Tragen bringen. Hierfür muss man diesen in Richtung Oberseite schwenken und, wie aus Abb. B ersichtlich, ungefähr in der Mitte schräg nach oben ziehend einrasten. Dabei muss das Gerät gleichzeitig angehoben werden, da sonst der Griff sofort wieder ausrastet.



Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, gebaut, geprüft und 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 2200 V Gleichspannung geprüft.

Das Oszilloskop darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingeführt 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 Betrieb zu sichern.

Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- 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 entsprach).

Bestimmungsgemäßer Betrieb

ACHTUNG! 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 eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

CAT I

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 und 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 Niederspannungsinstallation 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.)

Räumlicher Anwendungsbereich

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

Umgebungsbedingungen

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von 0°C... +40°C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen -40°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!

Nennwerten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmszeit von min. 20 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur zwischen 15 °C und 30 °C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitätstest mit 10-stündigem „burn-in“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dem folgt ein 100% Test jedes Gerätes, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Dennoch ist es möglich, dass ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle Geräte eine Funktionsgarantie von 2 Jahren gewährt. Voraussetzung ist, dass im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition darf nur die Originalverpackung verwendet werden. Transport- oder sonstige Schäden, verursacht durch grobe Fahrlässigkeit, werden von der Garantie nicht erfasst. Bei einer Beanstandung sollte man am Gehäuse des Gerätes eine stichwortartige Fehlerbeschreibung anbringen. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung.

Wartung

Verschiedene wichtige Eigenschaften des Oszilloskops sollten in gewissen Zeitabständen sorgfältig überprüft werden. Nur so besteht eine weitgehende Sicherheit, dass alle Signale mit der den technischen Daten zugrundeliegenden Exaktheit dargestellt werden. Sehr empfehlenswert ist ein SCOPE-TESTER HZ60, der trotz seines niedrigen Preises Aufgaben dieser Art hervorragend erfüllt.

Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehä-

se und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen lässt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser +1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) 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, fuselfreien 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.

Schutzschaltung

Dieses Gerät ist mit einem Schaltnetzteil ausgerüstet, welches über Überstrom und -spannungs Schutzschaltungen verfügt. Im Fehlerfall kann ein, sich periodisch wiederholendes, tickendes Geräusch hörbar sein.

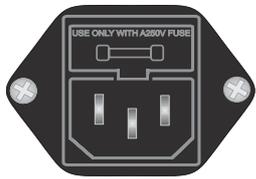
Netzspannung

Das Gerät arbeitet mit Netzwechselfspannungen von 100V bis 240V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

Die Netzeingangssicherung ist von außen zugänglich. Netzsteckerbuchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Ein Auswechseln der Sicherung darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Dann muss der Sicherungshalter mit einem Schraubenzieher herausgehoben werden. Der Ansatzpunkt ist ein Schlitz, der sich auf der Seite der Anschlusskontakte befindet. Die Sicherung kann dann aus einer Halterung gedrückt und ersetzt werden.

Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis er eingerastet ist. Die Verwendung „geflickter“ Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.

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.



ACHTUNG!
Im Inneren des Gerätes befindet sich im Bereich des Schaltnetzteiles eine Sicherung:

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

Diese Sicherung darf nicht vom Anwender ersetzt werden!

Grundlagen der Signalspannung

Art der Signalspannung

Die folgende Beschreibung des HM1507-3 bezieht sich auf den Analog-Oszilloskop-Betrieb. Siehe auch „Speicherbetrieb“.

Das Oszilloskop HM1507-3 erfasst im analogen Echtzeitbetrieb praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 150MHz (-3dB) 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. 70 MHz zunehmender Messfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. 110 MHz beträgt der Abfall etwa 10%, der tatsächliche Spannungswert ist dann ca. 11% größer als der angezeigte Wert. Wegen der differierenden Bandbreiten der Vertikalverstärker (-3dB zwischen 150 MHz und 170 MHz) ist der Messfehler nicht so exakt definierbar.

Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die -6 dB Grenze für den HM 1507-3 sogar bei 220 MHz. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch.

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 ca. 100 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (5ns/cm) alle 2 cm ein Kurvenzug geschrieben.

Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat jeder Vertikalverstärker-Eingang eine AC/DC-Taste (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung DC sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden bzw. wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Kopplung (Wechselstrom) des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (AC-Grenzfrequenz ca. 1,6 Hz für -3 dB). In diesem Falle 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.

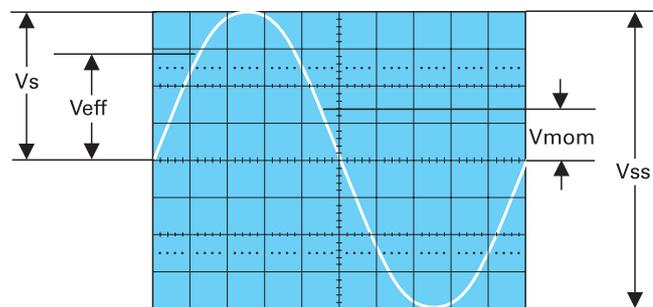
Die mit der AC/DC-Taste gewählte Eingangskopplung wird mit dem READOUT (Schirmbild) angezeigt. Das \approx Symbol zeigt DC-Kopplung an, während AC-Kopplung mit dem \sim Symbol angezeigt wird (siehe "Bedienelemente und Readout").

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. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muss der sich in 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 in V_{SS} haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.

Spannungswerte an einer Sinuskurve



V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;
 V_{SS} = Spitze-Spitze-Wert;
 V_{mom} = Momentanwert (zeitabhängig)

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt $1mV_{SS} (\pm 5\%)$, wenn mit dem READOUT (Schirmbild) der Ablenkoeffizient $1mV$ angezeigt wird und die Feineinstellung kalibriert ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die möglichen Ablenkoeffizienten sind in mV_{SS}/cm oder V_{SS}/cm angegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren.

Für Amplitudenmessungen muss sich die Feineinstellung in ihrer kalibrierten Stellung befinden. Unkalibriert kann die Ablenkempfindlichkeit mindestens bis zum Faktor 2,5:1 verringert werden (siehe „Bedienelemente und Readout“). So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung des Teilerschalters eingestellt werden. Ohne Tastteiler sind damit Signale bis $400V_{SS}$ darstellbar (Ablenkoeffizient auf $20V/cm$, Feineinstellung 2,5:1).

Mit den Bezeichnungen

- H** = Höhe in cm des Schirmbildes,
- U** = Spannung in V_{SS} des Signals am Y-Eingang,
- A** = Ablenkkoeffizient in V/cm (VOLTS / DIV. -Anzeige)

lässt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H \quad H = \frac{U}{A} \quad A = \frac{U}{H}$$

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

- H** zwischen 0,5 cm und 8 cm, möglichst 3,2 cm und 8 cm,
- U** zwischen 0,5 mV_{SS} und 160 V_{SS},
- A** zwischen 1 mV/cm und 20 V/cm in 1-2-5-Teilung.

Beispiel:

Eingest. Ablenkkoeffizient	A = 50mV/cm (0,05V/cm)
abgelesene Bildhöhe	H = 4,6cm,
gesuchte Spannung	U = 0,05 x 4,6 = 0,23V _{SS}
Eingangsspannung	U = 5V _{SS}
eingest. Ablenkkoeffizient	A = 1V/cm
gesuchte Bildhöhe	H = 5:1 = 5 cm
Signalspannung	U = 230V _{eff} x 2x√2 = 651V _{SS}
(Spannung >160V _{SS} , mit Tastteiler 10:1 U = 65,1V _{SS}),	
gewünschte Bildhöhe	H = mind. 3,2cm, max. 8cm,
maximaler Ablenkkoeffizient	A = 65,1:3,2 = 20,3V/cm,
minimaler Ablenkkoeffizient	A = 65,1:8 = 8,1V/cm,
einzustellender Ablenkkoeffizient	A = 10V/cm

Die vorherigen Beispiele beziehen sich auf die Ablesung mittels des Innenrasters der Strahlröhre, können aber wesentlich einfacher mit den auf ΔV-Messung geschalteten Cursors ermittelt werden (siehe „Bedienelemente und Readout“).



Die Spannung am Y-Eingang darf 400 V (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten.

Ist das zu messende Signal eine Wechselspannung, die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der höchstzulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. -400V (siehe Abbildung). Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal 800 V_{SS} betragen.

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

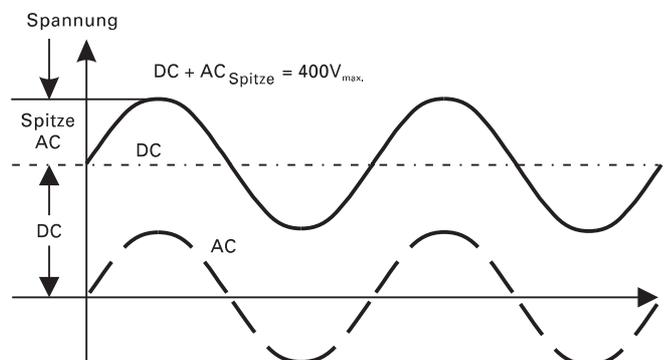
Liegt eine Gleichspannung am Eingang an und ist die Eingangskopplung auf AC geschaltet, gilt der niedrigere Grenzwert des Oszilloskopeingangs (400 V). Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem 1MΩ Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist, durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangs-Kopplungskondensator, 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, die durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt ist. Bei Frequenzen ≥40 Hz kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen, können mit HAMEG 10:1 Tastteilern Gleichspannungen bis 600V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 1200V_{SS} gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 2400 V_{SS} messen. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen 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 GD geschalteten Eingangskopplung und dem Y-POS.-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 vom Massepotential zahlenmäßig erfasst werden sollen.

Gesamtwert der Eingangsspannung



Die gestrichelte Kurve zeigt eine Wechselspannung, die um 0 Volt schwankt. Ist diese Spannung einer Gleichspannung überlagert (DC), so ergibt die Addition der positiven Spitze zur Gleichspannung die maximal auftretende Spannung (DC + AC Spitze).

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 dem READ-OUT (Schirmbild) angezeigt und in ms/cm, μs/cm und ns/cm angegeben.

Die folgenden Beispiele beziehen sich auf die Ablesung mittels des Innenrasters der Strahlröhre, können aber wesentlich einfacher mit den auf Δt- bzw. 1/Δt- (Frequenz) Messung geschalteten Cursors ermittelt werden (siehe „Bedienelemente und Readout“).

Die Dauer einer Signalperiode, bzw. eines Teils davon, ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muss die Zeit-Feineinstellung kalibriert sein. Unkalibriert kann die Zeitablenkgeschwindigkeit mindestens um den Faktor 2,5:1 verringert werden. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung der Zeit-Ablenkkoeffizienten eingestellt werden.

Mit den Bezeichnungen

- L = Länge in cm einer Periode (Welle) auf dem Schirmbild,
- T = Zeit in s für eine Periode,
- F = Folgefrequenz in Hz,
- Z = Zeitkoeffizient in s/cm (TIME / DIV. -Anzeige)

und der Beziehung $F = 1/T$ lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$T = L \cdot Z \quad L = \frac{T}{Z} \quad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \quad L = \frac{1}{F \cdot Z} \quad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten innerhalb folgender Grenzen liegen:

- L zwischen 0,2 und 10 cm, möglichst 4 – 10 cm,
- T zwischen 5 ns und 5 s,
- F zwischen 0,5 Hz und 100 MHz,
- Z zwischen 50 ns/cm und 500 ms/cm in 1-2-5-Teilung (ohne X-Dehnung x10), und
- Z zwischen 5 ns/cm und 50 ms/cm in 1-2-5-Teilung (bei X-Dehnung x10).

Beispiele:

Länge eines Wellenzugs (einer Periode) $L = 7\text{cm}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,1\mu\text{s/cm}$,
gesuchte Periodenzeit $T = 7 \times 0,1 \times 10^{-6} = 0,7\mu\text{s}$
gesuchte Folgefrequenz $F = 1:(0,7 \times 10^{-6}) = 1,428\text{MHz}$.

Zeit einer Signalperiode $T = 1\text{s}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,2\text{s/cm}$,
gesuchte Länge $L = 1:0,2 = 5\text{cm}$.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs $L = 1\text{cm}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 10\text{ms/cm}$,
gesuchte Brummfrequenz $F = 1:(1 \times 10 \times 10^{-3}) = 100\text{Hz}$.

TV-Zeilenfrequenz $F = 15\,625\text{Hz}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 10\mu\text{s/cm}$,
gesuchte Länge $L = 1:(15\,625 \times 10^{-5}) = 6,4\text{cm}$.

Länge einer Sinuswelle $L = \text{min. } 4\text{cm, max. } 10\text{cm}$,
Frequenz $F = 1\text{kHz}$,
max. Zeitkoeffizient $Z = 1:(4 \times 10^3) = 0,25\text{ms/cm}$,
min. Zeitkoeffizient $Z = 1:(10 \times 10^3) = 0,1\text{ms/cm}$,
einzustellender Zeitkoeffizient $Z = 0,2\text{ms/cm}$,
dargestellte Länge $L = 1:(10^3 \times 0,2 \times 10^{-3}) = 5\text{cm}$.

Länge eines HF-Wellenzugs $L = 1\text{cm}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,5\mu\text{s/cm}$,
gedrückte Dehnungstaste X-MAG. (x 10) : $Z = 50\text{ns/cm}$,
gesuchte Signalfreq. $F = 1:(1 \times 50 \times 10^{-9}) = 20\text{MHz}$,
gesuchte Periodenzeit $T = 1:(20 \times 10^6) = 50\text{ns}$.

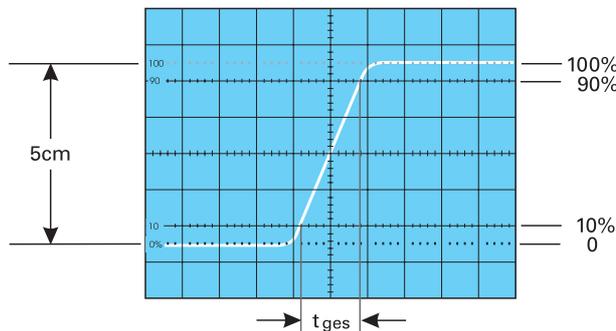
Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (X-MAG. x10) arbeiten.

Durch Drehen des X-POS.-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.

Messung:

- Die Flanke des betr. Impulses wird exakt auf 5cm Schreibhöhe eingestellt (durch Y-Teiler und dessen Feineinstellung.)

- Die Flanke wird symmetrisch zur X- und Y-Mittellinie positioniert (mit X- und Y-Pos. Einsteller).
- Die Schnittpunkte der Signalfanke mit den 10%- bzw. 90%-Linien jeweils auf die horizontale Mittellinie loten und deren zeitlichen Abstand auswerten ($T=L \cdot Z$).



Bei einem eingestellten Zeitkoeffizienten von 5ns/cm ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{\text{ges}} = 1,6\text{cm} \times 5\text{ns/cm} = 8\text{ns}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Vertikalverstärkers und des evtl. benutzten Tastteilers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$t_s = \sqrt{t_{\text{ges}}^2 - t_{\text{osk}}^2 - t_{\text{tt}}^2}$$

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit, t_{osk} die vom Oszilloskop (beim HM 1507-3 ca. $2,3\text{ns}$) und t_{tt} die des Tastteilers, z.B. = 2ns . Ist t_{ges} größer als 34ns , kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler $<1\%$).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t_s = \sqrt{8^2 - 2,3^2 - 2^2} = 7,4\text{ns}$$

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, dass die interessierende Signalfanke in voller Länge, bei nicht zu großer Steilheit, sichtbar ist und dass der Horizontalabstand bei 10% und 90% der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überschwingen, darf man die 100% nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Einbrüche oder Spitzen (glitches) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit t_a (in ns) und Bandbreite B (in MHz):

$$t_a = \frac{350}{B} \quad B = \frac{350}{t_a}$$

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 und Readout“ beschrieben.

**Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang!**

Es wird empfohlen, möglichst immer mit Tastteiler zu messen! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte als Signalkopplung zunächst immer **AC** und als Ablenkkoeffizient **20V/cm** eingestellt sein. 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 total übersteuert. Dann ist der Ablenkkoeffizient zu erhöhen (niedrigere Empfindlichkeit), bis die vertikale Auslenkung nur noch 3 – 8 cm hoch ist. Bei kalibrierter Amplitudenmessung und mehr als 160 V_{SS} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. 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 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muss die Mess-Spannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50 Ω) 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 (>100 kHz) 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 10 V_{eff} oder – bei Sinussignal – mit 28,3 V_{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. 10MΩ || 12pF bzw. 100MΩ || 5pF bei HZ53). 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 **HZ54** (1:1 und 10:1) zu benutzen. Das erspart u.U. die Anschaffung

eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensations-einstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1MHz umschaltbaren Kalibrators, z.B. HZ60-2, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des Oszilloskops kaum merklich geändert und die Wiedergabe-Treue 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 Gleichspannungen 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 Eingangswchselspannung** oberhalb von 20 kHz **frequenzabhängig begrenzt**. Deshalb muss die „Derating Curve“ des betreffenden Tastteilerotyps 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 des 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).

Bedienelemente und Readout

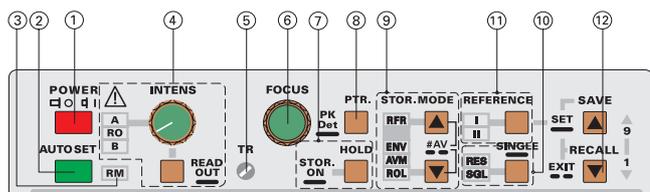
Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, dass die Betriebsart **KOMPONENTEN TEST** abgeschaltet ist.

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

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

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

Die große Frontplatte ist in drei Felder aufgeteilt. Rechts neben dem Bildschirm befinden sich, oberhalb der horizontalen Linie, folgende Bedienelemente und Leuchtdiodenanzeigen:



(1) POWER – Netz-Tastenschalter mit Symbolen für EIN-**I** und AUS-Stellung **O**.

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

Es besteht die Möglichkeit, bestimmte Betriebsfunktionen **SETUP** zu ändern bzw. automatische Abgleichprozeduren **CALIBRATE** aufzurufen. Diesbezügliche Informationen können dem Abschnitt **MENÜ** entnommen werden.

(2) AUTOSET – Drucktaste bewirkt dann eine automatische, signalbezogene Geräteeinstellung (siehe **AUTOSET**, wenn das Messsignal die für die automatische Triggerung **AT** vorgegebenen Bedingungen bezüglich Signalfrequenz und -amplitude erfüllt).

Sind **KOMPONENTEN TEST** oder **XY-Betrieb** eingeschaltet, schaltet **AUTO SET** in die zuletzt benutzte **Yt**-Betriebsart (CH I, CH II oder DUAL). Sofern vorher alternierender Zeitbasis- (ALT) bzw. **B-Zeitbasisbetrieb** vorlag, wird automatisch auf die **A-Zeitbasis** geschaltet.

Automatische CURSOR-Spannungsmessung

Liegt CURSOR-Spannungsmessung vor und wird **AUTO SET** betätigt, stellen sich die Cursorlinien automatisch auf

den positiven und negativen Scheitelwert des Signals. Die Genauigkeit dieser Funktion nimmt mit zunehmender Signalfrequenz ab und wird auch durch das Tastverhältnis des Signals beeinflusst.

Bei **DUAL**-Betrieb beziehen sich die Cursorlinien auf das Signal, welches zur internen Triggerung benutzt wird. Ist die Signalspannung zu gering, ändert sich die Position der Cursorlinien nicht.

Nur im Digitalbetrieb:

Mit **AUTOSET** wird automatisch auf die Signalerfassungsart **Refresh** (RFR) geschaltet, wenn **SINGLE** (SGL)- oder **ROLL-Betrieb** (ROL) vorliegen.

Automatische CURSOR-Messung

Im Gegensatz zum Analogbetrieb ist die automatische **CURSOR**-Messung auch wirksam, wenn die CURSOR auf Zeit- bzw. Frequenzmessung geschaltet sind. Wird die **AUTO SET**-Taste betätigt und mindestens eine vollständige Signalperiode angezeigt, erfolgt die CURSOR-Linieneinstellung automatisch. Bei CURSOR-Spannungsmessung ist die Positioniergenauigkeit unabhängig von der Signalfrequenz.

(3) RM-Fernbedienung – (= remote control) LED leuchtet,

wenn das Gerät über die RS-232 Schnittstelle auf Fernbedienungs-Betrieb geschaltet wurde.

