

HAMEG®

Instruments

Oszilloskop HM 2005

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung	4	Triggerung und Zeitablenkung	27
Oszilloskop HM 2005; Technische Daten	5	Automatische Spitzenwert-Triggerung	27
Wichtige Hinweise	6	Normaltriggerung	27
Symbole	6	Flankenrichtung	28
Aufstellung des Gerätes	6	Triggerkopplung	28
Betriebsbedingungen	6	Bildsynchronimpuls-Triggerung	28
Garantie	6	Zeilensynchronimpuls-Triggerung	29
Wartung	7	Netztriggerung	29
Schutzschaltung	7	Alternierende Triggerung	29
Netzspannung	7	Externe Triggerung	29
Grundlagen der Signalspannung	8	Holdoff-Zeiteinstellung	29
Art der Signalspannung	8	Triggeranzeige	30
Größe der Signalspannung	8	B-Zeitbasis (2. Zeitbasis) / Delay Triggerung	30
Gesamtwert der Eingangsspannung	9	AUTOSET	31
Zeitwerte der Signalspannung	9	Mittelwertanzeige	31
Anlegen der Signalspannung	10	Komponenten-Test	32
Bedienelemente und Readout	11	Abgleich	33
Menü	22	RS-232-Interface	33
Inbetriebnahme und Voreinstellungen	23	Sicherheitshinweis	33
Strahldrehung TR	24	Beschreibung	34
Tastkopfabgleich und Anwendung	24	Baudrateneinstellung	34
Abgleich 1kHz	24	Datenübertragung	34
Abgleich 1MHz	24	Bedienungselemente HM 2005	35
Betriebsarten der Vertikalverstärker	25		
XY-Betrieb	25		
Phasenvergleich mit Lissajous-Figur	25		
Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb	25		
Messung einer Amplitudenmodulation	26		



Herstellere
Manufacturer
Fabricant

HAMEG GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen

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: HM 2005

mit / with / avec: -

Optionen / Options / Options: -

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

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG
Instruments

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 (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Ist an einem Geräteinterface der Anschluss mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein.

Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel 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 (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.

Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel - RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muss Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Messgeräte

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

Technische Daten

Vertikal-Ablenkung

Betriebsarten: Kanal I oder Kanal II,
Kanal I und Kanal II alternierend oder chop., (Chopper-
frequenz ca. 0,5MHz); Summe oder Differenz von K I
und K II (beide Kanäle invertierbar)

XY-Betrieb: über Kanal I (X) und Kanal II (Y)

Bandbreite: 2x 0–200MHz (-3dB)

Anstiegszeit: <1,75ns

Überschwingen: max. 1%

Bandbreitenbegrenzung: ca. 0-50MHz (-3dB)

Ablenkkoeffizienten: 12 kalibrierte Stellungen
von 1mV/cm bis 5V/cm mit 1-2-5 Teilung
variabel 2,5:1 bis mindestens 12,5V/cm

Genauigkeit der kal. Stellungen:

1mV/cm – 2mV/cm: $\pm 5\%$ (0 bis 10MHz (-3dB))

5mV/cm – 5V/cm: $\pm 3\%$

Eingangsimpedanz: 1M Ω || 15pF

Eingangskopplung: DC-AC-GD

Eingangsspannung: max. 250V (DC + Spitze AC)

Verzögerungsleitung: ca. 70ns

Triggerung

Automatik (Spitzenwert): <20Hz-300MHz (≥ 5 mm)

Normal mit Level-Einstel.: **DC-300MHz** (≥ 5 mm)

Flankenrichtung: positiv oder negativ

ALT-Triggerung (≥ 8 mm); Triggeranzeige mit LED

Quellen: Kanal I oder II, K I alternierend K II,
Netz und extern.

Kopplung: **AC** (10Hz-300MHz), **DC** (0-300MHz),
HF (50kHz - 300MHz), **LF** (0 -1,5kHz),
NR (Noise reject): DC-50MHz (≥ 8 mm).

Triggerung Zeitbasis B: mit Level-Einstellung
und Flankenwahl, DC-300MHz.

Aktiver TV-Sync-Separator für Bild und Zeile

Triggerung extern: $\geq 0,3V_{ss}$ von DC bis 100MHz

Horizontal-Ablenkung

Zeitbasis A: 23 kalibrierte Stellungen

von 0,5s/cm bis 20ns/cm mit 1-2-5 Teilung,

Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$

variabel 2,5:1 bis mindestens 1,25s/cm,

mit **X-Dehnung x10** bis **2ns/cm** $\pm 5\%$

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

Zeitbasis B: 19 kalibrierte Stellungen

von 20ms/cm bis 20ns/cm mit 1-2-5 Teilung,

Betriebsarten: **A / ALT / B**

Bandbreite X-Verstärker: 0-5MHz (-3dB).

Eingang X-Verstärker über Kanal I,

Ablenkkoeffizienten wie Kanal I,

X-Y-Phasendifferenz: <3° unter 220kHz.

Bedienung / Steuerung

Manuell über Bedienungsknöpfe

Auto Set (automatische Parametereinstellung)

Save und **Recall** für 9 Einstellprogramme

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

Readout / Cursors: Anzeige der Meßparameter

und diverser Funktionen auf dem Bildschirm.

Cursormessungen von ΔU , Δt oder $1/\Delta t$ (Freq.),

(Einzel oder im Tracking-Betrieb).

Separate Einstellung der Readout-Helligkeit

Komponententester

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

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

Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

Verschiedenes

Röhre: D14-375GH, 8x10cm, Innenraster.

Beschleunigungsspannung: ca. 14kV

Strahlendrehung: auf Frontseite einstellbar

Kalibrator: Rechteckgenerator ($t_r < 6$ ns),

≈ 1 kHz/1MHz; 0,2V $\pm 1\%$

Netzanschluß: 100-240V $\pm 10\%$, 50/60Hz

Leistungsaufnahme: ca. 43 Watt bei 50Hz

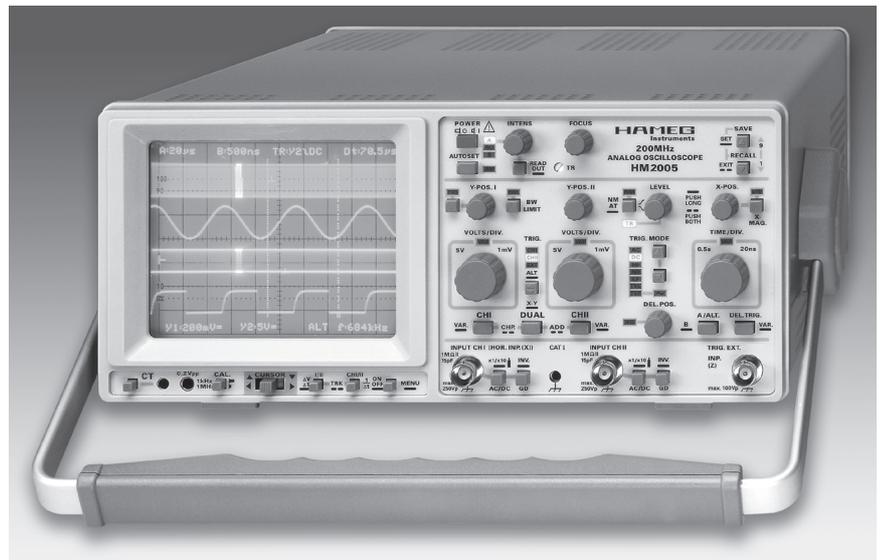
Zul. Umgebungstemperatur: 0°C...+40°C

Schutzart: Schutzklasse I (IEC1010-1 / VDE 0411)

Gewicht: ca. 5,9kg.

Farbe: techno-braun

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



HM 2005 Analog-Oszilloskop 200 MHz mit Auto-Set, Save/Recall, Readout und Cursor

**2 Kanäle, 1mV – 12,5V/cm mit Verzögerungsleitung, 1 MHz Kalibrator
2 Zeitbasen bis 2ns/cm, einzeln oder alternierend, mit 2. Triggerung
Triggerung: DC – 300 MHz, TV-Sync. Separator. RS-232-Schnittstelle**

Das mit modernster Technik ausgestattete Oszilloskop **HM 2005** verfügt über ein **prozessorgesteuertes System**, das vor allem die Bedienung weitgehend automatisiert. Dominierend sind dabei die **AUTOSET**- und **SAVE/RECALL**-Funktionen, mit welchen auch ungeübte Personen die Geräte sehr leicht bedienen können. Selbstverständlich sind alle über **AUTOSET** gesetzten Meßparameter danach noch manuell veränderbar. Mit Hilfe der **SAVE/RECALL**-Funktionen können **9 komplette Einstellprogramme inclusive Cursor** gespeichert und jederzeit wieder aufgerufen werden.

Alle wichtigen Werte und diverse Funktionen werden mit Hilfe der **READ-OUT**-Funktion auf dem Bildschirm angezeigt. Für die genaue Ermittlung der Zeitfrequenz- und Amplitudenwerte stehen **2 Cursors** zur Verfügung.

Die hohe Übertragungsgüte der Meßverstärker mit **Verzögerungsleitung** erlaubt sowohl die **naturgetreue Darstellung** von impulsartigen Signalen, wie auch Aufzeichnungen bis in den Frequenzbereich um **300 MHz**. Ebenso exzellent ist die Triggerung. Bereits ab 5mm Bildhöhe werden einwandfrei stehende Bilder dargestellt. Ferner gestattet die echte **2. Zeitbasis** mit Hilfe der **2. Triggerung** die Aufzeichnung stark gedehnter Signalausschnitte, auch wenn sie asynchron sind.

Als High-Tech-Gerät verfügt das Oszilloskop **HM 2005** selbstverständlich über ein Abgleich-Menü. Mit diesem werden verschiedene Funktionen durch Tastendruck automatisch abgeglichen. Für die Verwendung als Systemgerät ist es mit einer RS-232 Schnittstelle ausgerüstet. Als Zubehör werden Betriebsanleitung und PC-Software auf CD-ROM, Netzkabel und 2 Tastköpfe mitgeliefert.

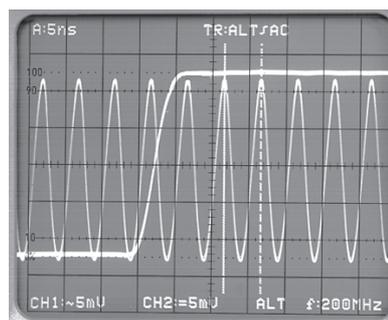


Foto mit 1MHz Rechteck- und 200MHz Sinus-Signal, alternierend getriggert

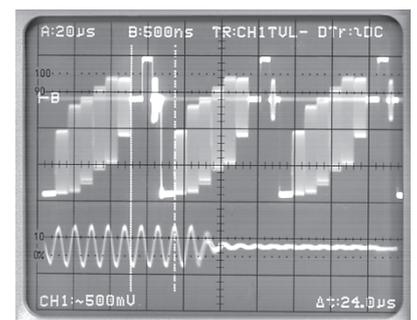


Foto eines FBAS-Signals mit Burst-Darstellung über Zeitbasis B u. 2. Triggerung

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

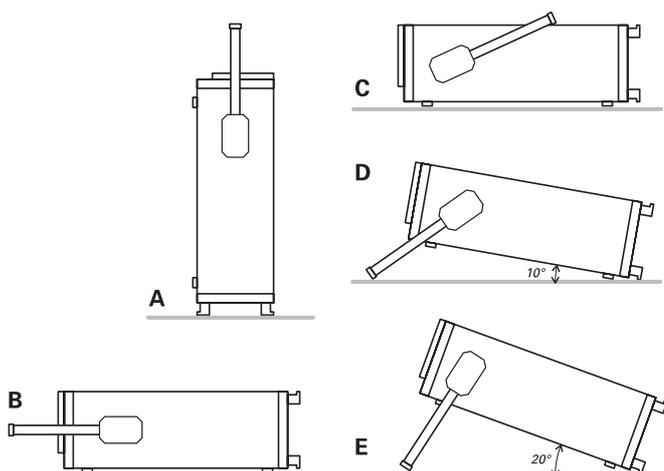
 Hochspannung

 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!

Nennangaben mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmezeit 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 Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen lässt sich mit

einem angefeuchteten Tuch (Wasser + 1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus 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

Das Oszilloskop HM 2005 erfasst praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 200 MHz (-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. 100 MHz zunehmender Messfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. 120 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 200 MHz und 220 MHz) ist der Messfehler nicht so exakt definierbar.

Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die -6dB Grenze sogar bei 280 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. 200 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (2 ns/cm) alle 2,5 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.

