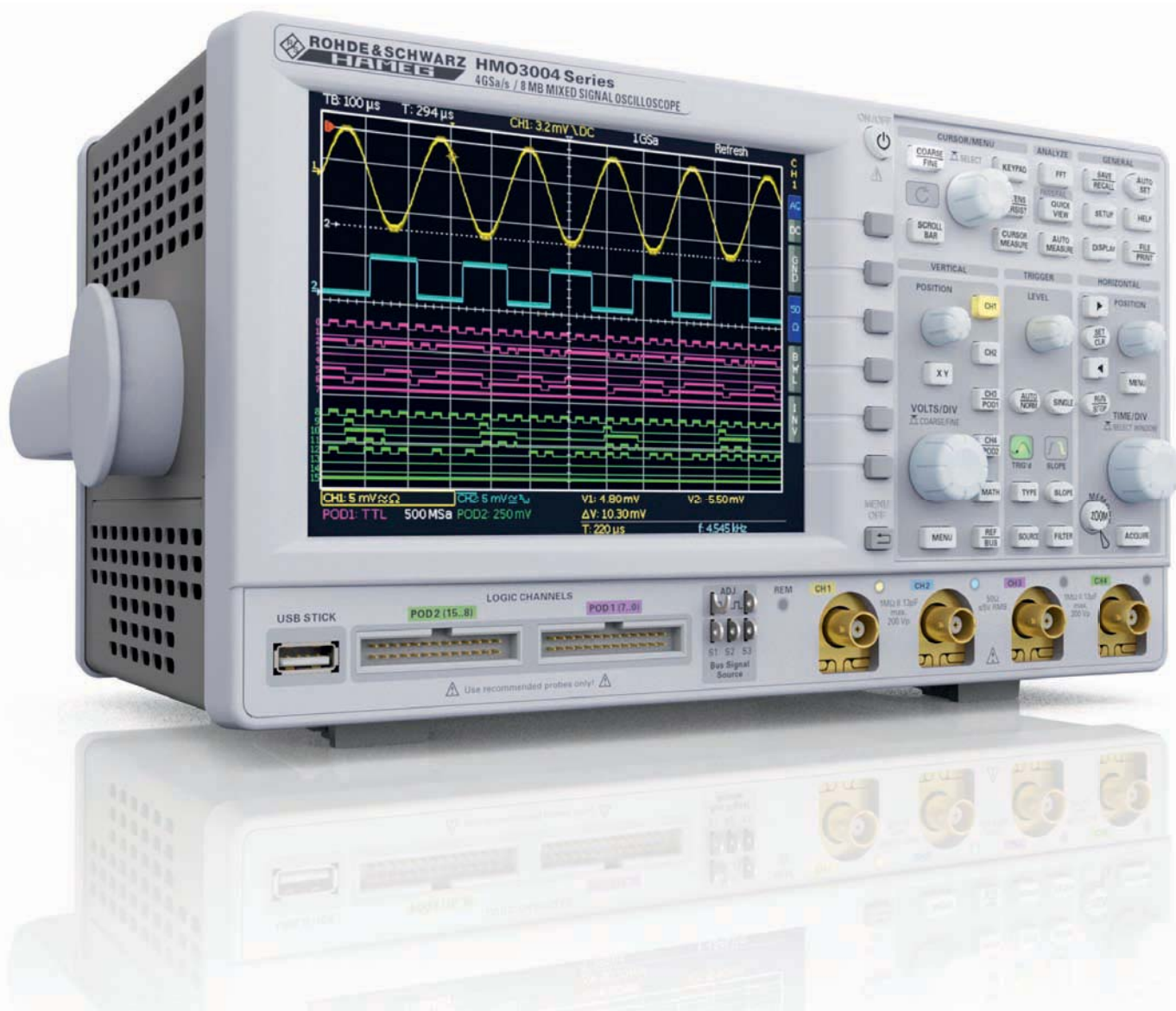


300-500 MHz Mixed Signal Oszilloskop HMO Serie 3000

Handbuch

Deutsch




HAMEG®
Instruments

A Rohde & Schwarz Company

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG **DECLARATION OF CONFORMITY** **DECLARATION DE CONFORMITE** **DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD**

Hersteller / Manufacturer / Fabricant / Fabricante:
HAMEG Instruments GmbH · Industriestraße 6 · D-63533 Mainhausen

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformité du produit
HAMEG Instruments GmbH certifica la conformidad para el producto

Bezeichnung: Oszilloskop
Product name: Oscilloscope
Designation: Oscilloscope
Descripción: Osciloscopio

Typ / Type / Type / Tipo: HMO3002, HMO3004

mit / with / avec / con: HO730

Optionen / Options /
Options / Opciones: HO720, HO740

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations /
avec les directives suivantes / con las siguientes directivas:

EMV Richtlinien / EMC Directives / Directives CEM / Directivas IEM:
2004/108/EG;

Niederspannungsrichtlinie / Low-Voltage Equipment Directive / Directive des
equipements basse tension / Directiva de equipos de baja tensión:
2006/95/EG

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied /
Normes harmonisées utilisées / Normas armonizadas utilizadas:

Sicherheit / Safety / Sécurité / Seguridad:
DIN EN 61010-1; VDE 0411-1: 07/2011

Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension /
Categoría de sobretensión: II

Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution /
Nivel de polución: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility /
Compatibilité électromagnétique / Compatibilidad electromagnética:

EMV Störaussendung / EMI Radiation / Emission CEM / emisión IEM:
DIN EN 61000-6-3: 09/2007 (IEC/CISPR22, Klasse / Class / Classe / classe B)
VDE 0839-6-3: 04/2007

Störfestigkeit / Immunity / Inmunitee / inmunidad:
DIN EN 61000-6-2; VDE 0839-6-2: 03/2006

Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant
harmonique / emisión de corrientes armónicas:
DIN EN 61000-3-2; VDE 0838-2: 06/2009

Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker /
Fluctuations de tension et du flicker / fluctuaciones de tensión y flicker:
DIN EN 61000-3-3; VDE 0838-3: 03/2010

Datum / Date / Date / Fecha
08. 04. 2013

Unterschrift / Signature / Signatur / Signatura

Holger Asmussen
General Manager

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Messgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen, in denen unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.

Die am Messgerät notwendigerweise angeschlossenen Mess- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Messbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

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

2. Signalleitungen

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

3. Auswirkungen auf die Messgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Messaufbaus über die angeschlossenen Messkabel zu Einspeisung unerwünschter 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 -3dB Messbandbreite ist.

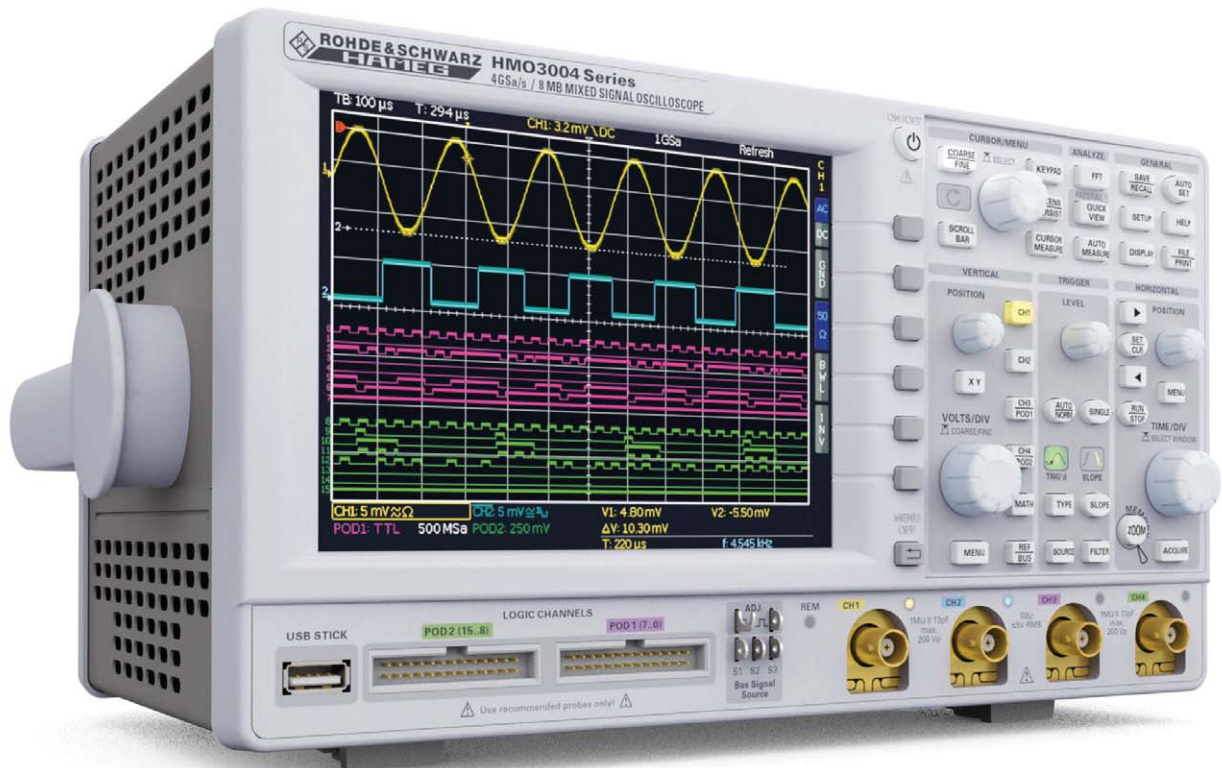
4.2 Schnelle Transienten / Entladung statischer Elektrizität

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

HAMEG Instruments GmbH

0.1	Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung	2	7	Anzeige von Signalen	32
0.2	300/400/500 MHz Digitaloszilloskop HMO3002/3004	4	7.1	Anzeigeeinstellungen	32
0.3	Technische Daten	5	7.2	Nutzung des virtuellen Bildschirms	33
1	Installations- und Sicherheitshinweise	7	7.3	Signalintensitätsanzeige und Nachleuchtfunktion	33
1.1	Symbole	7	7.4	XY-Darstellung	34
1.2	Aufstellung des Gerätes	7	8	Messungen	35
1.3	Sicherheit	7	8.1	Cursormessungen	35
1.4	Bestimmungsgemäßer Betrieb	7	8.2	Automessfunktionen	36
1.5	Umgebungsbedingungen	8	9	Analyse	38
1.6	Gewährleistung und Reparatur	8	9.1	Mathematik-Funktionen	38
1.7	Wartung	8	9.2	Frequenzanalyse (FFT)	40
1.8	Messkategorie 0	8	9.3	Quick View	41
1.9	Netzspannung	9	9.4	PASS/FAIL Test basierend auf Masken	42
1.10	Batterien und Akkumulatoren/Zellen	9	10	Dokumentation, Speichern und Laden	43
1.11	Produktentsorgung	9	10.1	Geräteeinstellungen	43
2	Einführung	10	10.2	Referenzen	44
2.1	Vorderansicht	10	10.3	Kurven	44
2.2	Bedienpanel	10	10.4	Bildschirmfoto	45
2.3	Bildschirm	11	10.5	Formelsätze	46
2.4	Rückansicht	11	10.6	Definition der FILE/PRINT-Taste	46
2.5	Optionen	12	11	Mixed-Signal-Betrieb (optional)	47
2.6	Allgemeines Bedienkonzept	12	11.1	Logiktrigger für digitale Eingänge	47
2.7	Grundeinstellungen und integrierte Hilfe	13	11.2	Anzeigefunktionen für die Logikkanäle	47
2.8	Bussignalquelle	13	11.3	Cursormessungen für Logikkanäle	48
2.9	Gerätefirmware- und Hilfe-Update	14	11.4	Automessungen für Logikkanäle	48
2.10	Upgrade mit Softwareoptionen	14	12	Serielle Busanalyse (optional)	49
2.11	Selbstabgleich	15	12.1	Konfiguration serieller Busse	49
2.12	Selbstabgleich Logikastkopf	15	12.2	Parallel BUS	50
3	Schnelleinstieg	16	12.3	I ² C BUS	50
3.1	Aufstellen und Einschalten des Gerätes	16	12.4	SPI / SSPI BUS	52
3.2	Anschluss eines Tastkopfes und Signalerfassung	16	12.5	UART/RS-232 BUS	54
3.3	Betrachten von Signaldetails	17	12.6	CAN BUS	56
3.4	Cursormessungen	17	12.7	LIN BUS	57
3.5	Automatische Messungen	18	13	Fernsteuerung über Schnittstellen	59
3.6	Mathematikeinstellungen	19	13.1	Ethernet	59
3.7	Daten abspeichern	19	13.2	USB	60
4	Vertikalsystem	20	13.3	RS-232 (Option H0720)	60
4.1	Kopplung	20	13.4	IEEE 488.2 / GPIB (Option H0740):	60
4.2	Verstärkung, Y-Position und Offset	21	14	Anhang	61
4.3	Bandbreitenbegrenzung und Invertierung	21	14.1	Abbildungsverzeichnis	61
4.4	Tastkopfdämpfung und Einheitenwahl (Volt/Ampere)	21	14.2	Stichwortverzeichnis	62
4.5	Schwellwerteinstellung	22			
4.6	Name für einen Kanal	22			
5	Horizontalsystem (Zeitbasis)	23			
5.1	Erfassungsbetriebsart RUN und STOP	23			
5.2	Zeitbasiseinstellungen	23			
5.4	Interlace-Betrieb	26			
5.5	ZOOM-Funktion	26			
5.6	Navigation-Funktion	26			
5.7	Marker-Funktion	26			
5.8	Such-Funktion	27			
6	Triggersystem	28			
6.1	Triggermodi Auto, Normal und Single	28			
6.2	Triggerquellen	29			
6.3	Flankentrigger	29			
6.4	Impulstrigger	29			
6.5	Logiktrigger	30			
6.6	Hold Off Zeit	31			
6.7	Videotrigger	31			

300/400/500MHz 2[4] Kanal Mixed-Signal-Oszilloskop HM03002 [HM03004]



8 Kanal Logikastkopf
HO3508



Aktiver Tastkopf HZ030



Zukunftssicher durch
Bandbreiten-Upgrade-Option
H00352/354 – H00452/454

300/400 MHz
>>>>
500 MHz

- ✓ **4GSa/s Real Time, rauscharme Flash A/D Wandler**
- ✓ **8MPts Speicher, ∞ Zoom bis 200.000:1**
- ✓ **MS0-Funtionen serienmäßig, Logik-Tastkopf H03508 [H03516] mit 8 [16] Logikkanälen als Zubehör**
- ✓ **Serielle Busse triggern und hardwareunterstützt dekodieren, inkl. Tabellendarstellung. Optionen: I²C + SPI + UART/RS-232 (H0010/H0011), CAN + LIN (H0012)**
- ✓ **Vertikale Empfindlichkeit 1mV/Div, Offsetbereich $\pm 0,2... \pm 20V$**
- ✓ **6-Digit Hardware-Zähler**
- ✓ **Echtzeit FFT-Funktion (dBm, dBV, U_{eff}), bis 64 kPts**
- ✓ **Automatische Suche nach nutzerdefinierten Ereignissen**
- ✓ **Pass/Fail-Test basierend auf Masken**
- ✓ **Auto-Messfunktionen: max. 6 Parameter inkl. Statistik, Formeleditor, Verhältniscursor**
- ✓ **12Div in X-Richtung, 20Div in Y-Richtung (VirtualScreen)**
- ✓ **Triggerbetriebsarten: Flanke, Video, Pulsbreite, Logik, verzögert, Ereignis, Hold-Off**
- ✓ **Automatisch oder manuell einstellbare Speichertiefe**
- ✓ **3 x USB für Massenspeicher und Fernsteuerung**

HM03004 Serie 4-Kanal Mixed-Signal-Oszilloskope **HM03002 Serie 2-Kanal Mixed-Signal-Oszilloskope** **HM03032 [HM03034] 300 MHz** **HM03042 [HM03044] 400 MHz** **HM03052 [HM03054] 500 MHz** Firmware: ≥ 5.0

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

Anzeige

Display:	16,5 cm [6,5"] VGA Color TFT
Auflösung:	640 x 480 Pixel
Hintergrundbeleuchtung:	LED 500 cd/m ²
Anzeigebereich für Kurven:	50 Pkt/Div
ohne Menü	400 x 600 Pixel (8 x 12 Div)
mit Menü	400 x 500 Pixel (8 x 10 Div)
Farbtiefe:	256 Farben
Helligkeitsstufen pro Kanal:	0...31
Kanalanzeige:	Falschfarben, Inverse Helligkeit
Busdarstellung	bis zu zwei Busse, parallele Busse, serielle Busse (optional), dekodieren des Buswertes in ASCII, Binar, Dezimal oder Hexadezimal; Tabellendarstellung der dekodierten Nachrichten
Virtual Screen:	20 Div vertikal für alle Mathematik-, Logik-, Bus- und Referenzsignale
LED-Helligkeit:	2 Stufen

Vertikalsystem

Kanäle:	
DSO Mode	CH 1, CH 2 [CH 1...CH 4]
MSO Mode	CH 1, CH 2, LCH 0...15 (Logik-Eingänge) mit 2 x Option H03508
Hilfseingang:	Frontseite [Geräterückseite]
Funktion	External Trigger
Impedanz	1 M Ω 14 pF \pm 2 pF
Kopplung	DC, AC
Max. Eingangsspannung	100 V [DC + Spitze AC]
XYZ-Betrieb:	Wahlweise alle Analogkanäle
Invertierung:	CH 1, CH 2 [CH 1...CH 4]
Y-Bandbreite (-3 dB):	300/400/500 MHz (5 mV...5 V)/Div 300 MHz: 180 MHz (1 mV, 2 mV)/Div 400/500 MHz: 200 MHz (1 mV, 2 mV)/Div
Untere AC Bandbreite:	2 Hz
Bandbreitenbegrenzung (zuschaltbar):	Ca. 20 MHz
Anstiegszeit (berechnet):	300 MHz: <1,166 ns 400 MHz: <0,875 ns 500 MHz: <0,7 ns
DC-Verstärkungs- genauigkeit:	2 % vom Bereichsendwert
Eingangsempfindlichkeit:	12 kalibrierte Stellungen
CH 1, CH 2 [CH 1...CH 4]	1 mV/Div...5 V/Div (1–2–5 Folge)
Feineinskalierung	Zwischen den kalibrierten Stellungen
Eingänge CH 1, CH 2 [CH 1...CH 4]:	
Impedanz	1 M Ω 13 pF \pm 2 pF (50 Ω zuschaltbar)
Kopplung	DC, AC, GND
Max. Eingangsspannung	1 M Ω : 200 V _p , abfallend mit 20 dB/Dekade ab 100 kHz bis 5 V _{rms} 50 Ω : <5 V _{rms} , max. 30 V _p Messkategorie 0
Messstromkreise:	
Positionsbereich:	\pm 8 Divs
Offseiteinstellung:	
1 mV, 2 mV	\pm 0,2 V - 8 Div * Empfindlichkeit
5...20 mV	\pm 1 V - 8 Div * Empfindlichkeit
50 mV	\pm 2,5 V - 8 Div * Empfindlichkeit
100 mV, 200 mV	\pm 20 V - 8 Div * Empfindlichkeit
500 mV...5 V	\pm 50 V - 8 Div * Empfindlichkeit
Logikeingänge:	Mit Option H03508/H03516
Schaltpegel	TTL, CMOS, ECL, 2 x User -2V...+8 V
Impedanz	100 k Ω <4 pF
Kopplung	DC
Max. Eingangsspannung:	40 V [DC + Spitze AC]

Triggerung

Triggerbetriebsarten:	
Auto	Triggert automatisch auch dann, wenn eine bestimmte Zeit kein Triggerereignis mehr auftritt
Norm	Triggert immer, wenn ein Triggerereignis auftritt
Single	Triggert einmalig auf ein Triggerereignis
Triggeranzeige:	LED

Triggerempfindlichkeit:

Intern	≥ 5 mV/Div; 0,8 Div ≥ 2 mV/Div...<5 mV/Div: 1 Div <2 mV/Div: 1,5 Div
Ext. Trigger über	Auxiliary Input [Aux. Input an Rückseite]
Ext. Empfindlichkeit	0,5 V...10 V _{SS}
Triggerpegelbereich:	
Mit Autolevel	Einstellbarkeit des Levels zwischen den Scheitelwerten des Signales
Ohne Autolevel	-8 Div...+8 Div
Extern	-5 V...+5 V
Triggertypen:	
Flanke:	
Flankenrichtung	Fallend, steigend, beide
Quellen	CH 1, CH 2, Netz, Ext. [CH 1...CH 4, Netz, Ext.]
Kopplung:	
Auto Level	Einstellbarkeit des Levels zwischen den Scheitelwerten des Signales 5 Hz...300/400/500 MHz
AC	5 Hz...300/400/500 MHz
DC	0...300/400/500 MHz
HF	30 kHz...0...300/400/500 MHz
LF	0...5 kHz, zuschaltbar bei DC, Auto Level
Noise Rejection (Tiefpass)	100 MHz, zuschaltbar bei DC, AC, Auto Level
Pulsbreite:	
Polarität	Pos./neg.
Funktionen	ti>t, ti<t, ti=t, ti/=t, t1<ti<t2, nicht (t1<ti<t2)
Pulsdauer	16 ns...8,589 s, Auflösung 4 ns/1 μ s
Video:	Pos./neg. Sync. Impulse
Norm	PAL, SECAM, NTSC, PAL-M, SDTV 576i, HDTV 720p, HDTV 1080i, HDTV 1080p
Halbbild	Erstes, zweites, beide
Zeile	Alle, wählbare Zeilennummer
Quelle	CH 1, CH 2, Ext. [CH 1...CH 4]
Logik:	
Logik Funktionen	AND, OR, WAHR, UNWAHR mit oder ohne Auswertung der Dauer der Logikverknüpfung ti>t, ti<t, ti=t, ti/=t, t1<ti<t2, nicht (t1<ti<t2), Timeout
Zeitdauer Funktionen	
Zeitdauer	4 ns...1 s
Quelle	LC0...15
Zustände	LC0...15 X, H, L
Serielle Busse: (Optionen)	
I ² C	Start, Stop, ACK, NACK, Address/Data
SPI	Start, End, Serial Pattern (32 Bit)
UART/RS232	Startbit, Frame Start, Symbol, Pattern
LIN	Frame Start, Wake Up, Identifier, Data, Error
CAN	Frame Start, Frame End, Identifier, Data, Error

Trigger Holdoff: 50 ns > 10 s

2. Trigger (B):

Typ	Flankentrigger
Flankenrichtung	Steigend oder fallend
Min. Signalthöhe	0,8 Div
Quellen:	CH 1, CH 2, Ext. [CH 1...CH 4]
Kopplung (Quelle B=A):	DC, HF, NR
Kopplung (Quelle B=A):	wie Trigger A
Pegel (Quelle B=A):	-8 Div...+8 Div (getrennt von A einstellbar)
Pegel (Quelle B=A):	wie Pegel A
Frequenzbereich	0...300/400/500 MHz
Betriebsarten:	
nach Zeit	16 ns...8,589 s, Auflösung 4 ns/1 μ s
nach Ereignissen	1...2 ¹⁶

Horizontalsystem

Darstellung:	Zeitbereich, Frequenz (FFT), Spannung [XY]
Darstellung Zeitbasis:	Main-Fenster, Main- und Zoom-Fenster
Memory Zoom:	Bis zu 200.000:1
Zeitbasis:	
Genauigkeit	15 ppm
Alterung	\pm 5 ppm/Jahr
Refresh-Betriebsarten	1 ns/Div...20 ms/Div
Roll-Betriebsarten	50 ms/Div...50 s/Div
Kanal-Kanal Deskew:	-62,5 ns...61,5 ns
Schrittweite	500 ps
Suchfunktionen:	Slope, Pulse, Peak, Rise-/Falltime, Runt
Marker:	bis zu 8 vom Nutzer positionierbare Marker zur einfachen Navigation; automatische Marker gemäß Suchkriterien

Digitale Speicherung

Abtastrate:	2 x 2 GSa/s, 1 x 4 GSa/s [4 x 2 GSa/s, 2 x 4 GSa/s] Logik-Kanäle: 16 x 1 GSa/s
-------------	--

Auflösung (vertikal):	8 Bit, HiRes 10 Bit
Memory:	2 x 4 MPts [4 x 4 MPts], 1 x 8 MPts, [2 x 8 MPts]
Betriebsarten:	Refresh, Average (1024), Envelope, Peak-Detect (500ps), Filter, Roll (freilaufend/getriggert ab Zeitbasis 50 ms/Div und langsamer), HiRes
Interpolation:	CH 1...CH 4: Sinx/x, Pulse, Linear; LC0...15: Pulse
Nachleuchten:	Off, 50 ms...∞
Verzögerung Pretrigger:	0...4 Millionen x (1/Abtaste) Interlaced x2
Posttrigger	0...8,59 Milliarden x (1/Abtaste)
Signalwiederholrate:	Bis zu 5.000 Kurven/s
Darstellung:	Dots, Vektoren (Interpolation), 'Nachleuchten'

Bedienung/Messung/Schnittstellen

Bedienung:	Menügeführt (mehrsprachig), Autoset, Hilfsfunktionen (mehrsprachig)
Frequenzzähler:	
0,5 Hz...300/400/500 MHz	6 Digit Auflösung
Genauigkeit	15 ppm
Alterung	± 5 ppm/Jahr
Auto-Messfunktionen:	U_{SS} , U_{S+} , U_{S-} , U_{Eff} , U_{Mittel} , U_{Min} , U_{Max} , Amplitude, Phase, Frequenz, Periode, Anstiegszeit 80/90%, Abfallzeit 80/90%, Pulsebreite pos/neg, Tastverhältnis pos/neg, Standardabweichung, Verzögerung, Flankenzeiter pos/neg, Impulsezähler pos/neg, Triggerperiode, Triggerfrequenz
Statistik	Min, Max, Mean, Standardabweichung, Anzahl der Messungen für bis zu 6 Funktionen gleichzeitig
Cursor-Messfunktionen:	ΔU , Δt , $1/\Delta t$ (f), U gegen GND, U_i bezogen auf den Triggerpunkt, Verhältnis X und Y, Impuls- und Flankenzeiter, Spitze-Spitze, Spitze+, Spitze-, Mittelwert, Effektivwert, Tastverhältnis, Anstiegszeit
Anwenderspeicher	8 MByte für Referenzen, Geräteeinstellungen und Formeln
Schnittstellen:	
Intern	2x USB-Host (Typ A) (1x Vorderseite, 1x Rückseite), Massenspeicher (FAT16/32)
Wechselbar	HO730 Dual-Schnittstelle Ethernet/USB-Device (Typ B)
Video OUT:	DVI-D (480p, 60Hz) für externe Anzeige, HDMI-kompatibel
Trigger OUT:	BNC (Rückseite), Modes: Trigger, Mask
Optional:	Dual-Schnittstelle USB/RS-232 (HO720) Schnittstelle IEEE-488 (GPIB) (HO740)

Mathematische Funktionen

Quickmath:	ADD, SUB, MUL, DIV
Editor für Formelsätze mit:	Max. 5 Formeln pro Formelsatz
Label für:	Mathematikspeicher und Formelsatz
Quellen:	Alle Kanäle und Mathematikspeicher, Konstanten
Ziele:	Mathematikspeicher
Funktionen:	ADD, SUB, 1/X, ABS, MUL, DIV, SQ, POS, NEG, INV, SQR, MIN, MAX, LOG ₁₀ , LN, Integral, Differential, IIR-Hochpass, IIR-Tiefpass
Anzeige:	Bis zu 4 Mathematikspeicher mit Label
Maskentest:	Vergleich (pass/fail) eines Signals mit einer definierten Maske
Quickview:	Grafische Anzeige von: U_{S+} , U_{S-} , Mittelwert, Anstiegszeit, Abfallzeit

Verschiedenes

Probe ADJ Ausgang (für Tastkopfabgleich):	1 kHz/1 MHz Rechtecksignal ca. $0,2V_{SS}$ ($t_a < 4$ ns)
Bus Signal Source (4 Bit):	SPI, I ² C, UART, Rechteck, 4 Bit Zähler, 4 Bit Zufallsmuster
Interne RTC (Realtime clock):	Datum und Uhrzeit für gespeicherte Daten
Netzanschluss:	100...240V, AC 50...60 Hz, CAT II
Leistungsaufnahme:	Max. 70 [90] W
Sicherheit:	Schutzklasse 1 (EN61010-1), CSA (pending)
Arbeitstemperatur:	+5...+40 °C
Lagertemperatur:	-20...+70 °C
Rel. Luftfeuchtigkeit:	5...80 % (ohne Kondensation)
Diebstahlschutz:	Kensington Lock
Abmessungen (B x H x T):	285 x 175 x 220 mm
Gewicht:	3,6 kg

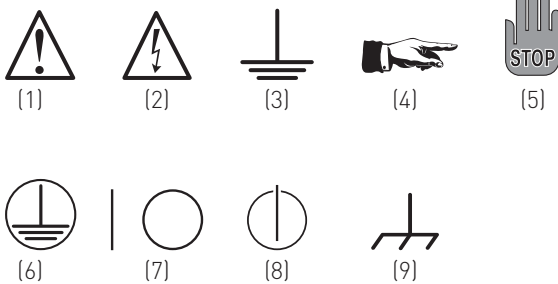
Im Lieferumfang enthalten: Netzkabel, gedruckte Bedienungsanleitung, 2 [4] Tastköpfe, 10:1 mit Teilungsfaktorkennung (HZ350 300/400MHz, HZ355 500MHz), Software-CD

Empfohlenes Zubehör:

HO010	Serielle Busse triggern und hardwareunterstützt dekodieren, I ² C, SPI, UART/RS-232 auf Analogkanälen und Logikkanälen
HO011	Serielle Busse triggern und hardwareunterstützt dekodieren, I ² C, SPI, UART/RS-232 auf Analogkanälen
HO012	Serielle Busse triggern und hardwareunterstützt dekodieren, CAN, LIN auf Logikkanälen und Analogkanälen
HO3508	aktiver 8 Kanal Logikastkopf
HO3516	2 x HO3508, aktive 8-Kanal Logik-Tastköpfe
HO720	Dual-Schnittstelle USB-Device/RS-232
HO740	Schnittstelle IEEE-488 (GPIB), galvanisch getrennt
HZ46	19" Einbausatz 4HE
HZ99	Tasche zum Schutz und für den Transport
HZ355	Slimline-Tastkopf mit automatischer Kennung 10:1
HZ355DU	Upgrade von 2 x HZ350 auf 2 x HZ355 (für 300/400MHz-Geräte)
HZO20	Hochspannungstastkopf 1.000:1 (400 MHz, 1.000 V _{Eff})
HZO30	Aktiver Tastkopf 1 GHz (0,9 pF, 1 MΩ, mit vielen Zubehörteilen)
HZO40	Aktiver differentieller Tastkopf 200 MHz (10:1, 3,5 pF, 1 MΩ)
HZO41	Aktiver differentieller Tastkopf 800 MHz (10:1, 1 pF, 200 kΩ)
HZO50	AC/DC Stromzange 30 A, DC...100 kHz
HZO51	AC/DC Stromzange 100/1.000 A, DC...20 kHz

1 Installations- und Sicherheitshinweise

1.1 Symbole



- Symbol 1: Achtung, allgemeine Gefahrenstelle – Produktdokumentation beachten
 Symbol 2: Gefahr vor elektrischem Schlag
 Symbol 3: Erdungsanschluss
 Symbol 4: Hinweis – unbedingt beachten
 Symbol 5: Stopp! – Gefahr für das Gerät
 Symbol 6: Schutzleiteranschluss
 Symbol 7: EIN-/AUS Versorgungsspannung
 Symbol 8: Stand-by-Anzeige
 Symbol 9: Masseanschluss

1.2 Aufstellung des Gerätes

Wie den Abbildungen zu entnehmen ist, lässt sich der Griff in verschiedene Positionen schwenken:
 A und B = Trageposition
 C, D und E = Betriebsstellungen mit unterschiedlichem Winkel
 F = Position zum Entfernen des Griffes.
 G = Position unter Verwendung der Gerätefüße, Stapelposition und zum Transport in der Originalverpackung.



Achtung!

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

Entfernen/Anbringen des Tragegriffs: In Position F kann der Griff entfernt werden, in dem man ihn weiter herauszieht. Das Anbringen des Griffs erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

1.3 Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgereäte 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.

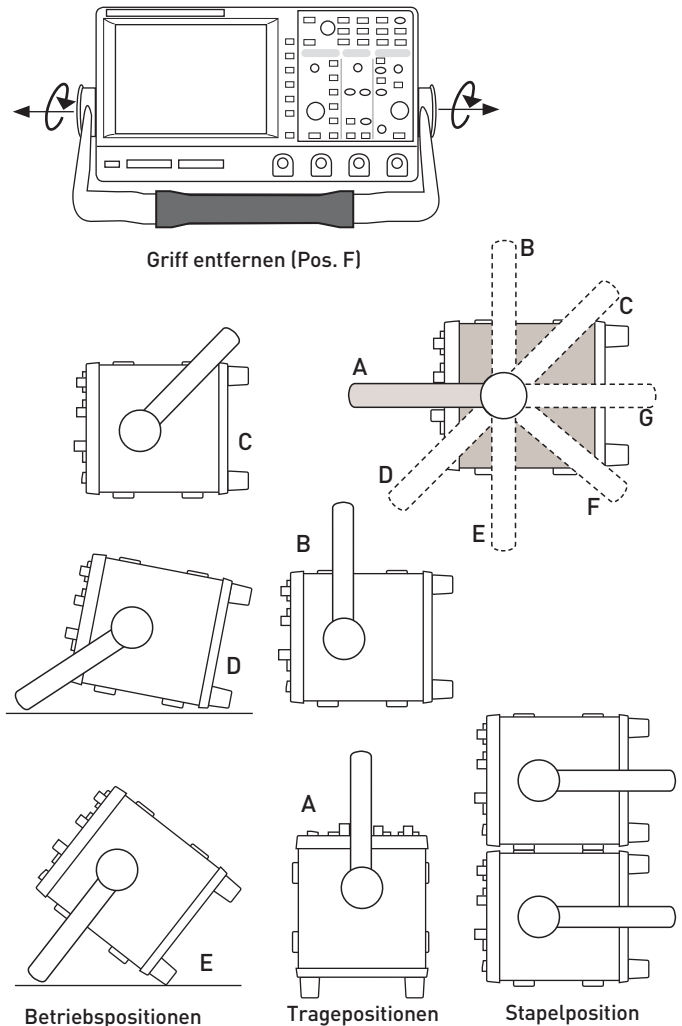


Abb. 1.1: Betriebs-, Trage- und Stapelpositionen

Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft.

Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. 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).

1.4 Bestimmungsgemäßer Betrieb

ACHTUNG! Das Messgerät ist nur zum Gebrauch durch Personen bestimmt, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind. Das Oszilloskop darf nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden, die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist

unzulässig. Der Netzstecker muss kontaktiert sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

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

Das Messgerät darf jeweils nur im Innenbereich eingesetzt werden. Vor jeder Messung ist das Messgerät auf korrekte Funktion an einer bekannten Quelle zu überprüfen.



Das Messgerät ist nur mit dem HAMEG Original-Messzubehör, -Messleitungen bzw. -Netzkabel zu verwenden. Vor Beginn jeder Messung sind die Messleitungen auf Beschädigung zu überprüfen und ggf. zu ersetzen. Beschädigte oder verschlissene Zubehöerteile können das Gerät beschädigen oder zu Verletzungen führen.



Zum Trennen vom Netz muss der rückseitige Kaltgerätestecker gezogen werden.

1.5 Umgebungsbedingungen

Der zulässige Arbeitstemperaturbereich während des Betriebes reicht von +5 °C bis +40 °C. Während der Lagerung oder des Transportes darf die Temperatur zwischen -20 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, sollte 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 ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen.



Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Das Gerät darf bis zu einer Höhe von 2000 m über Meeresspiegel betrieben werden.

Nennzeiten mit Toleranzangaben gelten nach einer Aufwärmzeit von mindestens 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C (Toleranz $\pm 2^\circ\text{C}$). Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

1.6 Gewährleistung und Reparatur

HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn in-Test“. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Die Prüfung erfolgt mit Prüfmitteln, die auf nationale Normale rückführbar kalibriert sind. Es gelten die gesetzlichen Gewährleistungsbestimmungen des Landes, in dem das HAMEG-Produkt erworben wurde. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das HAMEG-Produkt erworben haben.

Nur für die Länder der EU:

Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der EU die Reparaturen auch direkt mit HAMEG abwickeln. Auch

nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen zur Verfügung.

Return Material Authorization (RMA):

Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: <http://www.hameg.com> oder Fax eine RMA-Nummer an. Sollten Sie technische Unterstützung oder eine geeignete Verpackung (Originalkarton) benötigen, so kontaktieren Sie bitte den HAMEG-Service:

HAMEG Instruments GmbH
Service
Industriestr. 6
D-63533 Mainhausen
Telefon: +49 (0) 6182 800 500
Telefax: +49 (0) 6182 800 501
E-Mail: service@hameg.com



Das Produkt darf nur von dafür autorisiertem Fachpersonal geöffnet werden. vor Arbeiten am Produkt oder Öffnen des Produkts ist dieses von der Versorgungsspannung zu trennen, sonst besteht das Risiko eines elektrischen Schlags.

1.7 Wartung



Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem weichen, nicht fasernden Staubtuch gereinigt werden.



Bevor Sie das Gerät reinigen stellen Sie bitte sicher, dass es ausgeschaltet und von allen Spannungsversorgungen getrennt ist.



Keine Teile des Gerätes dürfen mit Alkohol oder anderen Lösungsmitteln gereinigt werden!

Die Anzeige darf nur mit Wasser oder geeignetem Glasreiniger (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gesäubert werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Beschriftung oder Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

1.8 Messkategorie 0

Dieses Oszilloskop ist für Messungen an Stromkreisen bestimmt, die entweder gar nicht oder nicht direkt mit dem Netz verbunden sind. Das Gerät entspricht der Messkategorie 0; die Eingangsspannung darf 200 V (Spitzenwert), 150 V RMS bei 1 M Ω Eingangswiderstand und 5 V RMS bei 50 Ω Eingangswiderstand nicht überschreiten.

Transiente Überspannungen dürfen 200 V (Spitzenwert) nicht überschreiten. Bei Messungen in Messkreisen mit transienten Überspannungen oberhalb der Messkategorie 0 müssen Sie sicherstellen, dass am Messeingang des Geräts keine transienten Überspannungen größer als CAT 0 auftreten können. Um dies sicherzustellen, dürfen Sie nur Tastköpfe verwenden, die entsprechend DIN EN 61010-031 gebaut und geprüft sind. Bei Messungen in Messkreisen der Messkategorien II, III oder IV muss der verwendete Tastkopf die Spannung so reduzieren, dass keine transienten Überspannungen größer als CAT 0 am Gerät auftreten. Direkte Messungen (ohne galvanische Trennung) an Messstromkreisen der Messkategorie II, III oder IV sind unzulässig! Die Stromkreise eines Messobjekts sind dann nicht direkt mit dem Netz verbunden, wenn das Messobjekt über einen Schutz-Trenntransformator der Schutzklasse II betrieben

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

Messkategorien

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

Messkategorie 0 (ehemals Messkategorie I): Elektronische Geräte und abgesicherte Stromkreise in Geräten.

1.9 Netzspannung

Das Gerät arbeitet mit 50 und 60 Hz Netzwechselspannungen im Bereich von 100 V bis 240 V (Toleranz $\pm 10\%$). Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen. Die Netzeingangssicherung ist von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse 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 Schraubendreher herausgehoben werden. Der Ansatzpunkt ist ein Schlitz, der sich auf der Seite der Anschlusskontakte befindet. Die Sicherung kann dann aus einer Halterung gedrückt und muss durch eine identische ersetzt werden (Angaben zum Sicherungstyp nachfolgend). 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 Gewährleistung.

Sicherungstyp: IEC 60127 - T2.5H 250V, Größe 5 x 20 mm

1.10 Batterien und Akkumulatoren/Zellen



Werden die Hinweise zu Batterien und Akkumulatoren/Zellen nicht oder unzureichend beachtet, kann dies Explosion, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen. Die Handhabung von Batterien und Akkumulatoren mit alkalischen Elektrolyten (z.B. Lithiumzellen) muss der EN 62133 entsprechen.

1. Zellen dürfen nicht zerlegt, geöffnet oder zerkleinert werden.
2. Zellen oder Batterien dürfen weder Hitze noch Feuer ausgesetzt werden. Die Lagerung im direkten Sonnenlicht ist zu vermeiden. Zellen und Batterien sauber und trocken halten. Verschmutzte Anschlüsse mit einem trockenen, sauberen Tuch reinigen.
3. Zellen oder Batterien dürfen nicht kurzgeschlossen werden. Zellen oder Batterien dürfen nicht gefährbringend in einer Schachtel oder in einem Schubfach gelagert werden, wo sie

sich gegenseitig kurzschließen oder durch andere leitende Werkstoffe kurzgeschlossen werden können. Eine Zelle oder Batterie darf erst aus ihrer Originalverpackung entnommen werden, wenn sie verwendet werden soll.

4. Zellen und Batterien von Kindern fernhalten. Falls eine Zelle oder eine Batterie verschluckt wurde, ist sofort ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen.
5. Zellen oder Batterien dürfen keinen unzulässig starken, mechanischen Stößen ausgesetzt werden.
6. Bei Undichtheit einer Zelle darf die Flüssigkeit nicht mit der Haut in Berührung kommen oder in die Augen gelangen. Falls es zu einer Berührung gekommen ist, den betroffenen Bereich mit reichlich Wasser waschen und ärztliche Hilfe in Anspruch nehmen.
7. Werden Zellen oder Batterien, die alkalische Elektrolyte enthalten (z.B. Lithiumzellen), unsachgemäß ausgewechselt oder geladen, besteht Explosionsgefahr. Zellen oder Batterien nur durch den entsprechenden Typ ersetzen, um die Sicherheit des Produkts zu erhalten.
8. Zellen oder Batterien müssen wiederverwertet werden und dürfen nicht in den Restmüll gelangen. Akkumulatoren oder Batterien, die Blei, Quecksilber oder Cadmium enthalten, sind Sonderabfall. Beachten Sie hierzu die landesspezifischen Entsorgungs- und Recycling-Bestimmungen.

1.11 Produktentsorgung



Abb. 1.2: Produktkennzeichnung nach EN 50419

Das ElektroG setzt die folgenden EG-Richtlinien um:

- 2002/96/EG (WEEE) für Elektro- und Elektronikgeräte und
- 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektronikgeräten (RoHS-Richtlinie).

Am Ende der Lebensdauer des Produktes darf dieses Produkt nicht über den normalen Hausmüll entsorgt werden. Auch die Entsorgung über die kommunalen Sammelstellen für Elektroaltgeräte ist nicht zulässig. Zur umweltschonenden Entsorgung oder Rückführung in den Stoffkreislauf übernimmt die HAMEG Instruments GmbH die Pflichten der Rücknahme- und Entsorgung des ElektroG für Hersteller in vollem Umfang.

Wenden Sie sich bitte an Ihren Servicepartner vor Ort, um das Produkt zu entsorgen.

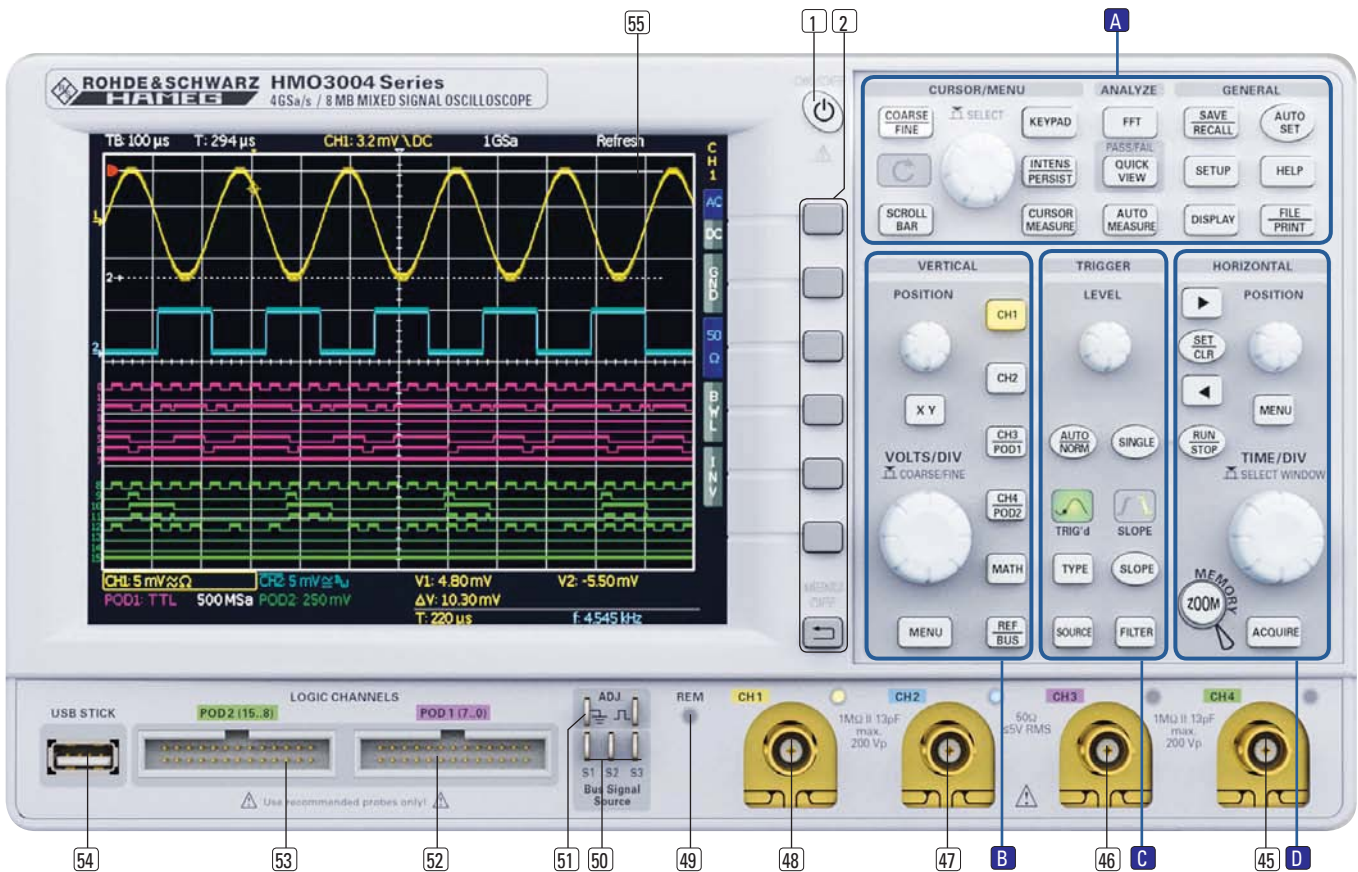


Abb. 2.1: Frontansicht eines 4-Kanal-Gerätes der HMO 3000 Serie

2 Einführung

2.1 Vorderansicht

An der Frontseite befindet sich eine Taste **1**, um den Ruhezustand ein- oder auszuschalten. Befindet sich das Gerät im Ruhemodus, leuchtet diese Taste rot, wenn das Gerät am Schalter auf der Rückseite ausgeschaltet wird, erlischt diese LED (dies dauert einige Sekunden). Ebenfalls auf der Frontseite befinden sich das Bedienfeld für die Einstellungen **2**, **A**, **B**, **C**, **D**, die BNC Anschlüsse der analogen Eingangskanäle **45** bis **48**, die Tastkopf-kompensations- **51** und Bussignalquelle **50**, die Anschlüsse für die optionalen Logiktestköpfe H03508 **52** **53**, ein USB Port für USB-Sticks **54**, der TFT-Bildschirm **55**, sowie die LED zur Anzeige von Fernsteueraktivitäten **49**. Bei einem Zweikanal-Gerät befindet sich rechts vorn der AUX Anschluss für den externen Trigger.

An die Anschlüsse für die aktiven Logiktestköpfe **52 **53** dürfen nur die Logiktestköpfe vom Typ H03508 angeschlossen werden, ansonsten besteht die Gefahr der Zerstörung der Eingänge!**

2.2 Bedienpanel

Mit den Tasten auf dem Bedienpanel haben Sie Zugriff auf die wichtigsten Funktionen, erweiterte Einstellungen sind komfortabel mittels Menüstruktur und den grauen Softmenütasten erreichbar. Der Einschaltknopf **1** besitzt eine Standby-Funktion und ist deutlich durch die Form hervorgehoben. Die wichtigsten Knöpfe sind mit farbigen LED's hinterlegt, damit man sofort die jeweilige Einstellung erkennen kann. Das Bedienpanel ist in vier Abschnitte gegliedert.

Abschnitt **A**

Dieser Abschnitt umfasst die Bereiche CURSOR/MENU, ANALYZE und GENERAL. Im Bereich CURSOR/MENU befinden sich die Cursorfunktionen **6** **8**, der Universaldrehgeber **4**, der Intens/Persist Einstellknopf **7**, sowie die Anwahl des virtuellen Bildschirms **5**.

Der ANALYZE Bereich ermöglicht direkten Zugriff auf die Umschaltung der Ansicht in den Frequenzbereich (FFT) **9**, auf die Quickview **10** Anzeige (alle wichtigen Parameter in der aktiven Kurve), den PASS/FAIL Maskentest, sowie die Einstellungen zur automatischen Messung **11**.

Wird die AUTOSET Taste **15 länger als 3 Sekunden, wird das HMO auf seine Standardeinstellungen zurückgesetzt!**

Im Bereich GENERAL befindet Sie die Taste SAVE/RECALL **12**, mit der alle Einstellungen zum Laden und Abspeichern von Geräteeinstellungen, Referenzkurven, Kurven, Bildschirmfotos und Formelsätzen möglich sind. Weitere Tasten ermöglichen den Zugriff auf die allgemeinen Einstellungen **13** (wie zum Bei-

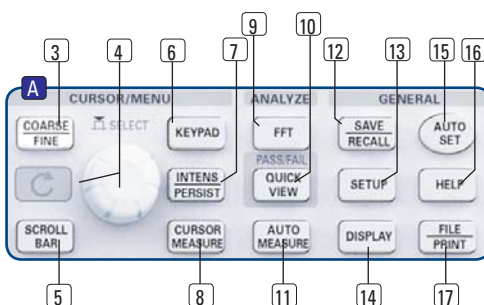


Abb. 2.2: Bedienfeld-abschnitt A

spiel der Sprache), die generellen Einstellfunktionen der Anzeige [14], das Autosetup [15], sowie die integrierte Hilfe [16] und die Taste FILE/PRINT [17], welche je nach Programmierung das direkte Abspeichern von Geräteeinstellungen, Kurven, Bildschirmfotos oder den Ausdruck auf einem Postscriptdrucker ermöglicht.

Abschnitt B:

Im Bereich VERTICAL befinden sich alle Einstellmöglichkeiten für die analogen Kanäle, wie die Y-Position [18], die Umschaltung in den XY-Anzeigebetrieb [19], die vertikale Verstärkung [20], weitergehende Menüs [21], die Kanalwahl [22] bis [25], sowie der optionalen Logikastköpfe H03508 [24] [25]. Außerdem finden Sie hier den Zugang zur Mathematik [26], den Referenzkurven- und den Buseinstellungen [27].

Abschnitt C:

Der Abschnitt TRIGGER stellt alle Funktionen zum Einstellen des Triggerpegels [28], der Umschaltung zwischen AUTO- und NORMAL-Betrieb [29], des Triggertyps [31], der Quelle [32], der einmaligen Triggerauslösung [33], der Umschaltung der Triggerflanke [35], sowie der Einstellungen zur Triggerfilterbedingung [36] zur Verfügung. Zusätzlich finden Sie Statusanzeigen, ob ein Signal die Triggerbedingungen erfüllt [30] und welche der Flanken genutzt werden [34].

Abschnitt D:

Im Abschnitt HORIZONTAL erfolgt die Einstellung der Horizontalposition des Triggerzeitpunktes oder das Setzen und Navigieren von Markern über Drucktasten [37] [38] [39] in Schritten, oder variabel mit dem kleineren Drehknopf [41]. Zusätzlich lässt sich im Menü eine Suchfunktion nach Ereignissen einstellen. Die Auswahl des RUN- oder STOP Modus erfolgt mit einer hinterleuchteten Taste [39], wobei im STOP Modus die Taste rot leuchtet. Die Zoom-Aktivierung [40], die Auswahl der Erfassungsmodi [44], die Zeitbasiseinstellung [43], sowie der Zugriff auf das Zeitbasismenü [42] erfolgen ebenfalls in diesem Abschnitt. Zusätzlich befinden sich links auf dem Bedienpanel die Softmenütasten [2], mit denen die Menüsteuerung erfolgt.

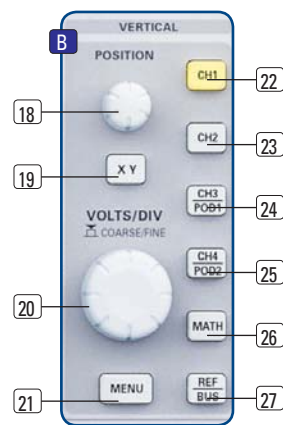


Abb. 2.3:
Bedienfeldabschnitt B

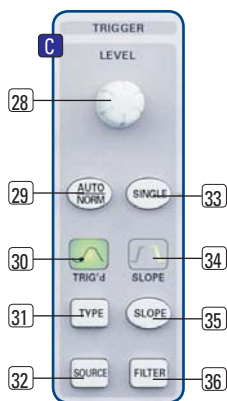


Abb. 2.4:
Bedienfeldabschnitt C

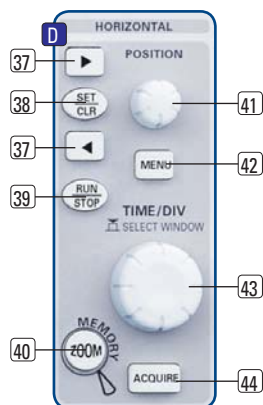


Abb. 2.5:
Bedienfeldabschnitt D

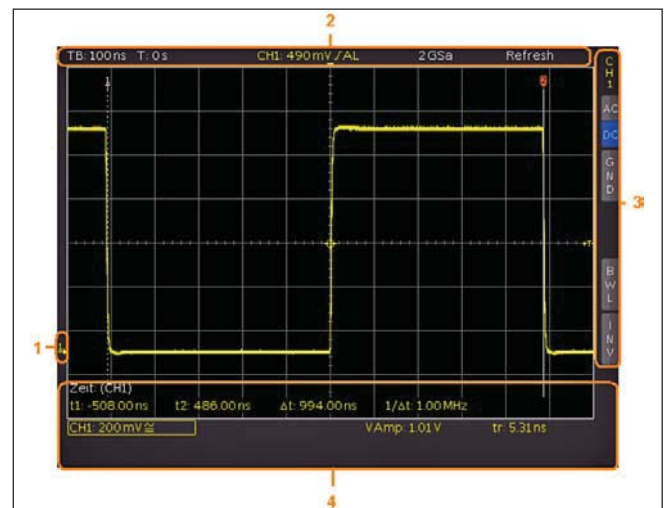


Abb. 2.6: Bildschirmansicht

von Menü auf 10 Skalenteile reduziert. Am linken Rand der Anzeige werden Informationen zum Bezugspotential der Kanäle mit kleinen Pfeilen markiert [1]. Die Zeile oberhalb des Gitters enthält Status und Einstellungsinformationen, wie die eingestellte Zeitbasis, die Triggervverzögerung und sonstige Triggerbedingungen, die aktuelle Abtastrate und die Erfassungsart [2]. Rechts neben dem Gitter wird ein Kurzmenü für die wichtigsten Einstellungen des jeweils aktiven Kanals dargestellt, welche mit den Softmenütasten ausgewählt werden können [3]. Im unteren Bildschirmteil werden die Messergebnisse der automatischen Messungen und Cursors, sowie die vertikalen Einstellungen der eingeschalteten Kanäle, Referenzen und Mathematikkurven angezeigt [4]. Im Gitter selbst werden die Signale der eingeschalteten Kanäle dargestellt. Dieses stellt 8 Skalenteile gleichzeitig dar, verfügt aber über eine virtuelle Erweiterung auf 20 Skalenteile, welche mit Hilfe der Taste SCROLL/BAR [5] angezeigt werden können.

2.4 Rückansicht

Auf der Rückseite des Gerätes befindet sich die Buchse zum Anschluss der Stromversorgung [1], der Modulschacht für die Schnittstellenmodule (USB/Ethernet, USB/RS-232, IEEE-488) [2], die standardmäßige DVI-D Buchse [3] zum Anschluss externer digitaler Monitore und Projektoren, der BNC Anschluss für den AUX-OUT [4], sowie der BNC Anschluss für den externen Trigger [5]. Beim 2-Kanal-Gerät fehlt der BNC Anschluss für den externen Trigger [5], dieser befindet sich in der 2-Kanal-Version (AUX) auf der Vorderseite.



Abb. 2.7: Rückseite HMO3004 Serie

2.3 Bildschirm

Die HMO Serie ist mit einem 6,5 Zoll (16,51 cm), mit LED hinterleuchtetem TFT Farbbildschirm mit einer VGA Auflösung (640x480 Pixel) ausgestattet. In der Normaleinstellung (ohne eingeblendete Menüs) verfügt der Bildschirm über 12 Skalenteile auf der Zeitachse. Diese wird bei Einblendung

2.4.1 DVI-Anschluss

Auf der Rückseite des Oszilloskops befindet sich die standardmäßige DVI-D-Buchse zum Anschluss externer Monitore und Projektoren. Die DVI-D-Buchse kann nur digitale Signale ausgeben, d.h. der Anschluss von Monitoren oder Beamern über deren analoge Eingänge ist nicht möglich. Die HMO Serie liefert ein DVI-Signal mit VGA-Auflösung (640x480). Somit können alle handelsüblichen TFT-Monitore angeschlossen werden. Moderne Flachbildschirme interpolieren das Signal hoch, so dass man ein Vollbild sehen kann.

Beamer können ebenfalls an den HMO angeschlossen werden. Ideal sind dabei Beamer, die für den Anschluss an Computer/Notebooks konzipiert sind, da diese auch eine Auflösung von 640 x 480 Bildpunkten verarbeiten können

2.5 Optionen

Die HMO Serie verfügt über einige Optionen, mit denen die Anwendungsbreite der Geräte wesentlich vergrößert werden können. Für den Modulschacht auf der Rückseite, der standardmäßig mit einer Dual-Schnittstelle Ethernet/USB (H0730) bestückt wird, können optional folgende Schnittstellenmodule erworben und einfach selbst installiert werden:

- H0740 (IEEE-488, GPIB, galvanisch getrennt)
- H0720 (kombiniert RS-232 und USB)

Alle HMO Geräte sind vorbereitet für den Mixed-Signal-Betrieb und verfügen daher an der Vorderseite über die notwendigen Steckverbinder. Jeder dieser beiden Stecker kann mit einem 8-Kanal-Logikastkopf H03508 verbunden werden, so dass maximal 16 digitale Logikkanäle möglich sind. Weitere Optionen (bei HMO3052 und HMO3054 bereits im Lieferumfang enthalten) sind der passive 500 MHz Slimline 10:1 Tastkopf vom Typ HZ355, passiver 1000:1 Tastkopf mit bis zu 4000V vom Typ HZO20, aktiver 10:1 Tastkopf mit kleiner 1pF Eingangskapazität vom Typ HZO30, aktive Differenzastköpfe HZ100, HZ109 und HZ115 mit bis zu 1000V_{RMS} und 40 MHz, aktive Hochgeschwindigkeits Differenzastköpfe mit 200 bzw. 800MHz vom Typ HZO40 und HZO41, die Stromzangen HZO50 und HZO51 mit bis zu 100 kHz Bandbreite und bis zu 1000A, der 19-Zoll Einbausatz HZ46, sowie eine Tasche vom Typ HZ99 zum Transport und Schutz der Geräte. Die Optionen H0010/11/12 ermöglichen die Analyse serieller Busse, nähere Informationen finden Sie im Kapitel 2.10. Zusätzlich gibt es je nach Gerätetyp die Möglichkeit, die Bandbreite per optionalen Lizenzschlüssel jederzeit zu erweitern (H00352, H00354, H00452, H00454).

2.6 Allgemeines Bedienkonzept

Die HAMEG Oszilloskope sind für ihre einfache Bedienung bekannt. Dies beruht auf einigen wenigen Grundprinzipien, die sich bei verschiedensten Einstellungen und Funktionen wiederholen.

- Tasten, die kein Softmenü öffnen (wie z.B. SCROLL BAR), schalten eine bestimmte Funktion ein; das nochmalige Drücken dieser Taste schaltet die Funktion wieder aus.
- Tasten, die eine spezielle Funktion aufrufen (z.B. die FFT), welche weitere Einstellungen ermöglichen oder erfordern, schalten beim ersten Druck die Funktion ein, beim zweiten Druck das Softmenü für die Einstellungen und beim dritten Druck die Funktion wieder aus.

- Tasten, mit denen beim einfachen Druck ein Softmenü geöffnet wird, schließen dieses beim zweiten Druck wieder.
- Der Universalknopf dient in den Menüstrukturen je nach Erfordernissen dazu, Zahlenwerte einzustellen oder unter vielen Unterpunkten zu wählen.
- Die Taste MENU OFF unterhalb der Softmenütasten schließt das aktuelle Menü oder schaltet zurück auf die nächsthöhere Ebene.
- Kanäle werden, wenn der Kanal ausgeschaltet ist, durch Druck der entsprechenden Taste eingeschaltet. Wenn der Kanal schon eingeschaltet ist, aber ein anderer Kanal ausgewählt wird (Taste leuchtet), so springt die Auswahl auf den Kanal, dessen Taste gedrückt wurde. Wenn der Kanal bereits angezeigt und ausgewählt ist (man also auf eine leuchtende Kanaltaste drückt), so wird dieser Kanal ausgeschaltet und je nach Verfügbarkeit der nächstliegende in der Reihenfolge CH1 >CH2 >CH3 >CH4 aktiviert.
- Die COARSE/FINE-Taste dient bei eingeschalteten Cursormessungen der Auswahl des Cursors, für den der Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld zur Einstellung aktiv ist. In Menüs bei alpha-numerischen Eingaben und im Dateimanager dient diese Taste zur Auswahl oder Bestätigung von Eingaben.

In den Softmenüs gibt es einige, häufig verwendete Navigations-Elemente, die im folgenden beschrieben werden.

Wie in Abb. 2.8 zu erkennen ist, gibt es zwei Auswahllemente. Aus den oberen drei wird das Element ausgewählt, dessen zugehörige Softmenütaste gedrückt wird und das ausgewählte Element blau hinterlegt wird. Eine zweite Auswahlvariante ist in den unteren beiden Menüpunkten dargestellt, ein Druck der zugeordneten Taste bewirkt ein Umschalten zwischen den Möglichkeiten. Die jeweils aktive Auswahl wird auch hier blau hinterlegt.

Wenn es sich um Funktionen handelt, die eingeschaltet und Werte eingestellt werden müssen, werden diese Menüs wie in Abb. 2.9 genutzt. Dort wird zwischen AUS und Einstellwert umgeschaltet. Der runde Pfeil rechts im Menüfenster deutet darauf hin, dass zum Einstellen des Wertes der Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld genutzt wird. Wenn es eine Menüebene tiefer gibt, so wird dies mit einem kleinen

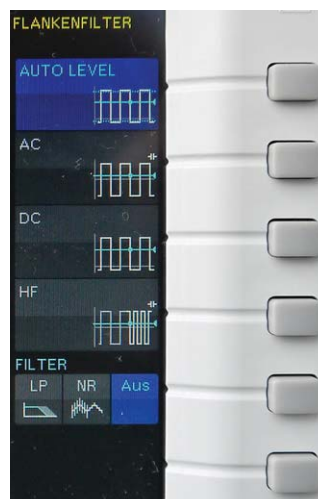


Abb. 2.8: Softmenü-grundelemente Auswahl



Abb. 2.9: Softmenügrundelemente Einstellung und Navigation

Dreieck rechts unten in dem jeweiligen Menüpunkt angezeigt. Gibt es auf gleicher Ebene weitere Seiten, so wird zur Navigation auf dieser Ebene der unterste Menüpunkt genutzt. Er beinhaltet die Anzahl der Menüseiten auf dieser Ebene und gibt die aktuelle Seitenzahl an. Mit dem Druck auf die entsprechende Softmenütaste wird immer eine Seite weitergeschaltet, nach der Letzten folgt immer die Erste.

2.7 Grundeinstellungen und integrierte Hilfe

Wichtige Grundeinstellungen, wie die Sprache der Benutzeroberfläche und Hilfe, allgemeine Einstellungen sowie Schnittstelleneinstellungen, erreichen Sie in dem Menü, welches sich nach Drücken der SETUP-Taste im Bereich GENERAL des Bedienfeldes öffnet.

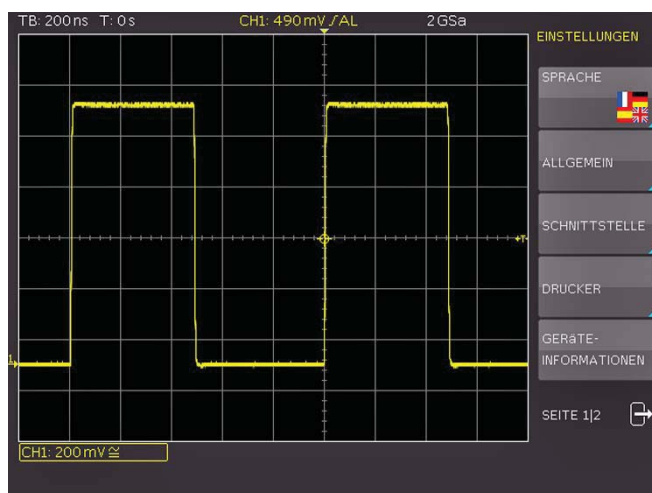


Abb. 2.10: Menü für Grundeinstellungen

Auf der ersten Seite des Menüs für die Grundeinstellungen kann die Sprache der Benutzeroberfläche und Hilfe ausgewählt werden. Die Softmenütaste **ALLGEMEIN** öffnet ein Menü, in dem folgende Einstellungen vorgenommen werden können:

- **MENÜ AUS** (wählbar ist hier manuell oder automatisch mit einer Zeit zwischen 4-30 Sekunden zum Ausblenden der Softmenüs)
- **ZEITREFERENZ** (Position für den Bezug des Triggerzeitpunktes von -5 Skalenteile bis +5 Skalenteile, 0 ist die Mitte und Standard)
- **DATUM & ZEIT** (Menü zum Einstellen von Datum und Uhrzeit)
- **SOUND** (Menü, um den Ton als Kontrollton bei Einstellungen, im Fehlerfall und bei Trigger einzuschalten, jede Kombination ist möglich)
- **GERÄTENAME** (Vergabe eines Namen mit max.19 Buchstaben, dieser wird bei Bildschirmausdrucken mit aufgeführt)
- **GERÄTELOGO IM AUSDRUCK** (Wahl, ob HAMEG Logo im Ausdruck oben rechts erscheint oder nicht)
- **AUTOSET TASTE** (Funktion der AUTOSET Taste aktivieren oder sperren)

Der Menüpunkt **SCHNITTSTELLE** führt je nach installierter Schnittstelle (Ethernet und USB sind Standard) zu den Menüs, um die Schnittstellenkonfiguration vorzunehmen.

Der Menüpunkt **DRUCKER** umfasst Einstellungen für POST-SCRIPT und PCL kompatible Drucker. Nach dem Drücken dieser Softmenütaste öffnet sich ein Untermenü in welchem Sie das Papierformat und den Farbmodus einstellen können. Mit dem obersten Menüpunkt **PAPIERFORMAT** kann mit der zugeordneten Softmenütaste zwischen den Formaten A4, A5, B5, B6, Executive, Letter und Legal in Hoch und Querformat gewählt werden. Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld erfolgt die Auswahl des entsprechenden Formats.