Dann ist das Oszilloskop mit den elektronisch abgefragten Bedienelementen nicht mehr bedienbar. Dieser Zustand kann durch Drücken der **AUTOSET**-Taste aufgehoben werden, wenn diese Funktion nicht ebenfalls über die RS-232 Schnittstelle verriegelt wurde. Der Fernbedienungs-Betrieb wird nach dem Ausschalten des Oszilloskops nicht gespeichert und liegt somit nicht vor, wenn das Oszilloskop wieder eingeschaltet wird.

Nur im Digital-Betrieb:

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

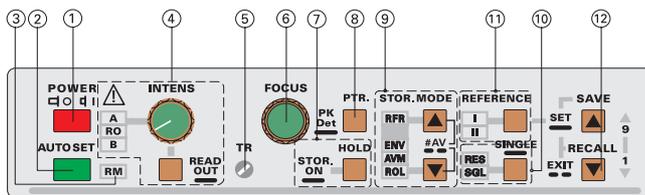
(4) INTENS – Drehknopf mit zugeordneter Leuchtdioden-Anzeige und darunter befindlicher Drucktaste.

Mit dem **INTENS**-Drehknopf lässt sich die Strahl-Intensität (Helligkeit) für die Signaldarstellung(en) und das Readout einstellen. Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit der gerade gewählten Funktion (A, RO bzw. B).

Die Funktion des **INTENS**-Drehknopfes lässt sich durch kurzes Betätigen der **READOUT**-Drucktaste bestimmen. Ein langer Tastendruck schaltet das Readout ein oder aus. Durch das Abschalten des Readout lassen sich Interferenzstörungen, so wie sie auch beim gepochten **DUAL**-Betrieb auftreten können, vermeiden.

Bei eingeschaltetem **READOUT** erfolgt die Umschaltung der **INTENS**-Funktion wie nachstehend beschrieben. Die Umschaltfolge ist abhängig von der Betriebsart:

Betriebsart:	Umschaltfolge:
Yt mit A-Zeitbasis	A – RO – A
Yt mit A- und B-Zeitbasis	A – RO – B – A
Yt mit B-Zeitbasis	B – RO – B
XY-Betrieb	A – RO – A
CT (Komponententester)	A – RO – A



Ist das Readout abgeschaltet, kann nicht auf **RO** geschaltet werden:

Betriebsart:

Yt mit A-Zeitbasis
Yt mit A- und B-Zeitbasis
Yt mit B-Zeitbasis
XY-Betrieb
CT (Komponententester)

Umschaltfolge:

A – A
A – B – A
B – B
A – A
A – A

Die Strahlhelligkeit der jeweils gewählten Funktion wird auch bei ausgeschaltetem Gerät gespeichert. Beim Wiedereinschalten des Oszilloskops liegen somit die letzten Einstellungen vor.

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

- (5) **TR** - Strahldrehung (= trace rotation). Einstellung mit Schraubenzieher (siehe „Strahldrehung TR“).
- (6) **FOCUS** - Strahlschärfereinstellung durch Drehknopf; wirkt gleichzeitig auf die Signaldarstellung und das Readout.
- (7) **STOR. ON / HOLD** – Drucktaste mit zwei Funktionen.

STOR. ON

Mit einem langen Tastendruck auf diese Drucktaste wird zwischen Analog- und Digitalbetrieb umgeschaltet. Eine Änderung der Betriebsart (Yt bzw. XY) erfolgt nicht. Liegt Komponententester-Betrieb vor (nur im Analogbetrieb möglich), schaltet das Oszilloskop mit der Umschaltung auf Digitalbetrieb automatisch die zuletzt benutzte Betriebsart (Yt bzw. XY) ein und den Komponententester ab.

Analog-Betrieb liegt vor, wenn keine der den **STORMODE**-Drucktasten (9) zugeordneten LED's (RFR, ENV, AVM, ROL) leuchtet und/oder mit dem Readout kein **PRE**- oder **POST**-Triggerwert (PT...%) angezeigt wird.

Digital-Betrieb wird durch eine **STOR MODE**-LED (9) (RFR - ENV - AVM - ROL) angezeigt oder wenn im Einzelereigniserfassungsbetrieb (**SGL**) keine **STOR MODE**-LED (9) leuchtet, durch die **PRE**- oder **POST**-Triggeranzeige (PT...%) im Readout. Liegt **XY**-Digital-Betrieb vor, leuchtet die **RFR**-LED und das Readout zeigt **XY** an.

Achtung!

Die Einstellbereiche der Zeit-Koeffizienten (Zeitbasis) sind abhängig von der Betriebsart. Die folgenden Angaben beziehen sich auf eine Darstellung ohne X-Dehnung x10. Im alternierenden- oder B-Zeitbasisbetrieb wird automatisch verhindert, dass der B-Zeitkoeffizient größer als der A-Zeitkoeffizient ist.

Analogbetrieb:

A-Zeitbasis von 500ms/cm bis 50ns/cm.
B-Zeitbasis von 20ms/cm bis 50ns/cm.

Digitalbetrieb:

A-Zeitbasis von 100s/cm bis 100ns/cm.
B-Zeitbasis von 20ms/cm bis 100ns/cm.

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

1. Ist der Zeitkoeffizient im Analogbetrieb auf 50ns/cm eingestellt und wird auf Digital-Betrieb geschaltet, stellt sich automatisch der niedrigste Zeitkoeffizient dieser Betriebsart ein; er beträgt 100ns/cm. Wird anschließend wieder auf Analogbetrieb geschaltet, ohne dass im Digitalbetrieb eine Änderung des Zeitkoeffizienten vorgenommen wurde, ist die letzte Analog-Zeitkoeffizienteneinstellung wieder wirksam (50ns/cm).

Anders verhält es sich, wenn der Zeitkoeffizient nach der Umschaltung von Analog- auf Digital-Betrieb geändert wurde (z.B. auf 1µs/cm). Wird danach auf Analog-Betrieb zurückgeschaltet, übernimmt die Analog-Zeitbasis den Zeitkoeffizienten der Digital-Zeitbasis (z.B. 1µs/cm).

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

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

Nur im Digital-Betrieb

Wird durch langes Drücken der **STOR. ON/HOLD**-Taste auf Digital-Betrieb geschaltet, leuchtet eine der **STOR. MODE**-LED's (9) auf. Welche LED dies ist hängt davon ab, welche Digital-Betriebsart vor dem Umschalten von Digital- auf Analog-Betrieb benutzt wurde.

Ausnahme:

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

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

HOLD

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

Wenn die Anzeige **HLD** (HOLD) statt der Kanalangabe(n) (**Y1**, **Y2** bzw. **Y** und **X** bei XY-Betrieb) sichtbar ist, wird der aktuelle Speicher sofort vor weiterem Überschreiben geschützt. Die Tasten für die Y-Betriebsartumschaltung **CH I** (22), **CH II** (26) und **DUAL** (23) sind dann unwirksam. Nur wenn vor dem **HOLD** Betätigen **DUAL**-Betrieb vorlag, kann mit einem langen Tastendruck von **DUAL** (Yt) auf **XY**-Darstellung umgeschaltet werden.

Insbesondere bei großen Zeitkoeffizienten-Einstellungen ist in den Refresh-Betriebarten (RFR - ENV - AVM) zu sehen, wie der alte aktuelle Speicherinhalt durch neue Daten überschrieben wird. Das Sichern mit **HOLD** innerhalb eines Signalerfassungsvorgangs kann einen Übergang (Stoßstelle) zwischen den neuen Daten und den alten Daten erkennbar machen. Dies lässt sich vermeiden, in dem man, obwohl ein

repetierendes Signal aufgezeichnet wird, eine Einzelereigniserfassung (**SGL**) vornimmt. Anschließend kann mit **HOLD** verhindert werden, dass ein versehentliches Einschalten der **RESET**-Funktion ein erneutes Überschreiben bewirkt.

Das im jeweiligen aktuellen Speicher befindliche Signal lässt sich, wenn **HOLD** wirksam ist, mit dem zugehörigen **Y-POS.** Drehknopf in vertikaler Richtung verschieben (+/- 4 cm).

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

Achtung:

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

- (8) **PTR / PK Det** – Drucktaste mit zwei Funktionen. Diese Drucktaste ist nur im Digital-Betrieb wirksam.

PTR

Mit jedem kurzem Tastendruck lässt sich der **PRE-** bzw. **POST-**Triggerwert weiterschalten. Beide Werte beziehen sich auf den Zeitpunkt, an dem die Triggerung auslöst und die daraus resultierende Signalerfassung. Wegen der Abhängigkeit von einem Triggerereignis, steht diese Funktion in den triggerunabhängigen Signalerfassungsarten **ROL** und **XY** nicht zur Verfügung.

Der aktuelle Pre- bzw. Post-Triggerwert wird durch das Readout angezeigt. Die Umschaltung erfolgt mit der Sequenz:

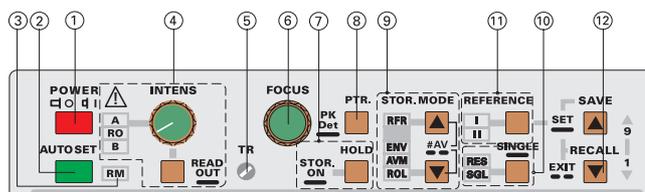
PT0% - PT25% - PT50% - PT75% - PT100% - PT-75% - PT-50% - PT-25% - und wieder **PT0%**. Die Prozentangaben der Pre- und Post-Triggerwerte beziehen sich auf das Messraster der Röhre (X-Richtung).

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

Pre-Triggerung

0% Pre-Triggerung (Readout: **PT0%**) bedeutet, dass die Signaldarstellung mit dem Triggerereignis am linken Rasterrand beginnt. Daher wird dort auch das Triggerpunkt-Symbol angezeigt. Wird zusätzlich ein nach links zeigender Pfeil angezeigt, befindet sich der Triggerpunkt links vom Rasterrand (z.B. durch die X-Positionseinstellung).

25% Pre-Triggerung (Readout: **PT25%**) liegt vor, wenn ausgehend von 0% die **PTR**-Taste einmal betätigt wurde. Dann werden 25% (Trigger)-Signalvorgeschichte auf den ersten



2,5 cm der Signaldarstellung dargestellt. Entsprechend erfolgt die Anzeige des Triggerpunkt-Symbols.

Jeder weitere Tastendruck erhöht den Pre-Triggerwert und die erfasste Vorgeschichte um 25%, bis der Pre-Triggerwert 100% erreicht wurde. Die Anzeige im Readout und das Triggerpunkt-Symbol zeigen die Einstellung an. Wird zusätzlich ein nach rechts zeigender Pfeil angezeigt, ist der Triggerpunkt nach rechts verschoben (X-Positionseinstellung).

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

Post-Triggerung

Bei Post-Triggerung befindet sich der Trigger(zeit)punkt und das die Triggerung auslösende Signal, immer links vom Rasterrand. Das wird mit einem nach links zeigenden Pfeil signalisiert. Das die Triggerung auslösende Signal kann nicht angezeigt werden. Die Anzeige zeigt in allen Post-Triggerbedingungen daher nur den Triggerpegel an. Post-Triggerbedingungen werden durch ein Minuszeichen (-) vor der Prozentangabe kenntlich gemacht (z.B. **PT-50%**).

Liegt 100% Pre-Triggerung vor und wird die **PTR**-Taste einmal gedrückt, zeigt das Readout anschließend „**PT-75%**“ an. Dann erfolgt die Signalerfassung mit Post-Triggerung. Der Trigger(zeit)punkt liegt dabei 75% = 7,5cm vor dem linken Rasterrand. Jeder weitere Tastendruck schaltet auf **PT-50%** und über **PT-25%** zurück auf **PT0%**.

Achtung!

Pre- und Post-Triggerung werden automatisch abgeschaltet („PT0%“), wenn die Zeitbasis im REFRESH-(RFR), ENVELOPE-(ENV) und AVERAGE (AVM)-Betrieb auf Werte zwischen 100s/cm bis 50ms/cm eingestellt ist. Damit wird verhindert, dass die Aufnahmewiederholrate extrem niedrig wird.

Pre- und Post-Triggerung stehen im Zeit-Ablenkoeffizientenbereich 100s/cm bis 50ms/cm zur Verfügung, wenn Einzelereigniserfassung gewählt wird. Siehe **SINGLE (10)**.

PK Det

Mit einem langen Tastendruck wird die Erfassung des Signalspitzenwerts (PK Det = peak detect) ein- oder ausgeschaltet. Diese Funktion steht **nur im Zeitbasisbetrieb mit Ablenkoeffizienten von 100s/div bis 5µs/div** zur Verfügung, wenn REFRESH-, ENVELOPE-, ROLL- oder SINGLE-Betrieb vorliegt.

PK Det wird **automatisch abgeschaltet**, wenn **AVERAGE**-Betrieb eingeschaltet ist oder ein Zeitkoeffizient von **2µs/div bis 100ns/div** vorliegt. Bei eingeschalteter Funktion erfolgt die Signalabtastung mit 40MSa/s, d.h. der Abstand zwischen den einzelnen Signalabtastvorgängen beträgt 25ns. Der daraus resultierende Vorteil wird mit dem folgenden Beispiel beschrieben:

Ohne **PK Det** erfolgt die Abtastung des Signals, wenn z.B. die Zeitbasisstellung 100s/div vorliegt, in Abständen von 0,5 Sekunden (2 Samples/Sekunde). Ein 0,2 Sekunden nach dem letzten Abtastvorgang für z.B. 30ns auftretendes Signal bzw. eine dann auftretende Signalamplitudenänderung wird nicht erfasst. Mit **PK Det** gibt es keine 0,5s dauernde Abtastpause; sie beträgt nur noch 25ns. Die unter dieser Bedingung erfassten Abtastwerte werden bewertet und der innerhalb von 0,5s aufgetretene Wert mit der größten Abweichung wird gespeichert.

Das Readout zeigt an, ob die **PK Det**-Funktion ein- oder ausgeschaltet ist. Wird die Funktion eingeschaltet und in der gerade vorliegenden Zeitbasisstellung ermöglicht, ändert sich die Zeitkoeffizientenanzeige. Anstelle von z.B. „A: 20ms“ wird „P: 20ms“ angezeigt (P für PK Det). Sinngemäß verhält es sich im B-Zeitbasisbetrieb, dann wird „B:100µs“ durch „P:100µs“ ersetzt. Liegt alternierender (A und B) Zeitbasisbetrieb vor, ist die **PK Det**-Funktion nur für die A-Zeitbasis wirksam. Dann zeigt das Readout z.B. „P:20ms“ und rechts davon „B:100µs“.

(9) STOR. MODE – Drucktasten (im Analog-Betrieb unwirksam) mit zugeordneter LED-Skala.

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

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

RFR – steht für Refresh-Betrieb.

In dieser Betriebsart können, wie im Analog-Betrieb, sich periodisch wiederholende Signale erfasst und dargestellt werden. Die Signalerfassung wird durch Triggern der Digitalzeitbasis ausgelöst. Dann werden die vorher erfassten und angezeigten aktuellen Signaldaten überschrieben. Sie werden so lange angezeigt, bis die Digital-Zeitbasis erneut getriggert wird. Demgegenüber würde der Bildschirm im Analog-Betrieb dunkel bleiben, wenn keine Triggerung der Zeitbasis erfolgt.

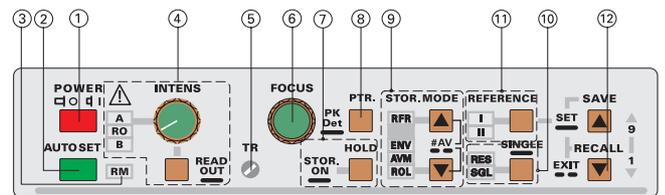
Beim Refresh-Betrieb kann die Signalerfassung mit Pre- und Post-Triggerung erfolgen, wenn die Zeitbasis auf Zeitkoeffizienten von 20ms/cm bis 100ns/cm geschaltet ist. Bei größeren Zeitkoeffizienten (100s/cm bis 50ms/cm) wird die Pre- bzw. Post-Triggerung automatisch abgeschaltet (PT0%), um zu lange Wartezeiten zu vermeiden. Soll in diesem Zeitbasisbereich trotzdem mit Pre- oder Post-Triggerung gemessen werden, ist auf Einzelereigniserfassung **SINGLE (10)** zu schalten.

XY-Digital-Betrieb wird durch die Readoutanzeige **XY** und die leuchtende **RFR**-LED angezeigt. RFR zeigt an, dass eine kontinuierliche, aber triggerunabhängige Signalerfassung erfolgt. Die Triggereinrichtung ist dann abgeschaltet.

ENV = ENVELOPE (Hüllkurven)-Betrieb.

Diese Betriebsart liegt vor, wenn die **ENV**-LED leuchtet und das Readout **ENV** anzeigt.

Im ENVELOPE-Betrieb (Readout: **ENV**) werden Änderungen des Messsignals als Hüllkurve sichtbar gemacht; das



gilt sowohl für Amplituden- als auch für Frequenz-Änderungen (Jitter). Dabei werden die Minimum- und Maximum-Abweichungen des Signals mit mehreren Signalerfassungsvorgängen ermittelt und dargestellt. Bis auf die Darstellung entspricht der ENVELOPE-Betrieb dem Refresh-Betrieb.

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

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

Auch in dieser Betriebsart werden mehrere Signalerfassungsvorgänge benötigt; sie entspricht somit dem Refresh-Betrieb. Aus den Signalerfassungen wird ein Mittelwert gebildet. Damit werden Amplitudenänderungen (z.B. Rauschen) und Frequenzänderungen (Jitter) in der Darstellung verringert bzw. beseitigt.

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

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

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

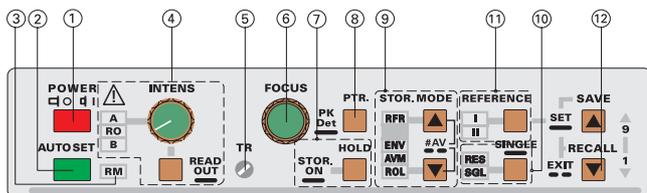
Achtung:

Im Zeitkoeffizientenbereich von 100s/cm bis 50ms/cm werden der Pre- bzw. Post-Trigger automatisch abgeschaltet („PT0%“).

ROL – signalisiert den ROLL-Betrieb.

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

Bei **ROLL**-Betrieb wird das Ergebnis der letzten Abtastung am rechten Rand der Signaldarstellung angezeigt. Alle zuvor aufgenommenen Signaldaten werden mit jeder Abtastung



um eine Adresse nach links verschoben. Dadurch geht der vorher am linken Rand angezeigte Wert verloren. Im Gegensatz zum Refresh-Betrieb, erfolgt beim **ROLL**-Betrieb eine kontinuierliche Signalerfassung ohne triggerbedingte Wartezeiten (Holdoff-Zeit). Die aktuelle Signaldarstellung kann jederzeit mit der **HOLD**-Funktion vor weiterem Überschreiben geschützt werden.

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

Wird auf **ROL**-Betrieb geschaltet und die Zeitbasis war zuvor auf einen Wert von 20ms/cm bis 100ns/cm eingestellt, wird die Zeitbasis automatisch auf 50ms/cm gesetzt. Die Zeitbasiseinstellung, die vor dem Umschalten auf **ROL** vorlag (z.B. 20ms/cm), wird intern gespeichert. Sie liegt wieder vor, wenn, ohne das am **TIME/DIV.**-Knopf gedreht wurde, auf **AVM** zurückgeschaltet wird.

(10) SINGLE – Drucktaste mit zwei Funktionen und zugeordneten LED's.

SINGLE

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

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

Bei **SINGLE** im **Digitalbetrieb** leuchtet **keine STOR.MODE LED (9)**, aber die **PRE-** bzw. **POST**-Triggereinstellung wird mit dem Readout angezeigt. Liegt **Analogbetrieb** vor und ist **SINGLE** eingeschaltet, zeigt das Readout **SGL** anstelle des **PRE-** bzw. **POST**-Triggerwertes an.

In dieser Betriebsart kann ein einzelner Zeitablenk- bzw. Signalerfassungsvorgang durch die Triggerung ausgelöst werden, wenn die Triggereinrichtung mit **RESET** aktiviert wurde. Mit dem Umschalten auf **SGL** wird die Einzelereignis-Erfassung eingeschaltet und der Zeitablenk- bzw. Signalerfassungsvorgang wird abgebrochen. Bei Analogbetrieb ist dann der Strahl nicht mehr sichtbar, während er im Digitalbetrieb weiterhin sichtbar bleibt und das zuletzt erfasste Signal anzeigt.