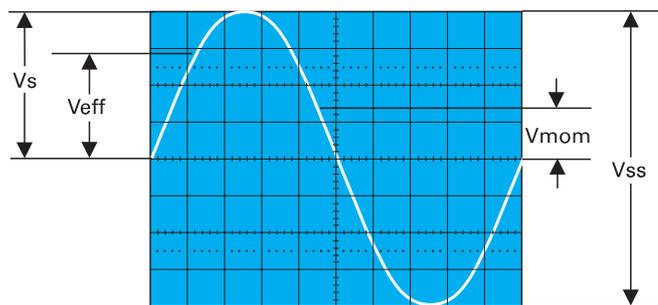
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Kopplung (Wechselstrom) des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (AC-Grenzfrequenz ca. 1,6 Hz für 3dB). In diesem Falle ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die DC-Kopplung 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 = -Symbol zeigt DC-Kopplung an, während AC-Kopplung mit dem ~ - 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 2,83-fachen 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 1 mV $_{SS}$ ($\pm 5\%$), wenn mit dem **READOUT** (Schirmbild) der Ablenkoeffizient 1 mV 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 100 V_{SS} darstellbar (Ablenkoeffizient auf 5 V/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 = Ablenkoeffizient 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 mVss und 40 Vss,
 A zwischen 1 mV/cm und 5 V/cm in 1-2-5 Teilung.

Beispiel:

Eingest. Ablenkkoeffizient $A = 50 \text{ mV/cm}$ (0,05 V/cm),
 abgelesene Bildhöhe $H = 4,6 \text{ cm}$,
 gesuchte Spannung $U = 0,05 \times 4,6 = 0,23 \text{ Vss}$

Eingangsspannung $U = 5 \text{ Vss}$,
 eingestellter Ablenkkoeffizient $A = 1 \text{ V/cm}$,
 gesuchte Bildhöhe $H = 5:1 = 5 \text{ cm}$

Signalspannung $U = 230 \text{ Veff} \times 2\sqrt{2} = 651 \text{ Vss}$
 (Spannung >40 Vss, mit Tastteiler 100:1 $U = 6,51 \text{ Vss}$),
 gewünschte Bildhöhe $H = \text{mind. } 3,2 \text{ cm, max. } 8 \text{ cm}$,
 maximaler Ablenkkoeffizient $A = 6,51:3,2 = 2,03 \text{ V/cm}$,
 minimaler Ablenkkoeffizient $A = 6,51:8 = 2,03 \text{ V/cm}$,
 einzustellender Ablenkkoeffizient $A = 1 \text{ V/cm}$

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 250 V (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten.

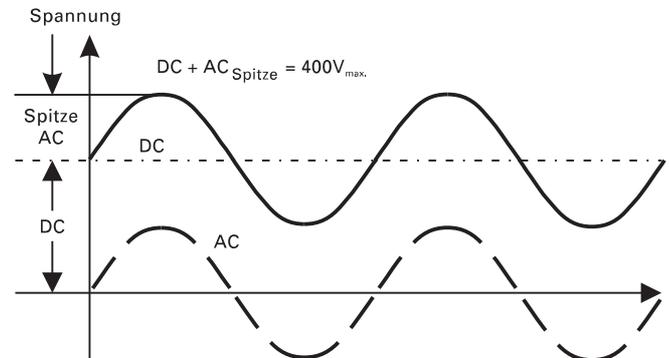
Ist das zu messende Signal eine Wechselspannung die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der höchstzulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. -250 V (siehe Abbildung). Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal 500 Vss betragen.

Beim Messen mit Tastteilern sind deren höhere Grenzwerte nur dann maßgebend, wenn DC-Eingangskopplung am Oszilloskop vorliegt. Für Gleichspannungen gilt der niedrigere Grenzwert des Oszilloskopeingangs (250 V), wenn der Eingang auf AC-Kopplung geschaltet ist. Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem 1 MW 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 der Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt, die durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt ist. Bei Frequenzen $\geq 40\text{Hz}$ kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen können mit HAMEG-Tastteilern 10:1 Gleichspannungen bis 600 V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 1200 Vss gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200 V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 2400 Vss 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 Kondensa-

tor (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 READOUT (Schirmbild) angezeigt und in ms/cm, $\mu\text{s/cm}$ 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. $1/\Delta T$ - (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:

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

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

Grundlagen der Signalspannung

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

- L zwischen 0,2 und 10 cm, möglichst 4 bis 10 cm,
- T zwischen 2 ns und 5 s,
- F zwischen 0,5 Hz und 300 MHz,
- Z zwischen 20 ns/cm und 500 ms/cm in 1-2-5 Teilung (ohne X-Dehnung x10), und
- Z zwischen 2 ns/cm und 50 ms/cm in 1-2-5 Teilung (bei X-Dehnung x10).

Beispiele:

Länge eines Wellenzugs (einer Periode) $L = 7$ 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 $F = 1:(0,7 \times 10^{-6}) = 1,428$ MHz.

Zeit einer Signalperiode $T = 1$ s, eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,2$ s/cm, gesuchte Länge $L = 1:(0,2) = 5$ cm

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

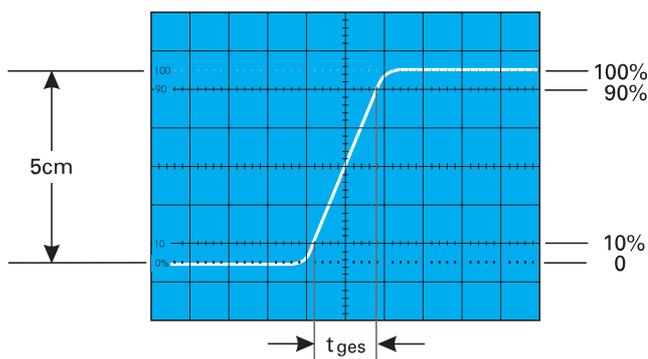
TV-Zeilenfrequenz $F = 15\ 625$ Hz, eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 10 \mu\text{s/cm}$, gesuchte Länge $L = 1:(15\ 625 \times 10^{-5}) = 6,4$ cm

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

Länge eines HF-Wellenzugs $L = 1$ cm, eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,5 \mu\text{s/cm}$, gedrückte Dehnungstaste X-MAG. (x 10) : $Z = 50$ ns/cm, gesuchte Signalfreq. $F = 1:(1 \times 50 \times 10^{-9}) = 20$ MHz, gesuchte Periodenzeit $T = 1:(20 \times 10^6) = 50$ 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. Impuls-Anstiegs-/Abfallzeiten werden zwischen dem 10%- und 90%-Wert ihrer vollen Amplitude gemessen.



- Die Flanke des betreffenden Impulses wird exakt auf 5 cm 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 Signalflanke mit den 10%- bzw. 90%-Linien jeweils auf die horizontale Mittellinie loten und deren zeitlichen Abstand auswerten ($T = L \times Z$).

Bei einem eingestellten Zeitkoeffizienten von 2 ns/cm ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{\text{ges}} = 1,6 \text{ cm} \times 2 \text{ ns/cm} = 3,2 \text{ ns}$$

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

$$t_a = \sqrt{t_{\text{ges}}^2 - t_{\text{osc}}^2 - t_t^2}$$

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit, t_{osz} die vom Oszilloskop (HM 2005: ca. 1,75 ns) und t_t die des Tastteilers, z.B. = 1,4 ns. Ist t_{ges} größer als 16 ns, kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers unter diesen Bedingungen vernachlässigt werden (Fehler < 1%).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t_a = \sqrt{3,2^2 - 1,75^2 - 1,4^2} = 2,28 \text{ ns}$$

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 Signalflanke 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 Überschwüngen, 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 AUTO SET-Taste genügt, um automatisch eine sinnvolle, signalbezogene Geräteeinstellung zu erhalten (**siehe „AUTO SET“**). 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 und DC-Eingangskopplung zu messen! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte als Signalkopplung zunächst immer AC und als Ablenkoeffizient 5 V/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 Amplitudemessung und mehr als $40 V_{ss}$ großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Ist die Periodendauer des Mess-Signals 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 50Ω) angepasst sein.

Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50Ω -Kabels wie z.B. HZ34 ist hierfür von **HAMEG** der 50Ω -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. $10 M\Omega \parallel 12$ pF bzw. $100 M\Omega \parallel 5$ pF 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, den Tastkopf HZ52 (10:1 HF) zu benutzen. Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite.

HZ52 verfügt zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung über HF-Abgleichselemente. Damit ist mit Hilfe eines auf 1 MHz umschaltbaren Kalibrators, z.B. HZ60, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesem Tastkopf-Typ Bandbreite und Anstiegszeit des Oszilloskops kaum merklich geändert.

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muss bei Spannungen über 250 V 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. 250 V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die DC-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200 V (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 Tastteiler-typs beachtet werden.

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

Beim Anschluss 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 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).

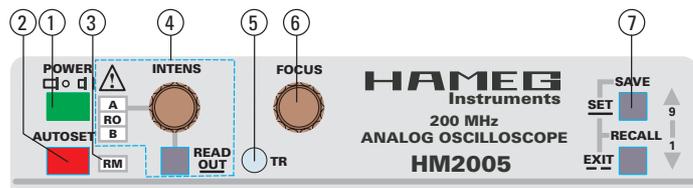
Bedienelemente und Readout

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, dass die Betriebsart „KOMONENTEN 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. 1 kHz/1 MHz), 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.

Die große Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, in Felder aufgeteilt. Oben rechts neben dem Bildschirm befinden sich – oberhalb der horizontalen Linie – folgende Bedienelemente und 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 eine automatische, signalbezogene Geräteeinstellung (siehe Kap. AUTOSET). Auch wenn KOMPONENTEN TEST oder XY-Betrieb vorliegt, schaltet AUTO SET in die zuletzt benutzte Yt-Betriebsart (CH I, CH II oder DUAL). Sofern vorher alternierender Zeitbasis- (ALT) bzw. B-Zeitbasis-Betrieb vorlag, wird automatisch auf die A-Zeitbasis geschaltet. Siehe auch Kap. AUTOSET.

Automatische CURSOR-Spannungsmessung

Liegt CURSOR-Spannungsmessung vor, 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 bei interner Triggerung als Triggersignal dient.

Ist die Signalspannung zu klein, ändert sich die Position der Cursorlinien nicht.

[3] RM

Fernbedienung-LED (= remote control) 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 AUTO SET-Taste aufgehoben werden, wenn diese Funktion nicht ebenfalls über die RS-232-Schnittstelle verriegelt wurde.

[4] INTENS

Drehknopf mit zugeordneter Leuchtdioden-Anzeige und darunter befindlichem Drucktaster.

Mit dem INTENS-Drehknopf lässt sich die Strahl-Intensität (Helligkeit) für die Signaldarstellung(en) und das Readout einstellen. Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit.

Dem INTENS-Drehknopf sind die Leuchtdioden „A“ für die A-Zeitbasis, „RO“ für das Readout und „B“ für die B-Zeitbasis sowie die READOUT-Drucktaste zugeordnet. Welcher Funktion der INTENS-Drehknopf zugeordnet werden kann, ist abhängig von der aktuellen Betriebsart der Zeitbasis.

Die Umschaltung erfolgt mit einem kurzen Tastendruck. Bei eingeschaltetem READOUT sind folgende Schaltsequenzen möglich:

- Nur A-Zeitbasisbetrieb: A - RO - A
- A- und B-Zeitbasisbetrieb: A - RO - B - A
- Nur B-Zeitbasisbetrieb: B - RO - B
- XY-Betrieb: A - RO - A
- Komponententest-Betrieb: A - RO - A

Mit einem langen Tastendruck kann das Readout aus- oder eingeschaltet werden. Durch das Abschalten des Readout lassen sich Interferenzstörungen, wie sie auch beim gepchoppten DUAL-Betrieb auftreten können, vermeiden.

Bei abgeschaltetem READOUT ergeben sich mit kurzem Tastendruck folgende Schaltsequenzen:

- Nur A-Zeitbasisbetrieb: A - A
- A- und B-Zeitbasisbetrieb: A - B - A
- Nur B-Zeitbasisbetrieb: B - B
- XY-Betrieb: A - A
- Komponententest-Betrieb: 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

Strahlschärfteeinstellung durch Drehknopf; wirkt gleichzeitig auf die Signaldarstellung und das Readout.

[7] 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 Speicherplatzziffer 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.