Mit dem Menüpunkt **FARBMODUS** kann mit derselben Einstellungsmethode zwischen Graustufen, Farbe und Invertiert gewählt werden. Der Graustufenmodus wandelt das Farbbild in ein Graustufenbild, welches auf einem Schwarz-Weiß-Postscriptdrucker ausgegeben werden kann. Im Modus Farbe wird das Bild farblich (wie auf dem Bildschirm angezeigt) ausgedruckt (schwarzer Hintergrund). Der Modus INVERTIERT druckt ein Farbbild mit weißem Hintergrund auf einem Farbdrucker aus, um Toner und Tinte zu sparen.



Im invertierten Modus sollte die Intensität der Kurven mit ca. 70% eingestellt sein, damit ein kontrastreicher Ausdruck möglich ist.

Der Menüpunkt **GERÄTEINFORMATIONEN** öffnet ein Fenster mit detaillierten Informationen über Hardware und Software des Messgerätes.

Auf der zweiten Seite befindet sich das Menü für die Geräte- und Hilfeaktualisierung (wird im folgenden Kapitel ausführlich beschrieben), sowie den **TK-ABGLEICH** und **BUS SIGNALQUELLE**. Ein Druck auf diese Softmenütaste öffnet das Auswahlmenü für die Ausgabe am ADJ. Ausgang und der Bussignalquelle. Die Beschreibung der Einstellungen entnehmen Sie bitte Kapitel 2.8.

Die integrierte Hilfe wird durch Druck auf die HELP-Taste im Bereich GENERAL des Bedienfeldes aktiviert. Es wird ein Fenster mit den Erklärungstexten geöffnet und die HELP-Taste leuchtet. Der Text im Hilfefenster wird dynamisch mit den Beschreibungen der jeweils aufgerufenen Einstellung oder Funktion aktualisiert. Wenn Sie die Hilfe nicht mehr benötigen, schalten Sie diese durch Druck auf die HELP-Taste wieder aus. Damit erlischt die Taste und das Textfenster für die Hilfe wird geschlossen.

2.8 Bussignalquelle

Die HMO Serie verfügt links neben dem Kanal 1 über vier Kontakte, an denen je nach Einstellung folgende Signale generiert werden:

- Rechtecksignal zur Tastkopfjustage (Standardeinstellung), Frequenz 1 kHz oder 1 MHz
- SPI Signal, Datenrate 100 kBit/s, 250 kBit/s oder 1 MBit/s
- I²C Signal, Datenrate 100 kBit/s, 400 kBit/s oder 1 MBit/s
- UART Signal, Datenrate 9600 Bit/s, 115,2 kBit/s und 1 MBit/s
- paralleles Muster (zufällig), Frequenz 1 kHz oder 1 MHz
- paralleles Zählersignal, Frequenz 1 kHz oder 1 MHz

Dabei ist der Anschluss links oben immer Masse und die Signalpegel betragen etwa 1V. Die folgende Tabelle zeigt die Belegung der vier Ausgänge S1, S2, S3 und S4 je nach Signal.



Abb. 2.11: Aktualisierungsmenü und Informationsfenster

Signal	S1	S2	S3	⌋
RECHTECK	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	Rechteck
SPI	Chip Select Low aktiv	Takt, steigende Flanke	Daten, High aktiv	unbenutzt
I ² C	unbenutzt	Takt SCL	Daten SDA	unbenutzt
UART	unbenutzt	unbenutzt	Daten	unbenutzt
MUSTER	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3
ZÄHLER	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3

Um in das Einstellmenü für die Bussignalquelle zu gelangen, drückt man die Taste **SETUP** im **GENERAL** Abschnitt des Bedienfeldes, wählt dort die Seite 2|2 und drückt die Softmenütaste **TK-ABGLEICH**. Die gewünschte Betriebsart für die Bussignalquelle kann nun ausgewählt werden. Es wird zu jeder Betriebsart ein Bild mit der entsprechenden Anschlussbelegung eingeblendet. Durch Druck auf eine Softmenütaste wird ein Untermenü mit der Geschwindigkeitseinstellung der gewählten Betriebsart geöffnet.

Bei einem **RECHTECK** Signal für die Tastkopfjustage kann zwischen 1 kHz für den NF-, 1 MHz für den HF-Abgleich oder **AUTOMATIK** (Standardeinstellung) gewählt werden. Im Automatikmodus schaltet der Ausgang bei Zeitbasen ab 100 µs auf 1 kHz, bei kleineren Zeitbasen wird 1 MHz ausgegeben. Die verschiedenen Signale ermöglichen das Erlernen und Überprüfen der Einstellungen für die parallele und optionale serielle Busanalyse.

2.9 Gerätefirmware- und Hilfe-Update

Die HMO Serie wird ständig weiterentwickelt. Die aktuelle Firmware kann unter www.hameg.com heruntergeladen werden. Die Firmware und Hilfe ist in eine ZIP-Datei gepackt. Je nach notwendigem Updateumfang enthält die Zip-Datei entweder alle Updates oder zum Beispiel nur die Gerätefirmware. Ist die ZIP-Datei heruntergeladen, wird diese auf einen USB Stick in dessen Basisverzeichnis entpackt. Anschließend wird der USB-Stick mit dem USB Port am Oszilloskop verbunden und die Taste **SETUP** im **GENERAL**-Bedienfeldabschnitt gedrückt. Der Menüpunkt **AKTUALISIERUNG** befindet sich auf Seite 2|2. Nach Anwahl dieses Menüpunktes öffnet sich ein Fenster, in dem die aktuell installierte Firmwareversion mit Angabe

der Versionsnummer, des Datums und der Build-Information angezeigt wird. Gerätefirmware oder die Hilfe können hier aktualisiert werden.

Wird die Softmenütaste zur Gerätefirmwareaktualisierung betätigt, so wird die entsprechende Datei auf dem Stick gesucht und die Informationen der neu zu installierenden Firmware auf dem Stick unter der Zeile **NEU:** angezeigt. Sollte die Firmware auf dem Gerät der aktuellsten Version entsprechen, so wird die Versionsnummer rot angezeigt, ansonsten erscheint die Versionsnummer grün. Nur in diesem Falle sollte die Aktualisierung durch Drücken der Softmenütaste **AUSFÜHREN** gestartet werden. Wenn die Hilfe aktualisiert oder eine zusätzliche Hilfesprache hinzugefügt werden soll, so wird der Menüpunkt **HILFE** im Aktualisierungsmenü gewählt.

Im Informationsfenster werden nun neben den installierten Sprachen mit der Datumsinformation die entsprechenden Informationen zu den verfügbaren Sprachen auf dem Stick angezeigt. Mit dem Softmenü lassen sich Sprachen hinzufügen, entfernen oder aktualisieren. Bitte beachten Sie das Datumsformat (JJJJ-MM-TT), welches bei der mehrsprachigen Hilfe der ISO Norm 8601 folgt.



Abb. 2.12: Menü und Informationsfenster des Hilfe-Updates

2.10 Upgrade mit Softwareoptionen

Die HMO Serie kann mit Optionen nachgerüstet werden, die mittels Eingabe eines Lizenzschlüssels freigeschaltet werden können. Derzeit sind die Optionen H0010/H0011/H0012 und H00352/H00354/H00452/H00454 verfügbar. Die Option H0010 erlaubt das Triggern und Dekodieren von bis zu 2 der seriellen

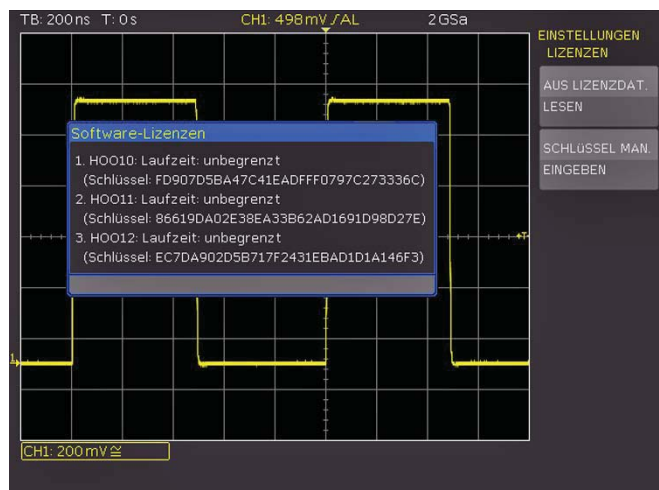


Abb. 2.13: UPGRADE Menü

Busse I²C, SPI, UART/RS-232 auf digitalen (mit Option H03508) und den analogen Kanälen. Die H0011 ermöglicht dies nur auf den analogen Kanälen und nur einen der Busse. Die Option H0012 ermöglicht das Triggern und Dekodieren von bis zu 2 seriellen Bussen CAN und LIN sowohl auf den analogen als auch den digitalen Kanälen. Die Optionen H00352, H00354, H00452 und H00454 erlauben die Erweiterung der Bandbreite per Lizenzschlüssel.

Der Lizenzschlüssel wird in der Regel als Dateianhang (Name: „SERIENNUMMER.hlk“) in einer E-Mail zugeschickt. Diese Datei ist eine ASCII Datei und kann mit einem Editor geöffnet werden. Darin kann der eigentliche Schlüssel im Klartext gelesen werden. Um die gewünschte Option mit diesem Schlüssel im Gerät freizuschalten, gibt es zwei Verfahren: das automatisierte Einlesen oder die manuelle Eingabe.

Die schnellste und einfachste Möglichkeit ist das automatisierte Einlesen über einen USB Stick. Die Lizenzdatei wird auf einem USB Stick gespeichert und anschließend über den FRONT-USB-Anschluss in das Gerät geladen. Nach Betätigen der Taste **SETUP** im **GENERAL** Abschnitt des Bedienfeldes des HMO öffnet sich das **SETUP**-Menü.

Auf Seite 212 befindet sich das Menü **LIZENZEN**. Es erscheint folgendes Menü:

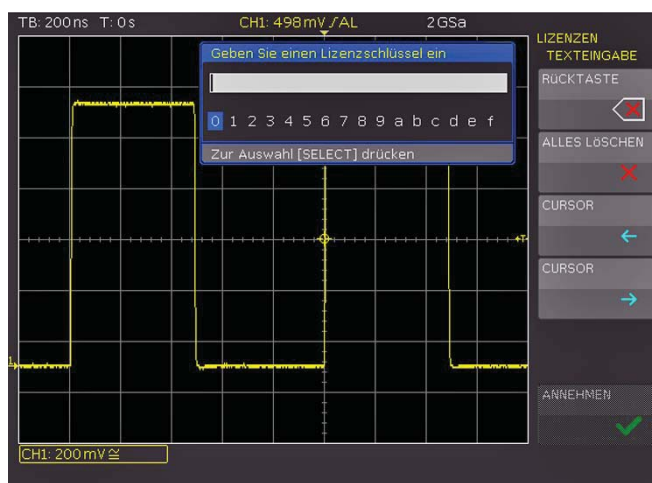


Abb. 2.14: manuelle Eingabe des Lizenzschlüssels

Die Softmenütaste **AUS LIZENZDATEI LESEN** öffnet den Dateimanager. Mit dem Universalknopf kann die entsprechende Lizenzdatei ausgewählt und anschließend mit der Softmenütaste **LADEN** geladen werden. Nun wird der Lizenzschlüssel geladen und die Option steht nach einem Neustart des Gerätes umgehend zur Verfügung.

Alternativ kann der Lizenzschlüssel manuell eingegeben werden. Dazu wird im Menü **UPGRADE** die Softmenütaste **SCHLÜSSEL MAN. EINGEBEN** gewählt. Dies öffnet ein Eingabefenster, in dem man mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld und der **ENTER-Taste** den Lizenzschlüssel manuell eingeben kann.

Ist der gesamte Schlüssel eingegeben, wird die Eingabe mit der Softmenütaste **ANNEHMEN** übernehmen. Nach einem Neustart des Gerätes ist die Option aktiviert.

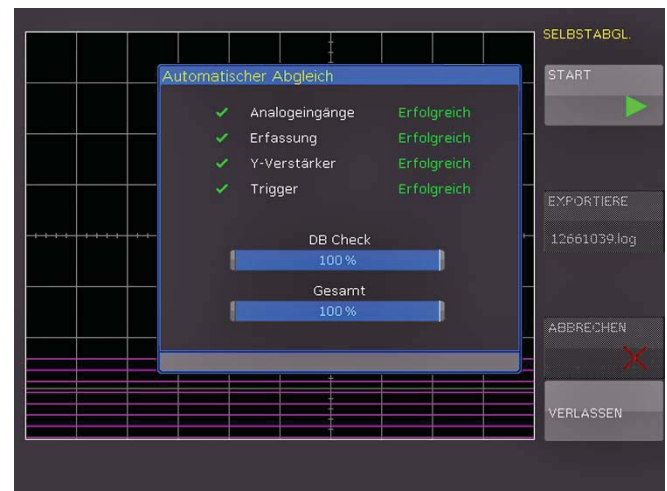



Abb. 2.15: erfolgreicher Selbstabgleich

2.11 Selbstabgleich


Die HMO Serie verfügt über einen integrierten Selbstabgleich, um die höchstmögliche Genauigkeit zu erzielen.

Im allgemeinen Selbstabgleich werden die vertikale Genauigkeit, der Offset, die Zeitbasis sowie einige Triggereinstellungen justiert und die ermittelten Korrekturwerte im Gerät abgespeichert.

 **Das Gerät muss warmgelaufen sein (mind. 20 Minuten eingeschaltet) und alle Eingänge müssen „frei“ sein, d.h. angeschlossene Kabel oder Tastköpfe müssen entfernt werden.**

Im Menü **SETUP** wird auf Seite 212 mit der Softmenütaste **SELBSTABGLEICH** der Selbstabgleich durch Drücken der Taste **START** gestartet. Die Abgleichprozedur dauert etwa 5-10 Minuten, wobei die gerade durchgeführten Schritte dargestellt und der jeweilige Fortschritt über Balken angezeigt werden. Im Anschluss an einen erfolgreichen Selbstabgleich erscheint folgende Meldung, wie in Abb. 2.16 dargestellt.

Das Selbstabgleich-Menü wird durch die Softmenütaste **VERLASSEN** verlassen. Der Selbstabgleich kann mit der Softmenütaste **ABBRECHEN** unterbrochen werden. Der Selbstabgleich sollte nur unterbrochen werden, falls z.B. das Entfernen der Tastköpfe vergessen wurde. Nach einem Abbruch sollte nochmals ein kompletter Selbstabgleich durchgeführt werden.

 **Sollte beim Selbstabgleich ein Fehler auftreten, obwohl der Abgleich wie beschrieben durchgeführt wurde, so schicken Sie bitte eine exportierte .log Datei (siehe Selbstabgleichmenü) an support@hameg.com. Diese lässt sich auf einem USB Stick speichern.**

2.12 Selbstabgleich Logikastkopf

Im Selbstabgleich für den Logikastkopf werden vorrangig die Schaltpegel abgeglichen.

Um den Selbstabgleich des Logikastkopfes zu starten, muss ein Logikastkopf H03508 an das HMO angeschlossen sein. Allerdings dürfen die Bitleitungen nicht kontaktiert werden. Im Menü wird nun der Menüpunkt **SELBSTABGLEICH LOGIKASTKOPF** gewählt, um den Prozess zu starten. Der Ablauf ist ähnlich

dem allgemeinen Geräteabgleich, dauert allerdings nur wenige Sekunden.

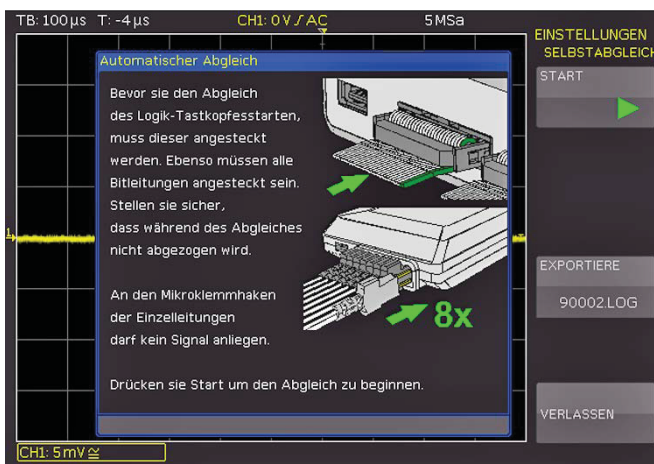


Abb. 2.16: Selbstabgleich Logiktastkopf

3 Schnelleinstieg

Im folgenden Kapitel werden Sie mit den wichtigsten Funktionen und Einstellungen Ihres neuen HAMEG HMO Oszilloskopes vertraut gemacht, so dass Sie das Gerät umgehend einsetzen können. Als Signalquelle wird der eingebaute Probe-Adjust-Ausgang genutzt, so dass Sie keine zusätzlichen Geräte für die ersten Schritte benötigen.

3.1 Aufstellen und Einschalten des Gerätes

Ergonomisch gut ist das Gerät aufgestellt, wenn sie den Tragegriff so einstellen, dass das Display leicht nach oben geneigt ist (wie der Griff eingestellt werden kann, entnehmen Sie bitte dem Kapitel 1.1). Stecken Sie nun das Netzkabel in die Buchse auf der Rückseite des Gerätes. Durch Drücken des roten EIN/AUS Schalters 1 auf der Vorderseite schalten Sie das Gerät ein. Nach wenigen Sekunden erscheint die Anzeige und das Oszilloskop ist bereit. Drücken Sie jetzt bitte die AUTOSET-Taste 15 für mindestens 3 Sekunden. Dadurch setzen Sie die wichtigsten Einstellungen des Oszilloskopes auf die jeweiligen Standardeinstellungen zurück.

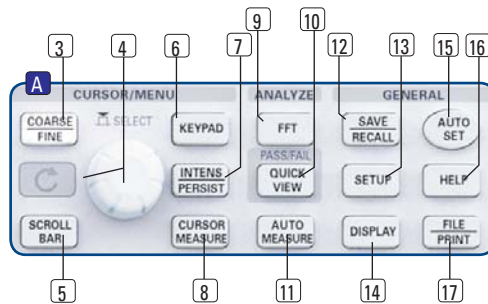



Abb. 3.1: Bedienfeldabschnitt A

3.2 Anschluss eines Tastkopfes und Signalerfassung

Entnehmen Sie nun einen mitgelieferten Tastkopf HZ350 bzw. HZ355 und entfernen die Schutzkappe von der Spitze. Stecken Sie die Kompensationsbox des Tastkopfes auf den BNC Anschluss von Kanal 1 und verriegeln diesen durch Drehen des schwarzen Drehgriffes nach rechts, bis er spürbar einrastet.

 Die passiven Tastköpfe sollten vor dem ersten Einsatz abgeglichen werden. Die Vorgehensweise entnehmen Sie bitte den Tastkopfbeschreibungen. Legen Sie den Tastkopf dazu in die vorgesehene Auflage des ADJ.-Ausgangs, so dass die Spitze von

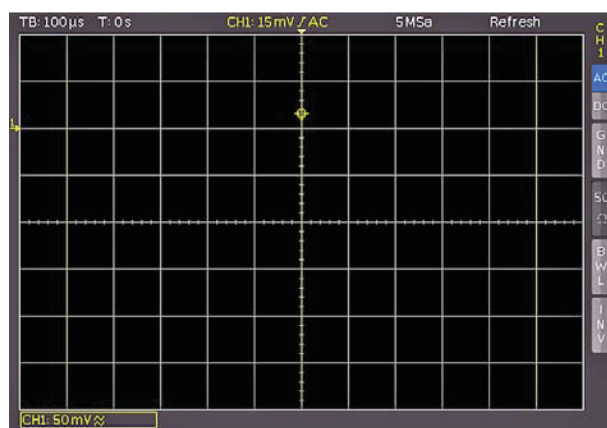



Abb. 3.2: Bildschirm nach Anschluss des Tastkopfes

dem Loch des rechten Ausganges aufgenommen wird und der Masseanschluss im linken Ausgang aufliegt (siehe auch Abb. 4.3 in Kapitel 4).

Am rechten Bildschirmrand sehen Sie das Kurzmenü von CH1, mit dem Sie oft genutzte Einstellungen sofort mit der jeweils rechts neben den Menüpunkten zugeordneten Softmenütaste ändern können. Drücken Sie einmal die oberste Softmenütaste, um die Eingangskopplung auf DC umzuschalten.

 **Aktive Einstellungen sind blau markiert.**

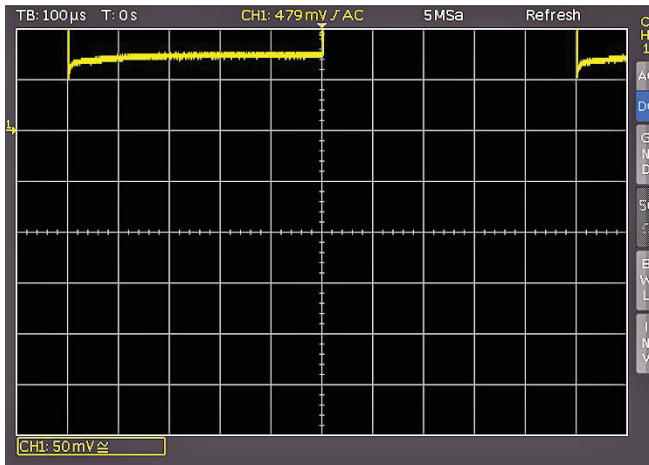


Abb. 3.3: Bildschirm nach Umstellen auf DC Kopplung

Zum Abschluss drücken Sie einmal kurz die AUTOSSET-Taste (15) und nach wenigen Sekunden hat das Oszilloskop die Verstärker-, Zeitbasis- und Triggereinstellungen automatisch vorgenommen. Sie sehen nun ein Rechtecksignal.

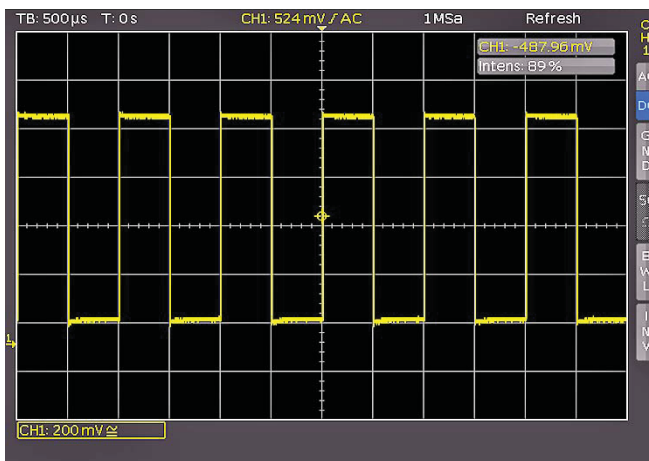


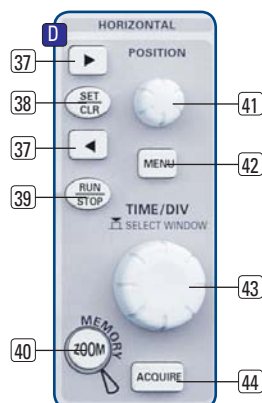
Abb. 3.4: Bildschirm nach Autosetup

3.3 Betrachten von Signaldetails

Mit dem Zeitbasisknopf (43) können Sie das aufgenommene Zeitfenster verändern. Durch Drehen nach links vergrößern Sie die Zeitbasis und können, aufgrund der Speichertiefe von bis zu 4Mbyte pro Kanal, lange Zeitfenster mit hoher Auflösung aufnehmen. Drehen Sie den Zeitbasisknopf

Abb. 3.5:

Teil D des Bedienfeldes mit Zoomtaste



solange nach links, bis sie links oben auf dem Bildschirm „TB:5ms“ ablesen. Drücken Sie jetzt die Taste ZOOM (40).

Sie erhalten folgende Zweifenster-Darstellung: Im oberen Fenster sehen Sie das gesamte aufgenommene Signal, darunter einen vergrößerten Ausschnitt. Mit dem Zeitbasisknopf können Sie jetzt den Dehnungsfaktor einstellen und mit dem kleinen Drehknopf die X-Position des Ausschnittes justieren.

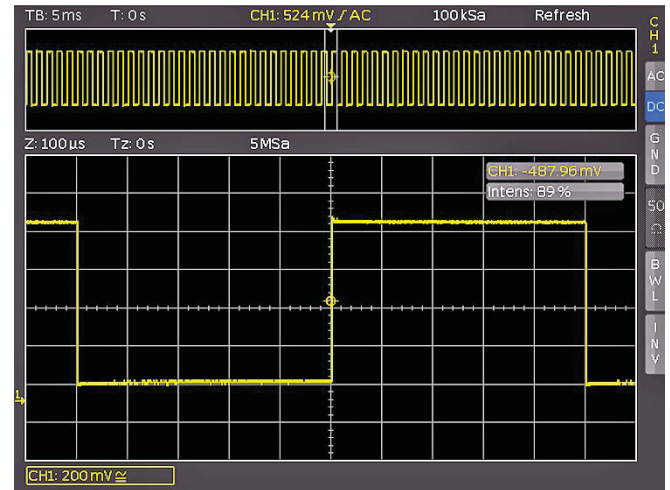


Abb. 3.6: Zoomfunktion

Mit einem erneuten Druck auf die ZOOM-Taste (40) schalten Sie diesen Modus wieder aus.

3.4 Cursormessungen

Nachdem Sie das Signal auf dem Bildschirm dargestellt und auch im Detail angesehen haben, soll es mit den Cursors vermessen werden. Drücken Sie erneut kurz die AUTOSSET-Taste und anschließend die CURSOR/MEASURE-Taste. Nun können Sie im geöffneten Menü die Art des Messcursor auswählen. Dazu drücken Sie die oberste Softmenütaste neben **MESSART**, um das entsprechende Auswahlmenü zu öffnen. Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld können Sie die Auswahl vornehmen, indem Sie ihn nach links drehen, bis der Eintrag „V-Marker“ blau markiert ist. Schließen Sie das Menü mit der MENU OFF-Taste oder warten Sie auf die automatische Ausblendung nach wenigen Sekunden. Jetzt werden zwei Cursors im Signal sowie die Messergebnisse unten im Display angezeigt. Wählen Sie den aktiven Cursor durch Drücken des Universaldrehgebers im CURSOR/MENU Bedienfeld. Die Positionierung des aktiven Cursor erfolgt ebenfalls mit dem Universaldrehgeber.

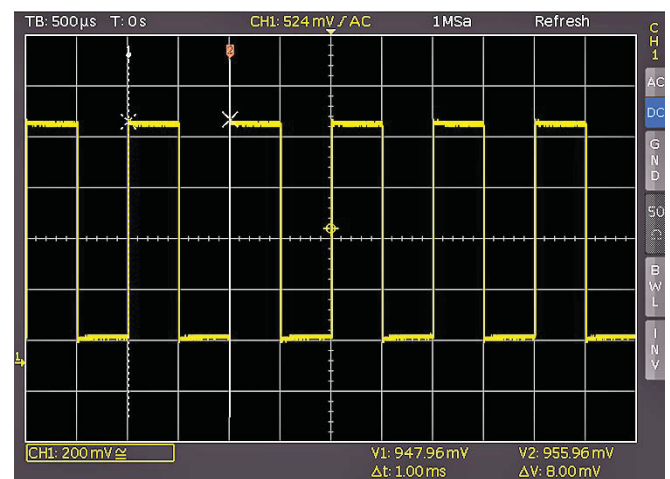


Abb. 3.7: Cursormessungen

Die Messwerte der Cursors können Sie im Bild unten ablesen. Dort werden im gewählten Fall des „V-Marker“ die Spannungen an beiden Cursorpositionen, deren Differenz, sowie die zeitliche Differenz der Cursorpositionen angezeigt. Das Ausschalten der Cursors erfolgt durch erneutes Drücken der CURSOR MEASURE-Taste.

3.5 Automatische Messungen

Neben den Cursormessungen sind die wichtigsten Kennwerte einer Signalkurve durch automatische Messungen darstellbar. Ihr HAMEG Oszilloskop bietet Ihnen zwei Möglichkeiten:

- die Definition der Darstellung von 6 Parametern auch aus unterschiedlichen Quellen,
- die schnelle Darstellung aller wichtigen Parameter innerhalb einer Quelle mit der Quickview-Funktion.

Bitte ändern Sie die Zeitbasis auf 100µs pro Skalenteil und drücken dann die Taste QUICKVIEW [10]. Sie erhalten folgende Darstellung:

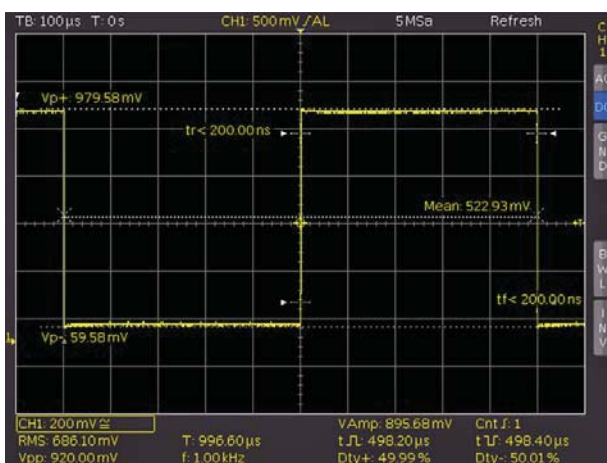


Abb. 3.8: Quickview Parametermessung

Hier sehen Sie die wichtigsten Parameter im Signal eingeblendet:

- positive und negative Spitzenspannung,
- Anstiegs- und Abfallzeit,
- Mittelwert.

Unter dem Messgitter werden 10 weitere Parameter angezeigt:

- RMS,
- Frequenz,
- Amplitude,
- pos. Pulsbreite,
- pos. Tastverhältnis,
- Spitze-Spitze Spannung,
- Periodendauer,
- Anzahl steigender Flanken
- neg. Pulsbreite,
- neg. Tastverhältnis,

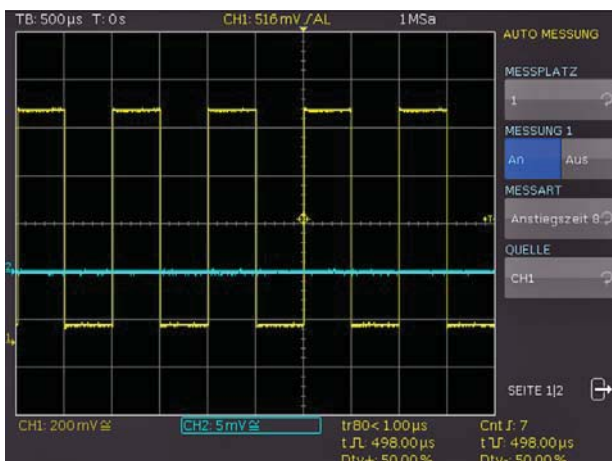


Abb. 3.9: AutoMeasure Menü

Somit haben Sie mit einem Tastendruck alle verfügbaren Parameter im Blick, die das Signal charakterisieren. Diese Funktion wird immer auf den gerade aktiven Anzeigekanal angewendet. Sie können auch Parameter von unterschiedlichen Kurven anzeigen. Dazu schalten Sie durch zweimaligen Druck der Taste QUICKVIEW [10] diesen Modus aus, schalten den CH2 durch Drücken der Taste CH2 [23] ein und öffnen mit der Taste AUTO MEASURE [11] folgendes Menü:

Mit dem Druck auf die Menütaste **MESSPLATZ** öffnet sich eine Liste und sie können mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld den entsprechenden Messplatz auswählen. Die Parameter werden unten im Bildschirm angezeigt und können definiert werden. Nachdem Sie mit der entsprechenden Softmenütaste einen Parameter ausgewählt haben, nutzen Sie den Universaldrehgeber [4] im CURSOR/MENU Bedienfeld, um die Auswahl vorzunehmen. Dieses Verfahren wird in allen Softmenüs, in denen Auswahlmöglichkeiten existieren, angewendet. In diesem Beispiel drücken Sie die Softmenütaste **MESSART** und wählen mit dem Universaldrehgeber als Parameter die Anstiegszeit.

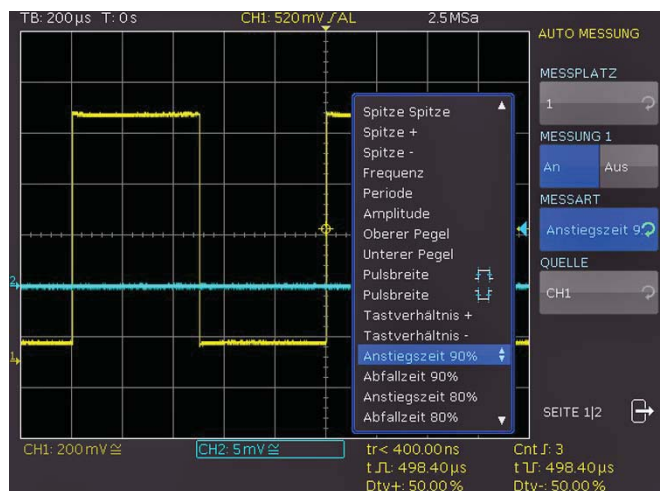


Abb. 3.10: Parameterauswahl

Drücken Sie jetzt die Taste CH2 im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes und schalten damit den Kanal 2 ein. Gehen Sie durch Drücken der Taste AUTOMEASURE in das Definitionsmenü zurück.