Mit dem Einschalten des SINGLE-Betriebs wird **automatisch** auf **Normal-Triggerung** (NM-LED leuchtet) umgeschaltet. Andernfalls würde die Triggerautomatik auch ohne

anliegendes Messsignal Signalerfassungs- bzw. Zeitablenk-vorgänge auslösen.

Nur im Digitalbetrieb

Achtung!

Nur wenn die Kombination von SINGLE- und DUAL-Betrieb vorliegt, beträgt der kleinstmögliche Zeitablenkkoeffizient $2\mu\text{s/div.}$ anstelle von 100ns/div. Bei eingeschalteter X-MAG.x10 Funktion 200ns/div. statt 10ns/div.

RESET

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

RESET in Verbindung mit SINGLE-Betrieb (Einzelereigniserfassung):

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

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

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

Achtung!

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

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

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

Achtung!

Mit Umschalten auf XY-Betrieb können im DUAL-Betrieb erfasste Einzelereignisse und danach mit HOLD gesicherte Einzelereignisse auch als XY-Darstellung angezeigt werden.

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

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

Nur im Analog-Betrieb

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

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

Zwei Signale können mit einem Zeitablenkvorgang nur dargestellt werden, wenn ständig zwischen Kanal I und II umgeschaltet wird (Chopper-Darstellung). Siehe **DUAL (23)**.

(11) REFERENCE – Drucktaste mit zwei Funktionen und 2 LED's (nur im Digitalbetrieb).

Das Oszilloskop verfügt über 2 nichtflüchtige Referenz-Speicher. Die dort gespeicherten Signale können einzeln oder gemeinsam zusätzlich zur aktuellen Anzeige dargestellt werden. Der Referenzspeicherinhalt bleibt nach dem Ausschalten des Oszilloskops erhalten.

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

Anzeigen

Liegt Yt (Zeitbasis)-Betrieb vor, wird die Referenzspeicher-anzeige mit jedem kurzen Tastendruck in folgender Sequenz weitergeschaltet:

dunkel - I - II - I und II - dunkel.

Bei **XY**-Betrieb werden die Leuchtdioden **I** und **II** gemeinsam ein- oder ausgeschaltet.

Überschreiben

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

Zuerst mit kurzem Tastendruck den bzw. die gewünschten Referenzspeicher bestimmen. Danach muss die **REFERENCE**-Taste lang gedrückt werden, bis ein akustisches Signal ertönt. Das bestätigt die Signaldatenübernahme in den bzw. die Referenzspeicher. Vor der Übernahme der aktuellen Signaldaten in den Referenzspeicher kann (muss aber nicht) zuvor auf **HOLD** geschaltet werden.

Achtung!
Da die Referenzdarstellung gleich der Position der aktuellen Signaldarstellung ist, kann sie in den meisten Fällen nicht sofort wahrgenommen werden. Es genügt eine Y-Positionsverschiebung der aktuellen Signaldarstellung, um die Referenzdarstellung sichtbar zu machen.

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

Das Oszilloskop verfügt über 9 Speicherplätze. In diesen können alle elektronisch erfassten Geräteeinstellungen gespeichert bzw. aus diesen aufgerufen werden, mit Ausnahme von: **FOCUS**, **TR** (Strahldrehung) und **CAL**-Drucktaste.

Um einen Speichervorgang einzuleiten, ist die **SAVE**-Taste zunächst einmal kurz zu betätigen. Im Readout oben rechts wird dann „S“ für **SAVE** (= speichern) und eine Speicher-

plattziffer zwischen 1 und 9 angezeigt. Danach kann der Speicherplatz mit der **SAVE**- oder der **RECALL**-Taste gewählt werden. Mit jedem kurzen Tastendruck auf **SAVE** (Pfeilsymbol nach oben zeigend) wird die aktuelle Ziffer schrittweise erhöht, bis die Endstellung 9 erreicht ist. Sinngemäß wird mit jedem kurzen Tastendruck auf **RECALL** (Pfeil nach unten zeigend) die aktuelle Platzziffer schrittweise verringert, bis die Endstellung 1 erreicht ist. Die vorliegende Geräteeinstellung wird unter der gewählten Ziffer gespeichert, wenn anschließend die **SAVE**-Taste lang gedrückt wird.

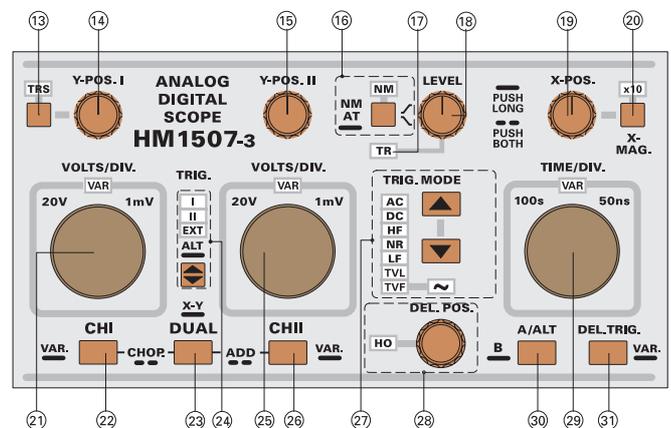
Beim Aufruf von zuvor gespeicherten Geräteeinstellungen ist zunächst die **RECALL**-Taste kurz zu drücken und dann der gewünschte Speicherplatz zu bestimmen. Mit einem langen Tastendruck auf **RECALL** werden dann die früher gespeicherten Bedienelemente-Einstellungen vom Oszilloskop übernommen.

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

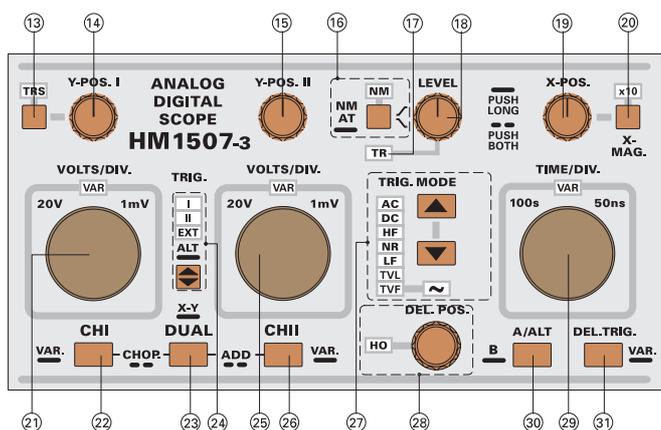
Mit **SAVE/RECALL** werden alle Betriebsarten und elektronisch gesteuerten Funktionen erfasst. Liegen beim Ausschalten des Oszilloskops andere als in Speicherplatz 9 gespeicherte Geräteeinstellungen vor, werden diese automatisch in den Speicherplatz 9 übernommen. Der Verlust der Daten kann verhindert werden, in dem vor dem Ausschalten Speicherplatz 9 mit **RECALL** aufgerufen wird.

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

Im mittleren Teil der Frontplatte befinden sich die Bedien- und Anzeigeelemente für die Y-Messverstärker, die Betriebsarten, die Triggerung und die Zeitbasen.



(13) TRS – Mit dem Drücken der Strahltrennungs-Taste (= trace separation) leuchtet die zugeordnete LED, wenn alternierender Zeitbasisbetrieb (A alternierend B) vorliegt. Dann wirkt der **Y-POS. I**-Drehknopf als Y-Positionseinsteller für die B-Zeitbasis-Signaldarstellung. Ohne diese Funktion wür-



den beide Signaldarstellungen (A und B) in derselben Y-Position angezeigt und die mit der B-Zeitbasis erfolgende Signaldarstellung wäre nicht oder nur schlecht erkennbar. Die maximale Y-Positionsverschiebung beträgt ca. ± 4 cm. Ein erneuter Tastendruck auf **TRS** schaltet die Funktion ab. Ohne Veränderung des **Y-POS. I**-Drehknopfs wird **TRS** nach ca. 10 Sekunden automatisch abgeschaltet.

(14) Y-POS. I – Drehknopf mit mehreren Funktionen.

Mit diesem Drehknopf lässt sich die vertikale Strahlposition von Kanal I bestimmen. Bei **Additionsbetrieb** sind beide Drehknöpfe (**Y-POS. I** und **II**) wirksam. Damit lässt sich eine Signaldarstellung in eine für die Messung geeignete Position stellen.

Bei Gleichspannungsmessungen kann mit dem **Y-POS. I**-Drehknopf die **0-Volt Strahlposition** bestimmt werden:

Liegt kein Signal am Eingang **INPUT CH I (32)**, entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt am Eingang. Das ist der Fall, wenn der **INPUT CH I (32)** bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge **INPUT CH I (32)** und **INPUT CH II (36)** auf **GD (ground) (34) (38)** geschaltet sind und automatische Triggerung **AT (16)** vorliegt.

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

0-Volt-Symbol

Bei eingeschaltetem Readout kann die 0-Volt-Strahlposition von Kanal I mit einem Symbol (**⊥**) immer angezeigt werden, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal I wird im **CH I** und **DUAL-Betrieb** in der Bildschirmmitte links von der senkrechten Rasterlinie angezeigt.

Voraussetzung für die Anzeige des 0-Volt-Symbols ist, dass die Softwareeinstellung **DC REFERENCE = ON** im **SETUP**-Untermenü **Miscellaneous** (Verschiedenes) vorliegt.

Bei **XY**- und **ADD** (Additions/Div.)-Betrieb wird kein **⊥**-Symbol angezeigt.

Der **Y-POS. I**-Drehknopf kann bei alternierendem Zeitbasisbetrieb als Y-Positionseinsteller für die B-Zeitbasis-Signaldarstellung benutzt werden. Siehe **TRS (13)**.

Nur im Digital-Betrieb

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

(15) Y-POS. II – Drehknopf mit mehreren Funktionen.

Mit diesem Drehknopf lässt sich die vertikale Strahlposition von Kanal II bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (Y-POS. I und II) wirksam. Damit lässt sich eine Signaldarstellung in eine für die Messung geeignete Position stellen. Im XY-Analogbetrieb ist dieser Drehknopf ohne Wirkung, für X-Positionsverschiebungen ist der X-POS.-Drehknopf zu benutzen.

Bei Gleichspannungsmessungen kann mit dem **Y-POS. II**-Drehknopf die **0 Volt Strahlposition** bestimmt werden:

Liegt kein Signal am Eingang **INPUT CH II (36)**, entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt am Eingang. Das ist der Fall, wenn der **INPUT CH II (36)** bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge **INPUT CH I (32)** und **INPUT CH II (36)** auf **GD (ground) (34) (38)** geschaltet sind und automatische Triggerung **AT (16)** vorliegt.

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

0-Volt-Symbol

Bei eingeschaltetem Readout kann die 0-Volt-Strahlposition von Kanal II mit einem Symbol (**⊥**) immer angezeigt werden, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal II wird im **CH II** und **DUAL-Betrieb** in der Bildschirmmitte rechts von der senkrechten Rasterlinie angezeigt.

Voraussetzung für die Anzeige des **0-Volt**-Symbols ist, dass die Softwareeinstellung **DC REFERENCE = ON** im **SETUP**-Untermenü **Miscellaneous** (Verschiedenes) vorliegt. Bei **XY**- und **ADD** (Additions)-Betrieb wird kein **⊥**-Symbol angezeigt.

Nur im Digital-Betrieb

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

Bei **XY**-Digitalbetrieb kann mit dem **Y-POS II** -Drehknopf die Horizontalposition der XY-Darstellung verändert werden. Der **X-POS** -Drehknopf ist dann wirkungslos.

(16) NM / AT $\swarrow \searrow$ – Drucktaste mit zwei Funktionen und zugeordneter LED-Anzeige. Diese Drucktaste ist nur wirksam, wenn eine Yt (Zeitbasis)-Betriebsart vorliegt.

NM / AT

Mit einem langen Tastendruck wird von **NM (Normal-Triggerung)** auf **AT (automatische -Spitzenwert-Triggerung)**

bzw. umgekehrt umgeschaltet. Leuchtet die **NM**-LED, liegt Normaltriggerung vor.

Spitzenwert-Triggerung:

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

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

$\nearrow \searrow$ - (SLOPE)

Die zweite Funktion betrifft die **Triggerflankenwahl**. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Flankenwahl vorgenommen. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder fallende Signalfanke die Triggerung auslösen soll. Die aktuelle Einstellung wird im Readout als Symbol angezeigt.

Auf welche Zeitbasis sich die Drucktastenfunktionen beziehen, hängt von der gerade vorliegenden Zeitbasisbetriebsart ab:

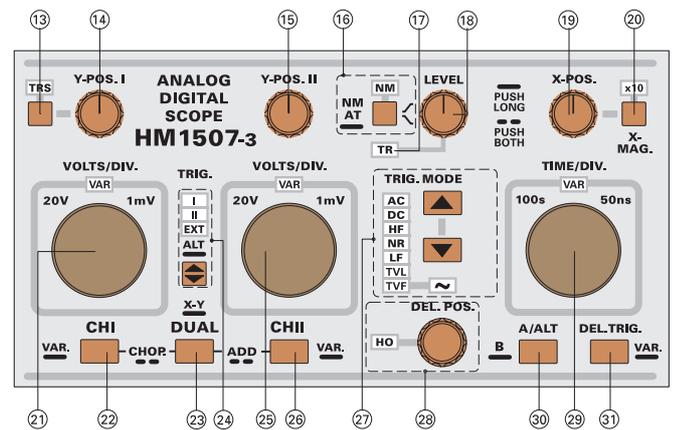
- a) **A-Zeitbasisbetrieb:** Beide Funktionen wirken nur auf die A-Zeitbasis.
- b) **A- und B-Zeitbasis** (alternierend) mit freilaufender (ungetriggerte) B-Zeitbasis: Beide Funktionen wirken nur auf die A-Zeitbasis.
- c) **A- und B-Zeitbasis** (alternierend) mit getriggerte B-Zeitbasis (DEL.TRIG.): Nur die B-Zeitbasis bezogene Flankenrichtungswahl wird ermöglicht.
- d) **B-Zeitbasisbetrieb (freilaufend):** Beide Funktionen beeinflussen die nicht angezeigte A-Zeitbasis.
- e) **B-Zeitbasisbetrieb (getriggert):** Nur die B-Zeitbasis bezogene Flankenrichtungswahl wird ermöglicht.

Funktionseinstellungen, auf die gerade kein Zugriff möglich ist, bleiben erhalten.

Achtung:

Im Digitalbetrieb wird die unter Punkt c) beschriebene Zeitbasisbetriebsart nicht ermöglicht.

- (17) **TR** – Diese LED leuchtet, wenn die Zeitbasis Triggersignale erhält. Ob die LED aufblitzt oder konstant leuchtet, hängt von der Frequenz des Triggersignals ab. Im **XY**-Analogbetrieb und -Digitalbetrieb leuchtet die **TR**-LED nicht.
- (18) **LEVEL** – Mit dem LEVEL-Drehknopf kann der Triggerpunkt, also die Spannung bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muss (abhängig von der vorgegebenen Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. In den meisten Yt-Betriebsarten wird auf dem linken Rasterrand mit dem Readout ein Symbol eingeblendet,



welches den Triggerpunkt anzeigt. Das Triggerpunkt-Symbol wird in den Betriebsarten abgeschaltet, in denen keine direkte Beziehung zwischen Triggersignal und Triggerpunkt vorliegt.

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

Die letzte **A-Zeitbasis** bezogene **LEVEL**-Einstellung bleibt erhalten, wenn auf **alternierenden Zeitbasis-** bzw. **B-Zeitbasisbetrieb** umgeschaltet und dabei die **B-Zeitbasis getriggert** wird. Dann kann mit dem LEVEL-Einsteller der Triggerpunkt, bezogen auf die B-Zeitbasis, eingestellt werden. Das Triggerpunkt-Symbol wird dann durch den Buchstaben **B** ergänzt.

Nur im Digital-Betrieb

Das Trigger(zeit)punkt-Symbol kann sich in einer Horizontalposition befinden, die nicht anzeigbar ist. Siehe **PTR-Taste (8)**.

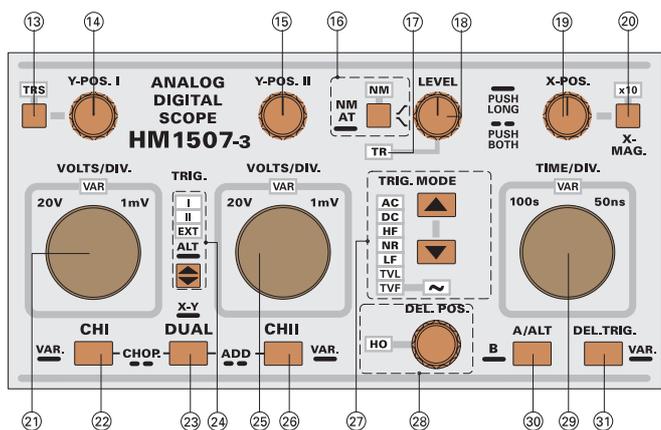
- (19) **X-POS.** – Dieser Drehknopf bewirkt eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung und ermöglicht es insbesondere, jeden Signalteil bei **X-MAG. x10** Dehnung darzustellen.

Nur im Digital-Betrieb

Im **XY**-Betrieb ist der Drehknopf unwirksam. Eine **X-Positionsverschiebung** kann mit dem **Y-POS. II (15)** Drehknopf vorgenommen werden.

- (20) **X-MAG. x10** – Drucktaste mit zugeordneter LED-Anzeige. Eine Tastendruck schaltet die LED ein oder aus. Leuchtet die **x10** LED, erfolgt eine **10fache X-Dehnung**. Die dann gültigen Zeit-Ablenkkoeffizienten werden oben links im Readout angezeigt. **X-MAG. x10** wirkt auf die **A-** und die **B-Zeitbasis**, also auch im alternierenden Zeitbasis-Betrieb. Bei ausgeschalteter X-Dehnung kann der zu betrachtende Signalauschnitt mit dem **X-POS.**-Einsteller auf die mittlere vertikale Rasterlinie positioniert und danach mit eingeschalteter X-Dehnung betrachtet werden. Je nach **X-POS.**-Einstellung ist im alternierenden Zeitbasis-Betrieb der Hellsektor nicht sichtbar.

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



(21) VOLTS/DIV. – Drehknopf mit Doppelfunktion
 Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal I aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal I ist im **CH I**- (Mono), **DUAL**-, **ADD**- (Additions-) und **XY**-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter **VAR (22)** beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die **VAR**.-LED nicht leuchtet. Mit Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht, mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1mV/div. bis 20V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

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

(22) CH I / VAR – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

CH I

Mit einem **kurzen Tastendruck** wird auf Kanal **I** (Einkanal-Betrieb) geschaltet. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal **I** umgeschaltet. Das Readout zeigt dann den Ablenkkoeffizienten von Kanal **I (Y1...)** und die **TRIG**.-LED (**24**) "**I**" leuchtet. Die letzte Funktionseinstellung des **VOLTS/DIV**.-Drehknopfs (**21**) bleibt erhalten. Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang (**32**) nicht auf **GD (34)** geschaltet wurde.

VAR

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

Wird die **CH I**-Taste **lang gedrückt** und **leuchtet** die **VAR**-LED, ist der **VOLTS/DIV**.-Drehknopf (**21**) als Feinsteller wirksam. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung (**Y1>...**) und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal. Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signal-

amplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert (**Y1:...**); dabei bleibt der Drehknopf aber in der Feinsteller-Funktion. Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges langes Drücken der **CH I**-Taste – auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann erlischt die **VAR**-LED und das möglicherweise noch angezeigte **>**-Symbol wird durch **:** ersetzt.

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, dass die **CH I**-Taste (**22**) auch zusammen mit der **DUAL**-Taste (**23**) betätigt werden kann. Siehe **Punkt (23)**.

(23) DUAL / XY – Drucktaste mit mehreren Funktionen.

DUAL

Betrieb liegt vor, wenn die **DUAL**-Taste **kurz betätigt** wurde. Wenn vorher Einkanal-Betrieb vorlag, werden nun die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle im Readout angezeigt. Die letzte Triggerbedingung (Triggerquelle, -Flanke u. -Kopplung) bleibt bestehen, kann aber verändert werden. Alle kanalbezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn kein Eingang auf **GD (34) (38)** geschaltet wurde.