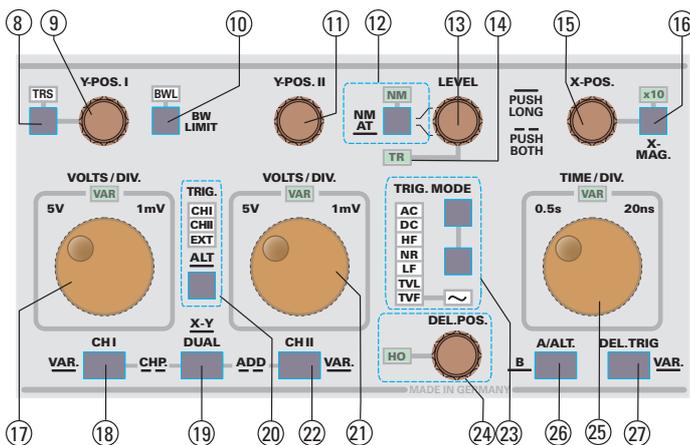
Beim Aufruf von zuvor gespeicherten Geräteeinstellungen ist zunächst die **RECALL**-Taste kurz zu drücken und dann der gewünschte Speicherplatz zu bestimmen. Mit einem langen Tastendruck auf **RECALL** werden dann die früher gespeicherten Bedienelemente-Einstellungen vom Oszilloskop übernommen.

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.

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



[8] 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 würden beide Signaldarstellungen (A und B) in derselben Y-Position gezeigt und die mit der B-Zeitbasis erfolgende Signaldarstellung wäre nicht 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.

[9] Y-POS. I – Drehknopf

Dieser Drehknopf dient dazu, die vertikale Strahlposition für Kanal I zu bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (**Y-POS. I** und **Y-POS. II**) wirksam. Leuchtet die **TRS-LED** [8], kann mit dem **Y-POS. I**-Drehknopf die vertikale Position der alternierend dargestellten B-Zeitbasis Signaldarstellung bestimmt werden. Diese Funktion ist für jeden Kanal wirksam.

Gleichspannungsmessung:

Liegt kein Signal am Eingang **INPUT CHI** [28], entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der **INPUT CHI** [28] auf **GD** (ground) [30] geschaltet ist. Liegt Additionsbetrieb (ADD) vor, müssen beide Eingänge **INPUT CHI** [28] und **INPUT CHII** [32] auf **GD** [30] [34] geschaltet sein. Der Strahl ist unter diesen Bedingungen nur sichtbar, wenn automatische Triggerung **AT** [12] vorliegt.

Mit dem **Y-POS. I**-Einsteller kann der Strahl auf eine Rasterlinie positioniert werden. Anschließend ist die Eingangskopplung von **GD** auf **DC** zu schalten. Wird dann an den Eingang eine Gleichspannung angelegt, ändert sich die Strahlposition in vertikaler Richtung. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, 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 (**L**) immer angezeigt werden, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal I wird im **CHI** 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)-Betrieb wird kein **L**-Symbol angezeigt.

[10] BW LIMIT (Bandbreitenbegrenzung)

Oberhalb dieses Drucktasters befindet sich die **BWL**-LED. Mit einem kurzen Tastendruck lassen sich die **BWL**-LED und die **BWL**-Anzeige im Readout ein bzw. ausschalten. Bei eingeschalteter **BWL**-Funktion wird die Bandbreite (obere Grenzfrequenz) der Y-Messverstärker verringert.

Bei Ablenkkoeffizienten von 5 mV/div. bis 5 V/div. bewirkt die Verringerung der Bandbreite ein geringeres Rauschen der Messverstärker und somit eine Verbesserung der Strahlschärfe. Die Bandbreitenbegrenzung Leuchtet die **BWL**-LED, kann sie mit einem kurzen Tastendruck abgeschaltet werden.

Bei den Y-Ablenkkoeffizienten 1 mV/div. und 2 mV/div. ist die Y-Bandbreite zugunsten einer höheren Ablenkempfindlichkeit reduziert. Die Bandbreitenbegrenzung ist bei diesen Ablenkkoeffizienten praktisch unwirksam.

[11] Y-POS. II – Drehknopf

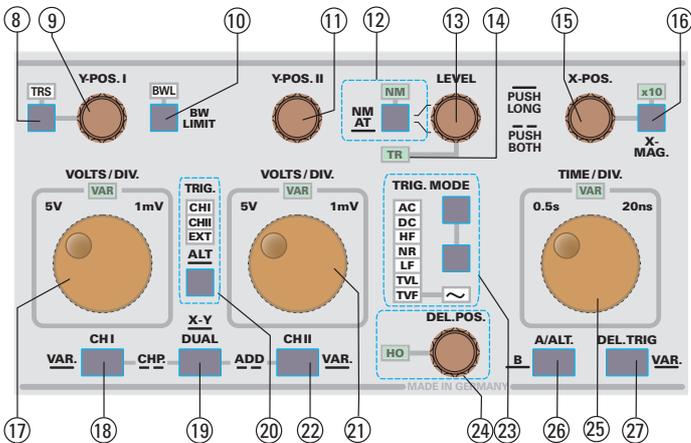
Dieser Drehknopf dient dazu, die vertikale Strahlposition für Kanal II zu bestimmen. Im Additions-Betrieb sind beide Drehknöpfe (**Y-POS. I** und **Y-POS. II**) wirksam. Im **XY**-Betrieb ist der **Y-POS. II** Drehknopf abgeschaltet, für X-Positionsänderungen ist der **X-POS.**-Drehknopf [15] zu benutzen.

Gleichspannungsmessung:

Liegt kein Signal am Eingang **INPUT CHII** [32] an, entspricht die vertikale Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der **INPUT CHII** [32] bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge **INPUT CHI** [38], **INPUT CHII** [32] auf **GD** (ground) [30] [34] geschaltet sind und automatische Triggerung **AT** [12] 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-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Teileres und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor „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 (**L**) 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 **L**-Symbol angezeigt.

[12] NM / AT - \sim

Oberhalb dieses Drucktasters, der eine Doppelfunktion hat, befindet sich die **NM**-LED (Normal-Trigger). Sie leuchtet, wenn mit einem langen Tastendruck von **AT** (automatische-Spitzenwert-Triggerung) auf Normal-Triggerung umgeschaltet wurde. Ein erneuter langer Tastendruck schaltet auf automatische (Spitzenwert) Triggerung zurück und die NM-LED erlischt.

Die zweite Funktion betrifft die Triggerflankenwahl. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Flankenwahl vorgenommen. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder fallende Signalfanke die Triggerung auslösen soll. Die aktuelle Einstellung wird oben im Readout unter **TR: Triggerquelle, Flankenrichtung, Triggerkopplung** angezeigt. Mit Umschalten auf alternierenden Zeitbasis- oder B-Zeitbasis-Betrieb bleibt die letzte Einstellung unter A-Zeitbasis-Bedingungen gespeichert und die Taste kann zur Triggerflankenwahl für die B-Zeitbasis benutzt werden.

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**-Dreh-

knopfes 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.

[13] LEVEL

Mit dem **LEVEL**-Drehknopf kann der Triggerpunkt, also die Spannung bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muss (abhängig von der Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. In den meisten Yt-Betriebsarten wird auf dem linken Rasterrand mit dem Readout ein Symbol eingeblendet, welches den Triggerpunkt anzeigt. Das Triggerpunkt-Symbol wird in den Betriebsarten abgeschaltet, in denen das Triggersignal und die Signaldarstellung nicht identisch sind bzw. sein können.

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-Zeitbasis-Betrieb umgeschaltet und 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.

[14] TR

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

Hinweis: Im XY-Betrieb leuchtet die **TR**-LED nicht.

[15] X-POS.

Dieser Drehknopf ermöglicht eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung.

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

[16] X-MAG. x10

Jeder Tastendruck schaltet die zugeordnete LED an bzw. ab, wenn Yt- (Zeitbasis-) oder Komponententester-Betrieb vorliegt. Leuchtet die x10 LED, erfolgt eine 10-fache X-Dehnung und das Readout zeigt bei Yt-Betrieb (Zeitbasis) den aus der X-Dehnung resultierenden Zeitablenkkoeffizienten.

X-MAG. x10 wirkt auf die A- und die B-Zeitbasis. Bei alternierendem Zeitbasis-Betrieb (A alternierend mit B) erfolgt die

A-Zeitbasisdarstellung ungedehnt und die B-Zeitbasisdarstellung gedehnt.

Bedingt durch die X-POS. Einstellung ist es im alternierendem Zeitbasisbetrieb möglich, dass der Hellsektor der A-Zeitbasis nicht mehr sichtbar ist.
➔ Im XY-Betrieb ist die X-MAG.-Taste wirkungslos.

[17] VOLTS/DIV.

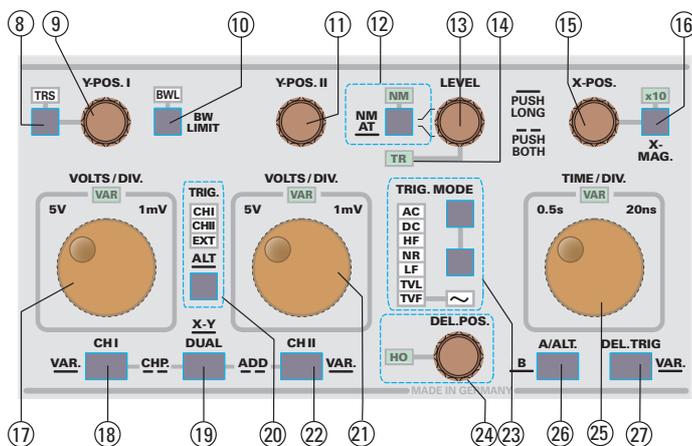
Für Kanal I steht im **VOLTS/DIV.**-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat. Oberhalb des Drehknopfes befindet sich die VAR-LED. Sie zeigt an, welche Funktion des Drehknopfes vorliegt.

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 eingeschaltet. Die Feinstellerfunktion wird unter **VAR [18]** 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 1 mV/div. bis 5 V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (z.B. Y1:5mV...). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des „:“ ein „>“ Symbol angezeigt.



[18] CH I - VAR. – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Y-Kanalbetriebsart

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 Triggerquelle (**TR:Y1...**). Die letzte Funktionseinstellung des **VOLTS/DIV.**-Drehknopfes [17] bleibt erhalten.

Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang [28] nicht auf **GD [30]** geschaltet wurde.

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).

VAR.

Leuchtet die VAR-LED nicht und wird die **CH I**-Taste **lang gedrückt**, leuchtet die **VAR-LED** und zeigt damit an, dass der Drehknopf nun als Feinsteller wirkt. 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 (unkalibriert) kontinuierlich, bis die Grenze des Feinstellbereichs erreicht ist und ein akustisches Signal ertönt.

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

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfes jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der **CH I - VAR.** -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.

CHI und DUAL

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, dass die **CH I**-Taste auch zusammen mit der **DUAL**-Taste [19] betätigt werden kann. Siehe **Punkt [19]**.

[19] DUAL - XY – Drucktaste mit mehreren Funktionen.

Y-Kanalbetriebsart

DUAL-Betrieb liegt vor, wenn die **DUAL**-Taste **kurz betätigt** wurde. Im Gegensatz zum Einkanal-Betrieb, werden nun die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle im Readout angezeigt. Die letzte Triggerbedingung (**Triggerquelle: TR:...**) bleibt bestehen, kann aber verändert werden. Nur wenn kein Eingang auf GD (Ground = Erde) geschaltet ist, sind alle Bedienelemente, welche die Y-Ablenkung betreffen, wirksam.

Alle kanalbezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn kein Eingang auf **GD [30] [34]** geschaltet wurde.

Kanalumschaltung

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

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

Alternierende Kanalumschaltung **ALT** erfolgt **automatisch** in den Zeitbasisbereichen von **200 µs/div. bis 20 ns/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- [19]** und die **CH I-Taste [18]** gleichzeitig kurz 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.

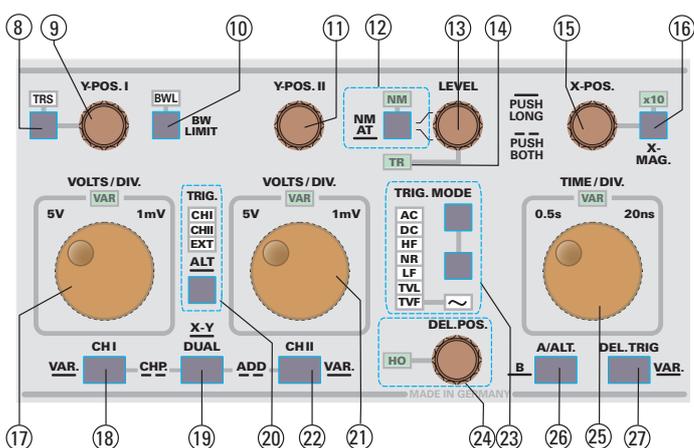
ADD-Betrieb

kann durch gleichzeitiges Drücken der **DUAL- [19]** und der **CH II-Taste [22]** eingeschaltet werden, wenn zuvor DUAL-Betrieb vorlag. Im Additionsbetrieb wird das **Triggerpegel-Symbol abgeschaltet**. Der Additionsbetrieb wird im Readout durch das Additionssymbol „+“ zwischen den Ablenkkoeffizienten beider Kanäle angezeigt.