Wählen Sie Messplatz 1, Messart Mean und Quelle CH1. Nun wählen Sie mit der oberen Softmenütaste **MESSPLATZ** den 2. Messplatz. Diesen definieren Sie jetzt wie zuvor als RMS Wert der Spannung von CH2. Auf Seite 2 des Menüs können Sie die komplette Statistik zu den eingestellten Kanälen einschalten

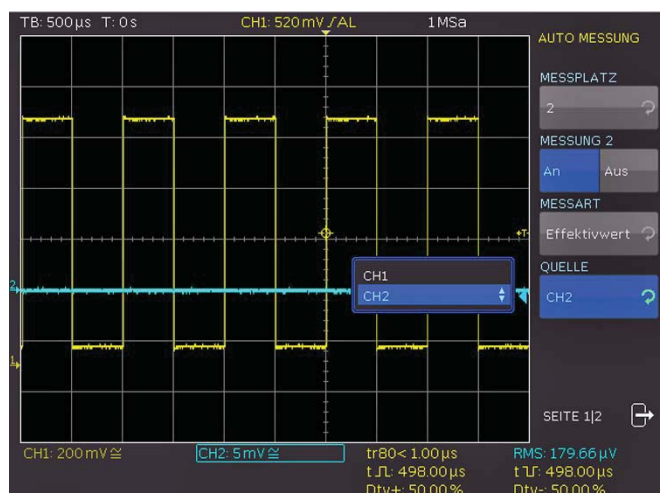


Abb. 3.11: Automatische Messung von zwei Quellen

und erhalten damit den jeweils aktuellen Messwert, den kleinsten, den größten, den Mittelwert, die Standardabweichung sowie Anzahl der für die Statistik verwendeten Werte. Nach dem Schließen des Menüs kann man die Parameter eindeutig zuordnen, da sie in der Farbe des Quellsignales (hier gelb für Kanal 1 und blau für Kanal 2) dargestellt werden.

3.6 Mathematikeinstellungen

Neben den Cursor- und automatischen Messungen kann Ihr HMO auch mathematische Operationen auf die Signale anwenden. Der Druck auf die Taste MATH [26] und anschließend auf die QM Softmenütaste bzw. MENU-Taste im VERTICAL-Bedienfeld [21] öffnet ein Mathematik-Kurzmenü (QM). Mit diesem Kurzmenü kann man eine Addition, Subtraktion, Multiplikation oder Division zweier analoger Kanäle vornehmen und die Anzeige dieser Mathematikkurve einschalten. Die oberste Softmenütaste ermöglicht dabei die Auswahl des ersten Operanden, die darunterliegende wählt den Operator (in der Quickmathematik QM ist Addition, Subtraktion, Multiplikation oder Division möglich) und die darunterliegende Softmenütaste wählt den zweiten Operanden aus. Für die Operanden sind nur die Kanäle verfügbar, die auch eingeschaltet sind und damit angezeigt werden. Wenn Sie die unterste Softmenütaste **FORMELSATZ** drücken, öffnet sich der Formeleditor zur Auswahl und Definition von möglichen 5 Formelsätzen mit je bis zu 5 Mathematikfunktionen.

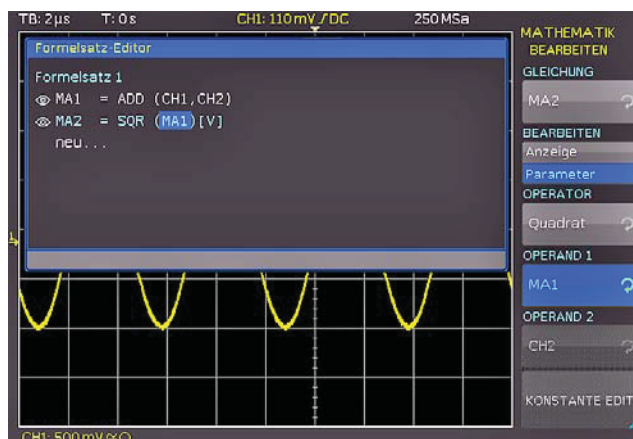


Abb. 3.12: Formeleditor

Die Änderungen der Einstellungen erfolgt erneut mit den Softmenütasten und dem Universaldrehgeber [4]. Hier können Sie die am häufigsten genutzten Formeln definieren und abspeichern. Nach der Auswahl des gewünschten Formelsatzes und dem Drücken der Softmenütaste **BEARBEITEN**, können die einzelnen Funktionen des Formelsatzes bearbeitet und/oder angezeigt werden. Nachdem eine Mathematikfunktion definiert und mit der Softmenütaste **SICHTBAR** aktiviert wurden (AN), wird im Kurzmenü der Mathematikfunktionen diese Funktion angezeigt. Ein Druck auf die entsprechende Softmenütaste schaltet die Mathematikkurve ein, welche im Kurzmenü durch einen roten Punkt markiert wird. Es müssen die entsprechend in der Funktion gewählten Quellen eingeschaltet sein, damit die Mathematikkurve berechnet und die Ergebniskurve angezeigt werden kann.

3.7 Daten abspeichern

Ihr HMO kann 5 verschiedene Arten von Daten abspeichern:

- Geräteeinstellungen
- Referenzsignale
- Kurven (bis zu 24000 Punkte)
- Bildschirmfotos
- Formelsätze

Von diesen Datenarten lassen sich nur Kurven und Bildschirmfotos auf einem angeschlossenen USB-Stick abspeichern. Alle anderen Einstellungen lassen sich sowohl auf einem USB-Stick, als auch intern in einem nichtflüchtigen Speicher im Gerät ablegen. Um die gewünschten Daten speichern zu können, müssen Sie die Art und das Speicherziel festlegen. Verbinden Sie zunächst einen USB-Stick mit dem vorderen USB-Anschluss Ihres Oszilloskops. Drücken Sie nun die Taste SAVE/RECALL [12], um das entsprechende Menü zu öffnen.

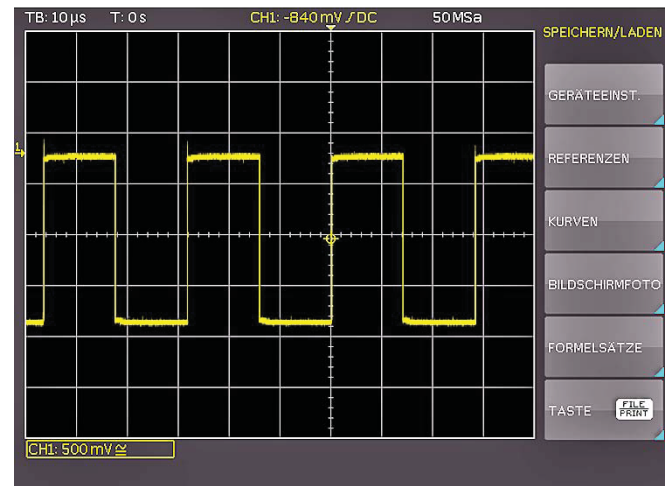


Abb. 3.13: Speichern und Laden Menü

Wählen Sie nun die gewünschte Speicherart durch Drücken der entsprechenden Softmenütaste (in unserem Beispiel **BILDSCHIRMFOTO**), um in das Einstellungs Menü zu gelangen.

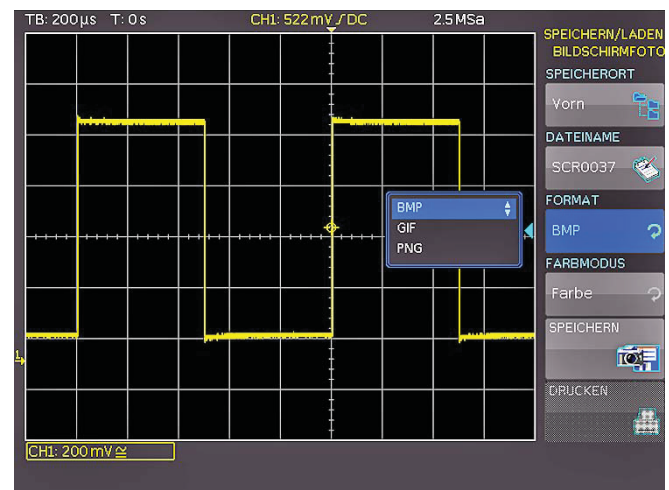


Abb. 3.14: Bildschirmfoto Einstellungs Menü

Achten Sie darauf, dass im obersten Menü der **SPEICHERORT** **Vorn** ausgewählt ist (durch Druck auf die Softmenütaste öffnet sich ein Menü, in welchem Sie diese Einstellung vornehmen können). Dazu muss ein USB-Stick mit dem vorderen USB-Anschluss Ihres Oszilloskops verbunden und vom Gerät erkannt worden sein. Durch Drücken der Softmenütaste **SPEICHERN** können Sie nun ein Bildschirmfoto mit dem voreingestellten Namen abspeichern (den aktuellen Dateinamen sehen Sie in dem Menüeintrag **DATEINAME**). Sie können der Zieldatei auch einen Namen mit maximal 8 Buchstaben vorgeben. Dazu wählen Sie den Menüpunkt **DATEINAME** und geben mit Hilfe des Universaldrehgebers den Namen vor (in unserem Beispiel „TRC“).

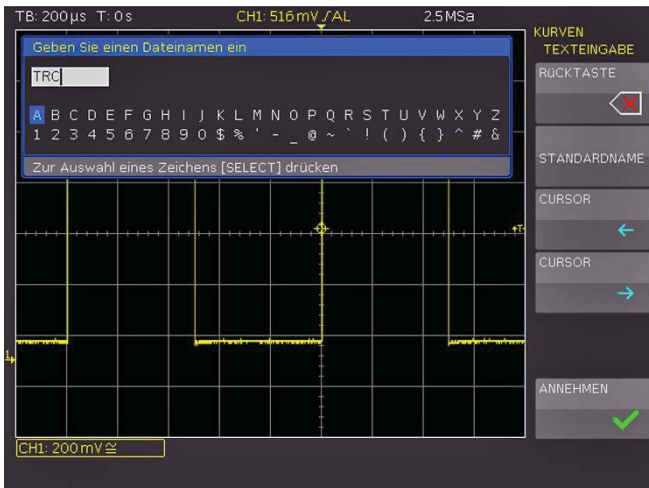


Abb. 3.15: Dateinamenvergabe

Nach dem Betätigen der Softmenütaste **ANNEHMEN**, übernimmt das Oszilloskop den Namen und kehrt in das Einstellungs Menü zurück. Dort können Sie sofort das aktuelle Bild abspeichern, indem Sie die Softmenütaste **SPEICHERN** drücken. Sie können auch im Menü eine Ebene zurückgehen (mit der untersten Menu OFF-Taste) und dort den Menüpunkt **TASTE FILE PRINT** wählen. Im folgenden Menü drücken Sie die Softmenütaste **BILDSCHIRMFOTO** und weisen damit die Funktion Bildschirmausdruck mit den vorgenommenen Einstellungen der Taste FILE/PRINT (17) zu. Nun sind Sie in der Lage, zu jedem Zeitpunkt und aus jedem Menü heraus einen Bildschirmausdruck auf dem USB-Stick durch Drücken der FILE/PRINT Taste zu generieren.

4 Vertikalsystem

Für die vertikalen Einstellungen stehen die Drehknöpfe für Y-Position und Verstärkereinstellungen, ein ständig eingeblendetes Kurzmenü sowie ein erweitertes Menü zur Verfügung.

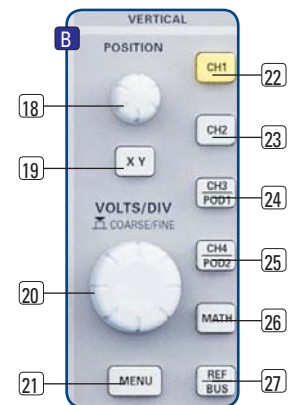


Abb. 4.1: Bedienfeld des Vertikalsystems

Die Auswahl, für welchen Kanal die Einstellmöglichkeiten gelten, wird durch das Drücken der entsprechenden Kanaltaste getroffen. Die Aktivierung der Kanaltaste wird durch das Leuchten einer farblichen LED in der jeweiligen Kanalfarbe gekennzeichnet. Zusätzlich wird die Kanalbezeichnung des aktivierten Kanales im Bildschirm umrandet und heller dargestellt, als die nicht aktivierten. Das jeweilige Kurzmenü ist immer sichtbar, das erweiterte Menü wird durch den Druck auf die Taste MENU (21) eingeschaltet.

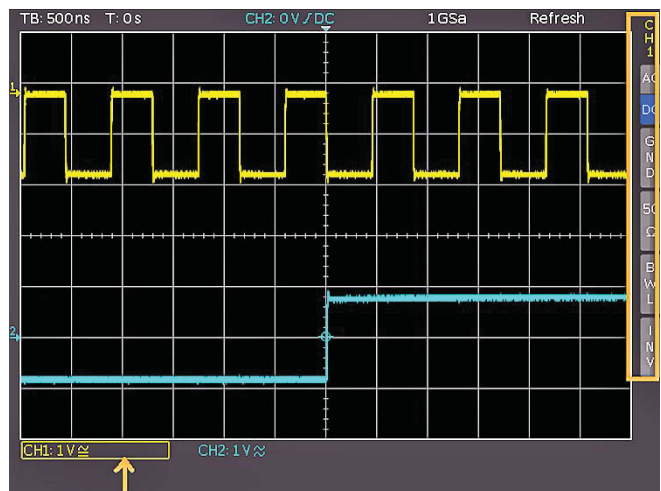


Abb. 4.2: Kurzmenü für vertikale Einstellung

4.1 Kopplung

Bei der Kopplung für die analogen Eingänge unterscheidet man zunächst den Eingangswiderstand, welcher 1 MΩ oder 50 Ω betragen kann.



Die 50 Ω Eingänge dürfen nicht mit Effektivspannungen größer 5 Volt beaufschlagt werden!

Die 50 Ω Eingänge sollten nur verwendet werden, wenn in einer 50 Ω Umgebung gemessen wird, also zum Beispiel ein Generator mit 50 Ω Ausgangsimpedanz angeschlossen wurde und das Oszilloskop am Ende des Signalpfades den Leitungsabschluss darstellt. In allen anderen Einsatzfällen wird die Kopplung mit 1 MΩ Eingangswiderstand gewählt. Hierbei unterscheidet man, ob der Eingang DC gekoppelt ist, also die im Signal enthaltene Gleichspannung mitanzeigt, oder AC gekoppelt ist. Bei AC-Kopplung unterdrückt ein Eingangsfilter von 2 Hz die Anzeige von Gleichspannungen. An die 1 MΩ Eingänge dürfen Signale mit bis zu 200 V Effektivspannung direkt angeschlossen

werden. Höhere Spannungen sind über externe Tastköpfe (bis zu 40 kV Spitzenspannung) messbar. Diese sollten nur mit DC Kopplung verwendet werden. In den allgemein üblichen Anwendungen werden die mitgelieferten Tastköpfe HZ350 (10:1, 10 M Ω || 12 pF, bis 400 V_p) angeschlossen, die auf 1 M Ω Eingänge abgestimmt sind und über einen hochohmigen Eingang von 10 M Ω , sowie eine automatische Teilererkennung verfügen.



Die passiven Tastköpfe sollten vor dem ersten Einsatz abgeglichen werden. Die Vorgehensweise entnehmen Sie bitte den Tastkopfbeschreibungen.



Der ADJ.-Ausgang am HAMEG Oszilloskop ist nur für Tastköpfe mit Teilverhältnissen 1:1 und 1:10 geeignet. Für Teilverhältnisse von 100:1 oder 1000:1 Tastköpfen müssen spezielle Generatoren verwendet werden! Nutzen Sie die kürzestmögliche Masseverbindung zum PROBE ADJUST-Ausgang, wie in Abbildung 4.3. dargestellt.

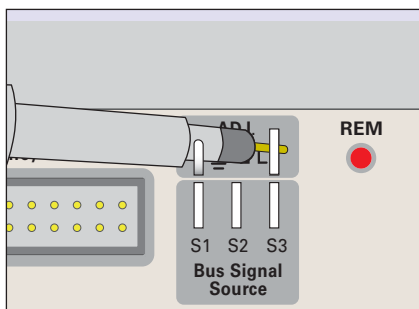


Abb. 4.3: Korrekter Tastkopfanschluss an den Probe Adjust Ausgang

Für die Einstellung der Kopplung steht das Kurzmenü zur Verfügung, in dem mit einfachem Tastendruck auf die entsprechende Softmenütaste die Kopplung und zusätzlich eine grafische Invertierung des Eingangskanals eingestellt werden können. Das Menü gilt jeweils für den aktiven Kanal. Welcher Kanal aktiv ist, zeigt die beleuchtete Kanaltaste. Die Kanalbezeichnung des aktiven Kanals wird oben im Kurzmenü angezeigt. Das Umschalten erfolgt durch Drücken der gewünschten Kanaltaste.

4.2 Verstärkung, Y-Position und Offset

Die Verstärkung der analogen Eingänge kann mit dem großen Drehknopf im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes in 1-2-5 Schritten von 1 mV/Skalenteil bis zu 5 V/Skalenteil bei der 1 M Ω und 50 Ω Kopplung eingestellt werden. Hier gilt der Drehknopf für den gerade aktiven Kanal, der durch Drücken der Kanaltaste gewählt wird. Eine Umschaltung auf eine stufenlose Verstärkereinstellung erfolgt durch einmaliges Drücken des Drehknopfes. Mit dem kleineren Drehknopf im Vertikalmenübereich kann die Y-Position für den aktiven Kanal eingestellt werden. Durch Drücken der MENU-Taste werden die erweiterten Funktionen aufgerufen.

Auf der Seite 2|2 dieses Menüs kann zusätzlich ein DC-Offset eingegeben werden. Um diesen Offset einzuschalten, wird die dazugehörige Softmenütaste betätigt. Damit wird das Einstellfeld aktiv (blau unterlegt) und das Einstellzeichen neben dem Universaldrehgeber im Cursor/ Menu-Bereich leuchtet auf. Der Offsetwert kann nun mit diesem Drehknopf eingestellt werden. Die Höhe des einstellbaren Offset's ist abhängig von der gewählten Verstärkereinstellung. Dies wird direkt am Eingangsverstärker als reale Spannung angelegt. Das Signal wird damit um die eingestellte Spannung gegen den Nullpunkt verschoben. Dies ist erkennbar an zwei Kanalmarkern am linken Bildschirmrand

(auch wenn man das Menü schließt), wobei einer die Position und der Andere den Offset markiert (siehe Abb. 4.4). Der Offset kann für jeden Kanal getrennt eingegeben werden.

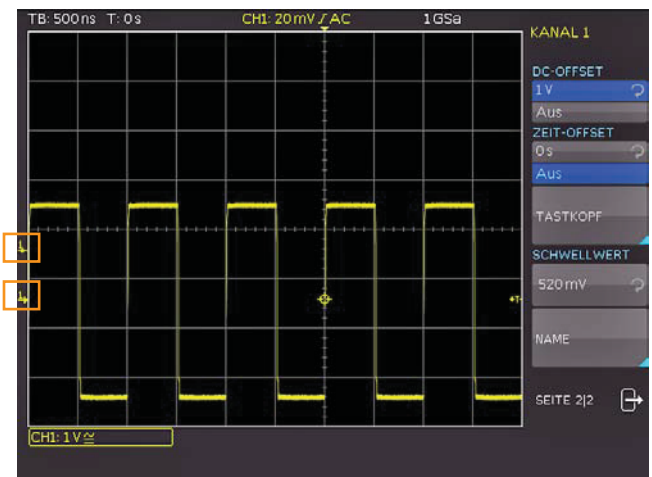


Abb. 4.4: Vertikales Offset im erweiterten Menü

Für jeden Analogkanal gibt es auch die Möglichkeit, diesen zeitlich zu verschieben ($\pm 61,5$ ns). Diese Einstellung erfolgt im gleichen Menü und nach derselben Methode wie der DC-Offset. Die zeitliche Verschiebung dient dem Ausgleich von Laufzeitunterschieden bei der Nutzung unterschiedlich langer Kabel oder Tastköpfe.

4.3 Bandbreitenbegrenzung und Invertierung

Im Kurz- und erweiterten Menü kann ein analoges 20 MHz Tiefpassfilter in den Signalpfad eingefügt werden. Damit werden alle höherfrequenten Störungen eliminiert. Die Einschaltung im Kurzmenü erfolgt durch Druck auf die danebenliegende Softmenütaste **BWL**. Wenn der Filter aktiviert ist, wird der Menüeintrag blau unterlegt und im Kanalbezeichnungsfenster erscheint ein **BW**.

Eine Invertierung der Signalanzeige kann ebenfalls im Kurz- und erweiterten Menü im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes vorgenommen werden. Die Aktivierung wird im Menü durch die blaue Färbung und im Kanalbezeichnungsfenster durch einen Strich oberhalb des Kanalnamens dargestellt.

4.4 Tastkopfdämpfung und Einheitenwahl (Volt/Ampere)

Die mitgelieferten Tastköpfe HZ350 bzw. HZ355 verfügen über eine eingebaute Teilerkennung, so dass das Oszilloskop sofort die richtige 10:1 Teilung erkennt und entsprechend die korrekten Werte anzeigt. Wenn man einen Tastkopf ohne solche automatische Teilerkennung einsetzt oder direkt ein Kabel an den Oszilloskopeingang anschließt, kann man im erweiterten Menü im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes die Teilung eingeben. Dies ist in den vordefinierten Schritten x1, x10, x100, x1000 möglich, sowie mit dem Universaldrehgeber im Cursor/ Menu-Bereich frei wählbar von x0.001 bis x1000.

In diesem Menü ist es auch möglich die Einheit Ampere zu wählen, wenn eine Stromzange angeschlossen wird. Wird die Einheit Ampere gewählt, können die am meisten genutzten Umrechnungsfaktoren im Menü ausgewählt werden (1V/A, 100mV/A, 10mV/A, 1mV/A). Auch hier kann natürlich ein frei wählbarer Wert mithilfe der NUTZER Einstellung gewählt werden. Selbstverständlich kann diese Einstellung auch angewandt

werden, wenn ein Strom über einem Shunt gemessen wird. Alle Messungen erfolgen in der richtigen Einheit und werden korrekt skaliert.

4.5 Schwellwerteinstellung

Im erweiterten Menü im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes gibt es zusätzlich die Möglichkeit einen Schwellwert einzustellen. Dieser legt fest, welcher Pegel für die Erkennung von High und Low bei Nutzung der analogen Kanäle als Quelle für die serielle Busanalyse oder Logiktrigger gilt. Nachdem dieser Softmenüeintrag angewählt wurde, kann der Schwellwert mit dem Universaldrehgeber im Cursor/ Menu-Bereich eingestellt werden.

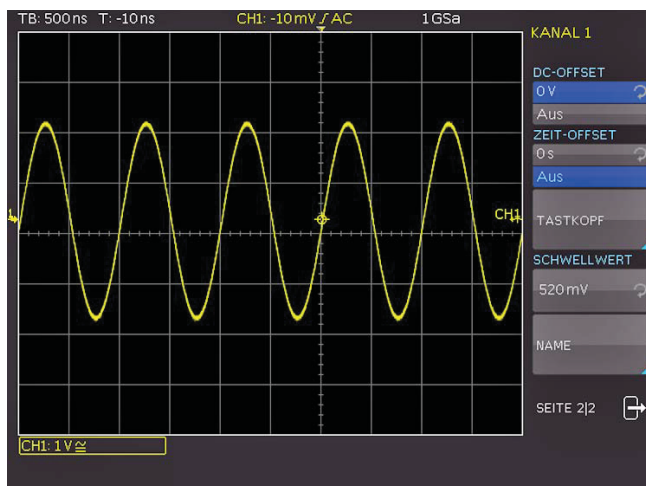


Abb. 4.5: Schwellwerteinstellung

4.6 Name für einen Kanal

Der letzte Eintrag des Vertikalmenüs öffnet ein Untermenü, in dem ein Kanalname vergeben werden kann. Dieser wird dann im Messgitter angezeigt und auch ausgedruckt (siehe Abb. 4.6). Zunächst kann man die Anzeige des gewählten Namens An oder Aus schalten. Darunter befindet sich der Menüpunkt **BIBLIOTHEK**. Wird dieser angewählt, kann man mit dem Universaldrehgeber im Cursor/ Menu-Bereich aus einer Reihe von Vorgaben die passende Bezeichnung herausuchen. Mit der Taste **NAME EDITIEREN** kann man einen Namen entweder frei vergeben oder den vorausgewählten nach Wunsch anpassen. Maximal sind 8 Zeichen erlaubt. Mit der Taste **ANNEHMEN** wird der Name im Editor bestätigt und somit im Display angezeigt. Der Name ist an das Signal gebunden und wandert mit einem evtl. eingestellten Offset entsprechend mit.

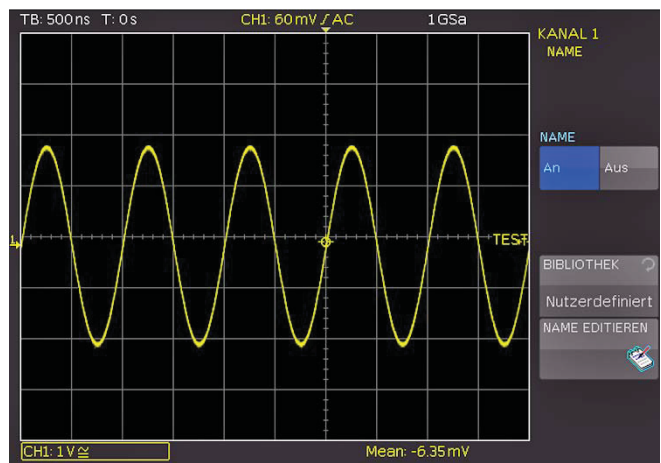


Abb. 4.6: Namensvergabe

5 Horizontalsystem (Zeitbasis)

Der Bereich des Horizontalsystems umfasst neben der Zeitbasiseinstellung für die Erfassung, der Positionierung des Triggerzeitpunktes, der Zoomfunktionen und der möglichen Erfassungsmodi und den Markerfunktionen auch die Suchfunktionen.

Die Einstellung der Zeitbasis und des Triggerzeitpunktes erfolgen über die entsprechenden Drehknöpfe, die Auswahl der Erfassungsmodi über ein entsprechendes Menü. Um den Zoom einzuschalten gibt es eine separate Taste. Für die Markerfunktionen werden die Pfeiltasten ◀▶ [37] sowie die SET/CLR Taste genutzt.

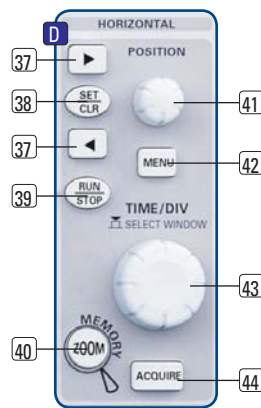


Abb. 5.1: Bedienfeld des Horizontalsystems

5.1 Erfassungsbetriebsart RUN und STOP

Die Betriebsart der Erfassung lässt sich mit der RUN/STOP Taste [39] umschalten. In der Betriebsart RUN werden je nach eingestellten Triggerbedingungen Signale auf dem Bildschirm angezeigt und bei jeder neuen Erfassung die Alten verworfen. Wenn ein aufgenommenes Signal auf dem Bildschirm analysiert, aber nicht überschrieben werden soll, muss die Erfassung mit der RUN/STOP-Taste angehalten werden. Im STOP-Modus wird keine neue Signalerfassung zugelassen und die Taste leuchtet rot.

5.2 Zeitbasiseinstellungen

Die Umstellung der Zeitbasis erfolgt mit dem großen Drehknopf im HORIZONTAL-Bedienfeld. Links oben im Display, oberhalb des Anzeigegitters, wird die jeweils aktuelle Zeitbasiseinstellung angezeigt (z.B. „TB: 500ns“). Rechts daneben erfolgt die Anzeige der Triggerzeitposition – bezogen auf die Normaleinstellung. In der Normaleinstellung ist der Triggerzeitpunkt in der Mitte der Anzeige, d. h. 50% Vor- und 50% Nachlauf. Mit dem X-POSITION-Drehknopf [41] kann dieser Wert stufenlos eingestellt werden. Die zulässigen Maximalwerte sind zeitbasisabhängig.


Unabhängig von der gewählten Einstellung wird durch Drücken der Taste SET/CLR der Wert wieder auf den Bezugszeitpunkt zurückgesetzt, wenn die Marker- oder Suchfunktion nicht aktiviert wurde. Die Pfeiltasten ◀▶ [37] verändern die X-Position fest um 5 Skalenteile in die jeweilige Richtung. Mit der Taste MENU [42] wird ein Menü geöffnet, in dem man die Funktion der Pfeiltasten ◀▶ [37] und der SET/CLR-Taste bestimmen kann. Wie oben beschrieben, kann man diese Tasten zur Einstellung der X-Position nutzen oder aber, um Ereignisse im Signal zu markieren und zwischen den maximal 8 Markierungen zu navigieren. Im Untermenü **NUMER. EINGABE** kann eine beliebige X-Position direkt eingeben kann. Zusätzlich können in diesem Menü auch Suchfunktionen aktiviert und eingestellt werden. Desweiteren befindet sich hier die Einstellung der **ZEITREFERENZ** (Position für den Bezug des Triggerzeitpunktes von -5 Skalenteile bis +5 Skalenteile, 0 ist die Mitte und Standard).

5.3 Erfassungsmodi

Die Wahl der Erfassungsmodi erfolgt durch Drücken der Taste ACQUIRE [44]. Dies öffnet ein Bildschirmmenü, welches die grundlegenden Modi bei der Einzelerfassung zur Auswahl stellt:

5.3.1 Rollen

Die Erfassungsart ROLLEN ist speziell für sehr langsame Signale, das Signal „rollt“ von rechts nach links ungetriggert über den Bildschirm (setzt Signale langsamer als 200 kHz voraus). Das HMO verwendet zum Speichern der Kurvenwerte im Rollen-Modus einen Ringspeicher. Das heißt, vereinfacht gesprochen, dass das Gerät die erste Division in den ersten Speicherplatz schreibt, die zweite Division in den zweiten usw.. Sobald der Speicher voll ist, überschreibt das Gerät den ersten Speicherplatz mit den Daten des aktuellsten Messwerts. So entsteht der „Ring“ bzw. der Durchlaufeffekt, ähnlich wie bei einer Laufschrift.

 Die ZOOM-Funktion ist im Rollen-Modus nicht verfügbar (siehe auch Kap. 5.4 ZOOM-Funktion).

5.3.2 Arithmetik

Das Softmenü ARITHMETIK bietet verschiedene Auswahlmöglichkeiten:

- **NORMAL:**
Hier erfolgt die Erfassung und Darstellung der aktuellen Signale.
- **HÜLLKURVE:**
Hierbei werden neben der normalen Erfassung jedes Signales auch die Maximal- und Minimalwerte jeder Erfassung dargestellt. Damit entsteht über die Zeit eine Hüllkurve um das Signal.
- **MITTELWERT:**
Wird dieser Modus gewählt, kann man mit dem Universal-drehgeber im CURSOR/MENU-Bereich des Bedienpanels die Anzahl der Mittelwertbildungen in Zweierpotenzen von 2 bis 1024 einstellen (setzt sich wiederholende Signale voraus).
- **GLÄTTUNG:**
Die Funktion GLÄTTUNG berechnet einen Mittelwert aus mehreren benachbarten Abtastpunkten. Das Ergebnis ist eine geglättete Wellenform. Diese Funktion wird für nicht-periodische Signale verwendet.
- **FILTER:**
Dieser Modus ermöglicht es, durch einen Tiefpassfilter mit einstellbarer Grenzfrequenz unerwünschte hochfrequente Störungen zu unterdrücken. Die Grenzfrequenz kann in Abhängigkeit der Abtastrate eingestellt werden. Der kleinste Wert ist 1/100 der Abtastrate, der größte Wert ist 1/4 der Abtastrate. Die Einstellung kann man mit dem Universal-drehgeber im CURSOR/MENU-Bereich vornehmen.

5.3.3 Spitzenwert

Wird bei sehr großen Zeitbasiseinstellungen eingesetzt, um auch kurze Signaländerungen noch erkennen zu können. Diese Funktion kann auch im Menü ausgeschaltet oder in einen automatischen Zuschaltmodus gebracht werden. Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, damit die Betriebsart SPITZENWERT aktiviert werden kann:

- Funktion HOCHAUFLÖSEND deaktiviert
- keine seriellen oder parallelen Busse aktiv

Bei der Spitzenwerterfassung unterscheidet das Oszilloskop zwischen zwei Arten: **Erfassungsspitzenwerterfassung** und **Speicherspitzenwerterfassung**.

Auch wenn nicht mit voller Abtastrate in den Erfassungsspeicher geschrieben wird, z.B. bei langsamen Zeitbasen, wandelt jeder ADC mit voller Abtastrate (kein Interlace-Betrieb). Die nicht benutzten Wandlerwerte werden bei eingeschalteter Spitzenwerterfassung zum Detektieren von minimalen und maximalen Amplituden bewertet. Dabei werden die so ermittelten Minima und Maxima mit Abtastintervall in den Erfassungsspeicher geschrieben. Im Erfassungsspeicher stehen somit Datenpärchen, die den Signalverlauf im Abtastintervall repräsentieren. Der kleinste erkennbare Impuls ist die Periodendauer der maximalen Abtastrate (kein Interlace-Betrieb). Dies beschreibt die sogenannte Erfassungsspitzenwerterkennung.

Wird mit maximaler Abtastrate des ADC's in den Erfassungsspeicher geschrieben, ist eine hardwareseitige Spitzenwerterkennung nicht möglich. Bei langsamen Zeitbasen und einer eingestellten Wiederholrate von Automatik oder maximaler Wiederholrate werden nicht alle im Erfassungsspeicher stehenden Daten auf dem Bildschirm angezeigt. Die übersprungenen Daten werden bei eingeschalteter Spitzenwerterkennung während des Auslesens zur Bildung eines Minimum- und eines Maximumwertes herangezogen. Der kleinste erkennbare Impuls ist die Periodendauer der Abtastrate, mit der in den Erfassungsspeicher geschrieben wurde. Dies beschreibt die sogenannte Speicherspitzenwerterkennung.

Kommt eine der beiden Spitzenwerterfassungsarten oder die Kombination aus Beiden zur Anwendung, so wird dies durch „PD“ vor der Erfassungsbetriebsart rechts oben im Display gekennzeichnet.

5.3.4 Hochauflösend

In diesem Modus wird mit einem Boxcar Averaging über benachbarte Erfassungspunkte (der Wandler läuft mit der maximalen Abtastrate) die vertikale Auflösung auf bis zu 10 Bit erhöht. Diese Funktion kann im Menü ausgeschaltet oder in einen automatischen Zuschaltmodus gebracht werden.