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

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

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

Die von der Zeitbasis vorgegebene Art der **Kanalumschaltung** kann geändert werden. Liegt **DUAL**-Betrieb vor und werden die **DUAL**- (**23**) und die **CH I**-Taste (**22**) gleichzeitig betätigt, erfolgt die Umschaltung von **ALT auf CHP** bzw. **CHP auf ALT**. Wird danach die Zeitkoeffizienteneinstellung (**TIME/DIV**.-Drehknopf) geändert, bestimmt der Zeitkoeffizient erneut die Art der Kanalumschaltung.

Nur im Digitalbetrieb

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

ADD (Addition)

ADD-Betrieb kann durch gleichzeitiges Drücken der **DUAL**- (**23**) und der **CHII**-Taste (**26**) eingeschaltet werden, wenn zuvor **DUAL**-Betrieb vorlag. Im Additionsbetrieb (**ADD**) wird das **Triggerpegel-Symbol abgeschaltet**. Der Additionsbetrieb wird im Readout durch das Additionssymbol **+** zwischen den Ablenkkoeffizienten beider Kanäle angezeigt.

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

XY

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

Im XY-Analogbetrieb sind die Kanal II (**CH II (X)**) betreffende Invertierung-Taste (**38**) und der **Y-POS. II**-Einsteller (**15**) unwirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung kann mit dem **X-POS.**-Einsteller (**19**) vorgenommen werden. Die X-Dehnung (X-MAG. x10) ist abgeschaltet.

Nur im Digitalbetrieb

XY-Digitalbetrieb wird dadurch kenntlich gemacht, dass zusätzlich zur Readoutanzeige **XY** die **RFR-LED (9)** leuchtet. Andere **STOR. MODE**-Einstellungen können dann nicht gewählt werden. Außerdem zeigt das Readout anstelle des Zeit-Ablenkkoeffizienten die Abtastrate (z.B. 100MSa/s), die mit dem **TIME/DIV.-Knopf (29)** einzustellen ist.

Ist die Abtastrate zu hoch, entstehen Lücken in der Darstellung von Lissajous-Figuren. Bei zu niedriger Abtastrate kommt es zu Darstellungen, bei denen das Frequenzverhältnis beider Signale nicht mehr bestimmbar ist. Die Einstellung der geeigneten Abtastrate wird vereinfacht, wenn beide Signale erst im Refresh **RFR-DUAL**-Betrieb dargestellt werden. Dabei ist mit dem **TIME/DIV.**-Einsteller der Zeitkoeffizient so einzustellen, dass jeder Kanal mindestens eine Signalperiode anzeigt. Anschließend kann auf **XY**-Digitalbetrieb geschaltet werden.

Achtung!

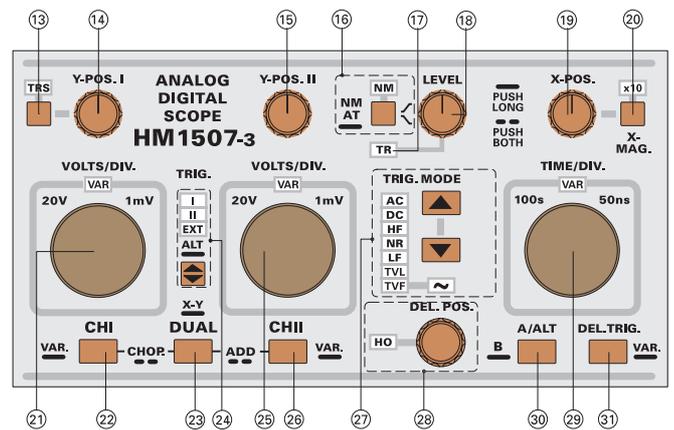
Der Y-POS. II-Einsteller (15) wirkt bei XY-Digitalbetrieb als X-Positionseinsteller; der X-POS.-Einsteller (19) ist abgeschaltet.

Im Gegensatz zum XY-Analogbetrieb, kann auch das X-Signal mit der **INV**-Taste (**38**) invertiert werden. Außerdem ist es möglich auf **SINGLE (10)** zu schalten und mit einem kurzen Tastendruck **RESET (10)** einen Signalaufzeichnungsvorgang auszulösen.

(24) TRIG. / ALT – Drucktaste mit Doppelfunktion und LED-Anzeige.

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

Mit der Drucktaste wird die Wahl der Triggerquelle vorgenommen. Die Triggerquelle wird mit der **TRIG.**-LED-Anzeige (**24**) angezeigt. Mit dem Begriff **Triggerquelle** wird die Signalquelle bezeichnet, deren Signal zur Triggerung benutzt wird. Es stehen drei Triggerquellen zur Verfügung: Kanal **I**, Kanal **II** (beide werden als interne Triggerquellen bezeichnet) und der **TRIG. EXT. (39)** Eingang als externe Triggerquelle.



Anmerkung:

Der Begriff „interne Triggerquelle“ beschreibt, dass das Triggersignal vom Messsignal stammt.

I - II - EXT

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

I - II - EXT - I bei DUAL- und ADD-Betrieb
I - EXT - I bei Kanal I Einkanal-Betrieb
II - EXT - II bei Kanal II Einkanal-Betrieb

Das Triggerpunktsymbol wird bei Extern-Triggerkopplung nicht angezeigt.

Nur im Digitalbetrieb

Bei **ROL**-Betrieb (triggerunabhängige Signalerfassung) sind alle die Triggerung betreffenden Bedienelemente, Leuchtdioden und Readouteinblendungen abgeschaltet; also auch die **TRIG.**-Taste (**24**) mit den zugehörigen LEDs.

ALT:

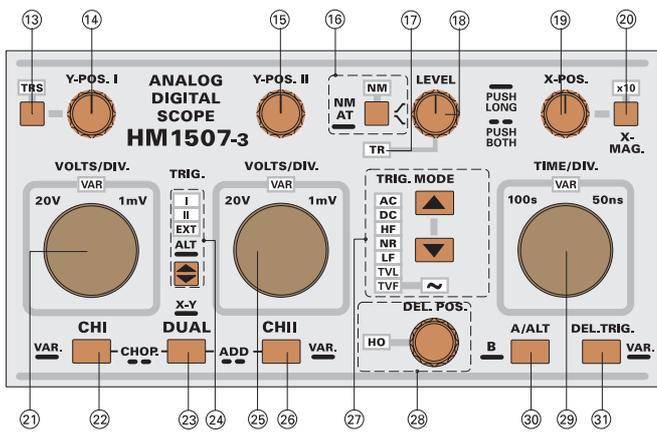
Mit einem langen Tastendruck wird die (interne) alternierende Triggerung eingeschaltet. Dann leuchten die **TRIG. I** und **II** Anzeigen gemeinsam. Da die alternierende Triggerung auch alternierenden **DUAL**-Betrieb voraussetzt, wird diese Betriebsart automatisch mit eingeschaltet. In dieser Betriebsart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

In Verbindung mit alternierender Triggerung werden folgende Triggerkopplungsarten **TRIG. MODE (27)** nicht ermöglicht: **SINGLE**, **TVL** (TV-Zeile), **TVF** (TV-Bild) und **~** (Netztriggerung). Wenn eine der folgenden Betriebsarten vorliegt, kann nicht auf alternierende Triggerung umgeschaltet werden, bzw. wird die alternierende Triggerung automatisch abgeschaltet: **ADD**-Betrieb, alternierender **ALT** und **B**-Zeitbasisbetrieb.

(25) VOLTS/DIV. – Drehknopf mit Doppelfunktion

Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal II aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal II ist im **CH II-** (Mono), **DUAL-**, **ADD-** (Additions-) und **XY**-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter **VAR (26)** beschrieben.

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



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

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

(26) CH II / VAR – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen

CH II

Mit einem **kurzen Tastendruck** wird auf Kanal II (Einkanal-Betrieb) geschaltet. Wenn zuvor weder externe noch Netz-Triggerung eingeschaltet waren, wird die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal II umgeschaltet. Das Readout zeigt dann den Ablenkoeffizienten von Kanal II (Y2...) und die TRIG.-LED (24) II leuchtet. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV.-Drehknopfs (25) bleibt erhalten.

Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang (36) nicht auf GD (38) geschaltet wurde.

VAR

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

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

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

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges

langes Drücken der VAR.-Taste – auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED und das >-Symbol wird durch : ersetzt.

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, dass die CH II-Taste auch zusammen mit der DUAL-Taste (23) betätigt werden kann. Siehe Punkt (23).

(27) TRIG. MODE – Drucktasten mit LED's

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

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

- AC** Wechsellspannungskopplung
- DC** Gleichspannungskopplung (Spitzenwertfassung bei automatischer Triggerung abgeschaltet)
- HF** Hochfrequenzankopplung mit Unterdrückung niederfrequenter Signalanteile (kein Triggerpegel-Symbol)
- NR** Hochfrequenzankopplung mit Rauschunterdrückung
- LF** Niederfrequenzankopplung mit Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile in Verbindung mit automatischer Triggerung (**AT**) AC-Triggerkopplung bzw. **DC**-Triggerkopplung bei Normaltriggerung (**NM**)
- TVL** TV-Triggerung durch Zeilen-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)
- TVF** TV-Triggerung durch Bild-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)
- ~** Netzfrequenzankopplung (kein Triggerpegel-Symbol).

Bei Netzfrequenz-Triggerung ist die TRIG.-Taste (24) wirkungslos und es leuchtet keine TRIG.-LED (24).

In einigen Betriebsarten, wie z.B. bei alternierender Triggerung, stehen nicht alle Triggerkopplungsarten zur Verfügung und können daher nicht eingeschaltet werden.

(28) HO-LED / DEL.POS. – Dieser Drehknopf hat zwei vom Zeitbasisbetrieb abhängige Funktionen.

Wird nur die A-Zeitbasis betrieben, wirkt der Drehknopf als Holdoff-Zeiteinsteller. Bei minimaler Holdoff-Zeit ist die HO-LED nicht eingeschaltet. Wird der Drehknopf im Uhrzeigersinn gedreht, leuchtet die HO-LED und die Holdoff-Zeit vergrößert sich. Bei Erreichen der maximalen Holdoff-Zeit ertönt ein Signal. Sinngemäß verhält es sich, wenn in die entgegengesetzte Richtung gedreht wird und die minimale Holdoff-Zeit erreicht wurde (**HO-LED** erlischt). Die letzte Holdoff-Zeiteinstellung bleibt gespeichert und wird automatisch auf den Minimalwert gesetzt, wenn eine andere A-Zeitbasis Einstellung gewählt wird. (Über die Anwendung der „Holdoff-Zeiteinstellung“ informiert der gleichnamige Absatz).

Im **alternierenden A- und B-Zeitbasisbetrieb**, sowie im **B-Zeitbasisbetrieb**, wirkt der Drehknopf als **Verzö-**

gerungszeit-Einsteller (die zuvor gewählte Holdoff-Zeit bleibt erhalten). Die Verzögerungszeit wird im alternierenden A- und B-Zeitbasisbetrieb auf dem Strahl der A-Zeitbasis durch den Anfang (links) eines Hellsektors sichtbar gemacht. Wenn die B-Zeitbasis im Freilauf (ungetriggert) arbeitet, wird die Verzögerungszeit oben rechts im Readout mit **Dt:...** (Delay time = Verzögerungszeit) angezeigt. Sie bezieht sich auf den Zeit-Ablenkkoeffizienten der A-Zeitbasis und dient lediglich als Hilfe zum Auffinden des z.T. sehr schmalen Hellsektors.

Nur im Digital-Betrieb

In dieser Betriebsart ist die Holdoff-Zeit immer auf den Minimalwert gesetzt und kann nicht verlängert werden. Die letzte Holdoff-Zeiteinstellung im Analogbetrieb wird nicht gespeichert. Folglich liegt die minimale Holdoffzeit vor, wenn wieder auf Analogbetrieb geschaltet wird.

(29) TIME/DIV. – Drehknopf mit Doppelfunktion.

Mit dem im **TIME/DIV.** Feld befindlichen Drehknopf wird der Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt, der oben links im Readout angezeigt wird.

Leuchtet die oberhalb des Drehknopfes befindliche **VAR**-LED nicht, wirkt der Drehknopf als Zeitbasisschalter. Dann kann mit dem Drehknopf die Zeit-Ablenkkoeffizientenumschaltung in 1-2-5 Folge vorgenommen werden; dabei ist die Zeitbasis kalibriert. Linksdrehen vergrößert und Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkkoeffizienten. Leuchtet die **VAR**-LED (**nur im Analogbetrieb möglich**), wirkt der Drehknopf als Feinsteller.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion als Zeitbasisschalter (1-2-5 Folge). Bei A-Zeitbasisbetrieb verändert der Drehknopf nur diese Zeitbasis. Ohne X-Dehnung x10 stehen folgende Zeit-Ablenkkoeffizientenbereiche zur Verfügung:

A-Zeitbasis im Analogbetrieb: 500ms/div. - 50ns/div.

A-Zeitbasis im Digitalbetrieb: 100s/div. - 100ns/div.

In den Zeitbasisbetriebsarten **ALT** (A alternierend mit B) und **B** ist mit dem Drehknopf der B-Zeit-Ablenkkoeffizient zu bestimmen. Grundsätzlich stehen folgende Bereiche zur Verfügung:

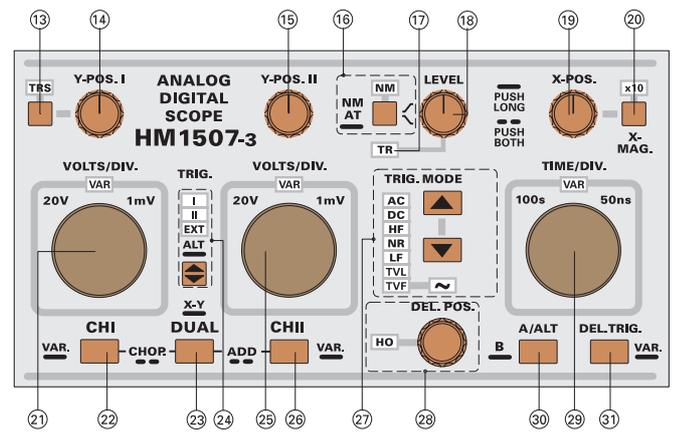
B-Zeitbasis im Analogbetrieb: 20ms/div. – 50ns/div.

B-Zeitbasis im Digitalbetrieb: 20ms/div. – 100ns/div.

Das Oszilloskop verhindert automatisch, dass der B-Zeit-Ablenkkoeffizient größer als der A-Zeit-Ablenkkoeffizient ist, da ein derartiger Betrieb keinen Sinn ergeben würde. Sinn der B-Zeitbasis ist es, in X-Richtung gedehnte Signaldarstellung zu ermöglichen, die allein mit der A-Zeitbasis nicht erreichbar ist.

Beispiel:

Ist die A-Zeitbasis auf 200µs/div. eingestellt und wird – ausgehend von 500ns/div. – der Zeit-Ablenkkoeffizient der B-Zeitbasis vergrößert, kann er auch auf 200µs/div. eingestellt werden, aber nicht auf Werte zwischen 20ms/div. und 500µs/div. Wenn anschließend auf A-Zeitbasisbetrieb geschaltet und der A-Zeit-Ablenkkoeffizient auf 200µs/div. auf 100µs/div. verkleinert wird, übernimmt die B-Zeitbasis automatisch 100µs/div. Wird anschließend auf alternierenden- oder B-Zeitbasisbetrieb geschaltet, zeigt das Readout **B:100µs**.



Achtung:

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

(30) A / ALT / B – Drucktaste

Mit dieser Drucktaste ist die Zeitbasisbetriebsart wählbar. Das Oszilloskop verfügt über 2 Zeitbasen (A und B). Mit der B-Zeitbasis lässt sich ein Ausschnitt der Signaldarstellung der A-Zeitbasis vergrößert darstellen. Das Verhältnis Zeitablenkkoeffizient A zu Zeitablenkkoeffizient B bestimmt die Vergrößerung. Mit zunehmender Vergrößerung nimmt die Strahlhelligkeit der B-Darstellung ab, wenn Analogbetrieb vorliegt. Wenn eine zum Triggern geeignete Signalfanke am Anfang der B-Zeitbasis-Signaldarstellung vorliegt, kann die Darstellung auch getriggert vorgenommen werden.

A/ALT

Mit jedem kurzen Tastendruck wird zwischen A-Zeitbasis und alternierendem **ALT** Zeitbasisbetrieb gewählt. Die aktuelle Zeitbasis-Betriebsart wird durch das Readout sichtbar gemacht.

A

Ist nur die A-Zeitbasis in Betrieb, zeigt das Readout oben links auch nur **A....**. Der TIME/DIV.-Drehknopf beeinflusst dann nur die A-Zeitbasis.

ALT

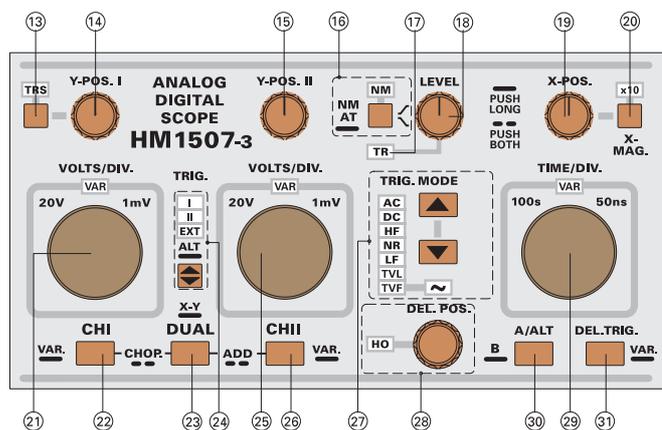
Bei alternierendem **ALT** Zeitbasis-Betrieb zeigt das Readout die Zeit-Ablenkkoeffizienten beider Zeitbasen (**A....** und rechts daneben **B....**) an. In diesem Falle beeinflusst der TIME/DIV.-Drehknopf nur die B-Zeitbasis.

Bei **ALT**-Zeitbasisbetrieb wird ein Teil der **A-Zeitbasis aufgehell**t dargestellt (siehe INTENS (4)).

Die horizontale Position des aufgehellten Sektors ist mit dem **DEL. POS.**-Drehknopf kontinuierlich veränderbar, wenn die B-Zeitbasis im Freilauf-Betrieb arbeitet (siehe HO- DEL. POS. (28)). Der Zeit-Ablenkkoeffizient der B-Zeitbasis bestimmt die Breite des aufgehellten Sektors. Nur der aufgehellte Sektor der A-Zeitbasis-Signaldarstellung wird mit der B-Zeitbasis dargestellt. Die vertikale Strahlposition der mit B-Zeitbasis vorgenommenen Signaldarstellung kann in dieser Zeitbasis-Betriebsart verändert werden (siehe TRS (13)).

B:

Ein langer Tastendruck schaltet auf B-Zeitbasisbetrieb. Liegt (nur) B-Zeitbasisbetrieb vor, schaltet ein kurzer Tastendruck



auf (nur) A-Zeitbasisbetrieb, bzw. ein langer Tastendruck auf alternierenden **ALT** Zeitbasisbetrieb.

(31) DEL.TRIG. / VAR – Drucktaste mit Doppelfunktion.

DEL.TRIG – nur im Analogbetrieb

Mit einem kurzen Tastendruck wird zwischen getriggert oder freilaufender (ungetriggert) B-Zeitbasis umgeschaltet, wenn alternierender- (ALT) oder B-Zeitbasisbetrieb vorliegt.

DEL.TRIG – nur im Digitalbetrieb

Zwischen getriggert und freilaufender B-Zeitbasis kann nur im B-Zeitbasisbetrieb gewählt werden. Bei alternierendem (ALT) Zeitbasisbetrieb kann die B-Zeitbasis nicht getriggert werden.

DEL.TRIG – im Analog- und Digitalbetrieb

Die aktuelle Einstellung wird oben rechts im Readout angezeigt. Im Freilaufbetrieb wird die Verzögerungszeit (Dt:...) angezeigt. Mit kurzem Betätigen der DEL.TRIG.-Taste wird statt dessen **DTr: Triggerflankenrichtung, DC (Triggerkopplung)** angezeigt. Die für die A-Zeitbasis gewählten Trigger-Parameter (LEVEL-Einstellung, Flankenrichtung und Kopplung) werden gespeichert und bleiben erhalten.

Der **Trigger-LEVEL (18)** und die **Flankenrichtung (16)** können nun, unabhängig von den vorherigen Einstellungen, für die B-Zeitbasis mit denselben Bedienelementen eingestellt werden. Normal-Triggerung und DC-Triggerkopplung sind für die Triggereinrichtung der B-Zeitbasis fest vorgegeben.