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

XY-Betrieb

wird mit einem **langen Tastendruck** auf die **DUAL-Taste** eingeschaltet. Die Ablenkkoeffizientenanzeige im Readout zeigt dann **X: ...** für Kanal I, **Y: ...** für Kanal II und **XY** für die Betriebsart. Bei XY-Betrieb sind die gesamte **obere Readoutzeile** und das **Triggerpegel-Symbol abgeschaltet**; das gilt auch für die entsprechenden Bedienelemente. Die Kanal I betreffende **INV-Taste** (Invertierung) [30] und der **Y-POS. I-Einsteller [9]** sind ebenfalls unwirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung kann mit dem **X-POS.-Einsteller [15]** vorgenommen werden.



[20] TRIG.-ALT – Drucktaste mit Doppelfunktion und zugeordneten Leucht-dioden.

Die Drucktaste und die Leuchtdioden sind abgeschaltet, wenn Netzfrequenz-Triggerung oder XY-Betrieb vorliegt. Mit der Drucktaste wird die Wahl der Triggerquelle vorgenommen. Die Triggerquelle wird mit der LED-Anzeige und mit dem Readout angezeigt (**TR: Triggerquelle,.....**). Der Begriff **Triggerquelle** beschreibt die Signalquelle, 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. [35]** Eingang als externe Triggerquelle.

Anmerkung: Der Begriff **interne Triggerquelle** beschreibt, dass das Triggersignal vom Mess-Signal stammt.

CHI - CHII - EXT:

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

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

Das Triggerpunktsymbol wird bei Extern-Triggerkopplung nicht angezeigt.

ALT:

Mit einem langen Tastendruck wird die (interne) alternierende Triggerung eingeschaltet. Dann leuchten die **TRIG. LEDs CHI** und **CHII** gemeinsam und das Readout zeigt **TR: ALT...** 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 Kanalumschaltung. **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 nicht ermöglicht: **TVL** (TV-Zeile), **TVF** (TV-Bild) und **~** (Netztriggerung).

Wenn eine der folgenden Betriebsarten vorliegt, kann nicht auf alternierende Triggerung umgeschaltet werden, bzw. wird die alternierende Triggerung automatisch abgeschaltet: **ADD-Betrieb** (Addition), **alternierender Zeitbasis-** und **B-Zeitbasis-Betrieb**.

[21] VOLTS/DIV.

Für Kanal II steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat. Oberhalb des Drehknopfes befindet sich die VAR-LED. Sie zeigt an, welche Funktion des Drehknopfes vorliegt.

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 eingeschaltet. Die Feinstellerfunktion 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 1 mV/div. bis 5 V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (z.B. **Y2: 5 mV...**). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des „:“ ein „>“ Symbol angezeigt.

[22] **CH II – VAR** – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Y-Kanalbetriebsart

Mit einem **kurzen** Tastendruck wird auf Kanal II (Einkanal-Betrieb) geschaltet. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet waren, wird die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal II umgeschaltet. Das Readout zeigt dann den Ablenkkoeffizienten von Kanal II (**Y2...**) und die Triggerquelle (**TR:Y2...**). 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.

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 Ablenkkoeffizient von Kanal II verändert werden (1-2-5 Folge).

VAR.

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 Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung (**Y2>...**) und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient (unkalibriert) kontinuierlich, bis die Grenze des Feinstellbereichs erreicht ist und ein akustisches Signal ertönt.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die 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 **CH II-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 [19] betätigt werden kann. Siehe Punkt [19].

[23] **TRIG. MODE** – Drucktasten mit zugeordneten Leuchtdioden.

Die Triggerkopplung (Signalankopplung an die Trigger-einrichtung) lässt sich mit einer der beiden **TRIG. MODE**-Tasten schrittweise in die gewünschte Richtung umschalten. Die gewählte Triggerkopplung wird mit einer der Leuchtdioden und mit dem Readout angezeigt (z.B. **TR:...,..., AC**). In einigen Betriebsarten, wie z.B. bei alternierender Triggerung, stehen nicht alle Triggerkopplungsarten zur Verfügung und sind daher nicht einschaltbar.

Triggerkopplungsarten:

- AC** Wechsellspannungsankopplung
- DC** Gleichspannungsankopplung (Spitzenwerterfassung bei automatischer Triggerung abgeschaltet)
- HF** Hochfrequenzankopplung mit Unterdrückung niederfrequenter Signalanteile (kein Triggerpegel-Symbol)
- NR** Hochfrequenz-Rauschunterdrückung
- LF** Niederfrequenzankopplung mit Unterdrückung höherfrequenter Signalanteile
- TVL** TV-Triggerung durch Zeilen-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)
- TVF** TV-Triggerung durch Bild-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)
- ~** Netzfrequenzankopplung (kein Triggerpegel-Symbol) und das Readout zeigt **TR: ~**.
Bei Netzfrequenzankopplung ist die **TRIG. -Taste [20]** **abgeschaltet** und es leuchtet keine **TRIG. -LED [20]**.

ACHTUNG!

Im getriggerten B-Zeitbasisbetrieb **DEL. TRIG. [27]**, wird die B-Zeitbasis automatisch auf Normaltriggerung mit DC-Triggerkopplung geschaltet. Diese Bedingungen werden mit den Leuchtdioden **NM [12]** und **DC [23]** angezeigt. Die zuvor mit diesen Leuchtdioden angezeigten Triggerbedingungen der A-Zeitbasis bleiben erhalten.

In einigen Triggerbetriebsarten wie z.B. alternierende Triggerung, können bestimmte Triggerkopplungsarten nicht gewählt werden bzw. werden automatisch abgeschaltet.

[24] **DEL.POS. - H** – Drehknopf mit zwei Funktionen und zugeordneter LED.

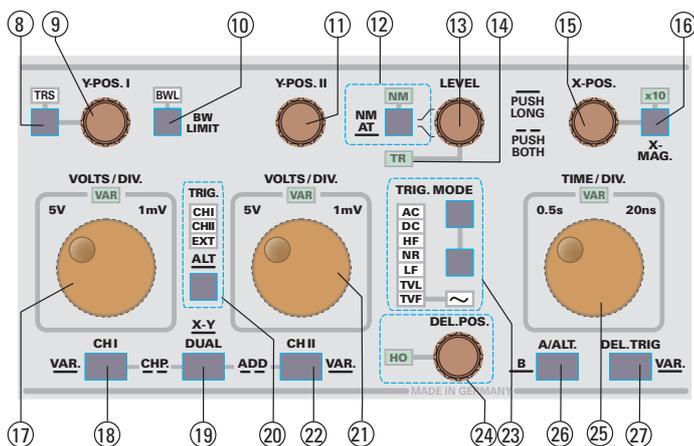
A-Zeitbasisbetrieb:

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.

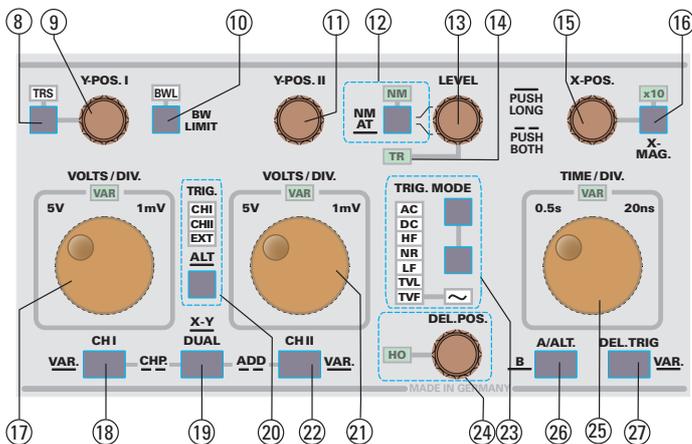
Sinngemäß verhält es sich, wenn in die entgegengesetzte Richtung gedreht wird und die minimale Holdoff-Zeit erreicht wurde (**HO-LED** erlischt). Die Holdoff-Zeiteinstellung wird automatisch auf den Minimalwert gesetzt, wenn eine andere A-Zeitbasis Einstellung gewählt wird. (Über die Anwendung der "Holdoff-Zeiteinstellung" informiert der gleichnamige Absatz).

ALT- (A alternierend mit B) und B-Zeitbasisbetrieb:

In diesen Betriebsarten der Zeitbasis wirkt der **DEL.POS.-Drehknopf** als Verzögerungszeit-Einsteller (die zuvor im A-Zeitbasisbetrieb gewählte Holdoff-Zeiteinstellung bleibt erhalten). Die Verzögerungszeit wird im ALT- (alternierender



A- und B-Zeitbasis-) Betrieb auf dem Strahl der A-Zeitbasis durch den Anfang (links) eines Hellsektors sichtbar gemacht. Die Zeitspanne zwischen dem Start der A-Zeitbasis und dem Hellsektoranfang ist die Verzögerungszeit. Sie wird im Readout mit **Dt: ...** (Delay time = Verzögerungszeit) angezeigt, wenn sich die B-Zeitbasis im Freilaufbetrieb (ungetriggert) befindet. Die Verzögerungszeitanzeige bezieht sich auf den Zeit-Ablenkoeffizienten der A-Zeitbasis und dient lediglich als Hilfe zum Auffinden des möglicherweise sehr schmalen Hellsektors.



[25] TIME/DIV.

Mit dem im **TIME/DIV.** Feld befindlichen Drehknopf wird der Zeit-Ablenkoeffizient eingestellt und oben links im Readout angezeigt. Leuchtet die oberhalb des Drehknopfes befindliche **VAR**-LED nicht, wirkt der Drehknopf als Zeitbasisschalter. Die Zeitbasis ist dann kalibriert und die Zeit-Ablenkoeffizientenumschaltung erfolgt in 1-2-5 Folge. Linksdrehen vergrößert und Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkoeffizienten. Leuchtet die **VAR**-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion als Zeitbasisschalter.

A-Zeitbasis:

Bei A-Zeitbasis-Betrieb verändert der Drehknopf nur diese Zeitbasis. Ohne X Dehnung x10 können Zeit-Ablenkoeffizienten zwischen 500 ms/div. und 20 ns/div. in 1-2-5 Folge (kalibriert) gewählt werden.

ALT- (A alternierend mit B) und B-Zeitbasisbetrieb:

In diesen Zeitbasisbetriebsarten kann mit dem Drehknopf nur der B-Zeit-Ablenkoeffizient bestimmt werden. Der Einstellbereich der B-Zeitbasis reicht von 20 ms/div. bis 20 ns/div., ist aber abhängig von der A-Zeitbasis.

Aufgabe des B-Zeitbasisbetriebs ist es, einen beliebigen Teil (Ausschnitt) der A-Zeitbasis-Signaldarstellung in X-Richtung gedehnt (Ausschnittvergrößerung) darzustellen, der zuvor im alternierenden Zeitbasisbetrieb mit dem DEL. POS.-Einsteller bestimmt wurde. Eine gedehnte Darstellung mit der B-Zeitbasis ist nur möglich, wenn die Zeitablenkgeschwindigkeit der B-Zeitbasis größer als die der A-Zeitbasis ist. Deshalb muss der Zeit-Ablenkoeffizient der B-Zeitbasis gegenüber dem der A-Zeitbasis kleiner sein. Der B-Zeitablenkoeffizient kann zwar auf den gleichen Wert wie der A-Zeitablenkoeffizient eingestellt werden, bewirkt dann aber keine Dehnung. Das Oszilloskop verhindert automatisch, dass der B-Zeitablenkoeffizient größer als der A-Zeitablenkoeffizient wird.

[26] A/ALT - B – Mit dieser Drucktaste ist eine von drei Zeitbasisbetriebsarten 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 Zeit-Ablenkoeffizient A zu Zeitablenkoeffizient B bestimmt die Vergrößerung (z.B. A:100 µs / B:1µs = 100-fach) . Mit zunehmender Vergrößerung nimmt die Strahlhelligkeit der B-Darstellung ab.

Wenn eine zum Triggern geeignete Signalfanke auf der B-Zeitbasis-Signaldarstellung sichtbar ist, kann die Darstellung auch getriggert vorgenommen werden. In diesem Falle, beginnt die B-Zeitbasis-Signaldarstellung mit der Triggerflanke.