Durch eine Mittelwertbildung mehrerer benachbarter Abtastwerte entsteht ein Wert mit einer höheren Genauigkeit als die Eingangsdaten. Die so entstandenen Daten bezeichnet man als Daten mit hoher Auflösung. Durch das Zusammenführen mehrerer Abtastwerte zu einem neuen Wert, ist dieses Verfahren nur mit einer kleineren als der maximale Abtastrate möglich. Ist die Betriebsart HOCHAUFLÖSEND eingeschaltet und die aktuelle Geräteeinstellung ermöglicht deren Anwendung, so wird dies durch „HR“ vor der Erfassungsbetriebsart rechts oben im Display gekennzeichnet. Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, damit die Betriebsart HOCHAUFLÖSEND aktiviert werden kann:

- Abtastrate kleiner als die maximale Abtastrate (kein Interlace)
- Spitzenwerterkennung deaktiviert
- kein Logikpod (POD1/POD2) aktiv
- keine seriellen oder parallelen Busse aktiv

Alle genannten Funktionen sind standardmäßig deaktiviert.

5.3.5 Interpolation

Die Softmenütaste **INTERPOLATION** ermöglicht die Auswahl von Sinx/x, Linear oder Sample-Hold als mögliche Interpolation bei der Darstellung der Erfassungspunkte. Die Sinx/x Interpolation ist die Standardeinstellung und am besten für die Darstellung analoger Signale geeignet. Bei der linearen

Interpolation werden die erfassten Datenpunkte mit einer Linie verbunden. Die Darstellung Sample-Hold erlaubt eine genauere Beurteilung der Lage der Signalerfassungspunkte.

5.3.6 Aufnahmemodus

Dieses Softmenü stellt folgende Auswahlfunktionen zur Verfügung:

– MAX. WDH.-RATE:

Damit wird die Wahl der Speichertiefe und Abtastrate so getroffen, dass eine höchstmögliche Triggerwiederholrate erzielt wird.

Bei der Funktion maximaler Wiederholrate wird das Oszilloskop so eingestellt, dass eine maximale Anzahl von Erfassungen pro Sekunde im Kurvenfenster abgebildet werden kann. Die angezeigte Datenanzahl beträgt pro Bildspalte im Kurvenfenster ein erfasstes Datum. Bei aktivierter Spitzenwerterfassung wird pro Bildspalte ein Min/Max-Paar abgebildet.

Beim HMO Oszilloskop ist das Kurvenfenster 600x480 Pixel groß (Yt ohne Zoom). Somit werden 600 Datenpunkte pro Erfassung angezeigt. Bei aktivierter Spitzenwerterfassung sind es 600 Min/Max-Paare und somit 1200 Daten. Die Speichertiefe ist mindestens das abgebildete Zeitfenster (Zeitbasis x Kurvenfensterrasterteile in X-Richtung) multipliziert mit der aktuellen Abtastrate. Die untere Grenze wird durch die maximale Abtastrate und durch die maximale Kurvenwiederholrate des Oszilloskops bestimmt. Die angezeigte Abtastrate entspricht der aktuellen Abtastrate dividiert durch die Anzahl der beim Auslesen aus dem Erfassungsspeicher übersprungenen Daten. Bei aktivierter Spitzenwerterfassung entspricht die angezeigte Abtastrate der aktuellen Abtastrate.

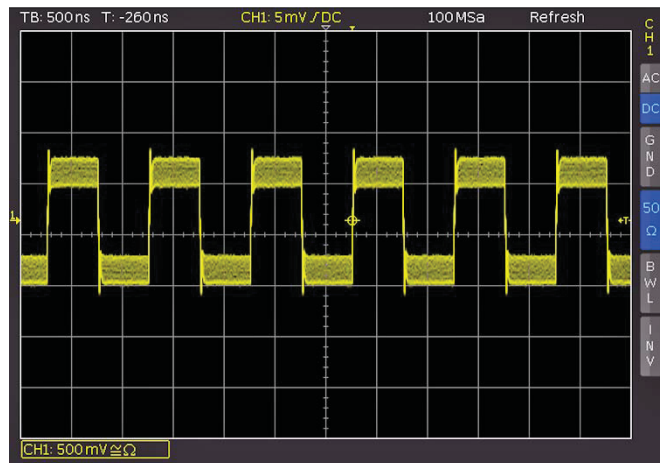


Abb. 5.2: AM modulierte Signal mit maximaler Wiederholrate

– MAX. ABTASTR.:

Wenn diese Funktion gewählt ist, wird immer die maximal mögliche Abtastrate eingestellt unter Ausnutzung des maximal verfügbaren Speichers eingestellt.

Bei der Funktion maximaler Abtastrate wird immer die maximal mögliche Abtastrate genutzt und eine maximale Datenanzahl abgebildet. Die angezeigte Datenanzahl pro Bildspalte im Kurvenfenster beträgt bis zu 40 erfasste Daten (begrenzt durch die Rechenleistung des verwendeten Prozessors). Die aktuelle angezeigte Datenanzahl ist abhängig vom abgebildeten Zeitfenster und der aktuellen Abtastrate. Es werden bei **aktivierter Spitzenwerterfassung** bis zu 20 Min/Max-Paare pro Bildspalte angezeigt.

Die Speichertiefe entspricht immer dem maximalen Erfassungsspeicher. Die angezeigte Abtastrate entspricht der aktuellen Abtastrate. Befinden sich im abgebildeten Zeitfenster mehr als 40 x Kurvenfensterbildspalten Daten im Erfassungsspeicher oder Min/Max-Daten im Erfassungsspeicher, so wird die **Spitzenwerterfassung** angewandt.

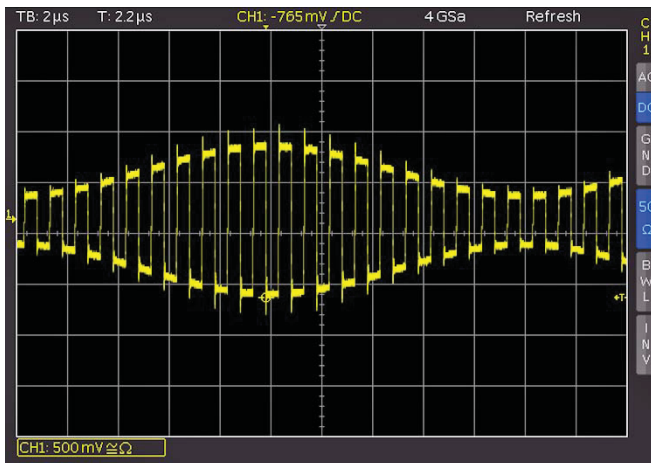


Abb. 5.3: AM moduliertes Signal mit maximaler Abtastrate



Der gesamte Speicher des Oszilloskops kann nur mit aktivierter maximaler Abtastrate über die Schnittstelle ausgelesen werden (siehe auch HMO SCPI Manual).

AUTOMATIK:

Diese Funktion, welche der Standardeinstellung entspricht, stellt den besten Kompromiss aus maximaler Wiederholrate und maximaler Abtastrate (Speichertiefenwahl) dar.

Die angezeigte Datenanzahl pro Bildspalte im Kurvenfenster beträgt bis zu 10 erfasste Daten. Die aktuelle angezeigte Datenanzahl ist abhängig vom abgebildeten Zeitfenster und der aktuellen Abtastrate. Es werden bei **aktivierter Spitzenwerterfassung** bis zu 5 Min/Max-Paare pro Bildspalte angezeigt.

Die Speichertiefe ist mindestens der doppelte Speicher wie bei der Einstellung maximale Wiederholrate (begrenzt durch den maximalen Erfassungsspeicher). Die angezeigte Abtastrate entspricht der aktuellen Abtastrate dividiert durch die Anzahl der beim Auslesen aus dem Erfassungsspeicher übersprungenen Daten. Bei aktivierter Spitzenwerterfas-

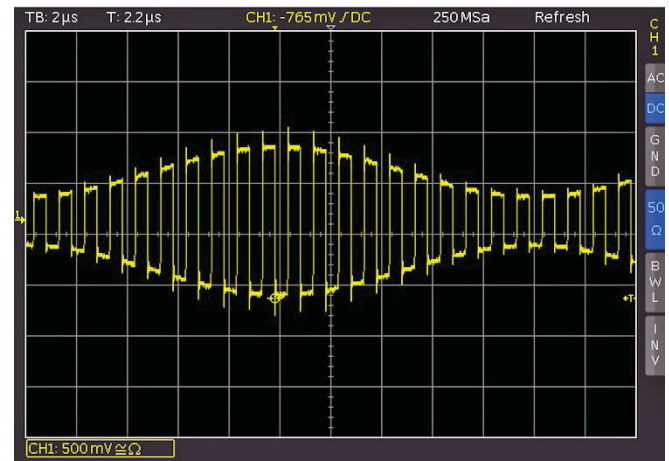


Abb. 5.4: AM moduliertes Signal mit automatischer Einstellung

sung entspricht die angezeigte Abtastrate der aktuellen Abtastrate.

In allen Einstellungen ist die aktuelle Abtastrate (Abtastrate, mit der in den Erfassungsspeicher geschrieben wird) immer gleich. Zusätzlich ist es auch möglich, im STOP Modus die Menüpunkte zu wechseln. Dies hat keinen Einfluss auf die aktuelle Speichertiefe, die Anzahl der angezeigten Daten wird jedoch angepasst. Die Spitzenwerterfassung ist ebenfalls im STOP-Modus wirksam (Zeitbasis im Microsekundenbereich). In Zeitbasen, in welcher jeder Abtastpunkt angezeigt wird, verhalten sich alle drei Einstellungen, bis auf die verwendete Speichertiefe und damit der Kurvenupdaterate, gleich.

Die Vor- und Nachteile der einzelnen Einstellungsmöglichkeiten wird in Tabelle 5.1 gezeigt.

Abschließend bleibt zu erwähnen, dass dieses Menü die bei anderen Herstellern übliche einstellbare Speichertiefe ersetzt. Bei einer wählbaren Speichertiefe sollte der Anwender immer den Zusammenhang zwischen Speichertiefe, Zeitbasis und Abtastrate kennen und Vor- sowie Nachteile abschätzen können. Mit dieser Menümethode erfasst das Oszilloskop immer mit einer maximal möglichen Abtastrate. Ein nachträgliches Hineinzoomen im STOP Modus ist somit immer gegeben, auch bei maximaler Wiederholrate. Ein Herauszoomen ist bei maximaler Wiederholrate ebenfalls möglich, wenn der STOP Modus bei schnellen Zeitbasen ausgeführt wurde. Kann man, wie bei anderen Herstellern, nur durch eine geringe Speichertiefe eine hohe Wiederholrate erzielen, ist ein nachträgliches Zoomen im STOP Modus fast nicht möglich.

Einstellung	Vorteile	Nachteile	Anwendung
Maximale Wiederholrate	<ul style="list-style-type: none"> Viele Aufnahmen in einem Bild Seltene Ereignisse werden in Verbindung mit Nachleuchten schneller gefunden Schnelle Reaktion auf Bedienung oder Signaländerung Geringes Rauschband 	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Aliasinggefahr Geringe Detailtreue Geringe Messgenauigkeit durch reduzierte Datenanzahl 	<ul style="list-style-type: none"> Zur Suche von seltenen Ereignissen Bei der Darstellung modulierter Signale
Maximale Abtastrate	<ul style="list-style-type: none"> Maximale Detailtreue Geringste Aliasinggefahr Hohe Messgenauigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> Träge Reaktion auf Bedienung oder Signaländerung Kleine Kurvenupdaterate Rauschen mehr sichtbar 	<ul style="list-style-type: none"> Bei Signalen mit hohen Frequenzanteilen Zur Untersuchung von kleinen Signaldetails
Automatik	<ul style="list-style-type: none"> Mittlere Kurvenupdaterate Noch flüssige Bedienung Gute Messgenauigkeit Geringes Rauschband 	<ul style="list-style-type: none"> Aliasing möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Standardanwendung

Tab. 5.1: Vor- und Nachteile Softmenü Wiederholrate

5.4 Interlace-Betrieb

Im Interlace-Betrieb werden die Wandler (ADC) und die Speicher zweier Kanäle einer Interlace-Gruppe zusammengeschaltet. Dadurch verdoppelt sich die Abtastrate und der Erfassungsspeicher. Interlace-Gruppen sind Kanal 1 und 2 sowie Kanal 3 und 4. Ist eine Interlace-Gruppe nicht interlacefähig, so wird auch die andere Gruppe nichtinterlace betrieben. Ein Kanal gilt auch als aktiviert, wenn er ausgeschaltet aber jedoch Triggerquelle ist. Ist ein Kanal aktiviert, so leuchtet die entsprechende LED neben der Eingangsbuchse.

Weitere Bedingungen, um den Interlace-Betrieb zu aktivieren:

- kein Logikpod aktiv
- keine seriellen oder parallelen Busse aktiv
- Logiktrigger nicht aktiv

Ist ein Interlace-Betrieb möglich, wird dieser automatisch aktiviert. In der folgenden Tabelle sind die Kanalkonstellationen aufgeführt, welche einen Interlace-Betrieb ermöglichen.

Interlace-Gruppe 1		Interlace-Gruppe 2	
CH1	CH2	CH3	CH4
Ein	Aus	Aus	Aus
Aus	Ein	Aus	Aus
Aus	Aus	Ein	Aus
Aus	Aus	Aus	Ein
Ein	Aus	Ein	Aus
Aus	Ein	Ein	Aus
Aus	Ein	Aus	Ein

Tab. 5.2: Kanalkonstellation im Interlace-Betrieb

5.5 ZOOM-Funktion

Die HMO Serie verfügt über eine Speichertiefe von 2MByte pro Kanal. Damit lassen sich lange und komplexe Signale aufzeichnen, die mit der ZOOM-Funktion im Detail untersucht werden können. Um diese Funktion zu aktivieren, wird die ZOOM-Taste (40) betätigt. Daraufhin wird der Bildschirm in zwei Abschnitte unterteilt. Das obere Fenster ist die Darstellung des gesamten Zeitbasisfensters, das untere Gitter zeigt einen entsprechend vergrößerten Ausschnitt des oberen Fensters. Der Signalausschnitt, der gezoomt wird, ist im Originalsignal (oberes Fenster) durch zwei blaue Cursors markiert. Wenn

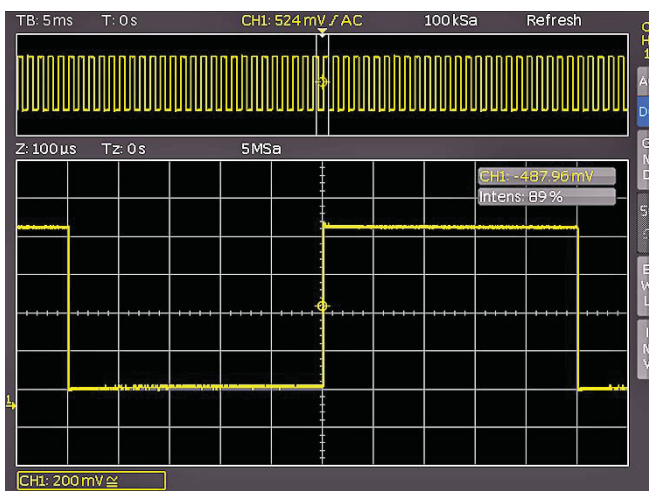


Abb. 5.5: Zoomfunktion

mehrere Kanäle im Zoom Modus aktiviert sind, werden alle angezeigten Kanäle gleichzeitig um den gleichen Faktor und an der gleichen Stelle „gezoomt“.

In Abb. 5.5 ist zu erkennen, dass das Zoom-Fenster mit 100µs pro Skalenteil dargestellt ist. Das Signal wurde über ein Zeitfenster von 12 ms aufgenommen. Zusätzlich werden im Zoom-Bereich (unteres Gitter) die Parameter für Zoom-Zeitbasis und Zeit oberhalb des Zoom-Fensters angegeben. Z beschreibt die Zoom-Zeitbasis (Zoom-Faktor) und bestimmt die Breite des Zoom-Bereichs, der im Zoom-Fenster angezeigt wird (10 Divisionen x Skalierung pro Teilung). Tz beschreibt die Zoom-Zeit und bestimmt die Position des Zoom-Bereichs.

Die Zeitbasiseinstellung oben links in der Anzeige ist grau hinterlegt, die Zoom-Zeitbasis oberhalb des Zoom-Fensters ist weiß angegeben. Dies bedeutet, dass der große Drehknopf im Horizontalmenü den Zoom-Faktor ändert. Dieser Drehknopf verfügt auch über eine Tasterfunktion. Wird der Drehknopf gedrückt, wird die Zeitbasiseinstellung weiß dargestellt und die Zoom-Zeitbasis grau. Nun ist der Drehknopf wieder für die Einstellung der Zeitbasis verantwortlich. Damit können Zeitbasiseinstellungen verändert werden, ohne den Zoom Modus verlassen zu müssen. Ein nochmaliges Drücken des Drehknopfes hebt die Begrenzungscursors des Zoom-Bereichs weiß hervor und der Zoom-Ausschnitt kann nun mit dem Drehknopf geändert werden. Die Position des „gezoomten“ Ausschnitts lässt sich nun mit Hilfe des kleinen Drehknopfes im Horizontalbereich des Bedienpanels über das gesamte Signal verschieben. Wenn durch Drücken des großen Drehknopfes dieser, wie oben beschrieben, wieder die Zeitbasis und nicht den Zoom-Faktor einstellt, besitzt der kleine Drehknopf die Funktion den Triggerzeitpunkt zu verschieben und damit das Verhältnis von aufgenommener Vor- und Nachgeschichte einzustellen.

Im Erfassungsmodus ROLLEN ist es prinzipiell nicht möglich, „in den Speicher hineinzuzoomen“, da die Signalwerte der X-Achse immer mit der maximalen Speichertiefe aufgezeichnet werden. Im Erfassungsmodus NORMAL befinden sich immer mehr Samples im Speicher, als auf dem Display dargestellt werden. Daher ist es hier möglich, in den Speicher „hineinzuzoomen“. Bei den Werten der Y-Achse (Amplitude) verhält sich dies anders. Diese Werte beziehen sich auf eine festgelegte Achse und sind daher auch im Rollen-Modus „skalierbar“.



Die ZOOM-Funktion ist im Rollen-Modus nicht verfügbar.

5.6 Navigation-Funktion

Die Navigation-Funktion ermöglicht eine erleichterte Handhabung der Triggerzeit sowie deren numerische Eingabe. Mit den einzelnen Softmenütasten kann die Triggerzeit z.B. auf den minimalen oder maximalen Wert gesetzt werden. Mit der Softmenütaste **ZEITREFERENZ** wird der Punkt im Kurvenfenster definiert, bei dem der Triggerpunkt „0“ ist. Die Skalierung der Signalkurve erfolgt um diesen Referenzpunkt. Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU-Bereich kann die gewünschte Einstellung gewählt werden.

5.7 Marker-Funktion

Mit Markern können bestimmte Positionen auf dem Bildschirm markiert werden, z.B. eine steigende oder fallende Flanke, ein unerwarteter Signalwert oder ein Suchergebnis. Anschließend können die Marker zur Identifikation bestimmter Signaltbereiche

genutzt werden, die im Zoom Modus näher betrachtet und die Daten analysiert werden sollen.

Die Markerfunktion wird im Softmenü aktiviert, welches sich nach Druck auf die Taste MENU im HORIZONTAL Bereich des Bedienfeldes öffnet. Dazu wählt man mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU-Bereich im Auswahlmenü **MARKER** aus. Ist diese Betriebsart aktiviert, kann man durch Drücken der SET/CLR-Taste einen Zeitmarker an der 6. Zeiteinheit (bei ausgeschaltetem Menü in der Gittermitte) setzen. Die Zeitmarker werden durch einen grau-blauen, senkrechten Strich markiert. Mit dem X-Positions-drehknopf kann die Kurve inklusive dem gesetzten Marker verschoben werden. Ist eine wichtige Signalposition identifiziert und mit dem Positionsknopf auf die Bildschirmmitte gesetzt, kann ein weiterer Marker gesetzt werden. Auf diese Art können bis zu 8 interessante Stellen im Signal markiert werden. Mit einem Druck auf die Pfeiltasten \blacktriangleleft \blacktriangleright [37] kann zwischen den einzelnen Marker gewechselt und in der Mitte des Bildschirms zentriert werden. Durch die Zentrierung der Marker über die Pfeiltasten ist zum Beispiel ein schneller Vergleich von markierten Signalbereichen im ZOOM Modus sehr schnell und einfach möglich.

Soll ein Marker gelöscht werden, so wird dieser in der Bildschirmmitte zentriert und durch erneutes Drücken der Taste SET/CLR entfernt. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, im Marker-softmenü alle Zeitmarker gleichzeitig zu löschen.

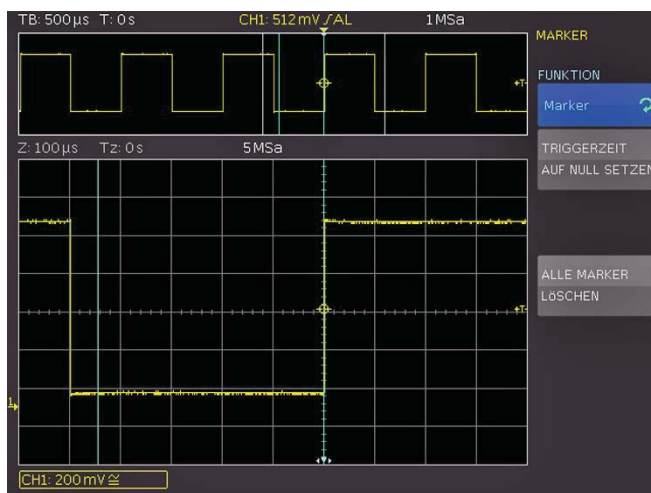


Abb. 5.6: Marker im Zoom Modus

5.8 Such-Funktion

Die Suchfunktionen der HMO Serie ermöglicht es, alle Flanken, Impulsbreiten, Spitzen oder weitere Ereignisse im Erfassungsmodus zu finden, die den manuell eingestellten Suchkriterien entsprechen. Für jede Art der Suche stehen funktions-spezifische Einstellungen zur Verfügung. Die Suche kann auf jedem analogen Kanal oder Mathematiksignal durchgeführt werden. Der gesuchte Zeitbasisbereich kann durch die Definition eines Pegels eingeschränkt werden.

Die Suchfunktion wird im Softmenü aktiviert, welches sich nach Druck auf die Taste MENU im HORIZONTAL Bereich des Bedienfeldes öffnet. Dazu wird mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU-Bereich im Auswahlmenü **SUCHE** ausgewählt. Ist diese Betriebsart aktiviert, kann man Ereignisse wie z.B. eine Anstiegszeit mit bestimmten Eigenschaften, z.B. $<12\text{ns}$ definieren, welche im STOP Modus in der jeweils aktuellen Aufnahme gesucht werden. Das gewünschte Kriterium wird nach Drücken des Menüpunkts **SUCHTYP** mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU-Bereich ausgewählt.

Derzeit stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

- **Flanke:**
Ähnlich dem Flankentrigger; diese Funktion sucht Flanken im Signalverlauf. Der Zeitpunkt einer gefundenen Flanke entspricht dem Zeitpunkt, an dem das Signal die eingestellte Hysterese verlässt. Der Pegel wählt ein Level für die Flankenerkennung der Suchfunktion aus. Das Level der Suchfunktion entspricht z.B. dem Triggerlevel des Flankentriggers. Level und Hysterese werden im Kurvenfenster angezeigt. Die Hysterese legt den Bereich fest, den das Signal durchqueren muss, bis eine gültige Flanke erkannt wird. Dieser Bereich definiert auch die Anstiegszeit der Flanke selbst. Gewählt werden sollte eine genügend große Hysterese, um Rauschen auf der Signalflanke zu unterdrücken.
- **Pulsbreite:**
Ähnlich dem Pulsbreitentrigger; eine Pulsbreitensuche findet Impulse mit einer zuvor vorgegebenen Pulsbreite. Ein Puls besteht immer aus einer steigenden und einer fallenden Flanke. Der Start- und Endzeitpunkt des Pulses ist durch das Verlassen der Hysterese definiert. Der Pegel für die Suchfunktion entspricht z.B. dem Triggerlevel des Flankentriggers. Pegel und Hysterese werden im Kurvenfenster angezeigt. Die einstellbare Vergleichsart ist ein Auswahlkriterium für die gefundene, zeitliche Ereignisbreite. Die Pulsbreite ist die zeitliche Dauer zwischen Start- und Stoppflanke des Pulses.
- **Peak:**
Die Peak-Suche findet Impulse im Signalverlauf. Der Zeitpunkt des Ereignisses ist der Spitzenwert des Peaks.
- **Anstiegs-/Abfallzeit:**
Diese Funktion sucht Flanken mit einer bestimmten Anstiegs-/Abfallzeit im Signalverlauf. Der Zeitpunkt einer gefundenen Flanke entspricht dem Zeitpunkt, an dem das Signal die eingestellte Hysterese verlässt. Das obere und untere Level definiert den oberen / unteren Pegel der Hysterese. Der eingestellte Pegel wird im Kurvenfenster angezeigt. Die einstellbare Vergleichsart ist ein Auswahlkriterium für die gefundene, zeitliche Ereignisbreite.
- **Runt:**
Ein Runt ist ein verkümmerter Impuls innerhalb eines Signals. Dieser entsteht, wenn die Anstiegszeiten des Systems größer sind als es die gewünschte Pulsbreite verlangt. Ein positiver Runt überschreitet dabei z.B. das untere Level der Hysterese, erreicht aber das obere Level nicht. Die auswertenden digitalen Schaltkreise dieses Signals erkennen dadurch den Impuls nicht und es kommt zu Übertragungsfehlern. Die Pulsbreite des Runts ist vom Eintritts- bis zum Austrittspunkt aus der Hysterese definiert (zeitliche Dauer zwischen Start- und Stoppflanke des Pulses). Die einstellbare Vergleichsart ist ein Auswahlkriterium für die gefundene, zeitliche Ereignisbreite. Die Abweichung definiert einen maximalen zeitlichen Bereich, um den die eingestellte Ereignisbreite schwanken darf.

Nachdem der entsprechende Suchtyp ausgewählt wurde, kann die gewünschte **QUELLE** ausgewählt werden (möglich sind alle eingeschalteten analogen Kanäle inkl. Mathematikkanäle). Mit dem Menüpunkt **EINSTELLUNGEN** öffnet sich ein Untermenü, in dem die Einstellungen für das gewählte Suchkriterium vorgenommen werden können (z.B. größer als eine bestimmte Pulsbreite). Die einstellbaren Parameter sind dabei teilweise zeitbasisabhängig (bei einer Zeitbasis von $100\mu\text{s}/\text{Div}$ ist die kleinste Zeit $2\mu\text{s}$, bei $1\mu\text{s}/\text{Div}$ entsprechend 20ns). Erfüllen Ereignisse das Suchkriterium, werden diese markiert. Mit dem

Softmenü **ZEIGE EREIGNISLISTE** kann eine tabellarische Darstellungen der Suchergebnisse aufgerufen werden. Mit den Pfeiltasten oder dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU-Bereich kann im STOP-Modus (angehaltene Erfassung) zwischen den Ereignissen navigiert werden. Mit **SELECT** kann ein angewähltes Ereignis zentriert werden. Bei aktiviertem Zoom wird das selektierte Ereignis im Zoom-Fenster automatisch zentriert.

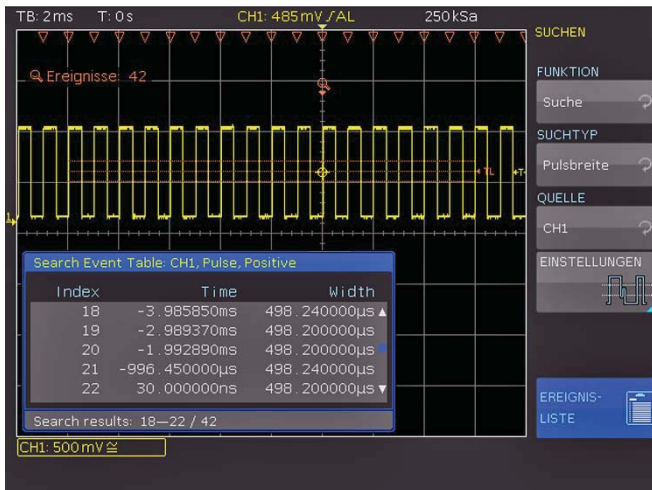


Abb. 5.7: Suchmodus mit Ereignisliste

6 Triggersystem

Das Triggersystem des HMO lässt sich durch die konsequente Anwendung des HAMEG Bedienknopfkonzeptes sehr einfach handhaben.

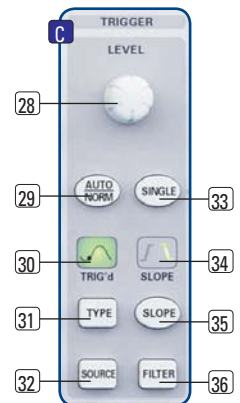


Abb. 6.1: Bedienfeld des Triggersystems

Es gibt vier Tasten, die jeweils eine häufig genutzte Einstellung anwählen:

- **TYPE** – Auswahl Trigger-Typ FLANKE (FLANKE A/B), IMPULS, LOGIK und VIDEO sowie Trigger Hold Off Zeit
- **SLOPE** – Art der Flanke
- **SOURCE** – Festlegung der Triggerquelle
- **FILTER** – Festlegung der exakten Triggerbedingung.

Hinzu kommen die Tasten für die Auswahl der Triggermodi (AUTO, NORMAL und SINGLE).

6.1 Triggermodi Auto, Normal und Single

Die grundlegenden Triggermodi sind mit der Taste AUTO/NORM (29) direkt umschaltbar. Wenn der AUTO-Modus aktiviert ist, leuchtet die Taste nicht. Drückt man die Taste, so wird der NORMAL-Modus aktiviert und die Taste wird mit einer roten LED hinterleuchtet.

Im **AUTO-Modus** wird immer ein Signal auf dem Bildschirm angezeigt. Wenn ein Signal anliegt, welches die Triggerbedingung erfüllt, so synchronisiert sich das Oszilloskop auf dieses Ereignis und triggert beim Eintreten der eingestellten Bedingung. Sollte ein Signal anliegen, welches die Triggerbedingung nicht erfüllt (im einfachsten Fall wäre dies eine Gleichspannung), so generiert das Oszilloskop selbst ein Triggerereignis. Damit wird sichergestellt, dass man die Eingangssignale unabhängig von der Triggerbedingung immer im Überblick hat.

Im **NORMAL-Modus** wird nur dann ein Signal erfasst und dargestellt, wenn eine Triggerbedingung erfüllt wird. Wenn kein neues Signal anliegt, welches die eingestellte Triggerbedingung erfüllt, so wird das letzte getriggerte Signal angezeigt. Möchte man sicherstellen, dass man nur ein Signal, welches die Triggerbedingung erfüllt, aufnimmt und anzeigt, so muss dieser Modus durch Drücken der SINGLE-Taste (33) aktiviert werden. Diese Taste leuchtet weiß, wenn der SINGLE-Modus aktiv ist. Damit ist das Erfassungs- und Triggersystem des HMO eingeschaltet und die RUN/STOP-Taste (39) blinkt. Tritt die Triggerbedingung ein, löst das Triggersystem aus, der Speicher wird gefüllt und das Oszilloskop geht anschließend in den STOP-Modus (erkennbar an dem dauerhaft roten Aufleuchten der RUN/STOP-Taste).

6.2 Triggerquellen

Als Triggerquellen stehen die vier analogen Kanäle sowie der externe Triggereingang (AC/DC) zur Verfügung. Ist die optionale Erweiterung mit den aktiven Logikastköpfen H03508 mit 8 oder 16 digitalen Eingängen angeschlossen, so lassen sich auch diese bis zu 16 digitalen Eingänge als Triggerquelle einsetzen. Mit der Softmenütaste **NETZ** lässt man den Trigger auf Netzfrequenz triggern. Das Triggersignal wird hierbei intern aus dem Netzteil gewonnen.

6.3 Flankentrigger

Der einfachste und mit Abstand am häufigsten eingesetzte Trigger ist der Flankentrigger. Das Oszilloskop triggert, wenn innerhalb des im SOURCE Menü gewählten Signals, die mit der SLOPE Taste eingestellte(n) Flanke(n) auftreten. Die Signalflanke muss dabei den eingestellten Triggerpegel durchlaufen.

Diese Triggerart wird auch vom Autosetup (Taste AUTOSSET) gewählt. Wird zum Beispiel der Impulstrigger aktiviert und auf die AUTO SET-Taste gedrückt, so wird die Einstellung auf Flankentrigger gesetzt. Der Triggertyp kann mit der Taste TYPE **31** im Triggerbedienfeld eingestellt werden. Es öffnet sich ein Menü mit den Auswahlmöglichkeiten. Falls der Typ FLANKE nicht aktiv (blau hinterlegt) ist, kann durch Drücken der dazugehörigen Softmenütaste dieser Typ gewählt werden. Die Art der Flanke (steigende, fallende oder beide) kann direkt mit der Taste SLOPE **35** eingestellt werden. Diese schaltet jeweils eine Einstellung weiter, d. h. von steigender auf fallende Flanke, auf beide Flanken und ein weiterer Tastendruck bewirkt wieder die Triggerung auf die steigende Flanke. In der Mitte der Statuszeile oben im Display und der Anzeige oberhalb der SLOPE-Taste **35** erkennt man, welche Flankenart gewählt wurde.

Mit der Taste FILTER **36** kann für die Triggerschaltung festgelegt werden, wie das Signal eingekoppelt wird:

AUTO LEVEL: Automatische Filtereinstellungen (Standardeinstellung).