Bei geeigneter Einstellung wird auf die nächste geeignete Signalfanke, die nach Ablauf der im Freilauf eingestellten Verzögerungszeit (Anfang des Hellsektors) auftritt, getriggert. Werden mit der A-Zeitbasisdarstellung mehrere Triggerflanken angezeigt, erfolgt beim Drehen am **DEL. POS.**-Knopf die Verschiebung des Hellsektors nicht mehr kontinuierlich, sondern von Triggerflanke zu Triggerflanke springend.

Liegt eine Betriebsart vor, in der das Triggerpegelsymbol angezeigt wird, ändert es sich mit dem Umschalten auf Delay-Trigger. Das Triggerpegelsymbol wird um den Buchstaben **B** ergänzt und kann mit dem **LEVEL**-Knopf in seiner vertikalen Position verändert werden.

Befindet sich das B-Triggerpegelsymbol im alternierenden Zeitbasis-Betrieb außerhalb der Signaldarstellung der A-Zeitbasis, wird die B-Zeitbasis nicht getriggert. Deshalb erfolgt dann keine Darstellung der B-Zeitbasis. Im (nur) B-

Zeitbasis-Betrieb verhält es sich nicht anders, nur das sich dann das B-Symbol auf die Signaldarstellung der B-Zeitbasis bezieht.

Nur im Analogbetrieb VAR.

Mit einem langen Tastendruck kann die Funktion des **TIME/DIV.** Drehknopfes geändert werden. Die Änderung betrifft nur die gerade aktive Zeitbasis (im alternierenden Zeitbasisbetrieb die B-Zeitbasis). Der **TIME/DIV.** Drehknopf (**29**) kann als Zeit-Ablenkkoeffizienten-Schalter oder als Zeit-Feinsteller arbeiten. Die aktuelle Funktion wird mit der **VAR**-LED angezeigt.

Leuchtet die **VAR.**-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller. Nach dem Umschalten auf diese Funktion bleibt die Zeitbasis noch kalibriert. Wird der **TIME/DIV.**-Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht, erfolgt die Zeitablenkung unkalibriert. Im Readout wird dann anstelle **A:...** nun **A>...**, bzw. statt **B:...** nun **B>...** angezeigt. Mit weiterem Linksdrehen vergrößert sich der Zeit-Ablenkkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch signalisiert wird. Sinngemäß erfolgt die Verringerung des (unkalibrierten) Zeit-Ablenkkoeffizienten, wenn der Drehknopf nach rechts gedreht wird. Ist der elektrische „Rechtsanschlag“ erreicht, wird dieser Zustand ebenfalls durch ein akustisches Signal angezeigt. Dann ist der Feinsteller in der kalibrierten Stellung und das vor dem Zeit-Ablenkkoeffizienten angezeigte **>**-Symbol wird durch das **:**-Symbol ersetzt. Bei Feinstellerbetrieb bleibt die aktuelle Einstellung erhalten, auch wenn die Zeitbasisbetriebsart geändert wird.

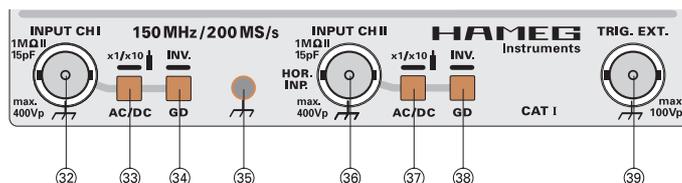
Liegt Feinstellerbetrieb vor und wird die **DEL.TRIG.-VAR.**-Taste **lang gedrückt**, erlischt die **VAR.**-LED. Dann wirkt der **TIME/DIV.**-Drehknopf wieder als Zeitbasisschalter und die Zeitbasis befindet sich automatisch im kalibrierten Zustand.

Nur im Digital-Betrieb

Da die Signaldarstellung im B-Zeitbasisbetrieb gegenüber der A-Zeitbasis verzögert ist, würden weitere Änderungen des Triggerzeitpunkts nur Probleme bei der Beurteilung des Signals bewirken. Aus diesem Grunde wird im alternierenden- und im B-Zeitbasisbetrieb **keine Pre- bzw. Post-Triggerung** ermöglicht. Die **PTR**-Taste (**8**) ist dann unwirksam und die entsprechende Anzeige im Readout abgeschaltet.

Die Erfassung von Einzelereignissen (**SGL**) wird **nur im A-Zeitbasisbetrieb** ermöglicht. **ROLL**-Betrieb kann **nur im A-Zeitbasisbetrieb** gewählt werden.

Im unteren Feld der großen Frontplatte befinden sich drei BNC-Buchsen und vier Drucktasten, sowie eine 4mm Buchse für Banaanenstecker.



(32) INPUT CH I – BNC-Buchse.

Dies BNC-Buchse dient als Signaleingang für Kanal I. Der Außenanschluss der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Bei **XY**-Betrieb ist der Eingang auf

den **Y**-Messverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten zugeordnet:

- (33) AC/DC** – Drucktaste mit zwei Funktionen.
Beide Funktionen sind nur wirksam, wenn eine Betriebsart vorliegt in der Kanal I eingeschaltet und der Eingang **(32)** nicht auf **GD (34)** geschaltet ist.

AC/DC

Jeder **kurze Tastendruck** schaltet von AC- auf DC-Signalankopplung, bzw. von DC- auf AC-Signalankopplung. Die aktuelle Einstellung wird im Readout im Anschluss an den Ablenkoeffizienten mit den Symbolen \sim (Wechselspannung) bzw. $=$ (Gleichspannung) angezeigt.

Tasteteilerfaktor

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

Achtung!

Wird ohne Tasteteiler gemessen (1:1), muss das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein. Andernfalls erfolgt eine falsche Ablenkoeffizienten- und CURSOR Spannungsanzeige.

- (34) GD / INV.** – Drucktaste mit zwei Funktionen

GD

Mit jedem kurzen Tastendruck wird zwischen eingeschaltetem und abgeschaltetem Eingang **INPUT CH I (32)** umgeschaltet.

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

Bezogen auf die zuvor bestimmte Y-Position der Strahllinie, kann die Höhe einer Gleichspannung bestimmt werden. Dazu muss der Eingang wieder eingeschaltet und mit Gleichspannungskopplung **DC** gemessen werden. Mit dem Readout kann auch ein Symbol für die Referenzposition angezeigt werden. Siehe **Y-POS. I (14)**.

In Stellung **GD** sind die **AC/DC**-Taste (33) und der **VOLTS/DIV**-Drehknopf (21) abgeschaltet.

INV.

Mit jedem **langen Betätigen** dieser Taste, wird zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Kanal I-Signales umgeschaltet. Bei Invertierung wird im Readout ein Strich über die Kanalanzeige (Y1) gesetzt. Dann erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung von Kanal I. Wird die Taste erneut lang betätigt, erfolgt wieder die nichtinvertierte Signaldarstellung.

- (35) Massebuchse** – für Bananenstecker mit einem Durchmesser von 4 mm. Die Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Sie dient als Bezugspotentialanschluss bei **CT** (Komponententester-Betrieb), kann aber auch bei der Messung von Gleichspannungen bzw. niederfrequenten Wechselspannungen als Messbezugspotentialanschluss benutzt werden.

- (36) INPUT CH II** – BNC-Buchse.

Sie dient als Signaleingang für Kanal II. Der Außenanschluss der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden. Bei **XY**-Betrieb ist der Eingang auf den **X**-Messverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten zugeordnet:

- (37) AC/DC** – Drucktaste mit zwei Funktionen

AC/DC

Jeder **kurze Tastendruck** schaltet von AC- auf DC-Signalankopplung, bzw. von DC- auf AC-Signalankopplung. Die aktuelle Einstellung wird im Readout im Anschluss an den Ablenkoeffizienten mit den Symbolen \sim (Wechselspannung) bzw. $=$ (Gleichspannung) angezeigt.

Tasteteilerfaktor

Mit einem **langen Tastendruck** kann der im Readout angezeigte Ablenkoeffizient von Kanal 2 zwischen 1:1 und 10:1 umgeschaltet werden. Ein angeschlossener 10:1 Tasteteiler wird bei der Ablenkoeffizientenanzeige und der cursorunterstützten Spannungsmessung berücksichtigt, wenn vor dem Ablenkoeffizienten ein Tastkopfsymbol angezeigt wird (z.B. „Tastkopfsymbol, Y2...“).

Achtung!

Wird ohne Tasteteiler gemessen (1:1), muss das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein.

- (38) GD/INV** – Drucktaste mit zwei Funktionen

GD

Mit jedem **kurzen Tastendruck** wird zwischen eingeschaltetem und abgeschaltetem Eingang **INPUT CH II (36)** umgeschaltet.

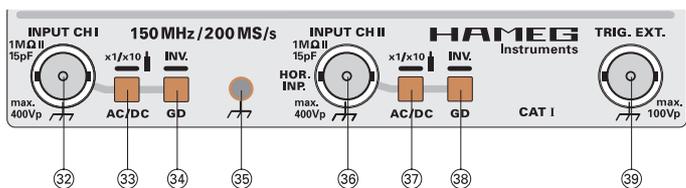
Bei abgeschaltetem Eingang (GD = ground) wird im Readout das Erde-Symbol anstelle des Ablenkoeffizienten und der Signalankopplung angezeigt. Dann ist das am Signaleingang anliegende Signal abgeschaltet und es wird (bei automatischer Triggerung) nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt,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

Bezogen auf die zuvor bestimmte Y-Position der Strahllinie, kann der Wert einer Gleichspannung bestimmt werden. Dazu muss der Eingang wieder eingeschaltet und mit Gleichspannungskopplung **DC** gemessen werden.

Mit dem Readout kann auch ein Symbol für die **0-Volt**-Referenzposition angezeigt werden. Siehe **Y-POS. II (15)**. In Stellung **GD** sind die **AC-DC**-Taste (37) und der **VOLTS/DIV**-Drehknopf (25) abgeschaltet.

INV.

Mit jedem **langen Betätigen** dieser Taste, wird zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Kanal II-Signales umgeschaltet. Bei Invertierung wird im Readout ein Strich über die Kanalangabe (Y2) gesetzt. Dann erfolgt



eine um 180° gedrehte Signaldarstellung von Kanal II. Wird die Taste erneut lang betätigt, erfolgt wieder die nicht-invertierte Signaldarstellung.

Achtung!
Im XY-Analogbetrieb ist keine X-Invertierung möglich.

(39) TRIG. EXT. - INPUT (Z) – BNC-Buchse mit Doppelfunktion. Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 1M Ohm II 20pF. Der Außenanschluss der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden.

TRIG. EXT. -Eingang

Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für externe Triggersignale wirksam, wenn die **EXT** - LED (**24**) leuchtet. Der **TRIG.EXT.**-Eingang wird mit der **TRIG.**-Drucktaste (**24**) eingeschaltet.

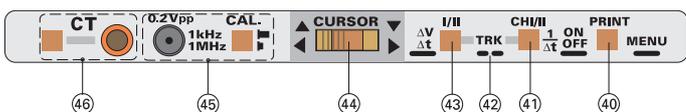
Nur im Analogbetrieb

Z- Input:

Die BNC-Buchse ist als **Z-Modulationseingang** (Strahlhelligkeit) wirksam, wenn weder Komponenten-Testbetrieb, noch externe Trigger-Signalankoppelung vorliegen.

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

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



(40) PRINT/MENU – Drucktaste mit zwei Funktionen

PRINT (nur im Digitalbetrieb)

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

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

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

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

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

Analog- und Digitalbetrieb MENU

Mit einem langen Tastendruck kann zwischen Oszilloskopbetrieb und Menüanzeige gewählt werden. Bei eingeschalteter Menüanzeige werden zuerst die Überschrift **MAIN MENU** und mehrere Untermenüs **SETUP**, **CALIBRATE** und falls angeschlossen **HO79** angezeigt. Die Helligkeit der Anzeige hängt von der **RO-INTENS** Einstellung (**4**) ab. Weitere Informationen können dem Abschnitt Menü und ggf. dem Handbuch HO79-6 entnommen werden.

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

1. Die **SAVE**- und die **RECALL**-Taste (**12**).
Mit kurzem Tastendruck lässt sich das nächste Menü (Untermenü) bzw. der darin enthaltene Menüpunkt bestimmen. Das aktuelle Menü bzw. der Menüpunkt wird mit größerer Strahlhelligkeit angezeigt.
2. **SAVE**-Taste (**12**) mit **SET**-Funktion.
Wird die SAVE-Taste lang gedrückt (SET-Funktion) wird das gewählte Menü bzw. der Menüpunkt aufgerufen. Ist der Menüpunkt mit ON / OFF gekennzeichnet, erfolgt die Umschaltung auf die zuvor nicht aktive Funktion.
In einigen Fällen wird nach dem Aufruf einer Funktion ein Warnhinweis angezeigt. In diesen Fällen muss, wenn sichergestellt ist das die Funktion wirklich benutzt werden soll, die SAVE-Taste erneut lang gedrückt werden; andernfalls muss der Funktionsaufruf mit der **AUTOSET**-Taste (**3**) abgebrochen werden.
3. Die **AUTOSET**-Taste (**3**).
Jeder Tastendruck schaltet in der Rangordnung der Menüstruktur einen Schritt zurück, bis **MAIN MENU** angezeigt wird. Mit dem nächsten Tastendruck wird das Menü abgeschaltet und die **AUTOSET**-Taste übernimmt ihre normale Funktion.

(41) ON/OFF - CHI/II - 1/ Δ t – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen

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

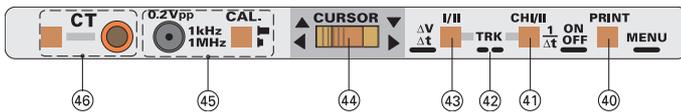
ON/OFF

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

CHI/II

Mit einem **kurzen Tastendruck** kann bestimmt werden, welcher Ablenkoeffizient (Kanal I oder II) bei einer Spannungsmessung mit Hilfe der CURSOR-Linien zu berücksichtigen ist, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Es muss CURSOR-Spannungsmessung ΔV vorliegen; das Readout zeigt dann $\Delta V1...$, $\Delta V2...$, bzw. im XY-Betrieb $\Delta VY...$ oder $\Delta VX...$. Falls Δt oder f angezeigt wird, genügt ein langer Tastendruck auf die Taste **I/II- $\Delta V/\Delta t$** (**43**) um auf Spannungsmessung zu schalten.
2. Das Oszilloskop muss auf **DUAL**- oder **XY-Betrieb** geschaltet sein. Nur dann besteht die Notwendigkeit, die möglicherweise unterschiedlichen Ablenkoeffizienten (**VOLTS/DIV.**) der Kanäle zu berücksichtigen.

**Achtung:**

Bei **DUAL-Betrieb** müssen sich die **CURSOR-Linien** auf das Signal (von Kanal I oder II) entsprechend der gewählten Einstellung (Readout: $\Delta V1...$ oder $\Delta V2...$) beziehen.

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

1/Δt:

Mit einem **kurzen Tastendruck** kann zwischen Zeit (Δt)- und Frequenzmessung ($1/\Delta t = \text{Readoutanzeige } f...$) gewählt werden, wenn zuvor mit langem Drücken der Taste **I/II- $\Delta V/\Delta t$ (43)** von Spannungs- auf Zeit/Frequenz-Messung umgeschaltet wurde. Dann wird im Readout $\Delta t...$ oder $f...$ angezeigt.

Nur im Digitalbetrieb**Erweiterte Cursor-Messfunktionen**

Liegt Yt (Zeitbasis) Betrieb vor und ist im Menü <Setup, Miscellaneous> die **EXTENDED CURSOR**-Funktion auf **ON** geschaltet, stehen die folgenden Cursor-Messfunktionen zusätzlich zur Verfügung, wenn Zeit- (Δt) oder Frequenzmessung (f) vorliegt.

Mit jedem kurzen Tastendruck auf **CHI/II - $1/\Delta t$ - ON/OFF**-Taste wird ausgehend von f über Δt schrittweise weiter geschaltet, bis mit dem Readout wieder f angezeigt wird. Dabei werden immer senkrechte CURSOR-Linien angezeigt, auch wenn eine Spannungsmessung erfolgt.

CX

Zeitmessung des aktiven Cursors bezogen auf den Triggerzeitpunkt. Befindet sich der Cursor links vom Triggerpunktsymbol wird die Zeit als ein negativer Wert angezeigt.

Achtung!

Die nachfolgend beschriebenen Spannungsmessungen werden nur im Einkanalbetrieb (CHI oder CH II) ermöglicht, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Mit eingeschalteter Invertierung (INV) stehen die Funktionen nicht zur Verfügung.

CY

Spannungsmessung des **Signalmomentanwertes** bezogen auf 0 Volt, mittels des aktiven Cursors.

Um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen, muss die Signaldarstellung (Amplitude, Y-Position) so erfolgen, dass der Cursor das Signal „berührt“.

ΔY

Zeigt die **relative Spannungsdifferenz** zwischen den mit CURSOR I und CURSOR II gewählten Momentanwerten eines Signals.

Y-

Das Messergebnis zeigt den höchsten **positiven Spitzenwert** eines Signals an. Die Auswertung berücksichtigt nur den Teil des Signals, der sich innerhalb des aus CURSOR I und II bestehenden „Zeitfensters“ befindet. Die Spannungsmessung bezieht sich auf 0 Volt.

Y↓

Bei dieser Messung zeigt das Messergebnis den höchsten **negativen Spitzenwert** eines Signals an. Dabei wird nur der Teil des Signals berücksichtigt, welcher sich innerhalb des aus CURSOR I und II bestehenden „Zeitfensters“ befindet. Die Spannungsmessung bezieht sich auf 0 Volt.

Vpp

Das Messergebnis zeigt die **Spannungsdifferenz** zwischen dem höchsten negativen und dem höchsten positiven Spitzenwert eines Signals an. Die Auswertung berücksichtigt nur den Teil des Signals, der sich innerhalb des aus CURSOR I und II bestehenden „Zeitfensters“ befindet.

V=

Spannungsmessung zeigt den **arithmetischen Mittelwert** des im „Zeitfenster“ (CURSOR I und II) befindlichen Signals, bezogen auf 0 Volt.

Y~

Es wird der **Effektivwert** der im „Zeitfenster“ befindlichen Wechsellspannung angezeigt. Ist die Wechsellspannung einer Gleichspannung überlagert, wird der Gleichspannungsanteil unterdrückt; geht also auch im Falle von DC (Gleichspannungs)-Eingangskopplung nicht in den Messwert ein.

ȳ

Der **Effektivwert** des im „Zeitfenster“ befindlichen Signals wird angezeigt. Das Signal kann eine Wechsellspannung, Gleichspannung oder eine Gleichspannung mit überlagerter Wechsellspannung sein. Die Effektivwertanzeige erfolgt ohne Vorzeichen und bezieht sich auf 0 Volt.

(42) TRK

Die folgende Beschreibung setzt voraus, dass die Messcursor eingeschaltet sind (siehe Punkt (41)).

Um Messungen mit Hilfe der Cursoren vornehmen zu können, muss die Position beider Cursorlinien separat oder gemeinsam einstellbar sein. Die Positionseinstellung der aktiv geschalteten CURSOR-Linie(n) erfolgt mit der **CURSOR-Wipptaste (44)**.

Mit gleichzeitigem kurzen Drücken beider Tasten **ON/OFF - CHI/II - $1/\Delta t$ (41)** und **I/II- $\Delta V/\Delta t$ (43)** kann bestimmt werden, ob nur eine **CURSOR**-Linie oder beide -Linien (**TRK = track**; dt. Spur) aktiv geschaltet sind.

Werden beide **CURSOR** als nicht unterbrochene Linien angezeigt, erfolgt die CURSOR-Steuerung mit eingeschalteter **TRK**-Funktion. Mit der **CURSOR**-Wipptaste (44) lassen sich dann beide Linien gleichzeitig beeinflussen.

(43) I/II - $\Delta V/\Delta t$ – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen. Die folgende Beschreibung setzt voraus, dass die Messcursor eingeschaltet sind (siehe Punkt (41)).

I/II

Mit jedem **kurzen Tastendruck** wird von **CURSOR I** auf **II** umgeschaltet. Der „aktive“ CURSOR wird als eine nicht unterbrochene Linie angezeigt. Diese setzt sich aus vielen einzelnen Punkten zusammen. Der nicht-aktive Cursor zeigt Lücken in der Punktierung.

Die Positionseinstellung der aktiv geschalteten **CURSOR**-Linie wird mit der **CURSOR**-Wipptaste (44) vorgenommen.

Werden beide **CURSOR**-Linien als aktiv angezeigt, liegt **TRK (42)** Bedienung vor und die **I/II**-Umschaltung ist wirkungslos. **Siehe Punkt (42)**.