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-Ablenkoeffizienten beider Zeitbasen **A....** und **B....** an. In diesem Falle beeinflusst der TIME/DIV.-Drehknopf nur die B-Zeitbasis. Bei ALT-Zeitbasisbetrieb wird ein Teil des mit der A-Zeitbasis dargestellten Signals aufgehellt dargestellt, wenn die Strahlhelligkeitseinstellung der B-Zeitbasis größer als die der A-Zeitbasis ist (**siehe INTENS**). Die horizontale Position des aufgehellten Sektors ist mit dem DEL. POS.-Drehknopf kontinuierlich veränderbar, wenn die B-Zeitbasis im Freilauf-Betrieb arbeitet (**siehe DEL. POS-HO**). Der Zeit-Ablenkoeffizient 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**).

Die X-Dehnung mal 10 (**X-MAG. x10**) ist in dieser Zeitbasisbetriebsart für die A-Zeitbasis abgeschaltet und nur für die B-Zeitbasis wirksam.

B:

Liegt A- oder alternierender Zeitbasisbetrieb (ALT) vor und wird die **A/ALT.-B**-Taste lang gedrückt, erfolgt die Umschaltung auf B-Zeitbasisbetrieb. Um wieder in den A-Zeitbasisbetrieb zu gelangen, genügt ein kurzer Tastendruck. Ein langer Tastendruck schaltet vom B-Zeitbasisbetrieb in den alternierenden Zeitbasisbetrieb (ALT).

[27] DEL. TRIG. – VAR. – Drucktaste mit Doppelfunktion.

DEL.TRIG:

Mit einem kurzen Tastendruck kann zwischen getriggertem **DEL.TRIG.** oder freilaufender (ungetriggert) B-Zeitbasis gewählt werden, wenn alternierender- (ALT) oder B-Zeitbasisbetrieb vorliegt. Die aktuelle Einstellung wird oben rechts im Readout angezeigt.

Im Freilaufbetrieb der B-Zeitbasis wird die Verzögerungszeit mit **Dt:...** angezeigt.

Bei getriggertem Betrieb, wird die B-Zeitbasis nicht sofort nach Ablauf der Verzögerungszeit gestartet, sondern erst mit der nächsten zum Triggern geeigneten Signalfanke. Deshalb wird die Verzögerungszeitanzeige abgeschaltet und **DTR: Triggerflankenrichtung, DC (Triggerkopplung)** angezeigt. Die für die A-Zeitbasis gewählten Trigger-Parameter (LEVEL-Einstellung, Flankenrichtung und Kopplung) werden gespeichert und bleiben erhalten.

Die Bedienelemente **LEVEL [13]** und **Flankenrichtung [12]** sind **nur** im getriggerten B-Zeitbasisbetrieb für die B-Zeitbasis wirksam. Normal-Triggerung und DC-Triggerkopplung sind für die Triggereinrichtung der B-Zeitbasis fest vorgegeben und werden mit den Leuchtdioden **NM [12]** und **DC [23]** angezeigt.

Bei geeigneter Einstellung wird auf die nächste geeignete Signalfanke, die nach Ablauf der im Freilauf eingestellten Verzögerungszeit (Anfang des Hellsektors) auftritt, getriggert. Bei mehreren Triggerflanken in der A-Zeitbasis Darstellung, erfolgt beim Drehen am **DEL. POS.**-Knopf nun die Verschiebung des Hellsektors nicht mehr kontinuierlich, sondern von Triggerflanke zu Triggerflanke springend. Die Triggerung der B-Zeitbasis kann nur dann stattfinden, wenn die A-Zeitbasisdarstellung nach Ablauf der Verzögerungszeit im Freilaufbetrieb eine zum Triggern geeignete Signalfanke zeigt und die Triggerbedingungen (LEVEL und Flankenrichtung) erfüllt werden. Andernfalls wird die B-Zeitbasis nicht dargestellt.

Liegt eine Betriebsart vor, in der das Triggerpegelsymbol angezeigt wird, ändert es sich mit dem Umschalten von freilaufenden auf getriggerten B-Zeitbasisbetrieb. Dem Triggerpegelsymbol wird dann der Buchstabe „**B**“ angefügt und kann mit dem **LEVEL**-Knopf in seiner vertikalen Position verändert werden.

Befindet sich das B-Triggerpegelsymbol im alternierenden Zeitbasisbetrieb außerhalb der Signaldarstellung der A-Zeitbasis, wird die B-Zeitbasis nicht getriggert. Deshalb erfolgt dann keine Darstellung der B-Zeitbasis. Das B-Triggerpegelsymbol bezieht sich auf die A-Zeitbasisdarstellung, weil diese nicht durch die Strahltrennungsfunktion **TRS [8]** beeinflusst wird und somit die tatsächliche Signalposition anzeigt. In dieser Position wird das Signal auch im (nur) B-Zeitbasisbetrieb dargestellt.

VAR.:

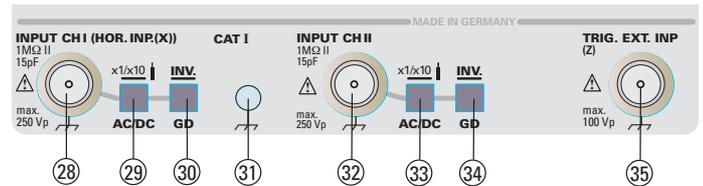
Mit einem langen Tastendruck kann die Funktion des **TIME/DIV.** Drehknopfes geändert werden. Die Funktionsänderung betrifft nur die gerade aktive Zeitbasis (im alternierenden Zeitbasisbetrieb die B-Zeitbasis).

Der **TIME/DIV.** Drehknopf [25] kann als Zeit-Ablenkoeffizienten-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 zunächst noch kalibriert. Wird der **TIME/DIV.**-Drehknopf aber 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-Ablenkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch signalisiert wird. Sinngemäß erfolgt die Verringerung des (unkalibrierten) Zeit-Ablenkoeffizienten, wenn der Drehknopf nach rechts gedreht wird. Ist der elektrische "Rechtsanschlag" er-

reicht, wird dieser Zustand auch durch ein akustisches Signal angezeigt. Dann ist der Feinsteller in der kalibrierten Stellung und das vor dem Zeit-Ablenkoeffizienten 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 Zeitbasis-Schalter und die Zeitbasis befindet sich automatisch im kalibrierten Zustand.

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



[28] INPUT CH I – BNC-Buchse.

Sie 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 X-Messverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten zugeordnet:

[29] AC/DC – Drucktaste mit zwei Funktionen.

AC/DC:

Jeder **kurze Tastendruck** schaltet von AC- (Wechselspannung) auf DC (Gleichspannung) Signalankopplung, bzw. von DC- auf AC-Signalankopplung. Die aktuelle Einstellung wird im Readout im Anschluss an den Ablenkoeffizienten mit dem „~“ bzw. dem „.“ Symbol angezeigt.

Tasteilerfaktor:

Mit einem **langen Tastendruck** kann der im Readout angezeigte Ablenkoeffizient von Kanal 1 zwischen 1:1 und 10:1 umgeschaltet werden. Ein angeschlossener 10:1 Tasteiler wird bei der Ablenkoeffizientenanzeige und der cursorunterstützten Spannungsmessung berücksichtigt, wenn vor dem Ablenkoeffizienten ein Tastkopfsymbol angezeigt wird (z.B. Tastkopfsymbol, Y1....).

ACHTUNG!

Wird ohne Tasteiler gemessen (1:1), muss das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein. Andernfalls wird bei cursorunterstützter Spannungsmessung ein falscher Spannungswert angezeigt.

[30] GD / INV. – Drucktaste mit zwei Funktionen.

GD:

Mit jedem **kurzen Tastendruck** wird zwischen eingeschaltetem und abgeschaltetem Eingang **INPUT CH I [28]** 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 **0 Volt**-Referenzposition angezeigt werden. Siehe **Y-POS. I [9]**. In Stellung **GD** sind die **AC/DC**-Taste **[29]** und der **VOLTS/DIV**-Drehknopf **[17]** 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 Kanalangabe (Y1...) gesetzt. Dann erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung von Kanal I (nicht im XY-Betrieb). Wird die Taste erneut lang betätigt, erfolgt wieder die nichtinvertierte Signaldarstellung.

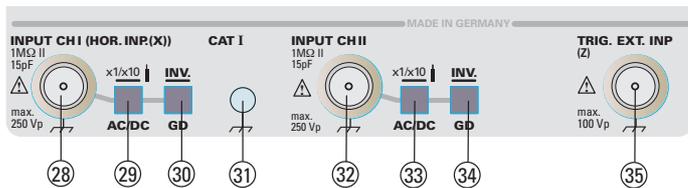
[34] GD - INV – Drucktaste mit zwei Funktionen.

GD: Mit jedem **kurzen Tastendruck** wird zwischen eingeschaltetem und abgeschaltetem Eingang **INPUT CH II [32]** umgeschaltet.

Bei abgeschaltetem Eingang (GD = ground) wird im Readout das Erde-Symbol anstelle des Ablenkkoeffizienten und der Signalankopplung angezeigt. Dann ist das am Signaleingang anliegende Signal abgeschaltet und es wird (bei automatischer Triggerung) nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt, die als Referenzlinie für Massepotential (0 Volt) benutzt werden kann. Bezogen auf die zuvor bestimmte Y-Position der Strahllinie, kann 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 [11]**. 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 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 nichtinvertierte Signaldarstellung.



[31] Massebuchse

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

[32] 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 Y-Messverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten zugeordnet:

[33] AC/DC – Drucktaste mit zwei Funktionen.

AC/DC:

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

Tasteteilerfaktor:

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

ACHTUNG!
Wird ohne Tasteteiler gemessen (1:1), muss das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein. Andernfalls wird bei cursorunterstützter Spannungsmessung ein falscher Spannungswert angezeigt.

[35] TRIG.EXT / INPUT (Z) – BNC-Buchse mit Doppelfunktion Die Eingangsimpedanz beträgt 1 MΩ || 20pF Der Außenanschluss der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden.

TRIG. EXT. - Eingang:

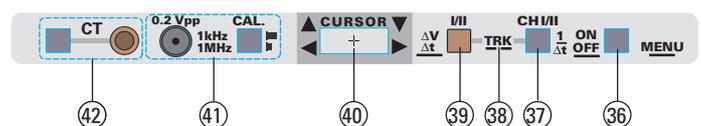
Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für (externe) Triggersignale wirksam, wenn die **EXT-LED [20]** leuchtet. Die Triggersignal-Ankopplung wird mit der **TRIG.**-Drucktaste **[20]** bestimmt.

Z-Input:

Die BNC-Buchse ist als Z-Modulationseingang (Strahlhelligkeit) wirksam, wenn weder Komponenten-Test-Betrieb noch externe Trigger-Signalankopplung vorliegen und im Softwaremenü MISCELLANEOUS (Untermenü von SETUP) die Funktion **INPUT Z** auf ON gesetzt ist.

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 Cursor-, Kalibrator- und Komponententest-Bedienelemente, sowie 2 Buchsen.



[36] MENU – Drucktaste.

Mit einem langen Tastendruck lässt sich die Menüanzeige einschalten. Unter der Überschrift **MAIN MENU**, werden die Untermenüs **TEST & CALIBRATE** und **SETUP** angezeigt. Die Helligkeit der Anzeige hängt von der **RO-INTENS [4]** Einstellung ab. Weitere Informationen können dem Abschnitt "Menü" entnommen werden.

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

1. Die **SAVE**- und die **RECALL**-Taste [7].
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 [7] 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 mit jedem langen Tastendruck 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 [2] abgebrochen werden.
3. Die **AUTOSET**-Taste [2].
Jeder Tastendruck schaltet in der Rangordnung der Menüstruktur einen Schritt zurück, bis **MAIN MENU** angezeigt wird. Mit dem nächsten Tastendruck wird das Menü abgeschaltet, es liegt wieder Oszilloskopbetrieb vor und die **AUTOSET**-Taste übernimmt ihre normale Funktion.

[37] ON/OFF - CHI/II - 1/Δt – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, dass das **READ-OUT** eingeschaltet ist. Sind die Cursoren ausgeschaltet und ist im Menü: SETUP > MISCELLANEOUS „MEAN VALUE ON“ aktiviert, wird mit dem READOUT (rechts oben) der Gleichspannungsmittelwert (DC...) angezeigt. Weitere Informationen können dem Abschnitt **Mittelwertanzeige** entnommen werden.

CHI/II:

Mit einem **kurzen Tastendruck** kann bestimmt werden, welcher Ablenkkoeffizient (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. bei XY-Betrieb $\Delta V X...$ oder $\Delta V Y...$. Falls Δt oder f angezeigt wird, genügt ein langer Tastendruck auf die Taste **I/II - ΔV/Δt [39]** um auf Spannungsmessung zu schalten.
2. Das Oszilloskop muss auf **DUAL**- oder **XY-Betrieb** geschaltet sein. Nur dann besteht die Notwendigkeit, die möglicherweise unterschiedlichen Ablenkkoeffizienten (**VOLTS/DIV.**) der Kanäle zu berücksichtigen.