AC: Das Triggersignal wird über einen Hochpassfilter mit einer unteren Grenzfrequenz von 5 Hz angekoppelt, welches den Gleichspannungsanteil des triggenden Signals unterdrückt. Der Triggerpegel bleibt bei einem sich veränderten Gleichspannungsanteil auf dem eingestellten Punkt innerhalb des Wechselstromsignals. Bei der Triggerart AUTO (AUTO/NORM Taste) ist zudem ein Peak-Peak-Modus aktiv, welcher den Trigger innerhalb

des Wechselstromsignals begrenzt. Dadurch ist bei dieser Einstellung für ein beliebig angelegtes Signal die Triggerbedingung erfüllt, ohne dass der Pegel eingestellt werden muss. Bei der Triggerart NORM (AUTO/NORM Taste) ist der Peak-Peak-Modus deaktiviert und der Triggerpegel kann über die Spitzenwerte des Signals hinaus verschoben werden.

DC: Das Triggersignal wird mit allen Signalanteilen (Gleich- und Wechselspannung) an die Triggerschaltung gekoppelt. Hierbei wird das triggende Signal nicht beeinflusst.

HF: Das Triggersignal wird mit einem Hochpassfilter mit einer unteren Grenzfrequenz (-3 dB) von 30 kHz angekoppelt und ebenfalls bei Normaltriggerung der Pegel automatisch begrenzt. Diese Kopplungsart sollte nur bei sehr hochfrequenten Signalen angewendet werden.

LP (Tiefpass):

Das Triggersignal wird über einen Tiefpass mit einer oberen Grenzfrequenz von 5 kHz eingekoppelt. Dieses Filter entfernt höhere Frequenzen und ist mit AC- und DC-Kopplung verfügbar.

NR (Rauschunterdrückung):

Der Triggerverstärker wird mit einem Tiefpassfilter mit einer oberen Grenzfrequenz von 100 MHz in seinem Rauschverhalten verbessert. Dieses Filter entfernt höhere Frequenzen und ist mit AC- und DC-Kopplung verfügbar.



Die Kopplungsarten Tiefpass- und Rauschunterdrückung können nicht zusammen aktiviert werden.

Der Flankentrigger lässt sich zusätzlich mit der Softmenütaste **FLANKE A/B** mit einem B-Trigger verknüpfen. Hiermit wird es möglich den Trigger so einzustellen, dass auf dem Triggersignal erst eine „A-“ und anschließend eine „B-Bedingung“ auf dem gewählten Kanal erfüllt sein muss, damit der Trigger auslöst. Mit der zweigeteilten Softmenütaste TRIGGER AUF kann festgelegt werden, ob das B-Ereignis erst eine bestimmte Zeit (minimal 16 ns, maximal 8.58993s) oder eine bestimmte Anzahl (minimal 1, maximal 65535) nach dem A-Ereignis beachtet werden soll.

Sowohl A- als auch B-Trigger können hierbei unterschiedliche Quellen besitzen. Die jeweilige Quelle kann im SOURCE-Menü mittels der Softmenütaste **QUELLE A / QUELLE B** mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld eingestellt werden. Zur Auswahl stehen die Analogkanäle, sowie ein externes Triggersignal (**Extern**), welches an die EXT-TRIG Buchse auf der Rückseite des Gerätes angelegt wird. Die Eingabe des Pegels erfolgt nach Drücken der jeweiligen Softmenütaste mit den Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld oder numerisch mittels KEYPAD-Taste. Die Art der Flanke (steigend, fallend oder beide) wird mit der jeweiligen Softmenütaste **FLANKE A / FLANKE B** eingestellt.

Weitere Einstellungen können im Menü FILTER erfolgen. Für Filter A (FILTER A blau hinterlegt) stehen die gleichen Filtereinstellungen zur Auswahl, die bereits oben im Text beschrieben wurden. Für Filter B (FILTER B blau hinterlegt) sind die Kopplungsarten DC, HF und RAUSCHUNTER. verfügbar.

6.4 Impulstrigger

Der Impulstrigger ermöglicht das Triggern auf bestimmte Pulsbreiten von positiven oder negativen Pulsen, bzw. auf

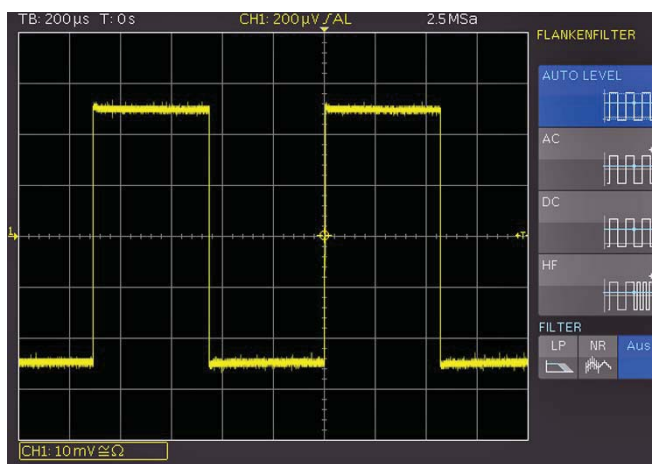


Abb. 6.2: Kopplungsarten bei Flankentrigger

Pulsbreitenbereiche. Das Oszilloskop triggert, wenn innerhalb des im SOURCE Menü gewählten Signals ein Impuls mit den im FILTER Menü gewählten Eigenschaften auftritt. Erfüllt ein Impuls die Triggerbedingungen, triggert das Oszilloskop auf dessen Rückflanke, d.h. bei einem positiven Impuls auf die fallende Flanke und bei einem negativen Impuls auf eine steigende Flanke.

Der Impulstrigger wird durch das Drücken der TYPE-Taste [31] im Triggerbedienfeld aktiviert. Anschließend können weitere Einstellungen für den Impulstrigger im Softmenü nach Drücken der FILTER-Taste [36] vorgenommen werden. Es gibt grundsätzlich sechs Arten der Einstellungen:

- $t_i > t$: Die Impulsdauer t_i , die den Trigger auslöst, ist größer als eine einstellbare Vergleichszeit t .
- $t_i < t$: Die Impulsdauer t_i , die den Trigger auslöst, ist kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t .
- $t_i = t$: Die Impulsdauer t_i , die den Trigger auslöst, ist gleich einer einstellbaren Vergleichszeit t . Die Vergleichszeit setzt sich zusammen aus der Zeit t plus eine einstellbare Abweichung.
- $t_i \neq t$: Die Impulsdauer t_i , die den Trigger auslöst, ist ungleich einer einstellbaren Vergleichszeit t . Die Vergleichszeit setzt sich zusammen aus der Zeit t plus eine einstellbare Abweichung.
- $t_1 < t_i < t_2$: Die Impulsdauer t_i , die den Trigger auslöst, ist kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t_2 und größer als eine einstellbare Vergleichszeit t_1 .
- $\text{Not}(t_1 < t_i < t_2)$: Die Impulsdauer, die den Trigger auslöst, ist größer als eine einstellbare Vergleichszeit t_2 und kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t_1 .

Die jeweilige Vergleichszeiten lassen sich im Bereich von 8 ns bis 134,217 ms einstellen, wobei bis 1 ms die Auflösung 8 ns und danach 1 μ s beträgt. Die einstellbare Abweichung lässt sich im Bereich 4 ns bis 262,144 μ s mit einer Auflösung von 4 ns einstellen.

Zuerst wird die gewünschte Funktion ausgewählt und anschließend die gewünschte Vergleichszeit eingestellt. Wenn „ $t_i \neq t$ “ oder „ $t_i = t$ “ ausgewählt ist, kann eine Vergleichszeit durch Drücken der Softmenütaste ZEIT und des Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld einstellen. Die Auswahl des Softmenütaste ABWEICHUNG ermöglicht wiederum mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld die Einstellung eines erlaubten Toleranzbereiches. Bei der Wahl von „ $t_1 < t_i < t_2$ “ oder „ $\text{Not}(t_1 < t_i < t_2)$ “ können beide Vergleichszeiten mit den beiden Menüpunkten ZEIT 1 und ZEIT 2 eingestellt werden. Wenn „ $t_i < t$ “ oder „ $t_i > t$ “ ausgewählt ist, kann jeweils nur eine Grenze festgelegt werden. Alle diese Einstellungen

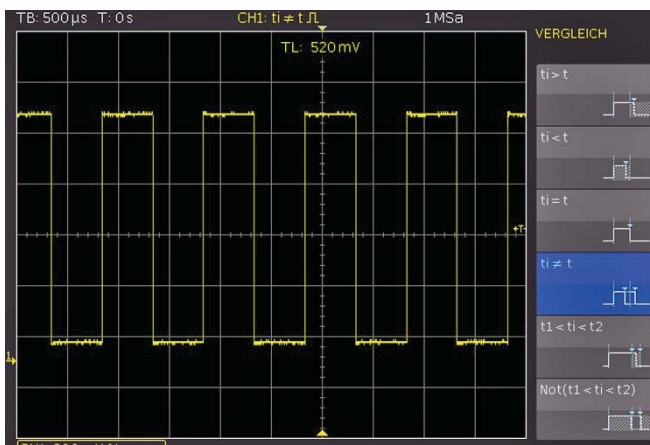


Abb. 6.3: Impulstriggereinstellmenü

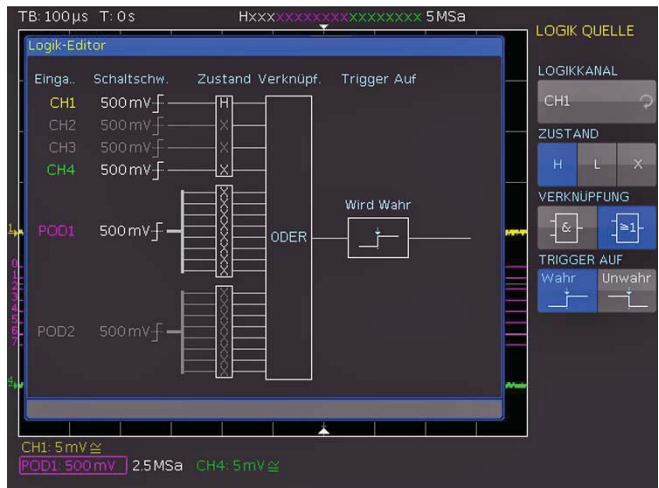


Abb. 6.4: Menü zur Logiktriggereinstellung

können durch Wahl des entsprechenden Softmenüpunktes auf positiv oder negativ polarisierte Pulse angewendet werden. Bei einem positiv polarisierten Puls wird in diesem Zusammenhang die Breite von der steigenden zur fallenden Flanke bestimmt, bei einem negativ polarisierten entsprechend von der fallenden zur steigenden Flanke. Prinzip-bedingt wird immer auf der zweiten Flanke des Pulses getriggert.

6.5 Logiktrigger



Sie können alle Einstellungen im Logiktrigger auch ohne angeschlossene aktive Logikastköpfe H03508 durchspielen, haben jedoch nur mit der angeschlossenen H03508 die beschriebene Funktion.

Die Auswahl des Triggers LOGIK im Softmenü nach Drücken der TYPE-Taste [31] bewirkt die Umschaltung der Triggerquelle auf die digitalen Eingänge. Wenn nach Auswahl dieses Triggertyps die SOURCE-Taste [32] gedrückt wird, erscheint ein Softmenü für weitere Einstellungen sowie ein Fenster für deren übersichtliche Darstellung (siehe Abb. 6.6).

Mit der obersten Softmenütaste kann ein Logikkanal ausgewählt werden, für den der Triggerzustand festgelegt werden soll. Dies erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld. Im Übersichts-menü wird die gewählte digitale Leitung blau hinterlegt und im Feld der Triggerzustand High (H), Low (L) oder unbedeutend (X) markiert. Die Auswahl des Zustandes erfolgt mit der entsprechenden Softmenütaste. Wie bisher wird der gewählte Zustand auch im Softmenü blau unterlegt. Eine weitere Softmenütaste wählt die logische Verknüpfung der digitalen Kanäle. Zur Auswahl stehen logisch UND bzw. ODER. Werden die Logikkanäle UND verknüpft, müssen die eingestellten Zustände aller Kanäle gleichzeitig im Eingangssignal auftreten, damit die Verknüpfung ein logisches High (H) als Ergebnis liefert. Bei der ODER Verknüpfung muss mindestens eine der definierten Pegelvorgaben erfüllt werden. Letzter Punkt in diesem Menü ist die Funktion TRIGGER AUF, die sich mit der Softmenütaste auf WAHR oder UNWAHR einstellen lässt. Damit lässt sich vorwählen, ob am Beginn der Zustandsverknüpfung (WAHR) oder am Ende der Zustandsverknüpfung (UNWAHR) der Trigger gesetzt wird.

Wenn das gewünschte Muster eingestellt wurde, können mit der FILTER-Taste [36] weitere Einstellungen vorgenommen werden. In dem sich öffnenden Softmenü kann die TRIGGER AUF Funktion zeitlich beschränkt werden (in diesem Menü erscheint diejenige Bedingung, die im SOURCE Menü eingestellt wurde). Ein Druck auf die oberste Softmenütaste schaltet die Dauer

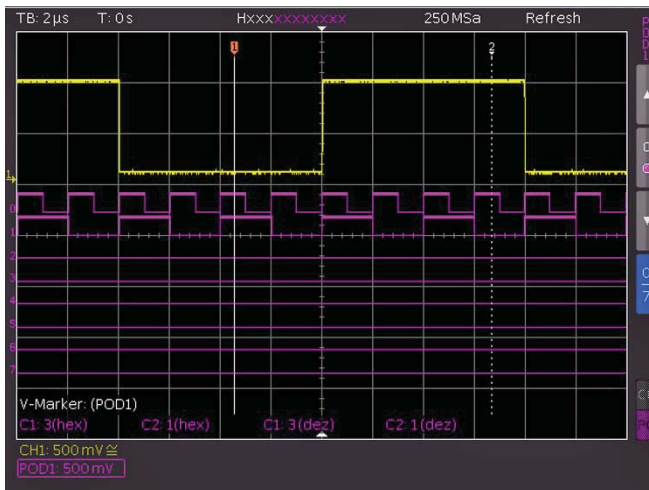


Abb. 6.5: Einstellungen der Logikkanalanzeige

hinzu. Diese Funktion vergleicht die Zeitdauer t des Ausgangsimpulses der Verknüpfung der logischen Zustände mit einer eingestellten Zeitdauer t_i . Bei gleicher oder ungleicher Zeitdauer ist das Einstellen einer Abweichung Δt möglich. Liegt t innerhalb dieser Grenzen, ist die Triggerbedingung erfüllt. In dem darunterliegenden Menüfeld kann das Vergleichskriterium gewählt werden. Folgende sechs Kriterien stehen zur Auswahl:

- $t_i \neq t$: Die Dauer des anliegenden Bitmusters, die den Trigger auslöst, ist ungleich einer einstellbaren Vergleichszeit.
- $t_i = t$: Die Dauer des anliegenden Bitmusters, die den Trigger auslöst, ist gleich einer einstellbaren Vergleichszeit.
- $t_i < t$: Die Dauer des anliegenden Bitmusters, die den Trigger auslöst, ist kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit.
- $t_i > t$: Die Dauer des anliegenden Bitmusters, die den Trigger auslöst, ist größer als eine einstellbare Vergleichszeit.
- $t_1 < t_1 < t_2$: Die Impulsdauer t_i , die den Trigger auslöst, ist kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t_2 und größer als eine einstellbare Vergleichszeit t_1 .
- $\text{not}(t_1 < t_1 < t_2)$: Die Impulsdauer, die den Trigger auslöst, ist größer als eine einstellbare Vergleichszeit t_2 und kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t_1 .

Wie beim Impulstrigger kann bei $t_i \neq t$ oder $t_i = t$ eine Vergleichszeit (Referenzzeit) durch Drücken der Softmenütaste **ZEIT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld eingestellt werden. Die Anwahl des Softmenüpunktes **ABWEICHUNG** ermöglicht wiederum mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld die Einstellung einer Abweichung Δt , welche die Toleranz zwischen eingestellter Referenzzeit t und gültiger realer Impulsdauer t_i definiert (erlaubter Toleranzbereich). Bei der Wahl von „ $t_1 < t_1 < t_2$ “ oder „ $\text{not}(t_1 < t_1 < t_2)$ “ können die beiden Vergleichszeiten (Grenzen des Zeitintervalls) mit den Softmenütasten **ZEIT 1** und **ZEIT 2** eingestellt werden. Bei $t_i < t$ oder $t_i > t$ kann jeweils nur eine Grenze festgelegt werden. Die Eingaben von Zeit und Abweichung lassen sich nach Drücken der jeweiligen Softmenütaste über den Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld oder mit der KEYPAD-Taste numerisch eingeben.

Sollen die Schwellwerte für die Erkennung der logischen Eins- und Null-Zustände geändert werden, so sind Einstellungen im Kanalmenü (MENU Taste im VERTICAL Bedienfeld) notwendig. Dazu wird der gewünschte POD ausgewählt (POD1 mit der Taste CH3/POD1 [24], POD2 mit der Taste CH4/POD2 [25]). Dies ist eine zweigeteilte Taste. Der Druck auf die Taste bewirkt ein toggeln zwischen den Zuständen, der jeweils aktive wird mit der Kanalfarbe hinterlegt. Ist bereits der Logikbetrieb eingeschaltet, werden die digitalen Kanäle im Kanalanzeigebereich des Displays mit „POD1:xxxV“ oder „POD2:xxxV“ umrahmt

angezeigt. Wird nun die MENU-Taste [21] im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes gedrückt, kann eine von fünf vor-eingestellten Logikpegel-einstellungen aktiviert werden. Von diesen sind drei fest mit den Pegeln für TTL, CMOS und ECL vorgegeben. Zwei benutzerdefinierte Logikpegel-einstellungen können entsprechend nach Anwahl des Menüpunktes mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld im Bereich von -2V bis 8V eingestellt werden. Die Softmenütaste **POS. & GRÖÖE ZURÜCKSETZEN** schaltet die Anzeige alle digitalen Kanäle der ausgewählten Gruppe unter Benutzung von Standardwerten für deren vertikale Position und Größe ein. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit mit dem Softmenü **NAME** eine Bezeichnung für die aktuell fokussierte Kurve zu definieren. Eine Bibliothek stellt eine Liste von vordefinierten Namen bereit. Der Name kann an-/ausgeschaltet bzw. editiert werden.

6.6 Hold Off Zeit

Die Trigger Hold Off Zeit gibt an, wie lange das HMO Oszilloskop nach einem Trigger wartet, bis das Triggersystem wieder bereit ist. Erst nach Ablauf der Trigger Hold Off Zeit ist das Triggersystem wieder aktiv. Somit kann diese Funktion für eine stabile Triggerung sorgen, wenn auf unerwünschte Ereignisse getriggert wird. Idealerweise wird die Hold Off Zeit zum Triggern auf periodische Signale mit mehreren Flanken verwendet.

 Eine Änderung der Zeitablenkung hat keinen Einfluss auf die eingestellte Hold Off Zeit.

Die Softmenütaste **HOLD OFF ZEIT** ist zweigeteilt. Ist die obere Zeile der Softmenütaste aktiv (blau hinterlegt), so kann mittels dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld oder mittels KEYPAD-Taste im CURSOR/MENU Bedienfeld numerisch eingegeben werden. Eine Werteeingabe von 50ns bis 10s ist möglich. Mit der unteren Zeile der Softmenütaste **Aus** (blau hinterlegt) wird die Funktion **HOLD OFF ZEIT** deaktiviert.

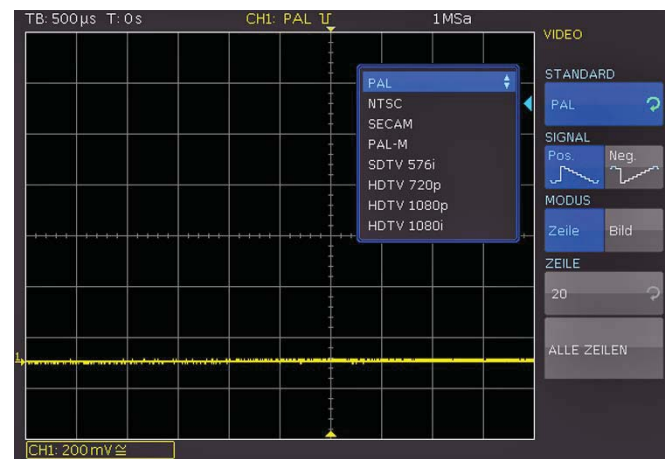


Abb. 6.6: Videotriggermenü

Der Videotrigger ermöglicht das Triggern auf **PAL**, **NTSC**, **SECAM** Standard Videosignale sowie auf HDTV Signale. Die Betriebsart Videotrigger wird im Menü nach dem Drücken der TYPE-Taste [31] des Triggerbedienfeldes angewählt. Die Wahl der Quelle erfolgt wiederum nach Drücken der Taste **SOURCE** [32]. Mit dem Menü **FILTER** [36] können alle weiteren Einstellungen vorgenommen werden. Das Oszilloskop triggert, wenn das im **SOURCE** Menü gewählte FBAS-Signal (Farb-Bild-Austast-Synchron-Signal) die im **FILTER** Menü eingestellten Eigenschaften aufweist.

Zunächst wird der gewünschte Standard durch Drücken der zugeordneten Softmenütaste **STANDARD** ausgewählt. Mit dem

Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld oder durch wiederholtes Drücken der Softmenütaste wählt man den gewünschten Standard aus. Die zweite Einstellung ist die Polarität des Synchronimpulses, die positiv oder negativ sein kann. Bei positiver Videomodulation (der größte Helligkeitswert im Bild wird durch die maximale Signalspannung repräsentiert) sind die Synchronimpulse negativ, bei negativer Modulation positiv. Die Flanken der Synchronimpulse werden zur Triggerung genutzt, weshalb eine falsche Einstellung der Polarität zu einer unregelmäßigen Auslösung des Triggers durch die Bildinformationen führt. Anschließend kann zwischen Bild- (BILD) und Zeilentriggerung (ZEILE) gewählt werden. Bei Wahl der **ZEILE** kann die exakt gewünschte Zeile von der 1ten bis zur 625ten mit dem Universaldrehgeber oder der KEYPAD-Taste im CURSOR/MENU Bedienfeld eingestellt werden.

Der Softmenüpunkt **ALLE ZEILEN** ermöglicht, dass das Oszilloskop auf den Beginn der Zeilen im Videosignal triggert. Diese Taste wählt alle Zeilen aus, d.h. auch wenn die anderen Triggerbedingungen erfüllt sind, triggert das Oszilloskop auf jede Zeile. Wird die Bildtriggerung mit BILD ausgewählt, kann in den unteren Menüpunkten zusätzlich auf die **UNGERADEN** oder nur die **GERADEN** Halbbilder getriggert werden. Das Oszilloskop triggert hierbei auf den Beginn der Halbbilder im Videosignal. Die jeweilige Taste wählt die ungerade (geraden) Halbbilder aus, d.h. auch wenn die anderen Triggerbedingungen erfüllt sind, triggert das Oszilloskop auf jedes ungerade (gerade) Halbbild.

Es sind folgende Modi auswählbar:

PAL, NTSC, SECAM, PAL-M und	
SDTV 576i	Interlaced
HDTV 720p	Progressive
HDTV 1080p	Progressive
HDTV 1080i	Interlaced

7 Anzeige von Signalen

Im folgenden Kapitel werden die Auswahl und Anzeige von Signalen verschiedener Quellen, sowie die möglichen Anzeigemodi erläutert.

7.1 Anzeigeeinstellungen

Die HMO Serie verfügt über ein hochwertiges, mit LED Hintergrundbeleuchtung ausgestattetes, TFT Display mit VGA (640x480Pixel) Auflösung. Grundlegende Einstellungen des Displays können mit der Taste DISPLAY [14] im GENERAL Bedienfeldabschnitt eingestellt werden. Wenn der Softmenüpunkt **VIRTUAL SCREEN** aktiviert wird, erscheint rechts neben dem Anzeigegitter im Display ein Rollbalken, mit dem der Anzeigebereich innerhalb der 20 Skalenteile des virtuellen Bildschirmbereichs mit Hilfe des Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld hoch- und heruntergefahren werden kann. Nähere Erläuterungen zur Funktion VIRTUAL SCREEN folgen im nächsten Kapitel.

Folgende weitere Einstellungen können vorgenommen werden:

NUR PUNKTE:

Wenn diese Funktion aktiv ist (AN), werden nur die Erfassungspunkte angezeigt. Die Datenpunkte aller Kurven werden somit nicht mit senkrechten Linien verbunden. Ist diese Funktion deaktiviert (AUS), wird auch die Interpolation der Datenpunkte angezeigt.

INVERSE HELL.:

Diese Einstellung invertiert den Helligkeitsverlauf der dargestellten Signale. Im Normalfall werden häufig getroffene Punkte heller dargestellt als seltene. Die Funktion INVERSE HELL. kehrt den Sachverhalt um. Seltene Ereignisse weisen gegenüber häufig auftretenden eine höhere Helligkeit auf. Um seltene Ereignisse innerhalb eines Signales aufzuspüren, kann diese Einstellung in Verbindung mit Nachleuchten genutzt werden.

FALSCHFARBEN:

Diese Einstellung wandelt die Helligkeitsstufen der dargestellten Signale in eine Farbskala um (von Blau über Magenta, Rot und Gelb bis Weiß). Der sich daraus ergebende höhere Kontrast ermöglicht eine verbesserte Wahrnehmung der im Signal enthaltenen Details. Diese Einstellung wirkt auf alle Kurven gleichzeitig.

GITTER:

In diesem Softmeü kann die Anzeige des Gitters als LINIEN (Unterteilung des Gitters mit horizontalen und vertikalen Linien, die die Skalenteile darstellen), FADENKREUZ (Anzeige von einer horizontalen und einer vertikalen Nulllinie, die die Skalenteile als Punkte darstellt) oder AUS (die gesamte Gitterfläche enthält keine Punkte oder Linien) gewählt werden.

INFOFENSTER:

Wählt man diesen Softmenüpunkt, öffnet sich ein Untermenü, in welchem die Transparenz der Informationsfenster eingestellt werden kann. Informationsfenster sind kleine Fenster, die je nach Anwendung auf dem Bildschirm erscheinen (z.B. Einblendung der Werte bei Änderung des Offsets). Die Einstellung von 0% bis 100% erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld [4]. Weiterhin ist das Informationsfenster der POSITION und KURVENHELL bei Änderung durch die Anwahl der weiteren Menüpunkte ein- und ausschaltbar. Ist die Funktion POSITION aktiviert, so wird bei einer Änderung der Y-Position

der entsprechende Wert, auf dem sich die Nulllinie befindet, angezeigt. Dem Nutzer wird je nach eingestellter Triggerart eine Information über den Zustand der Erfassung angezeigt. Die Anzeige erfolgt nur, wenn die Signalveränderungen auf dem Bildschirm längere Zeit andauern können. Ist die Triggerbedingung erfüllt, wird ein Informationsfenster mit einer Fortschrittsanzeige des Post- und Pre-Triggers angezeigt. Ist die Triggerbedingung nicht erfüllt, wird im Informationsfenster die Zeit seit dem letzten Triggerereignis angezeigt (Trig?). Bei der Triggerart AUTOMATIK wird nach einem längerem ungetriggerten Zustand in die ungetriggerte Erfassung umgeschaltet. In dieser Erfassungsart wird kein Informationsfenster angezeigt, weil die momentan erfassten Daten dargestellt werden.

HILFSCURSORS:

Dieses Softmenü bietet Einstellungsmöglichkeiten für Hilfs-cursors. Durch Betätigen der Funktionstasten ist ein Ein- und Ausschalten der Cursors möglich. Der Menüpunkt STANDARDEINST. stellt die Standardeinstellungen wieder her.

7.2 Nutzung des virtuellen Bildschirms

Das Anzeigegitter der HMO Serie umfasst im vertikalen Bereich 8 Skalenteile, verfügt aber über einen virtuellen Anzeigebereich von 20 Skalenteilen. Diese 20 Skalenteile können von den optionalen digitalen Kanälen D0 bis D15, den Mathematikkanälen und den Referenzkurven komplett genutzt werden. Die analogen Kanäle können bis zu ± 5 Skalenteile um die vertikale Nulllinie nutzen.

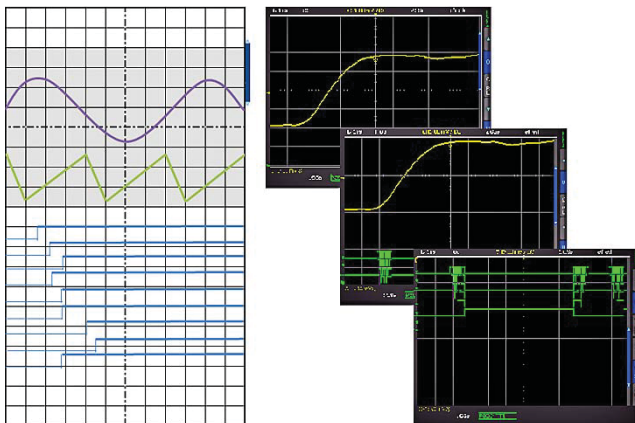


Abb. 7.1: Schema und Beispiel der Virtual Screen Funktion

In der Abbildung 7.1 ist die Funktionsweise des Virtual Screen's dargestellt. Der auf dem Display sichtbare Bereich von 8 vertikalen Skalenteilen ist hier grau gefärbt. In diesem Bereich können die analogen Signale angezeigt werden. Neben dem Gitter ist ein kleiner Balken, der die Position der sichtbaren 8 Skalenteile innerhalb der möglichen 20 Skalenteile angibt. Wird die Taste SCROLL BAR (5) betätigt, so wird dieser Balken blau (aktiv) und die sichtbaren 8 Skalenteile (den grauen Bereich) können mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld über die möglichen 20 Skalenteile verschoben werden. Dies ermöglicht eine einfache und übersichtliche Darstellung von vielen Einzelsignalzügen.

7.3 Signalintensitätsanzeige und Nachleuchtfunktion

Die Intensität der Signalzüge in der Anzeige lässt sich in der Standardeinstellung (die Taste INTENS/PERSIST (7) leuchtet weiß) mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld im Bereich von 0% bis 100% variieren. Für die Darstel-

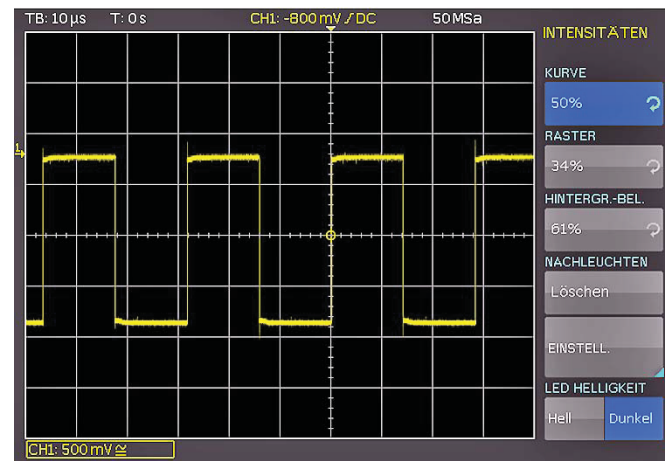


Abb. 7.2: Menü zur Einstellung der Anzeigeeintensitäten

lung von sich verändernden Signalen wird die nachleuchtende Darstellung eingesetzt, welche das Übereinanderschreiben vieler Kurven auf dem Display ermöglicht. Zusätzlich kann eine künstliche Alterung der Signale herbeigeführt werden, da die Nachleuchtdauer von 50ms bis unendlich einstellbar ist. Die selten auftretenden Signale werden damit dunkler dargestellt und die häufigen heller. Dieser Modus kann nach Druck auf die Taste INTENS/PERSIST im Softmenü eingestellt werden.

Die Softmenüpunkte **RASTER** und **HINTERGR.-BEL.** ermöglichen mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld die Helligkeitseinstellung des Rasters und der Hintergrundbeleuchtung.

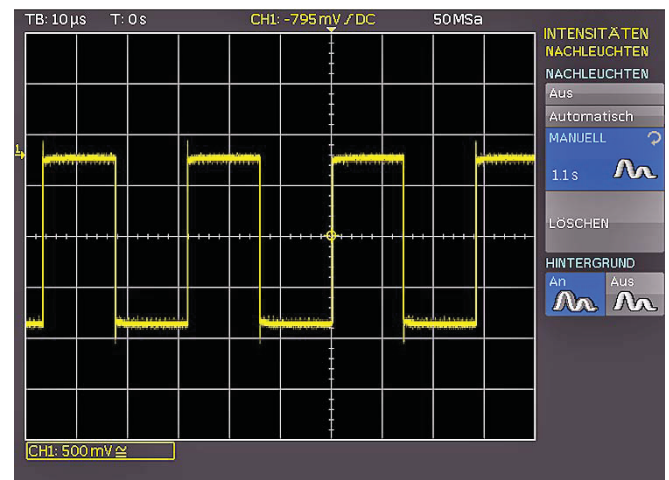


Abb. 7.3: Nachleuchtfunktion


Das Softmenü **EINSTELLUNGEN** ermöglicht die Einstellung des Nachleuchtens der Kurven auf dem Bildschirm. Nachleuchten bewirkt, dass Signale bei der Aktualisierung des Bildschirms nicht ersetzt, sondern für eine gewisse Dauer auf dem Bildschirm verweilen und langsam verblassen. Diese Darstellungsform kommt der eines Analogoszilloskops sehr nahe.

Es stehen für die Nachleuchtdauer die Einstellungen **AUS**, **AUTOMATISCH** und **MANUELL** zur Verfügung. Unter **MANUELL** kann eine Nachleuchtdauer von 50ms bis unendlich mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld eingestellt werden. Wenn eine endliche Zeit gewählt wurde, so werden innerhalb dieser Zeit neue Signale auf dem Display übereinandergeschrieben, wobei die jüngeren Aufnahmen heller dargestellt werden als die älteren. Wenn z.B. 300ms eingestellt wird, so werden die Aufnahmen in 50ms Schritten dunkler dargestellt und 300ms gelöscht. Mit der automatischen Einstellung wird die automatische Konfiguration des Nachleuchtens gewählt. Das

Gerät versucht in dieser Einstellung die optimale Zeit selbst zu wählen. Mit **Aus** wird das Nachleuchten deaktiviert. Zusätzlich ist eine **HINTERGRUND**-Funktion verfügbar. Diese Taste aktiviert oder deaktiviert einen Modus, bei dem ältere Kurven nach der eingestellten Nachleuchtzeit nicht gänzlich verschwinden, sondern im Hintergrund mit geringer Helligkeit weiterhin angezeigt werden. Diese Anzeige ermöglicht zum Beispiel die Analyse der Extremwerte mehrerer Signale.