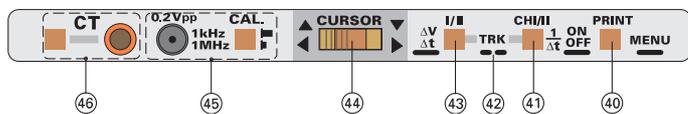
$\Delta V/\Delta t$

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

ΔV

Bei Spannungsmessungen muss das Teilungsverhältnis des/der Tastteiler(s) berücksichtigt werden. Zeigt das Readout kein Tastkopfsymbol an (1:1) und wird mit einem 100:1 Teiler gemessen, muss der im Readout abgelesene Spannungswert mit 100 multipliziert werden.

Im Falle von 10:1 Tastteilern kann das Teilungsverhältnis automatisch berücksichtigt werden (**siehe Punkt (33) und (37)**).



1. Zeitbasisbetrieb

CH I bzw. CH II, Einkanalbetrieb, DUAL und ADD

Bei **ΔV** (Spannungsmessung) verlaufen die **CURSOR**-Linien horizontal. Die Spannungsanzeige im **READOUT** bezieht sich auf den Y-Ablenkoeffizienten des Kanals und den Abstand zwischen den **CURSOR**-Linien.

a) Einkanalbetrieb (CHI oder CHII):

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

Y-Ablenkoeffizient kalibriert: **$\Delta V1:...$** oder **$\Delta V2:...$**
 Y-Ablenkoeffizient unkalibriert: **$\Delta V1>...$** oder **$\Delta V2>...$**

b) Zweikanalbetrieb (DUAL):

Nur im **DUAL**-Betrieb besteht die Notwendigkeit, zwischen den möglicherweise unterschiedlichen Ablenkoeffizienten von Kanal **I** und **II**, zu wählen. **Siehe CHI/II unter Punkt (41)**. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass die **CURSOR**-Linien auf das an diesem Kanal anliegende Signal gelegt werden.

Das Messergebnis wird unten rechts im Readout mit **$\Delta V1:...$** oder **$\Delta V2:...$** sichtbar gemacht, wenn die Y-Ablenkoeffizienten kalibriert sind.

Wird mit unkalibrierten Ablenkoeffizienten (Readout z.B. **$Y1>...$**) gemessen, kann kein exaktes Messergebnis angezeigt werden. Das Readout zeigt dann: **$\Delta V1>...$** oder **$\Delta V2>...$**

c) Additionsbetrieb (ADD):

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

Die Y-Ablenkoeffizienten beider Kanäle müssen dabei gleich sein. Im **READOUT** wird dann **$\Delta V...$** angezeigt. Bei unterschiedlichen Y-Ablenkoeffizienten zeigt das **READOUT** **$Y1 <> Y2$** an.

2. XY-Betrieb

Gegenüber dem **DUAL**-Betrieb gibt es bezüglich der Spannungsmessung mit **CURSOR**-Linien einige Abweichungen. Wird das an Kanal **CHI** anliegende Signal gemessen, werden die **CURSOR** als waagerechte Linien angezeigt. Die Spannung wird dabei im **READOUT** mit **$\Delta VY...$** angezeigt.

Bezieht sich die Messung auf Kanal **CH II**, werden die **CURSOR** als senkrechte Linien dargestellt und das **READOUT** zeigt **$\Delta VX...$** an.

Δt

Mit einem **langen Tastendruck** kann auf Zeit- bzw. Frequenzmessung umgeschaltet werden.

Die Umschaltung zwischen Zeit- und Frequenz-Messung kann mit der Taste **ON/OFF - CHI/II - $1/\Delta t$ (41)** vorgenommen werden. Im Readout unten rechts wird dann entweder **$\Delta t...$** , oder **$f...$** angezeigt. Bei unkalibrierter Zeitbasis wird **$\Delta t >...$** bzw. **$f <...$** angezeigt.

Die Messung und das daraus resultierende Messergebnis bezieht sich auf die Signaldarstellung der dabei wirkenden Zeitbasis (A oder B). Bei alternierendem Zeitbasisbetrieb, in dem die Signaldarstellung mit beiden Zeitbasen erfolgt, bezieht sich die Messung auf die Signaldarstellung der B-Zeitbasis.

(44) CURSOR – Wipptaste.

Die Wipptaste ermöglicht es, die Position der aktiven **CURSOR**-Linie(n) zu bestimmen. Die Bewegungsrichtung entspricht dem jeweiligen Frontplattensymbol und der Betriebsart.

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

(45) CAL. – Drucktaste mit zugeordneter konzentrischer Buchse.

Entsprechend den Symbolen auf der Frontplatte, kann bei ausgerasteter Taste ein Rechtecksignal von ca. 1kHz mit einer Amplitude von $0,2V_{ss}$ entnommen werden. Mit eingerausteter Taste ändert sich die Frequenz auf ca. 1MHz. Beide Signale dienen der Frequenzkompensation von 10:1 Tastteilern.

(46) CT – Drucktaste und 4 mm Bananenstecker-Buchse.

Mit dem Betätigen der **CT** (Komponententester)-Taste kann zwischen Oszilloskop- und Komponententester-Betrieb gewählt werden. **Siehe Komponenten-Test**.

Bei Komponententester-Betrieb wird dabei automatisch auf Analog-Betrieb umgeschaltet und das Readout zeigt nur noch **CT** an. Alle Bedienelemente und LED-Anzeigen außer **INTENS, READ OUT-Taste, LED A** bzw. **RO (4), TR (5)** und **FOCUS (6)** sind abgeschaltet.

Die Prüfung von elektronischen Bauelementen erfolgt zweipolig. Dabei wird ein Anschluss des Bauelements mit der 4mm Buchse, welche sich neben der **CT**-Taste befindet, verbunden. Der zweite Anschluss erfolgt über die Massebuchse **(35)**.

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

Menü

Das Oszilloskop verfügt auch über mehrere Menüs. Im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ ist die Bedienung unter **PRINT / MENU (40)** beschrieben.

Folgende Menüs, Untermenüs und Menüpunkte stehen zur Verfügung:

1. MAIN MENU.

1.1 CALIBRATE

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

1.2 SETUP

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

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

1.2.1 Miscellaneous (Verschiedenes) mit den Menüpunkten:

1.2.1.1 CONTROL BEEP

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

1.2.1.2 ERROR BEEP

ON/OFF. Signaltöne, mit denen sonst Fehlbedienungen signalisiert werden, sind in der OFF Stellung abgeschaltet. Nach dem Einschalten des Oszilloskops werden **CONTROLS BEEP** und **ERROR BEEP** immer auf ON gesetzt.

1.2.1.3 QUICK START

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

1.2.1.4 TRIG.-SYMBOL

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

1.2.1.5 DC REFERENCE

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

1.2.1.6 EXTENDED CURSOR

ON/OFF. Liegt ON vor, stehen nur im Digitalbetrieb zusätzliche Cursor-Messfunktionen zur Verfügung. Sie sind im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ unter **ON/OFF - CHI/II - 1/Dt (41)** beschrieben.

1.2.1.7 INPUT Z

ON/OFF. In Stellung ON dient die **TRIG. EXT.**-Buchse (**39**) als Helltasteingang, wenn Analogbetrieb vorliegt.

1.2.2 Factory (Fabrik).

Achtung!

Die in diesem Menü enthaltenen Funktion stehen nur Werkstätten zur Verfügung, die von HAMEG autorisiert wurden und über die erforderlichen (sehr teuren) Kalibratoren verfügen, mit denen ein Abgleich des Oszilloskops erfolgen kann.

1.3 HO79

Wird nur angezeigt, wenn das Interface mit dem Oszilloskop verbunden ist. Weitere Informationen sind dem Handbuch, das dem Interface HO79-6 beiliegt, zu entnehmen.

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).

Danach sollten die Messkabel an die Eingänge angeschlossen werden und erst dann mit dem zunächst stromlosen Messobjekt verbunden werden, das anschließend einzuschalten ist. Es wird empfohlen, dann die **AUTOSET**-Taste zu drücken.

Mit der roten Netztaaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt, dabei leuchten zunächst mehrere Anzeigen auf. Dann übernimmt das Oszilloskop die Einstellungen, welche beim vorhergehenden Ausschalten vorlagen. Wird nach ca. 20 Sekunden Anheizezeit kein Strahl bzw. das Readout sichtbar, sollte die **AUTOSET**-Taste betätigt werden.

Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS**-Knopf eine mittlere Helligkeit und am **FOCUS-Knopf** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte die Eingangskopplung auf **GD** (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.

Strahldrehung TR

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 an einem Potentiometer hinter der mit **TR (5)** bezeichneten Öffnung mit einem kleinen Schraubendreher möglich.

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 Oszilloskop einge-

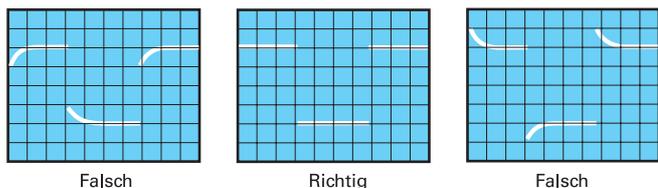
bauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit kann der konzentrischen Buchse unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Sie liefert $0.2V_{SS} \pm 1\%$ für Tastteiler 10:1. Die Spannung entspricht einer Bildschirmamplitude von 4cm Höhe, wenn der **Eingangsteiler** auf den Ablenkkoeffizienten 5mV/cm eingestellt ist.

Der Innendurchmesser der Buchse beträgt 4,9mm und entspricht dem (an Bezugspotential liegenden) Außendurchmesser des Abschirmrohres von modernen Tastköpfen der Serie F (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masseverbindung möglich, die für hohe Signalfrequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nicht-sinusförmigen Signalen Voraussetzung ist.

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 **Strahl-drehung TR**).



Tastteiler 10:1 an den **CH.I**-Eingang anschließen, dabei Oszilloskop auf Kanal I betreiben, Eingangskopplung auf DC stellen, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV.** auf 0.2ms/cm schalten (**beide kalibriert**), Tastkopf (Teiler 10:1) in die CAL.-Buchse einstecken. Auf dem Bildschirm sind 2 Wellenzüge 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 1kHz). Dann sollte die Signalhöhe $4 \text{ cm} \pm 1,2\text{mm} (= 3\%)$ sein. Die Signalfanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

Abgleich 1 MHz

Ein HF-Abgleich ist bei den Tastköpfen HZ51, 52 und 54 möglich. **Diese besitzen Entzerrungsglieder, mit denen es möglich ist, den Tastkopf auf einfachste Weise 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.

Die Bandbreite des Oszilloskops wird also bei Benutzung der Tastköpfe HZ51, 52 und 54 ohne Inkaufnahme von Kurvenformverzerrungen voll genutzt. Voraussetzung für diesen HF-Abgleich

ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 4ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50Ω), der bei einer Frequenz von 1MHz eine Spannung von $0,2V_{SS}$ abgibt. Der Kalibratorausgang des Oszilloskops erfüllt diese Bedingungen, wenn die **CAL.-**Taste eingerastet ist (1MHz).

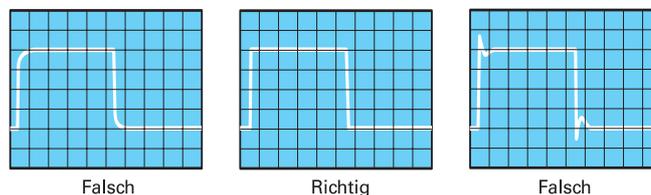
Tastköpfe des Typs HZ51, 52 oder 54 an den **CH.I**-Eingang anschließen, nur Kalibrator-Taste 1MHz drücken, Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV. auf $0.1\mu\text{s}/\text{cm}$ stellen (beide kalibriert)**. Tastkopf in Buchse $0.2 V_{pp}$ einstecken. Auf dem Bildschirm ist ein Wellenzug 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 Abgleichelemente 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. Tastköpfe mit einem HF-Abgleichpunkt sind, im Gegensatz zu Tastköpfen mit mehreren Abgleichpunkten, naturgemäß einfacher abzugleichen. Dafür bieten mehrere HF-Abgleichpunkte den Vorteil, dass sie eine optimalere Anpassung zulassen. Nach beendetem HF-Abgleich ist auch bei 1MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben, wie oben beim 1kHz-Abgleich angegeben.



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

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

Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die für die Betriebsarten der Vertikalverstärker wichtigsten Bedienelemente sind die Drucktasten: **CHI (22)**, **DUAL (23)** und **CHII (26)**.

Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ 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 Vertikalverstärker bietet/bieten dabei folgende Möglichkeiten:

- Die Darstellung nur eines Signales im Kanal I-Betrieb.
- Die Darstellung nur eines Signales im Kanal II-Betrieb.
- Die Darstellung von zwei Signalen im DUAL (Zweikanal)-Betrieb.

Bei **DUAL**-Betrieb arbeiten beide Kanäle. Die Art, wie die Signale beider Kanäle dargestellt werden, hängt von der Zeitbasis ab (siehe „Bedienelemente und Readout“). Die Kanalumtschaltung kann nach jedem Zeit-Ablenkvorgang (alternierend) erfolgen. Beide Kanäle können aber auch innerhalb einer Zeit-Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode) werden. Dann sind auch langsam verlaufende Vorgänge flimmerfrei darstellbar.

Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten $\geq 500 \mu\text{s/cm}$ 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 Kanalumtschaltung meist nicht sinnvoll.

Liegt **ADD**-Betrieb vor, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert ($\pm I \pm II$). 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:

- Beide Kanäle nicht invertiert = Summe.
- Beide Kanäle invertiert (INV) = Summe.
- Nur ein Kanal invertiert (INV) = Differenz.

Gegenphasige Eingangsspannungen:

- Beide Kanäle nicht invertiert = Differenz.
- Beide Kanäle invertiert (INV) = Differenz.
- Nur ein Kanal invertiert (INV) = Summe.

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

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungsstellen werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsstellen bestimmen. Allgemein gilt, dass bei der Dar-

stellung 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.

XY-Betrieb

Das für diese Betriebsart wichtigste Bedienelement ist die mit **DUAL** und **XY** bezeichnete Drucktaste (**23**). In dieser Betriebsart ist die Zeitbasis abgeschaltet. Die X-Ablenkung wird mit dem über den Eingang von Kanal II (**HOR. INP. (X)** = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vorgenommen. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden im **XY**-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Liegt XY-Analogbetrieb vor, ist zur horizontalen Positionseinstellung der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal II ist nur im **XY**-Digitalbetrieb als **X-POS.**-Einsteller wirksam.

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).

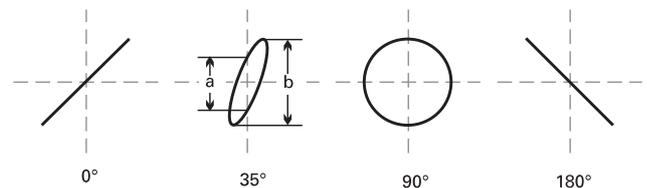
Eine Umpolung des X-Signals durch Invertieren mit der INV-Taste von Kanal II ist im Analogbetrieb nicht möglich!

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.

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

Die folgenden Bilder zeigen zwei Sinus-Signale gleicher Frequenz und Amplitude mit unterschiedlichen Phasenwinkeln.



Die Berechnung des Phasenwinkels oder der Phasenverschiebung zwischen den X- und Y-Eingangsspannungen (nach Messung der Strecken a und b am Bildschirm) ist mit den folgenden Formeln und einem Taschenrechner mit Winkelfunktionen ganz einfach und übrigens unabhängig von den Ablenkamplituden auf dem Bildschirm.

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

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

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

Hierbei muss beachtet werden:

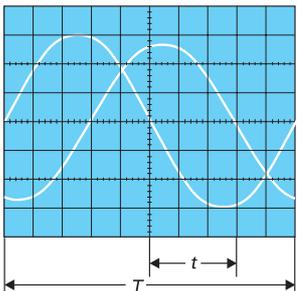
- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel $\leq 90^\circ$ begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.
- Keine zu hohe Messfrequenz benutzen. Die im XY-Betrieb benutzten Messverstärker weisen mit zunehmender Frequenz eine gegenseitige Phasenverschiebung auf. Oberhalb der im Datenblatt angegebenen Frequenz wird der Phasenwinkel von 3° überschritten.
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nachhinkt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der $1\text{M}\Omega$ -Eingangswiderstand dienen, so dass nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

Falls im XY-Betrieb beide Eingangsspannungen fehlen oder ausfallen, wird ein sehr heller Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Helligkeitseinstellung (**INTENS**-Knopf) kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust, oder im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht.

Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)

Achtung:
Phasendifferenzmessungen sind im Zweikanal Yt-Betrieb nicht möglich, wenn alternierende Triggerung vorliegt.

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 nachhinkenden Phasenwinkel haben. Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Zu dieser Einstellung können ohne Einfluss auf das Ergebnis auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den **Y-POS**-Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen 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.



t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.
 T = Horizontalabstand für eine Periode in cm.

Im Bildbeispiel ist $t = 3\text{cm}$ und $T = 10\text{cm}$. Daraus errechnet sich eine Phasendifferenz in Winkelgraden von

$$\varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{3}{10} \cdot 360^\circ = 108^\circ$$

oder in Bogengrad ausgedrückt

$$\text{arc } \varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1,885 \text{ rad}$$

Relativ kleine Phasenwinkel bei nicht zu hohen Frequenzen lassen sich genauer im XY-Betrieb mit Lissajous-Figur messen.

Messung einer Amplitudenmodulation

Die momentane Amplitude u im Zeitpunkt t einer HF-Trägerspannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

$$u = U_T \cdot \sin\Omega t + 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega)t - 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega + \omega)t$$

Hierin ist: U_T = unmodulierte Trägeramplitude,
 $\Omega = 2\pi F$ = Träger-Kreisfrequenz,
 $\omega = 2\pi f$ = Modulationskreisfrequenz,
 m = Modulationsgrad (i.a. $\leq 1^\circ$ 100%).

Neben der Trägerfrequenz F entstehen durch die Modulation die untere Seitenfrequenz $F-f$ und die obere Seitenfrequenz $F+f$.

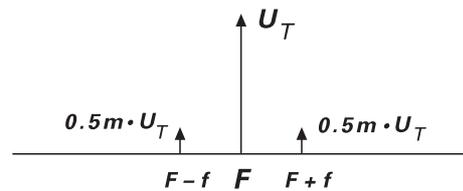


Abb. 1:
Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM ($m = 50\%$)

Das Bild der amplitudenmodulierten HF-Schwingung kann mit dem Oszilloskop sichtbar gemacht und ausgewertet werden, wenn das Frequenzspektrum innerhalb der Oszilloskop-Bandbreite liegt. Die Zeitbasis wird so eingestellt, dass mehrere Wellenzüge der Modulationsfrequenz sichtbar sind. Genau genommen sollte mit Modulationsfrequenz (vom NF-Generator oder einem Demodulator) extern getriggert werden. Interne Triggerung ist unter Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers oft möglich.

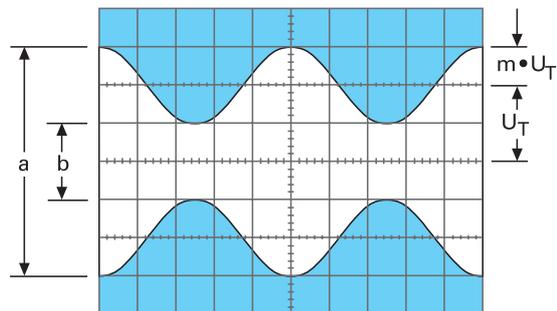


Abb. 2
Amplitudenmodulierte Schwingung: $F = 1\text{MHz}$; $f = 1\text{kHz}$;
 $m = 50\%$; $U_T = 28,3\text{mV}_{\text{eff}}$.

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Abb. 2:
Kanal I-Betrieb: Y: CH.I; 20mV/cm ; AC.
TIME/DIV.: $0,2\text{ms/cm}$.
Triggerung: NORMAL; AC; int. mit Zeit-Feinsteller (oder externe Triggerung).

Liest man die beiden Werte a und b vom Bildschirm ab, so errechnet sich der Modulationsgrad aus
Hierin ist

$$a = U_T (1+m) \text{ und } b = U_T (1-m).$$

Bei der Modulationsgradmessung können die Feinstellknöpfe für Amplitude und Zeit beliebig verstellt sein. Ihre Stellung geht nicht in das Ergebnis ein.

$$m = \frac{a-b}{a+b} \text{ bzw. } m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100 [\%]$$

Triggerung und Zeitablenkung

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

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

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

Anmerkung:

Reine Gleichspannungen können die Triggerung nicht auslösen, da sie keine zeitlichen Änderungen aufweisen und somit auch keine Flanke vorliegt auf die getriggert werden könnte.