ACHTUNG:

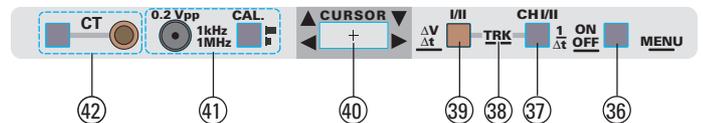
Bei **DUAL**-Betrieb müssen sich die **CURSOR**-Linien auf das Signal (von Kanal I oder II) entsprechend der gewählten Einstellung (Readout: $\Delta V1...$ oder $\Delta V2...$) beziehen.

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 - ΔV/**

Δt [39] von Spannungs- auf Zeit- bzw. Frequenz-Messung umgeschaltet wurde. Dann wird im Readout $\Delta t...$ oder $f...$ angezeigt.

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



[38] TRK

Die folgende Beschreibung setzt voraus, dass das **READ-OUT** eingeschaltet ist. Außerdem müssen die CURSOR-Linien angezeigt werden.

Um Messungen mit Hilfe der Cursoren vornehmen zu können, müssen die Positionen beider Cursorlinien separat oder gemeinsam einstellbar sein. Die Positionseinstellung der aktiv geschalteten CURSOR-Linie(n) erfolgt mit der **CURSOR**-Wipptaste [40].

Mit gleichzeitigem kurzen Drücken der beiden Tasten **ON/OFF - CHI/II - 1/Δt [37]** und **I/II - ΔV/Δt [39]** kann bestimmt werden, ob nur eine CURSOR-Linie oder beide -Linien aktiv geschaltet sind.

Werden beide CURSOR als nicht unterbrochene Linien angezeigt, erfolgt die CURSOR-Steuerung mit eingeschalteter **TRK**-Funktion (TRK = Spur). Mit der **CURSOR**-Wipptaste [40] lassen sich dann die Positionen beider Linien gleichzeitig beeinflussen.

[39] I/II - ΔV/Δt – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, dass das **READ-OUT** eingeschaltet ist.

I/II:

Mit jedem **kurzen Tastendruck** wird von CURSOR I auf II umgeschaltet. Der aktive CURSOR wird als eine nicht unterbrochene Linie angezeigt. Sie besteht aus vielen einzelnen Punkten. Der nicht aktive Cursor zeigt Lücken in der Punktierung.

Die Positionseinstellung der aktiv geschalteten **CURSOR**-Linie wird mit der **CURSOR**-Wipptaste [40] vorgenommen.

Werden beide **CURSOR**-Linien als aktiv angezeigt, liegt **TRK**-Bedienung vor und die **I/II**-Umschaltung ist wirkungslos. Siehe Punkt [38].

ΔV/Δt:

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

ΔV:

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

10:1 Tastteilern kann das Teilungsverhältnis automatisch berücksichtigt werden (**siehe Punkt [29] und [33]**).

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

Bei ΔV (Spannungs)-Messung 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 des eingeschalteten Kanals verknüpft und wird im READOUT angezeigt.

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

Y-Ablenkoeffizient unkalibriert: $\Delta V1 > \dots$ oder $\Delta V2 > \dots$

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 [37]). 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. $Y1 > \dots$) gemessen, kann kein exaktes Messergebnis angezeigt werden. Das Readout zeigt dann: $\Delta V1 > \dots$ oder $\Delta V2 > \dots$

c) Additionsbetrieb (ADD):

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

Die Y-Ablenkoeffizienten beider Kanäle müssen dabei gleich sein. Im Readout wird dann ΔV ... 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.

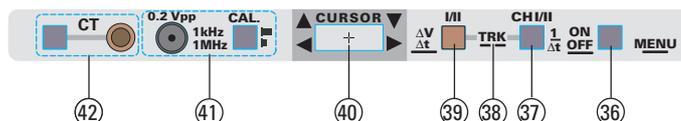
Wird das an Kanal II (CHII) anliegende Signal gemessen, werden die CURSOR als horizontal verlaufende Linien angezeigt. Die Spannung wird dabei im READOUT mit ΔVY ... angezeigt.

Bezieht sich die Messung auf Kanal I, werden die CURSOR als senkrechte Linien dargestellt und das READOUT zeigt ΔVX ... an.

Δt :

Liegt weder XY- noch CT-Betrieb (KOMONENTENTEST) vor, kann mit einem **langen Tastendruck** auf Zeit- bzw. Frequenzmessung umgeschaltet werden. Die Umschaltung zwischen Zeit- und Frequenz-Messung kann mit der Taste **ON/OFF - CHI/II - 1/ Δt** [37] vorgenommen werden. Das Readout zeigt dann entweder Δt ... , oder f ... an. Bei unkalibrierter Zeitbasis wird $\Delta t > \dots$ bzw. $f < \dots$ angezeigt. Die Messung und das daraus resultierende Messergebnis bezieht sich auf die Signaldarstellung der dabei wirksamen Zeitbasis (A oder B). Bei alternierendem Zeitbasisbetrieb, in dem die Signaldarstellung mit beiden

Zeitbasen erfolgt, bezieht sich die Messung auf die Signaldarstellung, die mit der B-Zeitbasis erfolgt.



[40] CURSOR – Wipptaste.

Sie ermöglicht die vertikale bzw. horizontale Positionverschiebung des/der aktiven Cursor(en). Die Bewegungsrichtung entspricht dem jeweiligen Symbol.

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

[41] CAL. – Drucktaste mit zugeordneter konzentrischer Buchse.

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

[42] CT – Drucktaste und 4 mm Bananenstecker-Buchse.

Mit dem Betätigen der CT (Komponententester)- Taste kann zwischen Oszilloskop- und Komponententester-Betrieb gewählt werden (siehe Komponenten-Test). Bei Komponententester-Betrieb zeigt das Readout nur noch CT an. Alle Bedienelemente und LED-Anzeigen außer **INTENS** [4], **READOUT**-Taste [4], **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 4-mm-Buchse, welche sich neben der CT-Taste befindet, verbunden. Der zweite Anschluss erfolgt über die Massebuchse [31].

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

Menü

Die Software des Oszilloskops enthält Menüs und Untermenüs. Wird die Taste **MENU** lang gedrückt, zeigt das Readout **MAIN MENU** sowie die Menüauswahl **TEST & CALIBRATE** und **SETUP** an. Wenn ein Menü angezeigt wird, sind folgende Tasten von Bedeutung:

1. Die **SAVE**- und die **RECALL**-Taste [7].

Mit kurzem Tastendruck lässt sich das nächste Menü bzw. der in einem Untermenü gewünschte Menüpunkt bestimmen. Das aktuelle Menü/Untermenü bzw. der Menüpunkt wird mit größerer Strahlhelligkeit angezeigt.

2. **SAVE**-Taste [7] mit **SET**-Funktion.

Wird die SAVE-Taste lang gedrückt (SET-Funktion), wird das gewählte Menü bzw. der in einem Untermenü enthaltene Menüpunkt aufgerufen. Ist der Menüpunkt mit **ON/OFF** ge-

kennzeichnet, 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, dass die Funktion wirklich benutzt werden soll, die SAVE-Taste erneut lang gedrückt werden; andernfalls muss der Funktionsaufruf mit der **AUTOSET**-Taste [2] abgebrochen werden.

3. Die **AUTOSET**-Taste [2].

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

Folgende Menüs, Untermenüs und darin enthaltenen Menüpunkte stehen zur Verfügung:

1. MAIN MENU

Aus dem Main Menu (Hauptmenü) können folgende Untermenüs aufgerufen werden:

1.1 TEST & CALIBRATE

Informationen über das TEST & CALIBRATE-Menü können dem Abschnitt Abgleich entnommen werden.

1.2 SETUP

Das SETUP-Menü 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 CONTROL 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 dass nach dem Einschalten erst das HAMEG-Logo angezeigt wird.

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

1.2.1.5 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 INPUT Z ON/OFF. Ist ON eingeschaltet, kann die **TRIG. EXT / INPUT (Z)** BNC-Buchse als Z-Modulationseingang (Strahlhelligkeit) benutzt werden. Weitere Informationen sind dem Abschnitt "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

1.2.1.7 MEAN VALUE ON/OFF. Ist ON aktiviert, wird die Mittelwertanzeige im Readout ermöglicht. Sie kann nur erfolgen,

wenn die Funktion „CURSOR-Messung“ abgeschaltet ist. Weitere Informationen sind dem Abschnitt „Mittelwert-Anzeige“ zu entnehmen.

1.2.2 Factory (Fabrik).

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

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

1.2.2.3 OVERWRITE FACTORY ADJ.

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

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

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

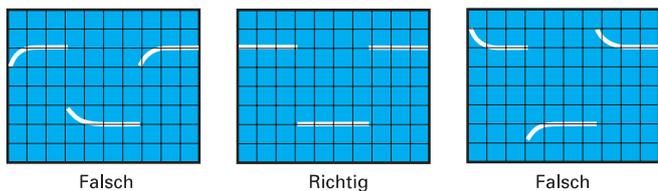
Der Innendurchmesser der Buchse beträgt 4,9 mm und entspricht dem (an Bezugspotential liegenden) Außendurchmesser des Abschirmrohres von modernen Tastköpfen der Serie F (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masseverbindung möglich, die für hohe Signalfrequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nichtsinusförmigen 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 **Strahldrehung 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 1 kHz). Dann sollte die Signalthöhe $4\text{cm} \pm 1,2\text{mm}$ (= 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.

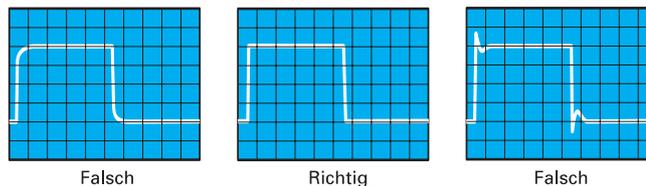
Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überschwingen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke 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 1 MHz eine Spannung von $0,2V_{SS}$ abgibt. Der Kalibratorausgang des Oszilloskops erfüllt diese Bedingungen, wenn die **CAL.-**Taste eingerastet ist (1 MHz).

Tastköpfe des Typs HZ51, 52 oder 54 an den **CH.I**-Eingang anschließen, nur Kalibrator-Taste 1 MHz drücken, Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV. auf 0.1µs/cm stellen (beide kalibriert)**. Tastkopf in Buchse $0.2V_{pp}$ 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 Abgleichselemente für die HF-Kompensation ist der Tastkopf-information 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 1 MHz die Signalthöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben, wie oben beim 1 kHz-Abgleich angegeben.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Reihenfolge erst 1 kHz, dann 1 MHz-Abgleich einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muss, und dass die Kalibrator-Frequenzen 1 kHz und 1 MHz 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 Ablenkoeffizientenkontrolle) 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 (18)**, **DUAL (19)** und **CHII (22)**. 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:

- Darstellung nur eines Signales im Kanal I-Betrieb
- Darstellung nur eines Signales im Kanal II-Betrieb
- Darstellung von zwei Signalen im DUAL-Betrieb (Zweikanal)
- Zweikanalbetrieb (CH I und CH II), mit Bildung der algebraischen Summe oder Differenz und deren Darstellung

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 Kanalschaltung 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 $\geq 500 \mu\text{s}/\text{cm}$ 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 Kanalschaltung 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 Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, dass bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und

Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die galvanisch mit dem Schutzleiter verbundenen Massekabel beider Tastteile 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 **[19]**. Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt **Bedienelemente und Readout** beschrieben.

In dieser Betriebsart ist die Zeitbasis abgeschaltet. Die X-Ablenkung wird mit dem über den Eingang von Kanal I (**HOR. INP. (X)** = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vorgenommen. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal I werden im **XY**-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal I ist im XY-Betrieb praktisch unwirksam.

Die maximale Empfindlichkeit und die Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. **Die X-Dehnung x10 ist unwirksam.** Bei Messungen im XY-Betrieb ist sowohl die obere Grenzfrequenz (-3dB) des X-Verstärkers, als auch die mit höheren Frequenzen zunehmende Phasendifferenz zwischen X und Y zu beachten (siehe Datenblatt).

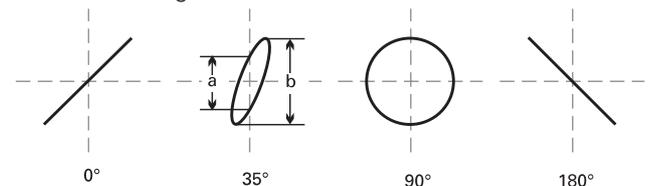
Eine Umpolung des X-Signals durch Invertieren mit der INV-Taste von Kanal I ist nicht möglich!