7.4 XY-Darstellung

Die HMO Serie verfügt über eine Taste zum direkten Umschalten in die XY-Darstellung. Hierbei werden zwei Signale im Koordinatensystem gegeneinander aufgetragen. Praktisch bedeutet dies, dass die Zeitablenkung X durch Amplitudenwerte einer zweiten Quelle ersetzt wird. Die daraus folgenden Kurven werden bei harmonischen Signalen Lissajous-Figuren genannt und gestatten die Analyse der Frequenz- und Phasenlage dieser beiden Signale zueinander. Bei nahezu gleicher Frequenz dreht sich die Figur. Bei genau gleicher Frequenz bleibt die Figur stehen und die Phasenlage lässt sich nach ihrer Form ablesen. Die XY-Darstellung wird durch Druck auf die XY-Taste (19) im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes aktiviert. Die Taste leuchtet auf und die Anzeige wird in einen großen und drei kleine Anzeigebereiche geteilt.

 Die folgenden Beschreibungen gelten nur für die Vierkanalmodelle. Zweikanalgeräte können nur eine einfache XY Darstellung.

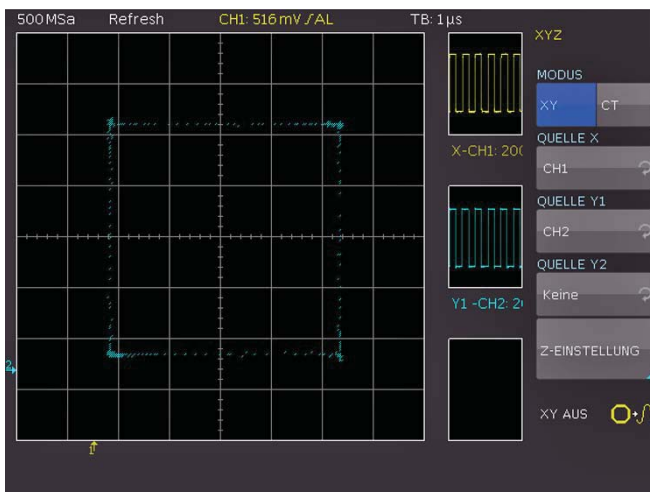


Abb. 7.4: Einstellungen im XY Anzeigemenu

Das große Rasterbild stellt die XY-Darstellung dar, wobei die kleinen Rasterbilder die Quelle für X, Y1 und Y2 sowie Z darstellen. In den kleinen Fenstern werden die Signale klassisch als Y- über der Zeit dargestellt. Es ist möglich zwei Signale als Y-Eingang zu definieren und gegen das Signal des X-Einganges aufzutragen, um einen Vergleich durchzuführen. Um die Einstellung vorzunehmen, welches Eingangssignal als X, Y1, Y2 oder Z definiert ist, muss man das Menü einblenden. Dies geschieht durch den zweiten Druck auf die XY-Taste. In dem sich öffnenden Menü lassen sich die Zuweisungen für X, Y1 und Y2 vornehmen.

Die Z-Eingangseinstellung werden mit der Softmenütaste **Z EINSTELLUNGEN** vorgenommen. Als Quelle für den Z-Eingang stehen mit der Funktion **QUELLE Z** alle Erfassungskanäle zur Verfügung. Die Auswahl erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld. Der Z-Eingang ermöglicht eine Steuerung der Helligkeit der XY-Kurve, die entweder statisch durch eine einstellbare Schwelle oder dynamisch durch eine Modulation der Helligkeit mit der Amplitudenänderung auf dem

Z-Eingang erfolgen kann. In der Einstellung **Modulation** stellt große Amplituden der Z-Quelle die XY-Punkte heller dar. Der Übergang ist kontinuierlich. Die Einstellung **An | Aus** stellt Werte unterhalb des eingestellten Schwellwerts der Z-Quelle die XY-Punkte mit geringester Helligkeit dar. Werte oberhalb des Schwellwerts werden mit eingestellter Helligkeit dargestellt. Es gibt keinen Übergang zwischen den beiden Zuständen. Der Schwellwert kann mit dem Universaldrehgeber oder der KEY-PAD-Taste im CURSOR/MENU Bedienfeld eingestellt werden.

Die XY-Darstellung wird durch Drücken der XY-Taste im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes ausgeschaltet, wenn das XY-Einstellungsmenü eingeschaltet ist. Sollte kein oder ein anderes Menü eingeblendet sein, so muss zum Ausschalten der XY-Darstellung die XY-Taste zweimal gedrückt werden.

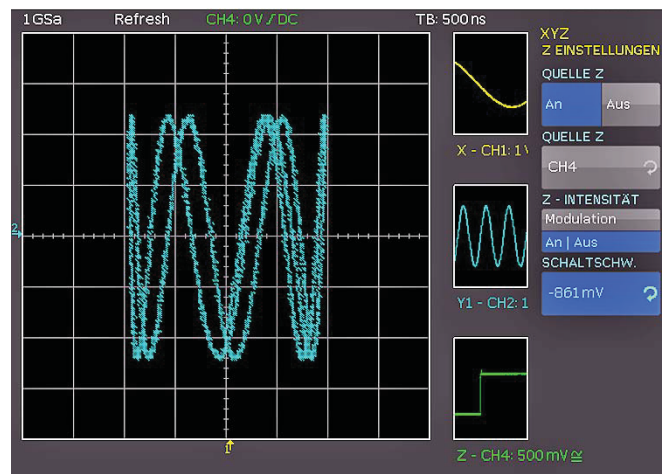


Abb. 7.5: Einstellungen für den Z-Eingang

8 Messungen

Es werden zwei Arten von Messungen auf den Signalen unterschieden: die Cursormessungen und die Automessungen. Alle Messungen erfolgen auf einem Pufferspeicher, der größer als der Bildschirmspeicher ist. Der eingebaute Hardwarezähler zeigt für den ausgewählten Eingang die Frequenz oder Periodendauer an.

8.1 Cursormessungen

Die am häufigsten genutzte Messmöglichkeit an einem Oszilloskop ist die Cursormessung. Das Funktionskonzept von HAMEG orientiert sich an der Erwartung des Messergebnisses und stellt daher nicht nur einen oder zwei, sondern in einigen Messarten sogar drei Cursors zur Verfügung. Zur Steuerung der Cursormessungen stehen die Tasten CURSOR MEASURE und KEYPAD sowie der Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld zur Verfügung. Die Messart kann in dem Menü festgelegt werden, welches sich nach dem Drücken der CURSOR/ MEASURE-Taste öffnet.

Das Menü **CURSOR MEASURE** erlaubt die Auswahl von Cursor bezogenen Messungen für eine aktivierte Signalquelle des Oszilloskops. Die Quelle der Messung wird durch die Schriftfarbe des jeweiligen Ergebnisses angezeigt. Die Ergebnisse befinden sich am unteren Rand des Bildschirms. Wird „n/a“ angezeigt, so ist die Messung auf das Signal nicht anwendbar. Das ist z.B. bei einer Spannungsmessung auf einen POD der Fall, weil hierbei nur logische Zustände ohne Spannungsbezug dargestellt werden. Wird ein „?“ angezeigt, liefert die Anzeige kein vollständiges Messergebnis. Beispielsweise ist die zu messende Periode nicht vollständig dargestellt und kann dadurch nicht ermittelt werden.

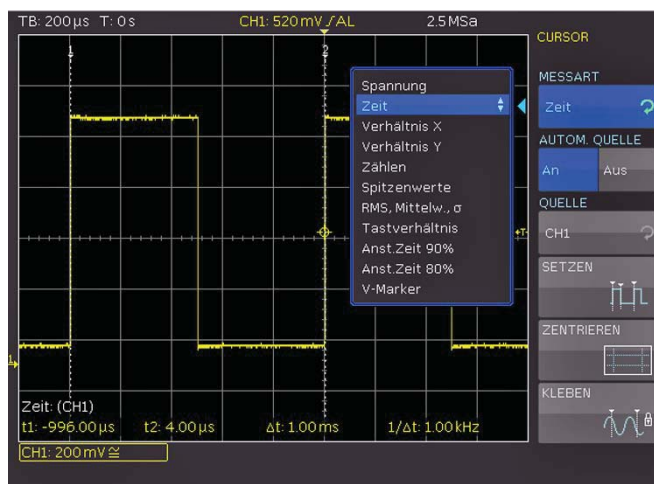


Abb. 8.1: Auswahlmenü zu Cursormessungen

Wie in der obigen Abbildung zu erkennen ist, kann die Messartauswahl durch Drücken der entsprechenden Softmenütaste aktiviert und mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld die gewünschte Cursormessart ausgewählt werden. Die Messwerte werden am unteren Rand des Bildschirms angezeigt. Um die Cursors zu bewegen, wird der gewünschte Cursor durch Druck auf den Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld ausgewählt und durch Drehen des Universaldrehgebers positioniert. Die Messarten haben folgende Funktionen:

SPANNUNG

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um drei unterschiedliche Spannungen zu messen. Die Werte V_1 und V_2 entsprechen

der Spannung zwischen der Null-Linie der ausgewählten Kurve und der aktuellen Position des ersten oder zweiten Cursors. Der Wert ΔV entspricht dem Betrag der Spannung zwischen beiden Cursors.

ZEIT

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um drei verschiedene Zeiten und eine äquivalente Frequenz zu messen. Die Werte t_1 und t_2 entsprechen der Zeit zwischen dem Trigger und der aktuellen Position des ersten oder zweiten Cursors. Der Wert Δt entspricht dem Betrag der Zeit zwischen beiden Cursors.

VERHÄLTNIS X

Dieser Modus stellt drei Cursors bereit, um ein Verhältnis in X-Richtung (z.B. ein Tastverhältnis) zwischen den ersten beiden, sowie dem ersten und dem dritten Cursor zu messen. Der Messwert wird in vier unterschiedlichen Versionen (als Gleitkommawert, in Prozent, Grad und Bogenmaß) angezeigt.

VERHÄLTNIS Y

Dieser Modus stellt drei Cursors bereit, um ein Verhältnis in Y-Richtung (z.B. ein Überspringen) zwischen den ersten beiden, sowie dem ersten und dem dritten Cursor zu messen. Der Messwert wird in zwei unterschiedlichen Versionen (als Gleitkommawert und in Prozent) angezeigt.

ZÄHLEN

Dieser Modus stellt drei Cursors bereit, um Signalwechsel zu zählen, die innerhalb einer mit den ersten beiden Cursors einstellbaren Zeitspanne die mit dem dritten Cursor einstellbare Schaltschwelle überschreiten. Der Messwert wird in vier unterschiedlichen Versionen (als Anzahl der steigenden und fallenden Flanken, sowie als Anzahl von positiven und negativen Impulsen) angezeigt.

SPITZENWERTE

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um die minimale und die maximale Spannung eines Signals innerhalb der mit den beiden Cursors einstellbaren Zeitspanne zu messen. Die Werte V_p - und V_{p+} entsprechen der minimalen bzw. der maximalen Spannung. Der Spitzenwert (V_{pp}) entspricht dem Betrag der Spannung zwischen dem minimalen und maximalen Wert.

RMS, MITTELW., STD. ABWEICHUNG σ

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um den Effektivwert (RMS – Root Mean Square), den Mittelwert sowie die Standardabweichung innerhalb einer mit den beiden Cursors einstellbaren Zeitspanne zu messen.

Tastverhältnis

Dieser Modus stellt drei Cursors bereit, um das Tastverhältnis zwischen den beiden horizontalen Begrenzungscursors zu ermitteln. Der dritte Cursor legt die Schwelle fest, bei der das Tastverhältnis gemessen wird.

ANSTIEGSZEIT

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um Anstiegs- und Abfallzeit der jeweils ganz linken Flanke innerhalb einer mit den beiden Cursors einstellbaren Zeitspanne automatisch zu messen.

V-MARKER

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um drei unterschiedliche Spannungen und eine Zeit zu messen. Die Werte V_1 und V_2 entsprechen der Spannung zwischen der Null-Linie der ausgewählten Kurve und der aktuellen Position des ersten oder zweiten Cursors. Der Wert ΔV entspricht dem Betrag der Spannung zwischen beiden Cursors. Der Wert Δt entspricht dem Betrag der Zeit zwischen beiden Cursors.

Ist die Funktion **AUTOM. QUELLE** aktiviert (An), wird der aktuell fokussierte Kanal als Quelle für die Messung verwendet. Bei deaktivierter Einstellung (Aus) gilt der unter **QUELLE** eingestellte Kanal, auch wenn er nicht im Fokus steht. Mit der Softmenütaste **QUELLE** wird mit dem Universaldrehknopf eine Quelle für die Messung gewählt. Durch Drücken der Softmenütaste **SETZEN** werden die gerade eingestellten Cursors bestmöglich auf der Signalkurve positioniert. Dies ermöglicht eine sehr schnelle und meist optimale automatische Positionierung der Cursors. Damit sind meistens nur noch Feinjustierungen nötig und lästige Grobeinstellungen der Cursors entfallen.

Wie Eingangs beschrieben, können die Cursors zusätzlich durch Druck auf den Universaldrehgeber im **CURSOR/MENU** Bedienfeld ausgewählt und durch Drehen des Universaldrehgebers positioniert werden. Sollte aufgrund von sehr komplexen Kurvenverläufen das automatisierte **SETZEN** nicht das gewünschte Ergebnis liefern, so kann man die Cursors durch Drücken der Taste **ZENTRIEREN** in eine definierte Ausgangsposition bringen. Somit können beispielsweise weit entfernte Cursors wieder zurück auf den Bildschirm geholt werden.

Die Softmenütaste **KLEBEN** bedeutet, dass die Cursors auf dem eingestellten Datenpunkt bleiben und bei einer Änderung der Skalierung die Position im Messsignal nicht ändern (Cursors werden an das Signal „geklebt“). Diese Funktion kann ein- oder ausgeschaltet werden. Ist Kleben deaktiviert, verweilt der Cursor bei einer Skalierung in seiner Position auf dem Bildschirm. Bei deaktivierten Kleben ändert sich der gemessene Wert, bei aktiviertem Kleben nicht.

8.2 Automessfunktionen

Die HMO-Serie verfügt neben den Cursormessungen auch über verschiedene Automessfunktionen. Aktiviert werden diese mit der Taste **AUTO MEASURE** [11] im Bereich **ANALYZE** des Bedienfeldes.

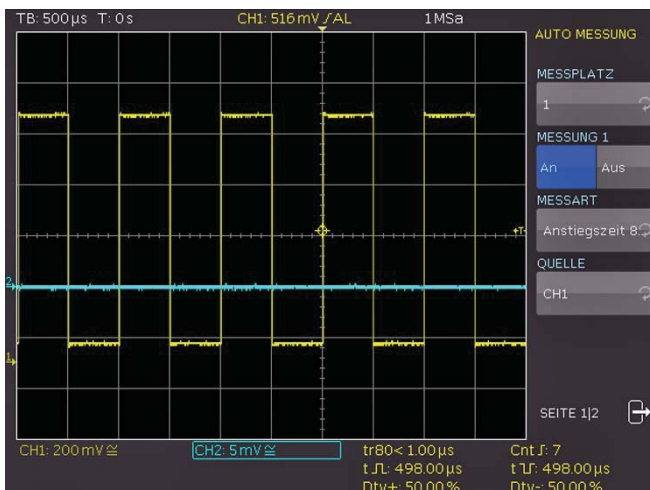


Abb. 8.2: Menü zum Einstellen der Automessfunktion

Dieses Menü erlaubt die Einstellungen von bis zu sechs Automessfunktionen, die mit der Softmenütaste **MESSPLATZ** und dem Universaldrehknopf ausgewählt werden können. Es sind maximal 2 Messungen gleichzeitig möglich. Diese können aus zwei verschiedenen Quellen stammen. Die Quelle der Messung (Softmenü **QUELLE**) wird durch die Schriftfarbe des jeweiligen Ergebnisses angezeigt. Die Ergebnisse befinden sich am unteren Rand des Bildschirms. Wird „n/a“ angezeigt, so ist die Messung auf das Signal nicht anwendbar. Das ist z.B. bei einer Spannungsmessung auf einen POD der Fall, weil hierbei nur logische Zustände ohne Spannungsbezug dargestellt werden.

Wird ein „?“ angezeigt, liefert die Anzeige kein vollständiges Messergebnis. Beispielsweise ist die zu messende Periode nicht vollständig dargestellt und kann dadurch nicht ermittelt werden.



Aufgelistet werden nur die aktuell ausgewählten Quellen (mögliche Quellen sind die analogen, die digitalen und die Mathematikkanäle).

Folgende Messarten stehen zur Verfügung:

MITTELWERT:

Dieser Modus misst den Mittelwert der Signalamplitude. Ist das Signal periodisch, wird die erste Periode am linken Bildschirmrand für die Messung verwendet. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

EFFEKTIVWERT:

Dieser Modus ermittelt den Effektivwert aus dem dargestellten Ausschnitt der Signalkurve. Ist das Signal periodisch, so wird die erste Periode für die Messung verwendet. Der Effektivwert ist nicht auf ein Sinussignal bezogen und wird direkt berechnet (sogenannter TrueRMS). Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

SPITZE-SPITZE:

Dieser Modus misst die Spannungsdifferenz zwischen dem maximalen und dem minimalen Spitzenwert des Signals innerhalb des dargestellten Ausschnitts.

SPITZE + :

Dieser Modus misst den maximalen Spannungswert im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

SPITZE - :

Dieser Modus misst den minimalen Spannungswert im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

FREQUENZ:

Dieser Modus ermittelt die Frequenz des Signals aus dem reziproken Wert der ersten Signalperiode T. Die Messung erfolgt nur für den gewählten Kanal.

PERIODE:

Dieser Modus misst die Dauer der Signalperiode T. Die Periode kennzeichnet die Zeitdauer zwischen zwei gleichen Werten eines sich zeitlich wiederholenden Signals.

AMPLITUDE:

Dieser Modus misst die Amplitude eines Rechtecksignals. Dabei wird die Spannungsdifferenz zwischen oberem und unterem Pegel (V_{base} und V_{top}) gebildet. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

OBERER PEGEL:

Dieser Modus misst den mittleren Spannungspegel eines oberen Rechteck-Daches. Dabei wird der Mittelwert der Dachschräge gebildet (ohne Überspringen). Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

UNTERER PEGEL:

Dieser Modus misst den mittleren Spannungspegel des unteren Rechteck-Daches. Dabei wird der Mittelwert der Dachschräge gebildet (ohne Überspringen). Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

PULSBREITE +:

Dieser Modus misst die Breite des positiven Pulses. Ein positiver Puls besteht aus einer steigenden Flanke gefolgt von einer fallenden Flanke. Bei dieser Messart werden die beiden Flanken ermittelt und aus deren Zeitdifferenz die Pulsbreite errechnet. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens einen komplett dargestellten Puls eines getriggerten Signals.

PULSBREITE -:

Dieser Modus misst die Breite des negativen Pulses. Ein negativer Puls besteht aus einer fallenden Flanke gefolgt von einer steigenden Flanke. Bei dieser Messart werden die beiden Flanken ermittelt und aus deren Zeitdifferenz die Pulsbreite errechnet. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens einen komplett dargestellten Puls eines getriggerten Signals.

TASTVERHÄLTNIS +:

Dieser Modus misst das positive Tastverhältnis. Dabei werden die positiven Signalanteile über eine Periode ermittelt und zur Signalperiode ins Verhältnis gesetzt. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

TASTVERHÄLTNIS -:

Dieser Modus misst das negative Tastverhältnis. Dabei werden die negativen Signalanteile über eine Periode ermittelt und zur Signalperiode ins Verhältnis gesetzt. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

ANSTIEGSZEIT 90%:

Dieser Modus misst die Anstiegszeit der ersten steigenden Flanke im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Anstiegszeit kennzeichnet die Zeit, in der das Signal von 10% auf 90% seiner Amplitude ansteigt.

ABFALLZEIT 90%:

Dieser Modus misst die Abfallzeit der ersten fallenden Flanke im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Abfallzeit kennzeichnet die Zeit, in der das Signal von 90% auf 10% seiner Amplitude abfällt.

ANSTIEGSZEIT 80%:

Dieser Modus misst die Anstiegszeit der ersten steigenden Flanke im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Anstiegszeit kennzeichnet die Zeit, in der das Signal von 20% auf 80% seiner Amplitude ansteigt.

ABFALLZEIT 80%:

Dieser Modus misst die Abfallzeit der ersten fallenden Flanke im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Abfallzeit kennzeichnet die Zeit, in der das Signal von 80% auf 20% seiner Amplitude abfällt.

 σ -STD. ABWEICHUNG

Dieser Modus misst die Standardabweichung der Signalamplitude im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Standardabweichung ist ein Maß für die Abweichung eines Signals von seinem Mittelwert. Ein geringes Ergebnis zeigt an, dass die Werte nahe um den Mittelpunkt liegen. Ein größeres Ergebnis verdeutlicht, dass die Werte durchschnittlich weiter entfernt liegen.

VERZÖGERUNG:

Die Messung der Verzögerung misst den zeitlichen Versatz zwischen der eingestellten Messquelle und der Referenzquelle. Dabei wird die am nächsten zur Zeitreferenz liegende Flanke der Messquelle gesucht und von diesem Zeitpunkt beginnend

die am nächsten liegende Flanke der Referenzquelle gesucht. Aus diesem Zeitunterschied ergibt sich das Messergebnis. Die Einstellungen der Mess-, Referenzquelle und der Flanken sind in einem Untermenü (DELAY EINST.) möglich.

PHASE:

Dieser Modus misst die Phase zwischen zwei Flanken zweier Kanäle im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Messung der Phase misst das Verhältnis des zeitlichen Versatzes zwischen den eingestellten Quellen zur Signalperiode der Messquelle. Dabei wird die am nächsten zur Zeitreferenz liegende Flanke der Messquelle gesucht und von diesem Zeitpunkt beginnend die am nächsten liegende Flanke der Referenzquelle gesucht. Aus diesem Zeitunterschied und der Signalperiode ergibt sich das Messergebnis in Grad. Die Einstellungen der Mess- und Referenzquelle sind in einem Untermenü (MESSQUELLE / REFERENZQUELLE) möglich.

ZÄHLEN +:

Dieser Modus zählt positive Impulse im dargestellten Bereich des Bildschirms. Ein positiver Impuls besteht aus einer steigenden Flanke, gefolgt von einer fallenden Flanke. Aus der Amplitude des Messsignals wird der Mittelwert gebildet. Eine Flanke wird gezählt, wenn das Signal den Mittelwert durchläuft. Ein Impuls mit nur einem Durchgang durch den Mittelwert wird nicht gezählt. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

ZÄHLEN -:

Dieser Modus zählt negative Impulse im dargestellten Bereich des Bildschirms. Ein negativer Impuls besteht aus einer fallenden Flanke, gefolgt von einer steigenden Flanke. Aus der Amplitude des Messsignals wird der Mittelwert gebildet. Eine Flanke wird gezählt, wenn das Signal den Mittelwert durchläuft. Ein Impuls mit nur einem Durchgang durch den Mittelwert wird nicht gezählt. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

ZÄHLEN +/-:

Dieser Modus zählt Signalwechsel (Flanken) vom Low Level zum High Level im dargestellten Bereich des Bildschirms. Aus der Amplitude des Messsignals wird der Mittelwert gebildet. Eine Flanke wird gezählt, wenn das Signal den Mittelwert durchläuft. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

ZÄHLEN -/:

Dieser Modus zählt Signalwechsel (Flanken) vom High Level zum Low Level im dargestellten Bereich des Bildschirms. Aus der Amplitude des Messsignals wird der Mittelwert gebildet. Eine Flanke wird gezählt, wenn das Signal den Mittelwert durchläuft. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

TRIGGERFREQUENZ:

Dieser Modus misst die Frequenz des Triggersignals basierend auf der Periodendauer. Die Quelle für die Messung ist die aktuell eingestellte Triggerquelle. Die Frequenz wird mit einem Hardwarezähler ermittelt, der eine hohe Genauigkeit von 6 Stellen hat.

TRIGGERPERIODE:

Dieser Modus misst die Dauer der Perioden des Triggersignals (mit einem Hardwarezähler).

8.2.1 Statistik für Automessfunktionen

Sind Automessfunktionen definiert, kann auf Seite 2|2 des AUTO MEASURE Menüs die Statistik zu diesen Parametern eingeschaltet werden. Die Statistik dient zur Bewertung eines periodischen Signals über eine Anzahl von Messungen. Die Ergebnisse (aktueller Wert, Minimum, Maximum, Mittelwert, Standardabweichung und Anzahl) werden unten im Anzeigefenster in einer Tabelle angezeigt. Die Statistik kann über max. 1000 Erfassungen erfolgen, die gewünschte Anzahl lässt sich mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld einstellen. Der Mittelwert und die Standardabweichung werden über die aktuellsten n Werte ermittelt, wobei n der eingestellten Erfassungen entspricht (Softmenütaste ANZ. AVERAGES). Minimum und Maximum des Messwertes gelten hingegen für die gesamte Anzahl an Messungen. Die gesamte Anzahl an Messungen wird in der Statistik angezeigt. Die Taste **STATISTIK RÜCKSETZEN** setzt die Statistik zurück. Alle aufgezeichneten Werte werden gelöscht. Diese Funktion kann genutzt werden, um die Statistik an einem definierten Punkt neu zu beginnen. Die Taste **LÖSCHE MESSUNGEN** schaltet die automatischen Messungen aus.

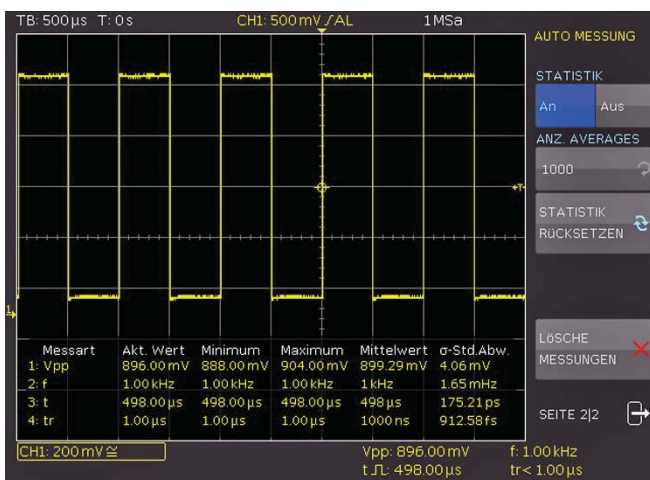


Abb. 8.3: Statistik für Automessungen

9 Analyse

Die Oszilloskope der HMO Serie verfügen über eine Analysefunktion für die erfassten Datensätze, die auf dem Bildschirm angezeigt werden. Einfache mathematische Funktionen können mit der „Quick Mathematik“, komplexere Funktionen sowie die Verkettung von Funktionen können mit dem Formeleditor durchgeführt werden. Das **MATH** Menü beinhaltet Rechenfunktionen für die aufgenommenen Signalformen. Die mathematischen Funktionen verfolgen die Änderungen der beinhalteten Signale und beziehen sich nur auf den sichtbaren Bereich. Zusätzlich lässt sich die Frequenzanalyse (FFT) mit einem Tastendruck aktivieren. Für einen schnellen Überblick über die Signaleigenschaften sorgt die **QUICKVIEW** Funktion. Ein maskenbasierter **PASS/FAIL** Test erlaubt die automatisierte Überwachung von Signalen.

9.1 Mathematik-Funktionen

Das MATH Menü beinhaltet Rechenfunktionen für die aufgenommenen Signalformen. Die mathematischen Funktionen verfolgen die Änderungen der beinhalteten Signale und beziehen sich nur auf den sichtbaren Bereich des Bildschirms. Wird ein Signal am Bildschirmrand abgeschnitten, kann auch die zugehörige Mathematik-Kurve abgeschnitten sein. Ist eine Mathematik-Funktion aktiviert, so kann sie mittels der SCALE-Drehgeber skaliert werden.

Das Mathematik-Menü ist unterteilt in Quick Mathematik und Formelsatz. Die Quick Mathematik ist für einfache und schnelle Rechnungen gedacht. Mit dem Formelsatz hingegen sind kompliziertere Verknüpfungen möglich.

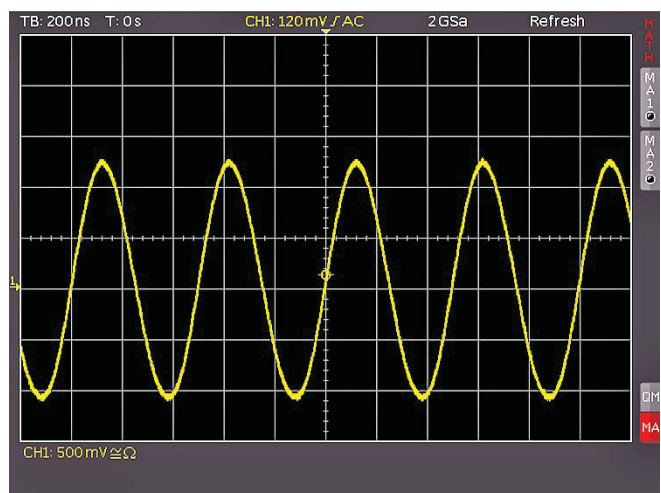


Abb. 9.1: Mathematikkurzmenü

9.1.1 Quick Mathematik

Nach dem Drücken der MATH-Taste (26) im VERTICAL Bedienfeld wird ein Kurzmenü aktiviert. Die unterste Softmenütaste **QM/MA** aktiviert die Quick Mathematik oder den Formeleditor. **QM** steht dabei für Quick Mathematik und **MA** für die erweiterte Mathematik (Formeleditor). Das Drücken dieser Softmenütaste wechselt zwischen den beiden Mathematikfunktionen.

Im QM Menü kann mit den Softmenütasten die Konfiguration der Quick Mathematik-Funktion vorgenommen werden. Die erste und dritte Softmenütaste wählt den jeweiligen Kanal (Quelle) für die Quick Mathematik-Berechnung. Es können nur Analogkanäle ausgewählt werden, die aktiviert sind. Mittels

der mittleres Softmenütaste wird die Berechnungsart Addition (ADD), Subtraktion (SUB), Multiplikation (MUL) oder Division (DIV) eingestellt. Wird die Taste MENU im VERTICAL Bedienfeld gedrückt, gelangt man in eine ausführlichere Darstellung des QM Menüs. Die Operanden bzw. der Operator werden mit dem Universaldrehknopf eingestellt.

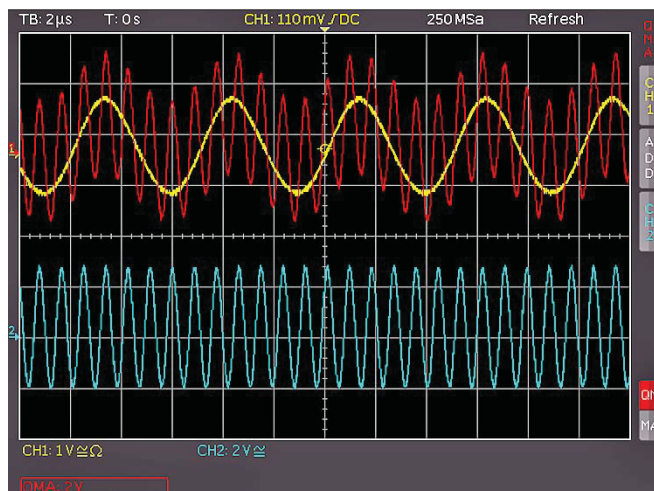


Abb. 9.2: Quickmathematik Menü

9.1.2 Formeleditor

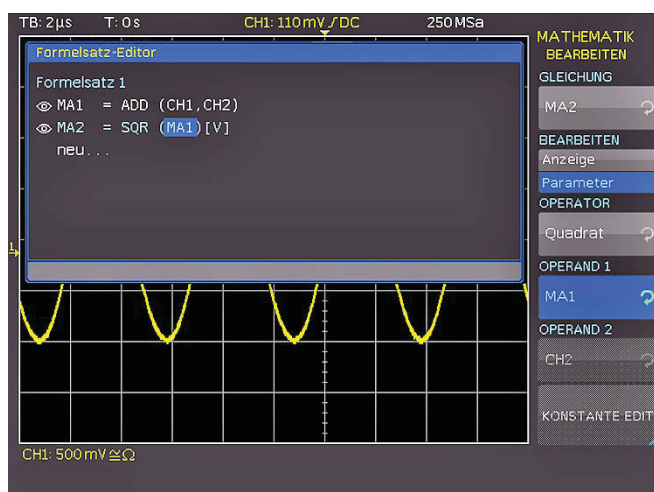


Abb. 9.3: Formeleditor für Formelsatz

Das Formeleditor-Menü (Softmenütaste **MA**) ermöglicht das Ein- und Ausschalten der mathematischen Gleichungen, die innerhalb des ausgewählten Formelsatzes definiert und sichtbar sind. Es werden nur Gleichungen aufgelistet, die sichtbar sind. Es können vier der fünf Funktionen aus dem aktuellen Formelsatz gleichzeitig dargestellt werden. Die fünfte Kurve kann als Operand für eine der vier Mathematikkurven benutzt werden und wird dabei berechnet, aber nicht dargestellt. Die Taste MENU im VERTICAL Bedienfeld öffnet ein Menü zur Auswahl des Formelsatzes und zur Definition der zugehörigen Formeln. Zusätzlich kann ein NAME mit max. 8 Zeichen vergeben, ein Formelsatz geladen (aus dem internen Speicher oder von einem USB Stick) oder ein Formelsatz abgespeichert werden (intern oder auf einen USB Stick). Der Wunschname kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich vergeben und mit der Taste **ANNEHMEN** gespeichert werden. Der Name erscheint nun anstelle MA1...MA5. Die Namensvergabe kann für alle Gleichungen separat durchgeführt werden. Wenn alle Gleichungen, Konstanten und Namen eingegeben sind, kann dieser Formelsatz ebenfalls mit einem Namen versehen werden,

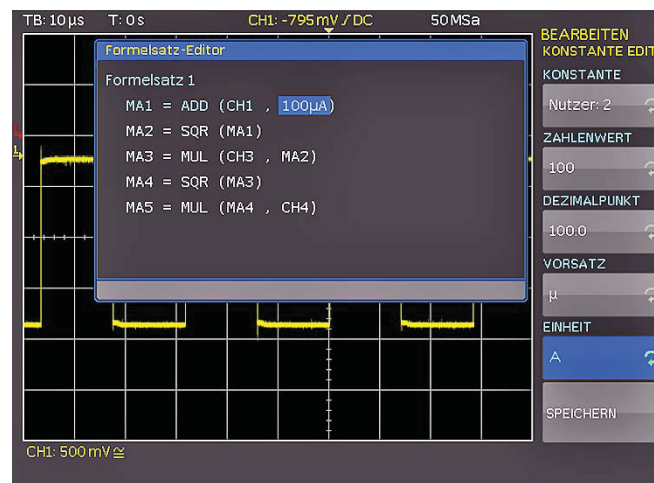


Abb. 9.4: Eingabe von Konstanten und Einheiten

indem die Taste **NAME** im Formelsatzmenü gedrückt und der Name eingegeben wird.