Die Triggerung kann durch das Messsignal selbst (interne Triggerung) oder durch eine extern zugeführte mit dem Messsignal 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 Messsignal 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 Vss zu messen. In gewissen Grenzen kann die Triggerspannung viel höher sein als an der Triggerschwelle. Im allgemeinen sollte der 20fache Wert nicht überschritten werden. Das Oszilloskop hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

Automatische Spitzenwert-Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **NM - AT - $\int \setminus$ (16), LEVEL (18) und TRIG. MODE (27)** unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen. Mit dem Betätigen der **AUTO SET**-Taste wird automatisch diese Triggerart eingeschaltet. Bei DC-Triggerkopplung und bei alternierender Triggerung wird die Spitzenwerterfassung automatisch abgeschaltet, während die Trigger-Automatik erhalten bleibt.

Die Zeitablenkung wird bei automatischer Spitzenwert-Triggerung auch dann periodisch ausgelöst, wenn keine Messwechselspannung oder externe Triggerwechselspannung anliegt. Ohne Messwechselspannung sieht man dann eine Zeitlinie (von der ungetriggerten, also freilaufenden Zeitablenkung), die auch eine Gleichspannung anzeigen kann. Bei anliegender Messspannung beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei immer sichtbarem Strahl.

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

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

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

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

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

Normaltriggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **NM - AT - (16), LEVEL (18) und TRIG. MODE (27)** unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen. Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Feinsteinstellung (**VAR.**), die HOLDOFF-Zeiteinstellung und der B-Zeitbasis-Betrieb.

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

Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl. Bei falscher Triggerpegel-Einstellung und/oder bei fehlendem Triggersignal wird die Zeitbasis nicht gestartet und es erfolgt keine Strahldarstellung.

Mit Normaltriggerung sind auch komplizierte Signale triggerbar. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von

gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten, die u.U. erst bei gefühlvollem Drehen des Triggerpegel-Einstellers gefunden werden.

Flankenrichtung

Die mit der Drucktaste **(16)** eingestellte (Trigger-) Flankenrichtung wird im Readout angezeigt. Siehe auch "Bedienelemente und Readout". Die Flankenrichtungseinstellung wird durch **AUTO SET** 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.

Triggerkopplung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **NM - AT - / \ (16)**, **LEVEL (18)** und **TRIG. MODE (27)** unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen. Mit **AUTOSET** wird immer auf AC-Triggerkopplung geschaltet, sofern nicht DC-Triggerkopplung vorlag. 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:

In Kombination mit Normal-Triggerung, gibt es bei DC-Triggerung keinen unteren Durchlass-Frequenzbereich, da das Triggersignal galvanisch an die Triggereinrichtung angekoppelt wird. Diese Triggerkopplung ist dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Messsignals getriggert werden soll, oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.

HF:

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

NR:

Diese Triggerkopplungsart weist keinen unteren Durchlass-Frequenzbereich auf, wenn Normal-Triggerung vorliegt. Sehr hochfrequente Triggersignale werden unterdrückt bzw. verringert. Damit werden aus derartigen Signaleanteilen resultierende Störungen unterdrückt oder vermindert.

LF:

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

TVL (TV-Zeile):

siehe folgenden Absatz, TV (Zeilensynchronimpuls-Triggerung)

TVF (TV-Bild):

siehe folgenden Absatz, TV (Bildsynchronimpuls-Triggerung)

~ (LINE - Netztriggerung):

siehe Absatz „Netztriggerung“

TV (Videosignal-Triggerung)

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

Abhängig vom Messpunkt sind Videosignale (FBAS- bzw. BAS-Signale = Farb-Bild-Austast-Synchron-Signale) als positiv oder negativ gerichtetes Signal zu messen. Nur bei richtiger Einstellung der (Trigger-) Flankenrichtung werden die Synchronimpulse vom Bildinhalt getrennt. Die Flankenrichtung der Vorderflanke der Synchronimpulse ist für die Einstellung der Flankenrichtung maßgebend; dabei darf die Signaldarstellung nicht invertiert sein.

Ist die Spannung der Synchronimpulse am Messpunkt positiver als der Bildinhalt, muss steigende Flankenrichtung gewählt werden. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorderflanke fallend. Dann muss die fallende Flankenrichtung gewählt werden. Bei falscher Flankenrichtungswahl erfolgt die Darstellung unstabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst. Die Videosignaltriggerung sollte mit automatischer Triggerung erfolgen. Bei interner Triggerung muss die Signalarhöhe der Synchronimpulse mindestens 5mm betragen.

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

Beide Synchronimpulsarten unterscheiden sich somit durch ihre Zeitdauer und durch ihre Wiederholfrequenz. Es kann sowohl mit Zeilen- als auch mit Bildsynchronimpulsen getriggert werden.

Bildsynchronimpuls-Triggerung

Vorbemerkung:

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

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

Durch kurzzeitiges Unterbrechen der Triggerung kann auch zufällig auf das andere Halbbild getriggert werden.

Es können aber auch bei geeigneter Zeit-Ablenkkoeffizienteneinstellung zwei Halbbilder dargestellt werden. Dann kann im ALT-Zeitbasisbetrieb jede beliebige Zeile gewählt und mit der B-Zeitbasis gedehnt dargestellt werden. Damit lassen sich auch in den Zeilen vorkommende asynchrone Signalanteile darstellen.

Zeilensynchronimpuls-Triggerung

Die Zeilensynchronimpuls-Triggerung kann durch jeden Synchronimpuls erfolgen. Um einzelne Zeilen darstellen zu können, ist die **TIME/DIV.**-Einstellung von 10µs/div. empfehlenswert. Es werden dann ca. 1 ½ Zeilen sichtbar. Im allgemeinen hat das komplette Videosignal einen starken Gleichspannungsanteil. Bei konstantem Bildinhalt (z.B. Testbild oder Farbbalkengenerator) kann der Gleichspannungsanteil ohne weiteres durch **AC-Eingangskopplung** des Oszilloskop-Verstärkers unterdrückt werden.

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

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

Netztriggerung

Diese Triggerart liegt vor, wenn oben im Readout **TR:~** angezeigt wird. Die Flankenrichtungstaste (**16**) bewirkt eine Drehung des ~-Symbols um 180°. Zur Triggerung mit Netzfrequenz wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/60Hz) genutzt.

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

Im Gegensatz zur üblichen, flankenrichtungsbezogenen Triggerung, wird bei Netztriggerung mit der Flankenrichtungsumschaltung zwischen der positiven und der negativen Halbwellen gewählt (evtl. Netzstecker umpolen) und nicht die Flankenrichtung. Der Triggerpegel kann mit dem dafür vorgesehenen Einsteller über einen gewissen Bereich der gewählten Halbwellen 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 100W einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außen statisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlusswindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Messort feststellen.

Alternierende Triggerung

Diese Triggerart kann mit der **TRIG.**-Taste (**24**) eingeschaltet werden. Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht im Readout angezeigt. Siehe „Bedienelemente und Readout“.

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

Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der **TRIG.**-Taste (**24**) eingeschaltet. Mit der Umschaltung auf diese Triggerart wird das Triggerpegel-Symbol abgeschaltet. Mit dem Einschalten dieser Triggerart wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die entsprechende BNC-Buchse kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine Spannung von 0,3V_{SS} bis 3V_{SS} zur Verfügung steht, die synchron zum Messsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Messsignal haben.



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

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.

Triggeranzeige

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die **TR-LED**-Anzeige, die unter Punkt (17) im Absatz „Bedienelemente und Readout“ aufgeführt ist. Die Leuchtdiode leuchtet sowohl bei automatischer, als auch bei Normaltriggerung auf, wenn folgenden Bedingungen erfüllt werden:

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

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

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

Holdoff-Zeiteinstellung

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **HO-LED/DEL.POS. (28)** unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung und A-Zeitbasisbetrieb kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen eine stabile Triggerung durch Betätigung des **DEL.POS.**-Knopfes erreicht werden. Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei Zeitablenkperioden 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 Triggerpegel-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**-Zeit langsam zu erhöhen, 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 **Triggerpegel**-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Die **HOLD OFF**-Zeiteinstellung vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte die **HOLD-OFF**-Zeit unbedingt wieder auf Minimum zurückgedreht werden, weil sonst

u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist. Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

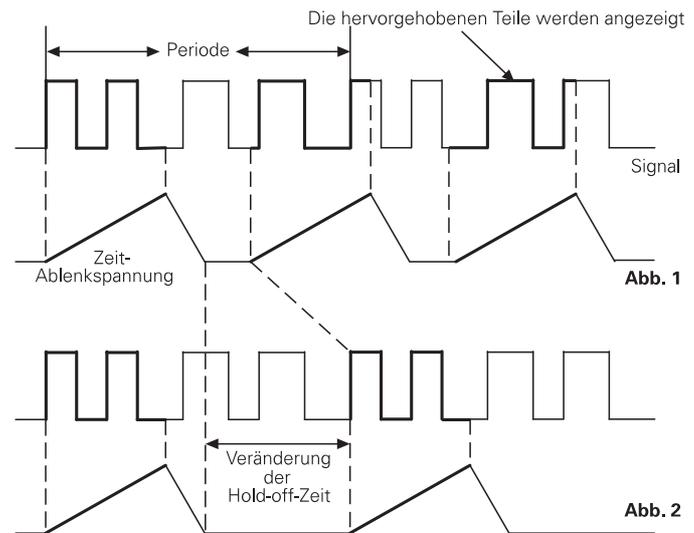


Abb. 1: zeigt das Schirmbild bei minimaler **HOLD-OFF**-Zeit (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

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

B-Zeitbasis (2. Zeitbasis) / Delay Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **A/ALT-B (30)**, **DEL.TRIG.-VAR. (31)**, **TIME/DIV. (29)** und **HO/DEL.POS. (28)** unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen.

Wie im Absatz **Triggerung und Zeitablenkung** beschrieben, löst die Triggerung den Start der Zeitablenkung aus. Der zuvor dunkelgetastete (abgeschaltete) Elektronenstrahl wird hellgetastet (sichtbar) und von links nach rechts abgelenkt, bis die maximale X-Ablenkung erfolgte. Danach wird der Strahl wieder dunkelgetastet und es erfolgt der Strahlrücklauf (zurück in die Strahlstartposition). Nach Ablauf der **Holdoff**-Zeit kann dann die Zeitablenkung erneut durch die Triggerautomatik bzw. ein Triggersignal gestartet werden. Während der gesamten Zeit (Strahlhinlauf und -rücklauf) kann ein Eingangssignal gleichzeitig eine Ablenkung in Y-Richtung bewirken. Das wird aber, wegen der nur dann erfolgenden Helltastung, nur während des Strahlhinlaufs sichtbar.

Da sich der Triggerpunkt bei Analog-Betrieb immer am Strahlstartart befindet, kann eine X-Dehnung der Signaldarstellung durch eine höhere Zeitablenkgeschwindigkeit (kleiner Zeit-Ablenkoeffizient - **TIME / DIV.**) – nur von diesem Punkt beginnend – vorgenommen werden.

Ein Signalanteil, der sich am rechten Rand der Signaldarstellung befindet, ist nicht mehr sichtbar, wenn die Zeitablenkgeschwindigkeit um einen Schritt erhöht wird. Dieses Problem tritt – abhängig vom Dehnungsfaktor – immer auf, es sei denn, dass sich das zu dehnde Signal direkt am Triggerpunkt befindet (ganz links).

Die verzögerte Ablenkung mit der B-Zeitbasis löst derartige Probleme. Sie bezieht sich auf die mit der A-Zeitbasis vorgenommene Signaldarstellung. Die B-Darstellung erfolgt erst, wenn eine

vorwählbare Zeit abgelaufen ist. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle der A-Zeitbasissignaldarstellung mit der B-Zeitablenkung zu beginnen. Der Zeit-Ablenkkoeffizient der B-Zeitbasis bestimmt die Ablenkgeschwindigkeit und damit den Dehnungsfaktor. Mit zunehmender Dehnung verringert sich die Bildhelligkeit.

Bei großer X-Dehnung kann das Signal durch Jittern in X-Richtung unruhig dargestellt werden. Liegt eine geeignete Signalflanke nach Ablauf der Verzögerungszeit vor, lässt sich auf diese Flanke triggern (after delay-Triggerung).

AUTOSET

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **AUTOSET (2)** unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen. Die folgende Beschreibung gilt für den Analog- und Digital-Betrieb. Liegen die Digitalbetriebsarten ROL- oder SGL- (SINGLE) vor, schaltet AUTOSET automatisch auf Refresh (RFR-LED). AUTOSET ergibt nur dann eine sinnvolle automatische Oszilloskopeinstellung, wenn die Frequenz des anliegenden Messsignales innerhalb der bei automatischer Triggerung vorgegebenen Grenzen liegt.

Wie bereits im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ erwähnt, werden bis auf wenige Ausnahmen (**POWER**-Taste, Kalibratorfrequenz-Taste, sowie Focus- und **TR** (Strahldrehungs)-Einsteller) 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 bleibt die zuvor gewählte Yt-Betriebsart unverändert, wenn Mono **CHI**-, **CHII**- 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. 6cm nicht überschreitet, während im **DUAL**-Betrieb jedes Signal mit ca. 4cm 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 werden folgende Betriebsbedingungen vorgegeben:

- **AC**- oder **DC**-Eingangskopplung bleibt erhalten; die letzte Einstellung (**AC** oder **DC**) wenn **GD** vorlag.
- interne (vom Mess-Signal abgeleitete) Triggerung
- automatische Spitzenwert-Triggerung
- **Triggerpegel**-Einstellung auf Bereichsmitte
- Y-Ablenkkoeffizient(en) kalibriert
- A-Zeitbasis-Ablenkkoeffizient kalibriert

- AC-Triggerkopplung, nur DC-Triggerkopplung bleibt bestehen.
- B-Zeitbasis abgeschaltet
- **keine X-Dehnung x10**
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung

Liegt **CURSOR**-Messung vor, bewirkt die **AUTOSET**-Funktion zusätzliche automatische Einstellungen. Die Einschränkungen, die für die **AUTOSET**-Funktion bestehenden Möglichkeiten, haben auch hier Auswirkungen.

Analogbetrieb in Verbindung mit ΔV -Cursormessung:

- automatische **CURSOR**-Spannungsmessung
- automatische Zuordnung der **CURSOR**-Linien zu dem Signal, das im **DUAL**-Betrieb zur Triggerung benutzt wird

Anmerkung:

Liegt kein Signal an oder kann damit nicht getriggert werden, ändern sich die **CURSOR**-Linien nicht. Die Genauigkeit der automatischen **CURSOR**-Spannungsmessung nimmt mit zunehmender Signalfrequenz ab.

Digitalbetrieb in Verbindung mit der gerade gewählten Art der Cursormessung:

- automatische **CURSOR** unterstützte Spannungs-, Zeit- oder Frequenzmessung
- automatische Zuordnung der **CURSOR**-Linien zu dem Signal, das im **DUAL**-Betrieb zur Triggerung benutzt wird.

Anmerkung:

Liegt kein Signal an oder kann damit nicht getriggert werden, ändern sich die **CURSOR**-Linien nicht.

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 1mV/cm und 2mV/cm werden, wegen der reduzierten Bandbreite in diesen Bereichen, im **AUTOSET**-Betrieb nicht gewählt.

Achtung:

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. 5mm 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 kleinerer Zeit-Ablenkkoeffizient und danach ein größerer Y-Ablenkkoeffizient gewählt werden. Dabei kann sich allerdings die Strahlhelligkeit so stark verringern, dass der Puls nicht sichtbar wird.

Nur im Digital-Betrieb

Im Gegensatz zum Analog-Betrieb erfolgt keine Verringerung der Strahlintensität. Es muss aber beachtet werden, dass, selbst bei höchster Abtastereinstellung (200MSa/s = 5ns Abtastintervall), pulsartige Signale eine Pulsbreite von 20ns nicht unterschreiten dürfen. Andernfalls kann das Signal mit zu niedriger Amplitude dargestellt werden.

Komponenten-Test

Gerätebezogene Informationen, welche die Bedienung und die Messanschlüsse betreffen, sind dem Absatz **CT (46)** unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen.

Das Oszilloskop verfügt über einen eingebauten Komponententester. Der zweipolige Anschluss des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die dafür vorgesehenen Buchsen. Im Komponententest-Betrieb sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den auf der Frontplatte befindlichen BNC-Buchsen 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 „Tests direkt in der Schaltung“). Außer den INTENS.-, FOCUS- und X-POS.-Einstellern haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluss auf diesen Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit dem Oszilloskop sind zwei einfache Messschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich.

Wie im Abschnitt SICHERHEIT beschrieben, sind alle Messanschlüsse (bei einwandfreiem Betrieb) mit dem Netzschutzleiter verbunden, also auch die Buchsen für den Komponententester. 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 Oszilloskop befindlicher Sinusgenerator erzeugt eine Sinusspannung, deren Frequenz 50Hz ($\pm 10\%$) 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 20Ω und $4,7k\Omega$ 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 50Hz. Kondensatoren werden im Bereich $0,1\mu F$ bis $1000\mu F$ angezeigt.

– Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).

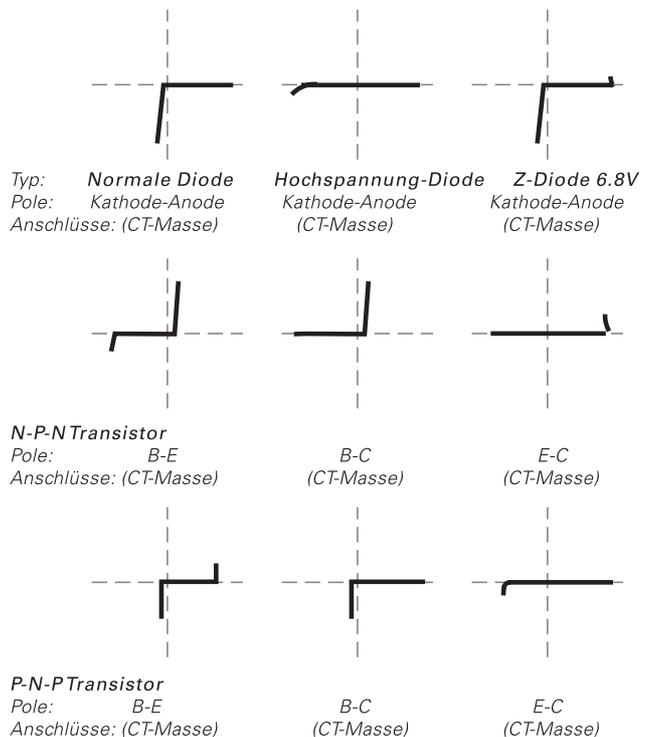
- Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).
- Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

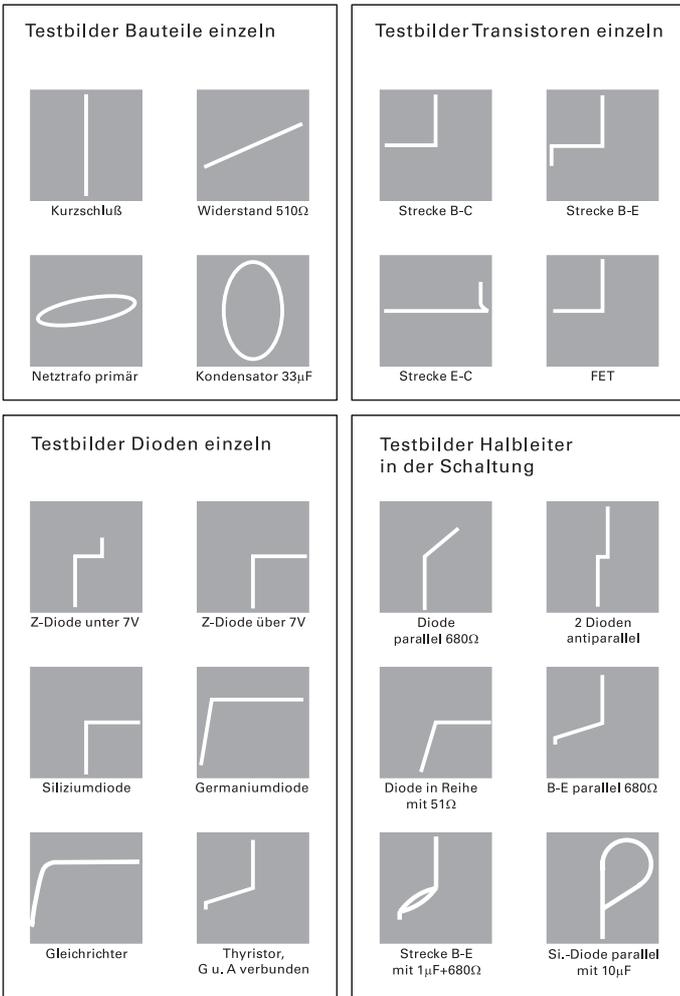
Bei Halbleitern erkennt man die spannungsabhängigen Kennlinienknick beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter 10V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; 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 $>10V$ 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 unbekanntenen Transistortyps schnell ermitteln.