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 Phasenverschie-



bung 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. Hierbei muss beachtet werden:

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

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

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

- 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

Betriebsarten der Vertikalverstärker

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 nach-eilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der 1MΩ-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 nacheilenden Phasenwinkel haben.

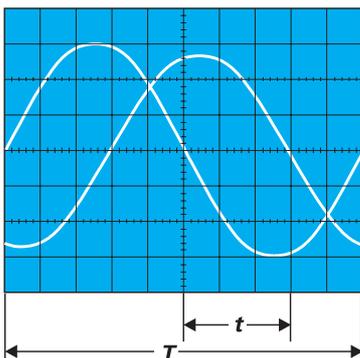
Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Zu dieser Einstellung können ohne Einfluss auf das Ergebnis auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide 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.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb

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. $\leq 100\%$).

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

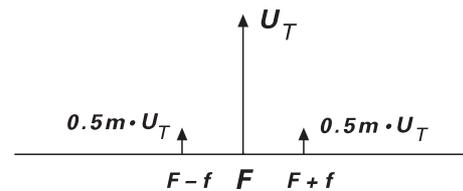


Abb. 1: Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM (m = 50%)

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.

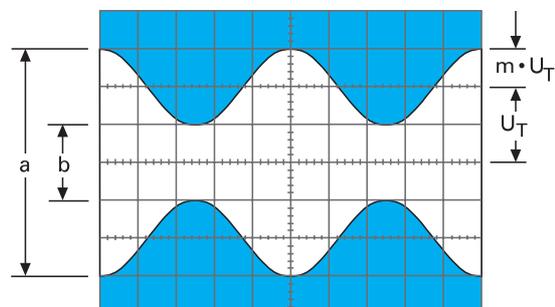


Abb. 2: Amplitudenmodulierte Schwingung:
 $F = 1 \text{ MHz}$; $f = 1 \text{ kHz}$; $m = 50\%$; $U_T = 28,3 \text{ mV}_{\text{eff}}$.

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Abb. 2:
Kanal I-Betrieb: Y: CH.I; 20mV/cm; AC.
TIME/DIV.: 0.2ms/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:

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

Hierin ist $a = U_T (1+m)$ 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.

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 20-fache Wert nicht überschritten werden.

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

Automatische Spitzenwert-Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **NM - AT - [12], LEVEL [13]** und **TRIG. MODE [23]** 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 20 Hz.

Normaltriggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **NM - AT - [12], LEVEL [13]** und **TRIG. MODE [23]** 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 Signalflanke erfolgen. Der mit dem Triggerpegel-Knopf erfassbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals. Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1 cm, 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 [12] 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 Trigger-spannungsflanke 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- \int** [12], **LEVEL** [13] und **TRIG. MODE** [23] unter **„Bedienelemente und Readout“** zu entnehmen. Mit **AUTOSET** wird immer auf AC-Triggerkopplung geschaltet. Die Durchlass-Frequenzbereiche der Triggerkopplungsarten sind dem Datenblatt entnehmbar. Bei interner DC- oder LF-Triggerkopplung sollte immer mit Normaltriggerung und Triggerpegel-Einstellung gearbeitet werden. Die Ankopplungsart und der daraus resultierende Durchlass-Frequenzbereich des Triggersignals können mit der Triggerkopplung bestimmt werden.

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

DC: Bei DC-Triggerung gibt es 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. Sehr hochfrequente Triggersignale werden unterdrückt bzw. verringert. Damit werden aus derartigen Signalanteilen 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 instabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst.

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

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

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

Bildsynchronimpuls-Triggerung

ACHTUNG:

Bei Bildsynchronimpuls-Triggerung in Verbindung mit geschaltetem (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 Bildschirmrand der aus mehreren Pulsen bestehende Bildsynchronimpuls für das nächste Halbbild zu sehen. Das nächste Halbbild wird unter diesen Bedingungen nicht dargestellt. Der diesem Halbbild folgende Bildsynchronimpuls löst erneut die Triggerung und die Darstellung aus. Ist die kleinste HOLDOFF-Zeit eingestellt, **wird unter diesen Bedingungen jedes 2. Halbbild angezeigt**. Auf welches Halbbild getriggert wird, unterliegt dem Zufall.

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

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 $10\mu\text{s}/\text{div.}$ empfehlenswert. Es werden dann ca. $1\frac{1}{2}$ Zeilen sichtbar. Im allgemeinen hat das komplette Videosignal einen starken Gleichspannungsanteil. Bei konstantem Bildinhalt (z.B. Testbild oder Farbbalkengenerator) kann der Gleichspannungsanteil ohne weiteres durch **AC-Eingangskopplung** des Oszilloskop-Verstärkers unterdrückt werden.

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

Die Sync-Separator-Schaltung wirkt ebenso bei externer Triggerung. Selbstverständlich muss der Spannungsbereich (**siehe Technische Daten**) 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 **[12]** 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 Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen) und nicht die Flankenrichtung. Der Triggerpegel kann mit dem dafür vorgesehenen Einsteller über einen gewissen Bereich der gewählten Halbwelle verschoben werden.

Netzfrequente magnetische Einstreuungen in eine Schaltung können mit einer Spulensonde nach Richtung (Ort) und Amplitude untersucht werden. Die Spule sollte zweckmäßig mit möglichst vielen Windungen dünnen Lackdrahtes auf einen kleinen Spulen-

körper gewickelt und über ein geschirmtes Kabel an einen BNC-Stecker (für den Oszilloskop-Eingang) angeschlossen werden.

Zwischen Stecker- und Kabel-Innenleiter ist ein kleiner Widerstand von mindestens $100\ \Omega$ 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 **[20]** 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 **[20]** 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 $0,3 V_{SS}$ bis $3 V_{SS}$ zur Verfügung steht, die synchron zum Messsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Messsignal haben.

Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Messfrequenz möglich; Phasenstarrheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, dass Messsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B. 180° wirkt sich dann so aus, dass trotz positiver (Trigger) Flankenwahl die Darstellung des Messsignals mit einer negativen Flanke beginnt.

Die maximale Eingangsspannung an der BNC-Buchse beträgt $100\ \text{V}$ (DC+Spitze AC).

Holdoff-Zeiteinstellung

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **DEL.POS. [24]** 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 Zeit-Ablenkperioden im Verhältnis von ca. 10:1 kontinuierlich vergrößert werden.

I-Triggerung und Zeitablenkung

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.

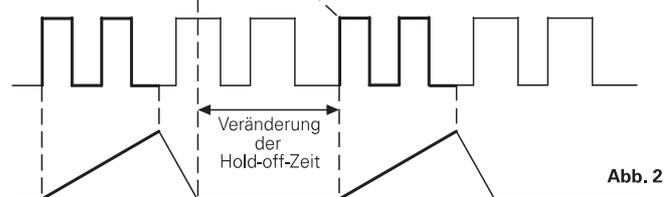
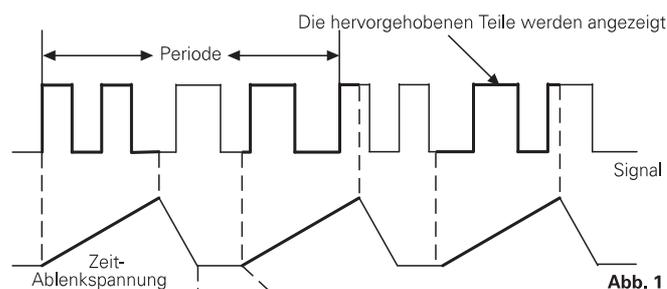


Abb. 1: zeigt das Schirmbild bei minimaler HOLD-OFF-Zeit (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

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

Triggeranzeige

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die **TR**-LED, die unter Punkt [14] im Absatz „**Bedienelemente und Readout**“ aufgeführt ist.

Die Leuchtdiode leuchtet sowohl bei automatischer, als auch bei Normaltriggerung auf, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muss in ausreichender Amplitude (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. 100 ms 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.

B-Zeitbasis (2. Zeitbasis) / Delay Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **A/ALT-B [26]**, **DEL.TRIG. [27]**, **TIME/DIV. [25]** und **DEL.POS. [24]** 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 immer am Strahlstart 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 dehnende 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-Ablenkoeffizient 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 Signalfanke nach Ablauf der Verzögerungszeit vor, lässt sich auf diese Flanke triggergen (after delay-Triggerung).

AUTOSET

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **AUTO SET [2]** unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen.

Wie bereits im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ erwähnt, werden bis auf wenige Ausnahmen z.B. **POWER**-Taste, Kalibratorfrequenz-Taste, sowie Focus- und **TR**-Einsteller (Strahldrehung) alle Bedienelemente elektronisch abgefragt. Sie lassen sich daher auch steuern. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer automatischen, signalbezogenen Geräteeinstellung im Yt-Betrieb (Zeitbasis), sodass 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. 6 cm nicht überschreitet, während im **DUAL**-Betrieb jedes Signal mit ca. 4 cm 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.

Bei eingeschalteter **CURSOR**-Spannungsmessung beeinflusst die **AUTOSET**-Funktion auch die Position der **CURSOR**-Linien. Weitere Informationen sind dem Abschnitt **AUTO SET [2]** unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen.

Durch die Betätigung der **AUTOSET**-Taste werden folgende Betriebsbedingungen vorgegeben:

- **AC**- oder **DC**-Eingangskopplung (bleibt unverändert)
- interne (vom Messsignal abgeleitete) Triggerung
- automatische Spitzenwert-Triggerung
- **Triggerpegel**-Einstellung auf Bereichsmitte
- Y-Ablenkkoeffizient(en) kalibriert
- A-Zeitbasis-Ablenkkoeffizient kalibriert
- **AC**-Triggerkopplung (**DC**-Triggerkopplung bleibt unverändert)
- B-Zeitbasis abgeschaltet
- **keine X-Dehnung x10**
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung

Liegt **GD**-Eingangskopplung vor und wird **AUTOSET** betätigt, stellt sich die zuletzt benutzte Eingangskopplung (**AC** oder **DC**) ein.

Nur wenn **DC**-Triggerkopplung vorlag, wird nicht auf **AC**-Triggerkopplung geschaltet und die automatische Triggerung erfolgt ohne Spitzenwerterfassung.

Die mit **AUTO SET** vorgegebenen Betriebsbedingungen überschreiben die vorherigen Einstellungen. Falls unkalibrierte Bedingungen vorlagen, wird durch **AUTO SET** 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 pulsförmiges Signal an, dessen Tastverhältnis einen Wert von ca. 400:1 erreicht oder überschreitet, ist in den meisten Fällen keine automatische Signaldarstellung mehr möglich. Der Y-Ablenkkoeffizient ist dann zu klein und der Zeit-Ablenkkoeffizient zu groß. Daraus resultiert, dass nur noch die Strahllinie dargestellt wird und der Puls nicht sichtbar ist.

In solchen Fällen empfiehlt es sich, auf Normaltriggerung umzuschalten und den Triggerpunkt ca. 5 mm über oder unter die Strahllinie zu stellen. Leuchtet dann die Triggeranzeige-LED, liegt ein derartiges Signal an. Um das Signal sichtbar zu machen, muss zuerst ein 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.

Mittelwert-Anzeige

Bei abgeschalteten **CURSOR**-Linien zeigt das **READOUT** anstelle des Messwertes der **CURSOR**-Messung den Gleichspannungsmittelwert der Messspannung an, wenn im Menu **SETUP > MISCELLANEOUS** die Einstellung **MEAN VALUE > ON** aktiviert ist und weitere Bedingungen erfüllt sind.

Das zu messende Signal (bei Wechselspannungen > 20 Hz) muss am Eingang von **CH I** oder **CH II** anliegen und mit **DC**-Eingangskopplung auf den nachfolgenden Messverstärker gelangen. Es muss Yt-Betrieb (Zeitbasis) mit interner Triggerung vorliegen (Triggerquelle: **CH I** oder **CH II**; keine alternierende Triggerung). Die Anzeige erfolgt nur wenn **AC**- oder **DC**-Triggerkopplung vorliegt. Ist eine der vorgenannten Bedingungen nicht erfüllt, wird „DC?“ angezeigt.

Der Mittelwert wird mit Hilfe der bei interner Triggerung benutzten Triggersignalverstärker erfasst. Im Einkanalbetrieb (**CH I** oder **CH II**) ergibt sich die Zuordnung der Mittelwertanzeige zum angezeigten Kanal automatisch, da mit der Kanalschaltung automatisch auch die Triggerquelle (Verstärker) umgeschaltet wird. Bei **DUAL**-Betrieb kann **CH I** oder **CH II** als Triggerquelle gewählt werden. Die Mittelwertanzeige bezieht sich auf den Kanal, von dem das Triggersignal stammt.