Zu beachten ist hier der Hinweis, dass die Anschlussumpolung eines Halbleiters (Vertauschen der Messkabel) eine 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 sta-





tische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend ange- raten. Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluss eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen - besonders wenn diese bei einer Frequenz von 50Hz relativ niederohmig sind - ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schal- tungen 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 ent- hält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brücken- schaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluss einsei- tig abgelötet werden. Genau dieser Anschluss sollte dann mit dem nicht an der Massebuchse angeschlossenen Messkabel ver- bunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verrin- gert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Mas- se und ist deshalb brumm-unempfindlich. Die Testbilder (Seite 38.) zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

Speicherbetrieb

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

Ereignisse sind leicht erfassbar. Niederfrequente Signale können problemlos als vollständiger Kurvenzug dargestellt werden. Höher- frequente Signale mit niedriger Wiederholfrequenz rufen keinen Abfall der Darstellungshelligkeit hervor. Erfasste Signale können relativ einfach dokumentiert bzw. weiterverarbeitet werden.

Gegenüber dem Analog-Oszilloskop-Betrieb gibt es aber auch **Nachteile**: Die schlechtere Y- und X-Auflösung und die niedrigere Signalerfassungshäufigkeit. Außerdem ist die maximal darstell- bare Signalfrequenz abhängig von der Zeitbasis. Bei zu niedriger Abtastrate können sogenannte „Alias“-Signaldarstellungen (aliasing) erfolgen, die ein nicht in dieser Form existierendes Signal zeigen. Der Analog-Betrieb ist bezüglich der Originaltreue der Signaldarstellung unübertroffen. Mit der Kombination von Analog- und Digital-Oszilloskop bietet HAMEG dem Anwender die Möglichkeit, abhängig von der jeweiligen Messaufgabe, die jeweils geeignetere Betriebsart zu wählen. Das Oszilloskop ver- fügt über zwei 8-Bit-A/D-Wandler, deren maximale Abtastrate jeweils 100MSa/s beträgt. Außer bei Einzelereigniserfassung im DUAL-Betrieb mit maximal 100MSa/s, beträgt die maximale Abtastrate in allen anderen Digital-Betriebsarten 200MSa/s, wenn der kleinste Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt wurde. Bei der Signalerfassung besteht prinzipiell kein Unterschied zwischen der Erfassung repetierender (sich ständig wiederholender) Signa- le und dem Aufzeichnen einmaliger Ereignisse. Die Signal- darstellung erfolgt immer mit einer linearen Punktverbindung (Dot Join) der Abtastpunkte. Alle im Digitalspeicher-Betrieb er- fassten und gespeicherten Signaldaten können über die RS-232 Schnittstelle zur Dokumentation abgerufen werden. Diesbezüg- liche Informationen sind dem Abschnitt RS-232 Interface zu entnehmen.

Signal-Erfassungsarten

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

- REFRESH-Betrieb:** RFR-LED leuchtet, Readout zeigt RFR an
- ENVELOPE-Betrieb:** ENV-LED leuchtet, Readout zeigt ENV an
- AVERAGE-Betrieb:** AVM-LED leuchtet, Readout zeigt AVM an
- SINGLE-Betrieb:** SGL-LED leuchtet, Readout zeigt SGL und den Pre-Triggerwert an
- ROLL-Betrieb:** ROL-LED leuchtet, Readout zeigt ROL an
- XY-Betrieb:** RFR-LED leuchtet, Readout zeigt XY an

Die Signalerfassung wird im SINGLE-, REFRESH-, ENVELOPE- und AVERAGE-Betrieb durch die Triggerung ausgelöst, während sie im ROLL- und XY-Betrieb triggerunabhängig (ungetriggert) erfolgt.

Der **REFRESH**-Betrieb entspricht bezüglich der Darstellung dem gewohnten Verhalten eines Analog-Oszilloskops. Durch die Trig- gerung ausgelöst, erfolgt mit 0% Pre-Triggerung ein „Schreib- vorgang“, der am linken Bildrand beginnt und am rechten Rand endet. Ein darauf folgendes Triggerereignis startet erneut die Da- tenerfassung und überschreibt die Daten des vorherigen Ab- tastzyklus. Bei automatischer Triggerung und ohne anliegendes Signal wird die Y-Strahlposition aufgezeichnet. Liegt ein Signal an, dessen Signalfrequenz kleiner als die Wiederholfrequenz der Triggerautomatik ist, erfolgt – wie im Analogoszilloskop-Betrieb – eine ungetriggerte Darstellung. Im Gegensatz dazu, wird bei Nor- maltriggerung ohne Triggersignal keine neue Aufzeichnung ge- startet, da dann die Triggerautomatik abgeschaltet ist. Anders als im Analogoszilloskop-Betrieb bleibt der Bildschirm dann nicht dunkel, sondern zeigt die letzte Aufzeichnung so lange, bis ein erneutes Auslösen der Triggerung eine neue Aufzeichnung be- wirkt.

Komponenten-Test

Die Betriebsarten **Average** (AVM) und **Envelope** (ENV) sind Unterbetriebsarten des Refreshbetriebs (siehe Punkt (9) unter „Bedienelemente und Readout“).

Im **SINGLE**-Betrieb können einmalige Ereignisse aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung beginnt, wenn die der **RESET**-Taste zugeordnete LED leuchtet. Nach Auslösen der Triggerung und dem Ende der Aufzeichnung erlischt die **RESET**-LED.

Um ein ungewolltes Auslösen von Signalaufzeichnungen durch die Triggerautomatik zu verhindern, wird automatisch auf Normaltriggerung mit DC-Triggerkopplung umgeschaltet.

Die Spannungshöhe, bei der die (Normal)-Triggerung auslösen soll, ist direkt zu bestimmen. Zunächst ist die 0 Volt Strahlposition für die spätere Aufnahme mit **Y-POS.** zu bestimmen. Dazu den Eingang auf **GD** und im Refresh-Betrieb auf automatische Triggerung schalten.

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

Beispiel: Triggerpunkt 2 div. über 0 Volt, 1 Volt/Division und 10:1 Taster = +20 Volt.

ROLL-Betrieb: Siehe **ROL** unter Punkt (9) im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“.

Speicherauflösung

Vertikalauflösung

Die im Speicherteil eingesetzten 8 Bit Analog-/Digital-Wandler ermöglichen 256 unterschiedliche Strahlpositionen (Vertikalaufklärung). Die Darstellung auf dem Schirmbild erfolgt so, dass die Auflösung 25 Punkte/cm beträgt. Dadurch ergeben sich Vorteile bei der Signal-Darstellung, -Dokumentation und -Nachverarbeitung (Dezimalbrüche).

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

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

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

Horizontalaufklärung

Es können maximal 4 Signaldarstellungen gleichzeitig auf dem Bildschirm erfolgen. Jede Signaldarstellung besteht aus 2048 Byte (Punkten). Dabei werden 2000 Punkte über 10 Raster-

teilungen (Division) dargestellt. Somit beträgt die Auflösung 200 Punkte pro Teilung.

Gegenüber nur Digital-Oszilloskopen mit VGA- (50 Punkte/div.) oder LCD- (25 Punkte/div.) Anzeige ergibt sich daraus nicht nur eine 4 bzw. 8fach bessere X-Auflösung, auch die maximal erfassbare Signalfrequenz ist in jeder Zeitbasisstellung 4 bzw. 8fach höher. Damit werden auch höherfrequente Signalanteile, die relativ niederfrequenten Signalen überlagert sind, noch erfassbar. Beispiel: Es soll eine Signalperiode eines 50Hz Sinus-signals dargestellt werden. Der Zeit-Ablenkkoeffizient muss dabei 2ms/div. betragen. Im Vergleich ergeben sich folgende Abtastraten und daraus resultierend maximal erfassbare Signalfrequenzen:

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

Anmerkung:

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

Horizontalaufklärung mit X-Dehnung

Wie zuvor beschrieben, ist die relativ hohe X-Auflösung von 200 Signal-Abtastungen/div. vorteilhaft. Mit 10facher X-Dehnung bleibt die Auflösung von 200 Abtastpunkten pro Zentimeter (Division) erhalten, obwohl dann theoretisch nur 20 Punkte pro Div. anzeigbar wären. Die fehlenden 180 Punkte werden interpoliert. Der gewünschte Ausschnitt kann mit dem X-POS.-Einsteller eingestellt werden. In Verbindung mit X-Dehnung beträgt der kleinstmögliche Zeit-Ablenkkoeffizient 10ns/cm. Ein 20MHz Signal kann dabei mit einer Periode/cm aufgelöst werden.

Maximale Signalfrequenz im Speicherbetrieb

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

Während ein rechteckförmiges Signal bezüglich seiner Erkennbarkeit relativ geringe Anforderungen stellt, sind, um ein sinusförmiges von einem dreieckförmigen Signal unterscheiden zu können, mindestens 10 Abtastungen/Signalperiode erforderlich. Unter dieser Voraussetzung ist die maximale Abtastrate durch 10 zu dividieren. Das Resultat ist die höchste Signalfrequenz (200MSa/s : 10 = 20MHz).

Anzeige von Alias-Signalen

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

Ein sinusförmiges Signal wird mit einer Abtastung pro Periode abgetastet. Wenn das Sinussignal zufällig frequenz- und phasen- gleich dem Abtasttakt ist und die Abtastung jedesmal erfolgt, wenn der positive Signalscheitelwert vorliegt, wird eine waagerechte Linie in der Y-Position des positiven Signalscheitelwertes angezeigt. Dadurch wird eine Gleichspannung als Messsignal vorgetäuscht.

Andere Auswirkungen des Alias-Effektes sind scheinbar unge- triggerte Signaldarstellungen mit Abweichungen der angezeigten (z.B. 2kHz) von der tatsächlichen Signalfrequenz (z.B. 1MHz). Ebenso sind Hüllkurvendarstellungen möglich, die ein amplituden- moduliertes Signal vortäuschen. Um derartige Verfälschungen zu erkennen, genügt es, auf Analogbetrieb umzuschalten und die tatsächliche Signalform zu betrachten.

Vertikalverstärker-Betriebsarten

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

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

Abweichungen des Speicherbetriebs (gegenüber dem Analogoszilloskop-Betrieb) sind:

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

Abgleich

Das Oszilloskop verfügt unter anderem über ein Kalibrations-Menü. Einige Menüpunkte können auch von Anwendern benutzt werden, die nicht über Präzisions-Messgeräte bzw. -Generatoren verfügen. Der Aufruf des Menüs erfolgt wie im Abschnitt MENÜ beschrieben.

Das Menü "CALIBRATE" enthält mehrere Menüpunkte. Davon können folgende Menüpunkte können ohne spezielle Mess- und Prüfgeräte bzw. vorhergehende Abgleicharbeiten benutzt werden, wenn an den BNC Buchsen kein Signal anliegt:

Y AMP (Messverstärker Kanal I und II).
TRIGGER-AMP (Triggerverstärker).
STORE AMP (Digitalteil).

Alle anderen Menüpunkte können und dürfen nicht benutzt werden!

Die beim Abgleich ermittelten neuen Datenwerte werden automatisch gespeichert und liegen auch nach erneuten Einschalten des Gerätes wieder vor.

Unter jedem der drei Menüpunkte werden Sollwertabweichungen der Verstärker korrigiert und die Korrekturwerte gespeichert. Bezüglich der Y-Messverstärker sind dies die Arbeitspunkte der Feldeffekttransistoren, sowie die Invertierungs- und variable Verstärker-Balance. Beim Triggerverstärker werden die Gleichspannungsarbeitspunkte und die Triggerschwelle erfasst; im Speicherbetrieb die Anpassung der Digital- an die Analogdarstellung.

Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass auch diese automatische durchgeführten Abgleicharbeiten nur erfolgen sollten, wenn das Oszilloskop seine Betriebstemperatur erreicht hat. Während des automatischen Abgleichs wird im Readout der Begriff "Working" angezeigt, bzw. das CALIBRATE MENU nicht angezeigt.

RS-232 Interface – Fernsteuerung

Sicherheitshinweis



Achtung:
Alle Anschlüsse der Schnittstelle am Oszilloskop sind galvanisch mit dem Oszilloskop verbunden.

Messungen an hochliegendem Messbezugspotential sind nicht zulässig und gefährden Oszilloskop, Interface und daran angeschlossene Geräte.

Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise (siehe auch „Sicherheit“ im Kap. Wichtige Hinweise) werden Schäden an HAMEG-Produkten nicht von der Garantie erfasst. Auch haftet HAMEG nicht für Schäden an Personen oder Fremdfabrikaten.

Beschreibung

Das Oszilloskop verfügt auf der Geräterückseite über eine RS232 Schnittstelle, die als 9polige D-SUB Kupplung ausgeführt ist. Über diese bidirektionale Schnittstelle können Einstellparameter und bei Digital-Betrieb Signaldaten von einem externen Gerät (z.B. PC) zum Oszilloskop gesendet, bzw. durch das externe Gerät abgerufen werden. Eine direkte Verbindung vom PC (serieller Port) zum Interface kann über ein 9poliges abgeschirmtes Kabel (1:1 beschaltet) hergestellt werden. Die maximale Länge darf 3m nicht erreichen. Die Steckerbelegung für das RS-232 Interface (9polige D-Subminiatur Buchse) ist folgendermaßen festgelegt:

- Pin
- 2** Tx Data (Daten vom Oszilloskop zum externen Gerät)
 - 3** Rx Data (Daten vom externen Gerät zum Oszilloskop)
 - 7** CTS Sendebereitschaft
 - 8** RTS Empfangsbereitschaft
 - 5** Ground (Bezugspotential, über Oszilloskop (Schutz klasse I)

RS-232 Interface

und Netzkabel mit dem Schutzleiter verbunden.

9 +5V Versorgungsspannung für externe Geräte (max. 400mA). Der maximal zulässige Spannungshub an den Tx, Rx, RTS und CTS Anschlüssen beträgt ± 12 Volt. Die RS-232-Parameter für die Schnittstelle lauten:

N-8-2 (kein Paritätsbit, 8 Datenbits, 2 Stopbits, RTS/CTS-Hardware-Protokoll).

Baudrateneinstellung

Die Baudrateneinstellung erfolgt automatisch. BEREICH: 110 Baud bis 115200 Baud (keine Parität, Datenlänge 8 Bit, 2 Stoppbit). Mit dem ersten nach POWER-UP (Einschalten des Oszilloskops) gesendeten SPACE CR (20hex, ODhex) wird die Baudrate eingestellt. Diese bleibt bis zum POWER-DOWN (Ausschalten des Oszilloskops) oder bis zum Aufheben des Remote-Zustandes durch das Kommando RM=O, bzw. die Taste LOCAL (Auto-Range-Taste), wenn diese vorher freigegeben wurde, erhalten.

Nach Aufheben des Remote-Zustandes (**RM-LED (3)** dunkel) kann die Datenübertragung nur mit Senden von SPACE CR wieder aufgenommen werden.

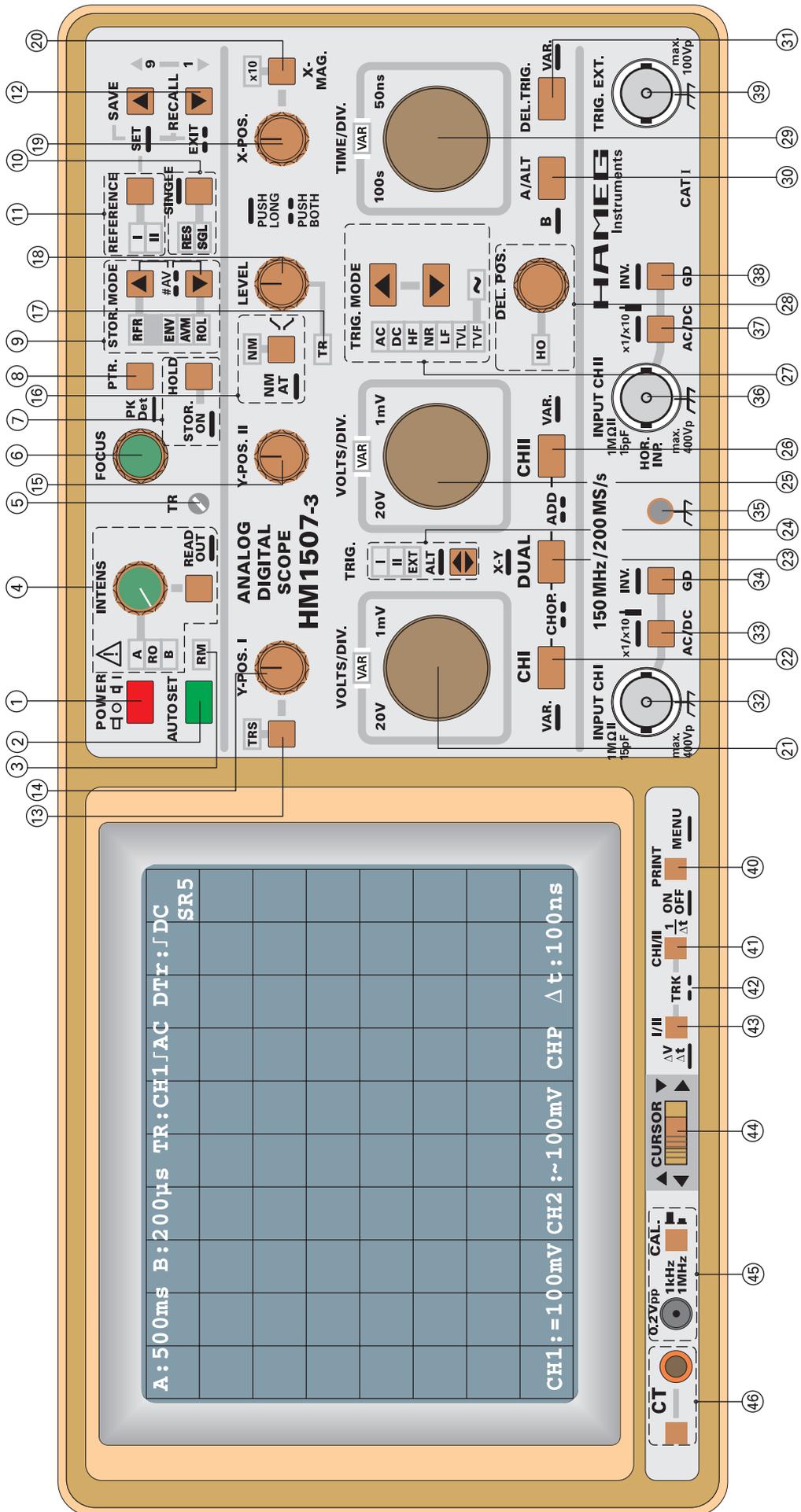
Erkennt das Oszilloskop kein SPACE CR als erstes Zeichen wird TxD für ca. 0.2ms auf Low gezogen und erzeugt damit einen Rahmenfehler.

Hat das Oszilloskop SPACE CR erkannt und seine Baudrate eingestellt, antwortet es mit dem RETURNCODE „O CR LF“. Die Tastatur des Oszilloskops ist danach gesperrt. Die Zeit zwischen Remote OFF und Remote ON muss mindestens

$$T_{\min} = 2 \times (1/\text{Baudrate}) + 60\mu\text{s} \text{ betragen.}$$

Datenübertragung

Nach erfolgreicher Baudrateneinstellung befindet sich das Oszilloskop im Remote-Zustand und ist zur Entgegennahme von Befehlen bereit.



HAMEG[®] **Instruments**

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

41-1507-03D1

HAMEG GmbH

Industriestraße 6

D-63533 Mainhausen

Telefon: (0 61 82) 800-0

Telefax: (0 61 82) 800-100

E-mail: sales@hameg.de

Internet:
www.hameg.de

Printed in Germany

Stand: 13/04/2004 - gw