Der Gleichspannungsmittelwert wird mit Vorzeichen angezeigt (z.B. **DC: 501 mV** bzw. **DC: -501 mV**). Messbereichsüberschreitungen werden durch „ < “ bzw. „ > “ Zeichen gekennzeichnet (z.B. **DC<-1.80V** bzw. **DC>1.80V**). Bedingt durch eine für die Mittelwertanzeige notwendige Zeitkonstante, aktualisiert sich die Anzeige erst nach einigen Sekunden, wenn Spannungsänderungen erfolgen.

Bei der Anzeigegenauigkeit sind die Spezifikationen des Oszilloskops zu beachten (maximale Toleranz der Messverstärker 3% von 5mV/cm bis 20V/cm). Normalerweise liegen die Messverstärkertoleranzen deutlich unterhalb von 3%; es sind jedoch weitere Abweichungen, wie z.B. unvermeidliche Offsetspannungen zu berücksichtigen, die ohne angelegtes Messsignal eine von 0-Volt abweichende Anzeige bewirken können.

Die Anzeige zeigt den arithmetischen (linearen) Mittelwert. Bei Gleich- bzw. Mischspannungen (Gleichspannungen mit überlagerter Wechselfspannung) wird die Gleichspannung bzw. der Gleichspannungsanteil angezeigt. Im Falle von Rechteckspannungen geht das Tastverhältnis in die Mittelwertanzeige ein.

Komponenten-Test

Gerätebezogene Informationen, welche die Bedienung und die Messanschlüsse betreffen, sind dem Absatz **CT [42]** unter „**Bedienelemente und Readout**“ zu entnehmen.

Das Oszilloskop verfügt über einen eingebauten Komponenten-Tester. 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 50 Hz ($\pm 10\%$) beträgt. Sie speist eine Reihenschaltung aus Prüfobjekt und eingebautem Widerstand. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

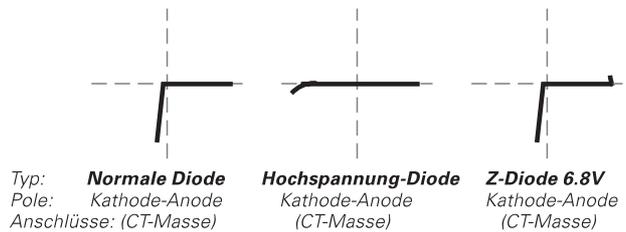
Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte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

differenz 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.

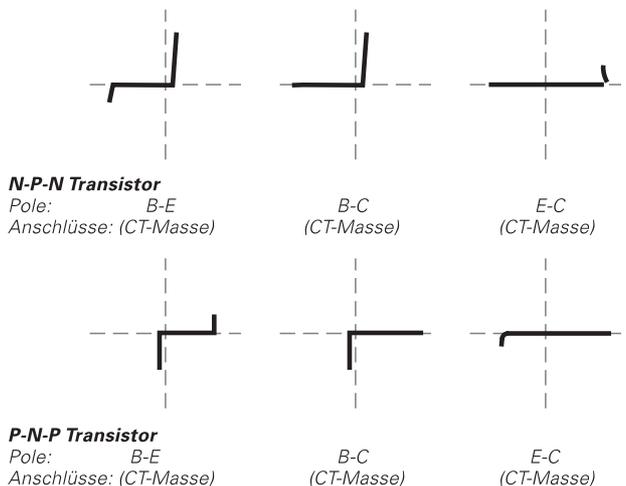
- Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).
- Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).
- Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand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



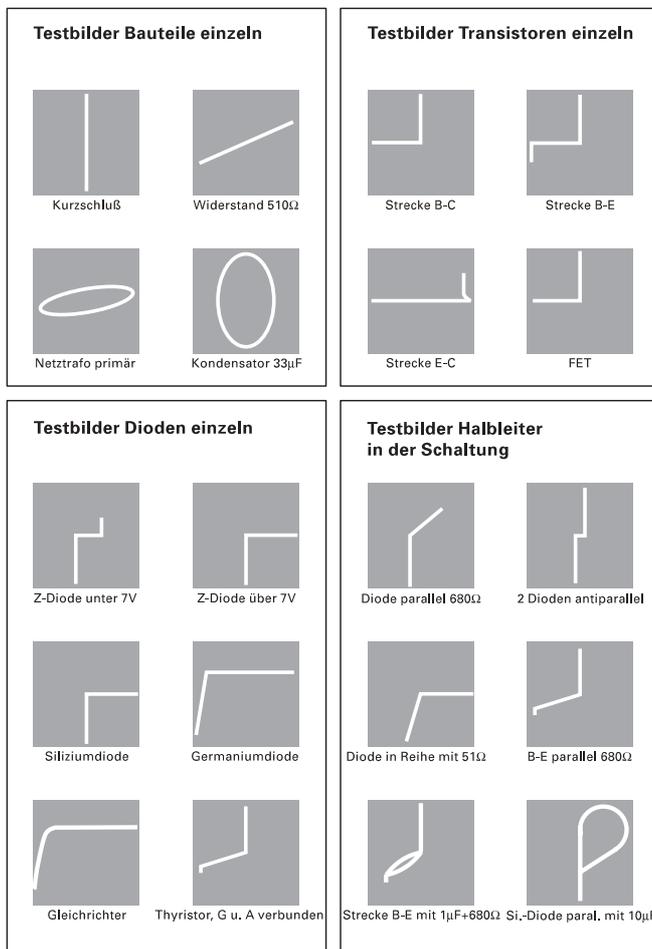
Zu beachten ist hier der Hinweis, dass die Anschlussumpolung eines Halbleiters (Vertauschen der Messkabel) eine Drehung des Testbilds um 180° um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.



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

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 Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung garnicht unter Strom gesetzt werden muss (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Messpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluss einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluss sollte dann mit dem nicht an der Massebuchse angeschlossenen Messkabel verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

Die Testbilder zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.



Abgleich

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

Das Menü **TEST & CALIBRATE** enthält die Untermenüs **TEST** und **CALIBRATE**.

Nach dem Aufruf von TEST erscheint die Anzeige RO POSITION. Wird dieses Untermenü aufgerufen, werden mehrere Rechtecke angezeigt, deren Position und Größe mit den Rasterlinien der Strahlröhre übereinstimmen sollen. Abweichungen unter 1mm sind, bedingt durch den Einfluss des Magnetfelds der Erde, trotz der Mumetall-Abschirmung der Strahlröhre unvermeidlich. Sie ändern sich mit der Position des Oszilloskops zu den in Nord/Süd-Richtung verlaufenden magnetischen Kraftlinien des Erdfeldes.

Unter CALIBRATE, können folgende Menüpunkte:

1. Y AMPLIFIER
2. TRIGGER & HORIZONTAL

ohne spezielle Mess- und Prüfgeräte bzw. vorhergehende Abgleicharbeiten benutzt werden. Der Abgleich erfolgt automatisch, an den BNC Buchsen darf kein Signal anliegen.

Die beim Abgleich ermittelten neuen Datenwerte werden automatisch gespeichert und liegen auch nach erneuten Einschalten des Gerätes wieder vor. Der Aufruf der **OVERWRITE FACTORY DEFAULT**-Funktion im SETUP-Menü ist daher nicht erforderlich. Unter jedem der 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 Gleichspannungspunkte und die Triggerschwelle erfasst.

Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass auch diese automatisch durchgeführten Abgleicharbeiten nur erfolgen sollten, wenn das Oszilloskop seine Betriebstemperatur erreicht hat und die Betriebsspannungen offensichtlich fehlerfrei sind. Ist der automatische Abgleich beendet, wird wieder das Menü angezeigt.

RS-232-Interface

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“) 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 RS-232 Schnittstelle, die als 9polige D-SUB Kupplung ausgeführt ist. Über diese bidirektionale Schnittstelle können Einstellparameter 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 3 m 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 (Schutzklasse I) und Netzkabel mit dem Schutzleiter verbunden).

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 Stoppbits, RTS/CTS-Hardware-Protokoll).

Baudrateneinstellung

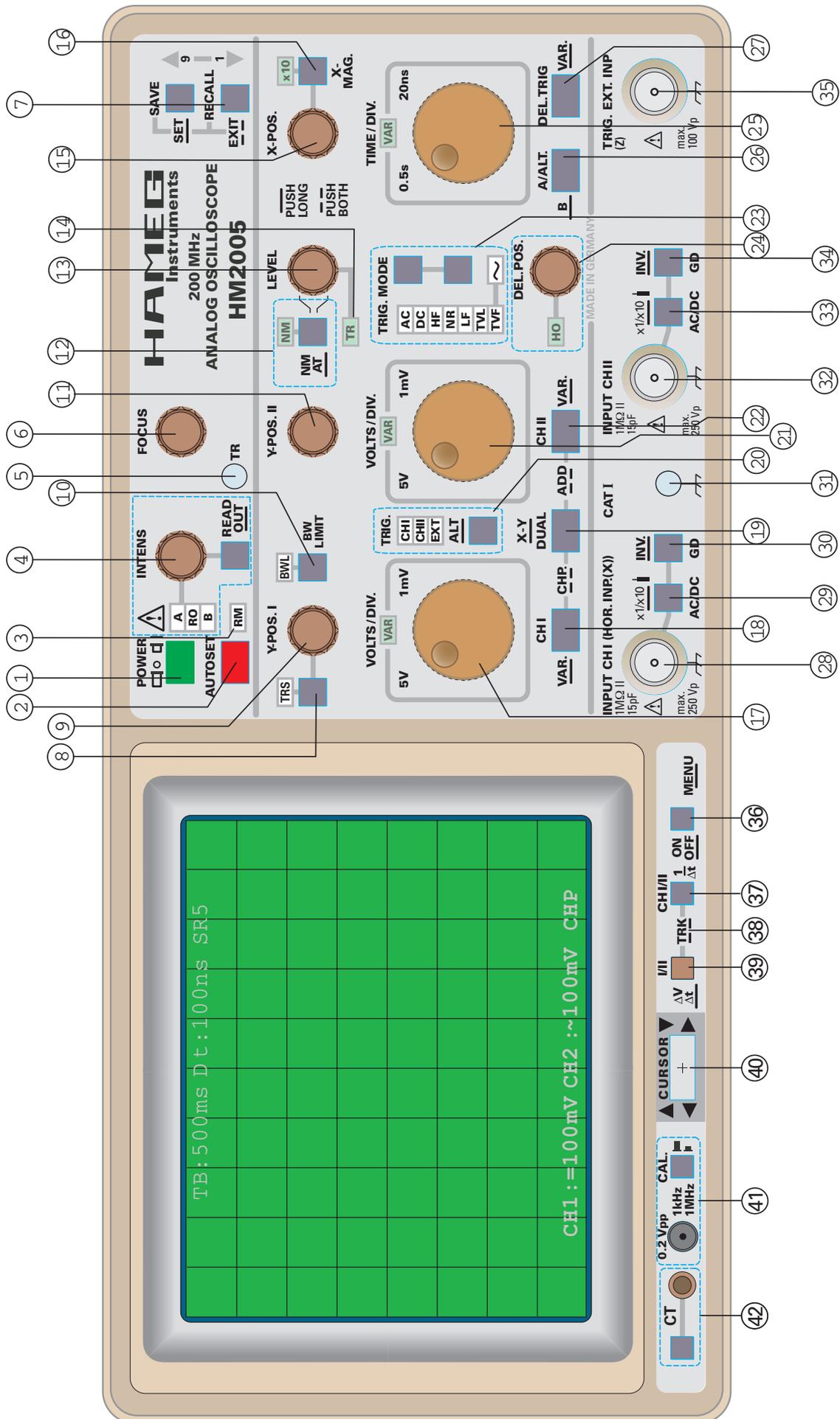
Die Baudrateneinstellung erfolgt automatisch. BEREICH: 110 Baud bis 115200 Baud (keine Parität, Datenlänge 8 Bit, 2 Stoppbit). Mit dem ersten nach **POWER-UP** (Einschalten des Oszilloskops) gesendeten **SPACE CR** (20hex, ODhex) wird die Baudrate eingestellt. Diese bleibt bis zum **POWER-DOWN** (Ausschalten 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 Scope kein **SPACE CR** als erste Zeichen wird TxD für ca. 0.2ms auf Low gezogen und erzeugt damit einen Rahmenfehler.

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

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

Datenübertragung

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



HAMEG[®] **Instruments**

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

Time Standards

41-2005-00D1

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: 13/02/2004 - gw