Die HMO Serie verfügt über fünf mathematische Formelsätze. In jedem dieser Formelsätze stehen wiederum fünf Formeln zur Verfügung, die mit einem Formeleditor bearbeitet werden, um auch verknüpfte mathematische Funktionen definieren zu können. Diese sind mit MA1 bis MA5 bezeichnet. Der Formelsatz wird mit dem Universaldrehknopf im CURSOR/MENU Bedienbereich eingestellt. Im Formelsatz-Editor (Softmenütaste **BEARBEITEN**) sind die bereits vorhandenen Gleichungen aufgelistet und können bearbeitet werden. Die ausgewählte Gleichung ist mit einem blauen Balken markiert. Hierbei wird zwischen der Bearbeitung der Anzeige und der Parameter unterschieden. Die gewünschte Gleichung wird mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt und mit der Softmenütaste **SICHTBAR** aktiviert. Eine aktivierte, sichtbare Gleichung ist innerhalb des Formel-Editors durch ein ausgefülltes Auge gekennzeichnet und im Kurzmenü aufgelistet.

Im Softmenü **EINHEIT** kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich aus folgenden Einheiten gewählt werden:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| - V (Volt) | - Hz (Hertz) |
| - A (Ampere) | - F (Farad) |
| - Ω (Ohm) | - H (Henry) |
| - V/A (Volt pro Ampere) | - % (Prozent) |
| - W (Watt) | - ° (Grad) |
| - VA (Volt Ampere) | - π (Pi) |
| - VAr (Blindleistung) | - Pa (Pascal) |
| - dB (dezibel) | - m (Meter) |
| - m (Milli, 10 ⁻³) | - g (Beschleunigung) |
| - µ (Mikro, 10 ⁻⁶) | - °C (Grad Celsius) |
| - n (Nano, 10 ⁻⁹) | - K (Kelvin) |
| - p (Piko, 10 ⁻¹²) | - °F (Grad Fahrenheit) |
| - f (Femto, 10 ⁻¹⁵) | - N (Newton) |
| - a (Atto, 10 ⁻¹⁸) | - J (Joule) |
| - z (Zepto, 10 ⁻²¹) | - C (Coulomb) |
| - y (Yokto, 10 ⁻²⁴) | - Wb (Weber) |
| - K (Kilo, 10 ³) | - T (Tesla) |
| - M (Mega, 10 ⁶) | - (dez) (dezimal) |
| - G (Giga, 10 ⁹) | - (bin) (binär) |
| - T (Tera, 10 ¹²) | - (hex) (hexadezimal) |
| - P (Peta, 10 ¹⁵) | - (oct) (octal) |
| - E (Exa, 10 ¹⁸) | - DIV (Division, Skalenteil) |
| - Z (Zetta, 10 ²¹) | - px (pixel) |
| - Y (Yotta, 10 ²⁴) | - Bit (Bit) |
| - dBm (dezibel milliwatt) | - Bd (Baud) |
| - dBV (dezibel Volt) | - Sa (Sample) |
| - s (Sekunde) | |

Die Einheit der Gleichung wird für die Kanalbezeichnung und Cursor-/Automessarten übernommen. Der Name der Gleichung ist im Formelsatz-Editor und als Beschriftung im Kurvenfenster aufgeführt. Die Softmenütaste **LÖSCHEN** entfernt die Gleichung aus dem Formelsatz.

Eine Gleichung besteht aus einem Operator (Rechenfunktion) und bis zu zwei Operanden. Als Operatoren lassen sich mit dem Universaldrehknopf im CURSOR/MENU Bedienbereich auswählen:

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| - Addition | - negativer Anteil |
| - Subtraktion | - Reziprok |
| - Multiplikation | - Invertiert |
| - Division | - dekadischer Logarithmus |
| - Maximum | - natürlicher Logarithmus |
| - Minimum | - Ableitung |
| - Quadrat | - Integral |
| - Wurzel | - IIR Tiefpassfilter |
| - Betrag | - IIR Hochpassfilter |
| - Positiver Anteil | |

Als OPERANDEN (Quellen) sind für die jeweilige Gleichung die Eingangskanäle CH1, CH2, CH3, CH4, sowie eine einstellbare Konstante zugelassen. Bei der Formel MA2 kommt als Quelle MA1 hinzu, bei MA3 kommt MA2 als Quelle hinzu, bei MA4 entsprechend MA3 und schließlich bei MA5 noch MA4. Es lassen sich von diesen fünf Gleichungen insgesamt fünf verschiedene Sätze erstellen, abspeichern und abrufen. Neue Gleichungen lassen sich hinzufügen, indem mittels Universaldrehknopf der Menüpunkt „neu...“ im Formelsatz-Editor ausgewählt wird. Durch Drücken der Softmenütaste **HINZUFÜGEN** kann die neue Gleichung bearbeitet werden.

Im Menü für die Eingabe der Konstanten kann durch Drücken der Taste **KONSTANTE EDIT.** und anschließender Auswahl mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich aus folgenden Konstanten gewählt werden:

- Pi
- 2x Pi
- 0,5 x Pi
- Nutzer 1 . . . 10 (max. 10 benutzerdefinierte Konstanten)

Wenn z.B. **NUTZER1** als Konstante gewählt wird, kann nach Drücken der Softmenütaste **ZAHLENWERT** mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ein Zahlenwert eingestellt werden. Nach der gleichen Methode kann ein DEZIMALPUNKT gesetzt und zusätzlich ein SI-Präfix eingegeben werden (Softmenütaste **VORSATZ**). Als **EINHEIT** stehen die gleichen SI-Präfixe zur Auswahl, die im Softmenü **BEARBEITEN** zur Verfügung stehen. Mit **SPEICHERN** werden diese Einstellungen unter dem Namen **NUTZER 1** abgespeichert und ins Menü zur Bearbeitung der Gleichung zurückgekehrt. Bis zu 10 dieser benutzerdefinierten Konstanten können abgespeichert werden. Beim Speichern eines Formelsatzes kann zusätzlich ein Kommentar vergeben werden (Softmenütaste **KOMMENTAR**). Durch Drücken der Taste **SPEICHERN** wird dieser Formelsatz mit dem gewählten Namen und Kommentar an den gewählten Ort gespeichert.

Diese abgespeicherten Formelsätze lassen sich jederzeit wieder laden. Dazu wird das Mathematik-Menü durch Druck auf die MATH-Taste aktiviert und anschließend die MENU-Taste unter dem VOLTS/DIV Drehgeber betätigt. In diesem Menü erscheint ein Menüpunkt **LADEN**. Dadurch wird der Dateimanager gestartet, der den internen Speicherplatz oder den eingesteckten USB Stick als möglichen Speicherplatz anzeigt. Dort wird die gewünschte Formelsatzdatei ausgewählt und durch die Taste **LADEN** geladen.

9.2 Frequenzanalyse (FFT)

Grundsätzlich funktioniert die FFT in einem Oszilloskop anders als bei einem Spektrumanalysator und richtet sich neben der Zeitbasiseinstellung auch nach der verfügbaren Anzahl der verwendeten Erfassungspunkte bei der Berechnung der FFT. Es können mit der HMO Serie bis zu 65k Punkte in die FFT einbezogen werden und erreicht damit in dieser Preisklasse eine sehr gute Auflösung.



Für eine Analyse von sehr langsamen Signalen (Hz-Bereich) ist die FFT ungeeignet; hierfür wird der klassische Oszilloskopmodus verwendet.

Das FFT Menü ermöglicht eine schnelle Fourier-Transformation, welche das Frequenzspektrum des gemessenen Signals darstellt. Die veränderte Darstellungsweise ermöglicht die Ermittlung der im Signal hauptsächlich vorkommenden Frequenzen und deren Amplitude.

Die Frequenzanalyse ist mit der FFT-Taste **[9]** im Bereich ANALYZE des Bedienfeldes zuschaltbar. Nach dem Drücken der Taste leuchtet diese weiß und der Bildschirm wird in zwei Gitter unterteilt. Im oberen Bereich wird die Spannungs-Zeitkurve angezeigt, im unteren Bereich das Ergebnis der Fourier-Analyse. Die FFT wird über maximal 65536 Erfassungspunkte berechnet. Mehr Punkte bei einem gleichbleibenden Span resultieren in einer kleineren Frequenzschrittweite der FFT. Die Punkteanzahl der Ausgangsdaten ist halb so groß, wie die der Eingangsdaten.

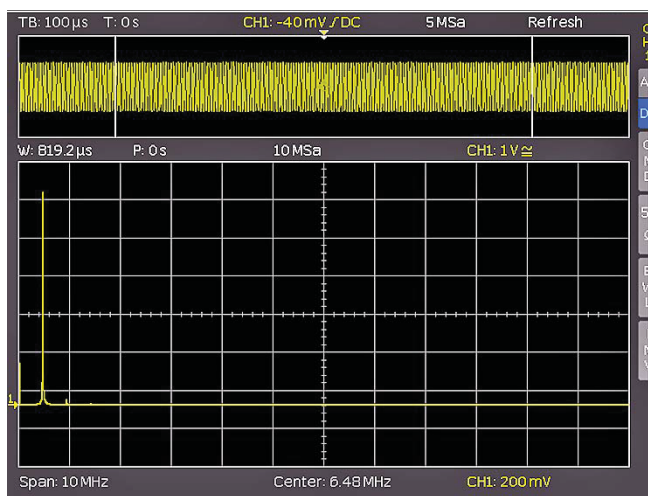


Abb. 9.5: FFT Darstellung

In der Anzeige oben links befinden sich die Informationen zu den Einstellungen im Zeitbereich, zwischen dem oberen und unteren Fenster die Zoom- und Positionsangaben und unterhalb des großen FFT Anzeigefensters die Einstellungen (Span und Center) im Frequenzbereich. Das untere FFT Anzeigefenster ist nach dem Einschalten der FFT weiß umrandet. Dies bedeutet, dass der große Drehknopf im Zeitbasisbereich den Span einstellt. Der Span wird in der Einheit Hz (Hertz) angegeben und kennzeichnet die Breite des dargestellten Frequenzbereiches. Die Position des Spans kann über den Wert von Center mittels des horizontalen X-Position Drehgeber eingestellt werden. Der dargestellte Frequenzbereich erstreckt sich von (Center - Span/2) bis (Center + Span/2).



Die minimale Schrittweite ist abhängig von der Zeitbasis. Je größer die Zeitbasis, desto kleiner der Span. Wichtige Voraussetzung für die FFT ist zusätzlich die Einstellung max. Abtastrate im ACQUIRE Menü des HMO Gerätes.

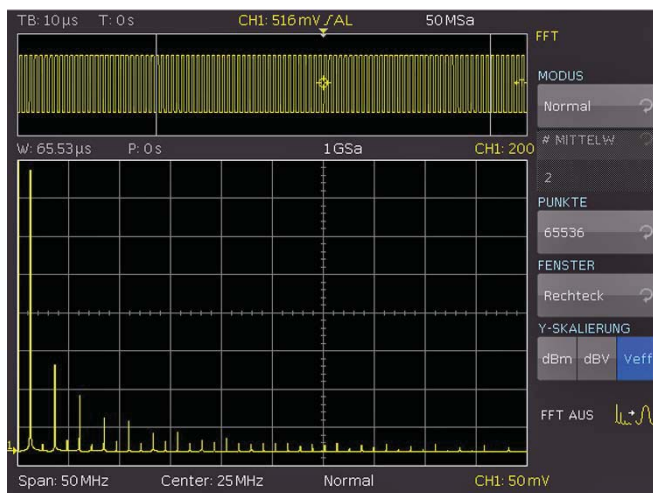


Abb. 9.6: erweitertes FFT Menü

Mit der Softmenütaste **MODUS** kann zwischen den folgenden Anzeigearten gewählt werden:

Normal

Die Berechnung und Darstellung der FFT durch diesen Modus erfolgt ohne zusätzliche Bewertung oder Nachbearbeitung der erfassten Daten. Die neuen Eingangsdaten werden erfasst, angezeigt und überschreiben dabei die vorher gespeicherten und angezeigten Werte.

Hüllkurve

Im Modus Hüllkurve werden zusätzlich zum aktuellen Spektrum die maximalen Auslenkungen aller Spektren separat gespeichert und bei jedem neuen Spektrum aktualisiert. Diese Maximalwerte werden mit den Eingangsdaten angezeigt und bilden eine Hüllkurve die anzeigt, in welchen Grenzen das Spektrum liegt. Es bildet sich eine Fläche oder ein Schlauch mit allen jemals aufgetretenen FFT Kurvenwerten. Bei jeder Änderung der Signalparameter wird ein Rücksetzen der Hüllkurve veranlasst.

Mittelwert

Dieser Modus bildet den Mittelwert aus mehreren Spektren. Er ist zur Rauschunterdrückung geeignet. Mit der Softmenütaste **MITTELW.** wird die Anzahl der Spektren für die Mittelwertbildung wird mit dem Universaldrehknopf im CURSOR/MENU Bedienbereich in 2er Potenzen von 2 bis 512 eingestellt.

Der Menüeintrag **PUNKTE** erlaubt die Einstellung der maximal in die Berechnung einbezogene Anzahl der Erfassungspunkte mit Hilfe des Universaldrehgebers im CURSOR/MENU Bedienbereich. Die möglichen Einstellungen sind 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536 Punkte.

Das Softmenü **FENSTER** verbessert die FFT-Darstellung bei Unstetigkeiten an den Grenzen des Messintervalls. Unstetigkeiten werden von einem Rechenalgorithmus als Sprung ausgewertet und überlagern das Messergebnis. Im Falle einer glockenförmigen Fensterfunktion werden die Grenzen mit niedrigeren Werten multipliziert und der Einfluss gedämpft. Der Softmenüpunkt **FENSTER** bietet Ihnen die Möglichkeit aus folgenden Fensterfunktionen zu wählen:

Hanning

Die Hanning-Fensterfunktion ist glockenförmig. Sie ist im Gegensatz zu der Fensterfunktion Hamming am Rand des Messintervalls gleich Null. Daher wird der Rauschpegel im Spektrum reduziert und die Breite der Spektrallinien vergrößert. Diese Funktion kann z.B. für eine amplitudengenaue Messung eines periodischen Signals genutzt werden.

Hamming

Die Hamming-Fensterfunktion ist glockenförmig. Sie ist im Gegensatz zur Hanning- und Blackman-Fensterfunktion am Rand des Messintervalls ungleich Null. Daher ist die Höhe des Rauschpegels im Spektrum größer als bei der Hanning- und Blackman-Fensterfunktion, aber kleiner als bei der Rechteck-Fensterfunktion. Die Spektrallinien sind hingegen im Vergleich zu den anderen glockenförmigen Funktionen schmäler. Diese Funktion kann z.B. für eine amplitudengenaue Messung eines periodischen Signals genutzt werden.

Blackman

Die Blackman-Fensterfunktion ist glockenförmig und besitzt den steilsten Abfall in ihrer Kurvenform unter den verfügbaren Funktionen. Sie ist an den beiden Enden des Messintervalls Null. Mittels der Blackman-Fensterfunktion sind die Amplituden sehr genau messbar. Die Frequenz hingegen ist aufgrund der breiten Spektrallinien schwieriger zu bestimmen. Diese Funktion kann z.B. für eine amplitudengenaue Messung eines periodischen Signals genutzt werden.

Rechteck

Die Rechteck-Fensterfunktion multipliziert alle Punkte mit Eins. Daraus resultiert eine hohe Frequenzgenauigkeit mit dünnen Spektrallinien und erhöhtem Rauschen. Diese Funktion kann bei Impulsantwort-Tests verwendet werden, wenn die Anfangs- und Endwerte Null sind.

Mit dem Menüpunkt **Y-SKALIERUNG** kann die FFT in der Amplitude logarithmisch (dBm / dBV) oder linear (V_{eff}) skaliert dargestellt werden. Die Einheit dBm (Dezibel-Milliwatt) bezieht sich dabei auf 1 mW. Die Einheit dBV (Dezibel-Volt) bezieht sich auf $1 V_{eff}$. Die angezeigten Werte beziehen sich auf einen 50 Ohm Abschlusswiderstand. Dabei kann entweder der intern vorhandene Widerstand verwendet oder ein externer Abschlusswiderstand parallel zum hochohmigen Eingang angeschlossen werden.

Durch Drücken der gewünschten Kanaltaste kann ein anderen Kanal als Quelle für die FFT aktiviert werden. Die FFT Funktion kann durch Drücken der Softmenütaste **FFT AUS** oder durch nochmaliges Drücken der FFT-Taste auf dem Bedienfeld wieder deaktiviert werden.

9.3 Quick View

Die QUICK VIEW Funktion zeigt einen schnellen Überblick über die typischen Größen des Signals. Nach dem Drücken der QUICKVIEW-Taste (10) im Bereich ANALYZE des Bedienfeldes werden einige grundlegende, automatische Messungen aktiviert. Die Ergebnisse der Messungen werden am unteren Bildschirmrand und mittels Cursors an der Kurve angezeigt. Folgende fünf Messwerte werden direkt am Signal angezeigt:

- Maximaler Spannungswert
- Mittlerer Spannungswert
- Minimaler Spannungswert
- Anstiegszeit
- Abfallzeit

Folgende zehn Messwerte werden am unteren Bildschirmrand angezeigt:


- RMS Wert
- Spitze zu Spitze Spannung
- Amplitude
- pos. Pulsbreite
- pos. Tastverhältnis
- Periodendauer
- Frequenz
- Anzahlpos. Flanken
- neg. Pulsbreite
- neg. Tastverhältnis

Nach Druck auf die AUTO MEASURE Taste lassen sich die sechs Messparameter rechts unten ändern. Diese Änderungen werden erst durch ein RESET bzw. das Laden der Standardein-

stellungen wieder rückgängig gemacht. Im Quickview Modus kann immer nur ein Kanal aktiv sein. Alle Messungen erfolgen auf dem aktiven Kanal.

9.4 PASS/FAIL Test basierend auf Masken

Mit Hilfe des Pass/Fail-Tests kann ein Signal darauf untersucht werden, ob es sich innerhalb definierter Grenzen befindet. Diese Grenzen werden durch eine sogenannte Maske gesetzt. Überschreitet das Signal die Maske, liegt ein Fehler vor. Diese Fehler werden zusammen mit den erfolgreichen Durchläufen und den gesamten Durchläufen am unteren Rand des Bildschirms angezeigt. Zusätzlich ist es möglich bestimmte Aktionen bei einem Fehler auszuführen.

Durch Drücken der QUICKVIEW-Taste  im Bereich ANALYZE des Bedienfeldes und durch Betätigen der Softmenütaste **PASS/FAIL** kann der Modus aktiviert und ein Menü für das Einstellen und Nutzen des Maskentestes geöffnet werden. Bevor man den Test mit der obersten Softmenütaste **TEST AN/AUS** startet, muss eine Maske erstellt / geladen und eine Aktion gewählt werden. Um eine neue Maske zu erstellen, wird die Softmenütaste **NEUE MASKE** betätigt. Masken werden auf dem Bildschirm als grau-weiße Kurven dargestellt. Wurde eine Maske kopiert oder geladen, kann man die Ausdehnungen der Signalform und damit die Grenzen für den Test mittels der Menüpunkte verändern.

In dem sich öffnenden Menü kann mit der Taste **KANAL KOPIEREN** das aktuelle Signal in einen Maskenspeicher kopiert werden. Diese ist Weiß und liegt genau auf dem Ausgangssignal. Mit den Menüasten **Y-POSITION** und **STRECKUNG Y** kann man diese Kurve vertikal verschieben oder vergrößern. Die beiden Menüpunkte **BREITE Y** und **BREITE X** ermöglichen die Einstellung der Toleranz für die Maske. Mit dem Universaldrehgeber oder der KEYPAD-Taste im CURSOR/MENU Bedienbereich lassen sich dabei Werte mit einer Auflösung von 1/100 Skalenteil eingeben. Eine Maske hat zu jedem erfassten Datum einen Minimum- und Maximumwert. Für eine Quellkurve, die nur einen Wert pro Datum aufweist, sind Minimum- und Maximumwert gleich. Die Breite bezeichnet den Abstand der Randpunkte vom Originalpunkt. Umso größer der gewählte Wert ist, desto größer können die Abweichungen der Kurve in der Amplitude sein. Die Toleranzmaske wird auf dem Bildschirm im Hintergrund weiß angezeigt. Die erzeugte und bearbeitete Maske kann sofort für den Test verwendet werden, ist aber nur flüchtig im Arbeitsspeicher des Gerätes abgelegt. Mit der Softmenütaste **SPEICHERN** kann die Maske dauerhaft auf einem USB Stick oder intern gespeichert werden. Ein Druck auf die MENU OFF Taste führt wieder zum Ausgangsmenü.

Die Softmenütaste **MASKE LADEN** öffnet einen Dateibrowser, mit dem zuvor abgespeicherte Masken für den Test geladen werden können (Dateiendung .HMK). Eine geladene Maske kann innerhalb des Menüs **NEUE MASKE** verändert werden. Änderungen werden nur für die Datei übernommen, wenn die Maske nach dem Bearbeiten gespeichert wird.

Durch Druck auf die Softmenütaste **AKTIONEN** im PASS/FAIL Hauptmenü wird ein Menü mit den möglichen Aktionen geöffnet.

Vier Aktionen sind möglich:

1. Ton bei Verletzung
2. Stopp bei 1. Verletzung (Anzahl einstellbar)
3. Impuls bei 1. Verletzung (gibt am Y-Ausgang bei Verletzung der Maske einen Impuls aus, nur bei Geräten mit Bus-Signalquelle)
4. Bildschirmausdruck bei 1. Verletzung

Eine Aktion wird ausgeführt, wenn ihre Bedingung (z.B. eine gewisse Anzahl von Maskenverletzungen) erfüllt ist. Jede Aktion hat eine eigene Bedingung, die getrennt von den anderen Aktionen definiert werden kann. Die jeweilige Bedingung kann innerhalb des Menüs der jeweiligen Aktion eingestellt werden. Die gewünschte Aktion wird durch Druck auf die entsprechende Softmenütaste ausgewählt, der entsprechende Softmenüpunkt wird blau hinterlegt. Mit der MENU OFF Taste kehrt man in das Hauptmenü zurück und der Maskentest kann gestartet werden.

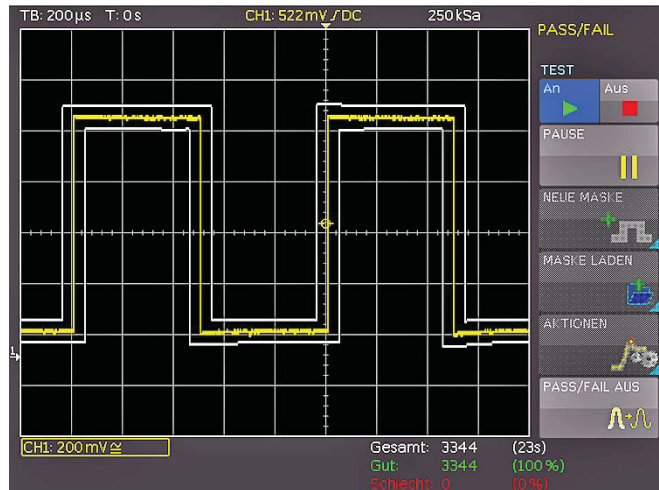


Abb. 9.7: PASS/FAIL Maskentest

Rechts unter dem Anzeigefenster werden die Gesamtanzahl und die Gesamtzeitdauer der Tests in Klammern in Weiß, die Anzahl der erfolgreichen Tests und deren prozentualer Anteil in Klammern in Grün, sowie die Anzahl der Fehler und deren prozentualer Anteil in Klammern in rot angezeigt. Wurde ein Test gestartet, so wird die bisher nicht anwählbare Softmenütaste **PAUSE** aktiv. Wird die **PAUSE**-Taste gedrückt, so wird der Test unterbrochen, die Erfassung von Signalen und die Gesamtzeitdauer laufen jedoch weiter. Wird die **PAUSE**-Taste erneut gedrückt, so wird der Test fortgesetzt, alle Ereigniszähler werden weiter hochgezählt. Wird ein Test mit der Softmenütaste **TEST** deaktiviert (Aus), werden die Ereignis- und Zeitzähler angehalten. Wird ein neuer Test gestartet mit der Softmenütaste **TEST** aktiviert (An), werden die Zähler alle zurückgesetzt und beginnen wieder bei Null.

Der PASS/FAIL Modus wird durch Drücken der Softmenütaste **PASS/FAIL AUS** beendet.

10 Dokumentation, Speichern und Laden

Das Oszilloskop ermöglicht, alle Bildschirmdarstellungen, die Benutzereinstellungen (wie zum Beispiel die Triggerbedingung und Zeitbasiseinstellung), Referenzkurven, einfache Kurven und Formelsätze abzuspeichern. Es steht intern im Gerät ein Speicher für Referenzkurven, Geräteeinstellungen und Formelsätze zur Verfügung. Diese Daten, Bildschirmfotos sowie Kurvendaten lassen sich zusätzlich auf einem angeschlossenen USB Stick ablegen.



Der USB Stick sollte nicht größer als 4GB und FAT (FAT32) formatiert sein. Eine große Anzahl von Dateien auf dem USB Stick sollte vermieden werden.

Das Hauptmenü für das Speichern und Laden von Funktionen wird durch Druck auf die Taste SAVE/RECALL aufgerufen.

10.1 Geräteeinstellungen

Im Softmenü **GERÄTEEINST.** können die aktuellen Geräteeinstellungen gespeichert, bereits gespeicherte Einstellungen geladen oder Geräteeinstellungen im- oder exportiert werden.

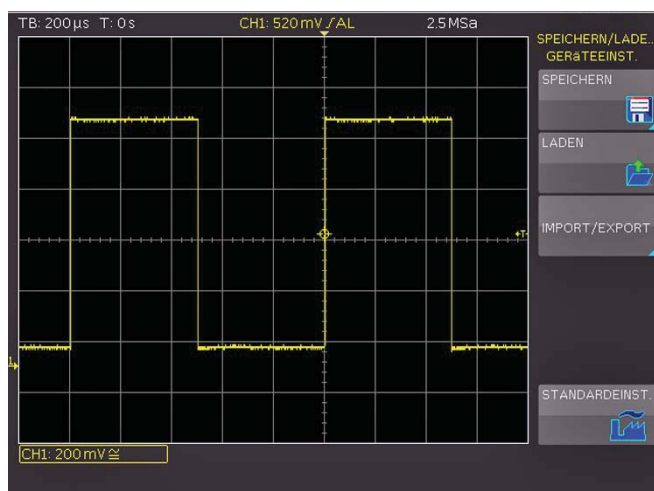


Abb. 10.1: Basismenü für Geräteeinstellungen

Der Druck auf die Softmenütaste **SPEICHERN** öffnet das Speichermenü. Mittels der Softmenütaste **SPEICHERORT** kann ein möglicher Speicherort (interner Speicher, vorderer USB- oder hinterer USB-Anschluss) ausgewählt werden, auf dem die

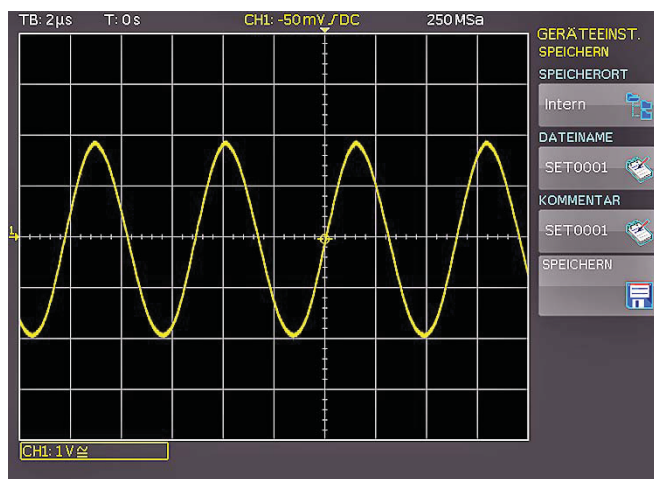


Abb. 10.2: Geräteeinstellungen speichern

Geräteeinstellungen gespeichert werden sollen. Durch Drücken dieser Taste öffnet sich der Dateisystemmanager. Der DATEINAME kann an die jeweilige Einstellung angepasst bzw. verändert werden (SET ist die Standardbezeichnung). Über die Softmenütaste **KOMMENTAR** kann ein Kommentar eingegeben werden, der in der Fußzeile des Dateimanagers erscheint, wenn eine Datei ausgewählt wurde. Mit der Softmenütaste **FORMAT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich kann zwischen dem HDS (Binär) und dem SCP (Klartext) Format gewählt werden. Im Gegensatz zum HDS Format, können Geräteeinstellungen im SCP Format auch nach einem Firmware Update geladen werden. Geräteeinstellungen einer alten Firmwareversion im HDS Format können mit einer neuen Firmwareversion nicht geladen werden. Mit **SPEICHERN** werden die Einstellungen gespeichert.



Geräteeinstellungen im SCP Format können auch nach einem Firmware Update geladen werden.

Um abgespeicherte Einstellungsdateien wieder zu laden, wird das Softmenü **LADEN** durch Druck der entsprechenden Softmenütaste geöffnet. Es öffnet sich der Dateimanager, in welchem mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich die gewünschte Datei ausgewählt werden kann.

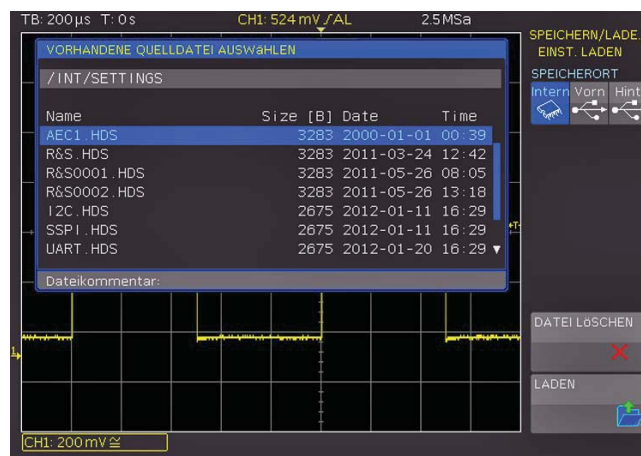


Abb. 10.3: Geräteeinstellungen laden

Ist der Speicherort und die entsprechende Einstellungsdatei ausgewählt, so kann diese durch Drücken der Softmenütaste **LADEN** geladen werden. Zum Entfernen von nicht mehr benötigten Dateien wird die entsprechende Einstellungsdatei mit dem Universaldrehknopf ausgewählt und mit der Softmenütaste **DATEI LÖSCHEN** entfernt. Bei einem angeschlossenen USB Stick können zusätzlich Verzeichnisse gewechselt und gelöscht

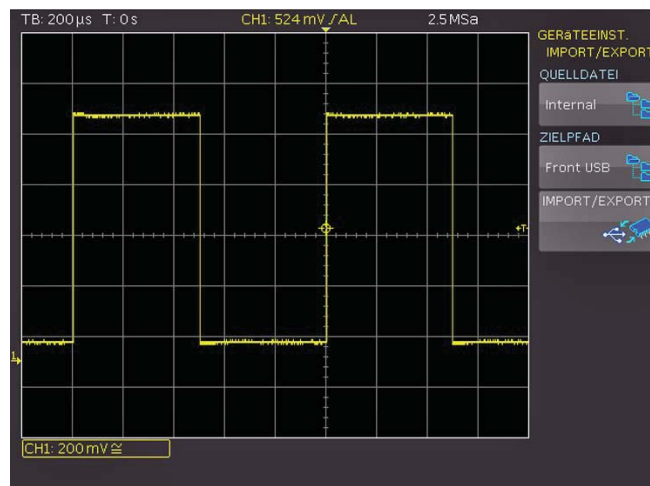


Abb. 10.4: Import/Export Menü für Geräteeinstellungen

werden. Mittels der Softmenütaste **SORTIERUNG** können mehrere Einstellungsdateien nach Name, Typ, Größe oder Datum sortiert werden.

Das Softmenü **IMPORT/EXPORT** dient zum Kopieren einer Datei von einem internen in ein externes Speichermedium (USB Stick) oder umgekehrt. Quelle (QUELLEDATEI) und Ziel (ZIELPFAD) müssen für den Kopiervorgang ausgewählt werden. Hier wird jeweils ein Dateimanagers geöffnet, in dem mit dem Universal-drehknopf der Speicherort festgelegt wird.



Um Geräteeinstellungen zu im- oder exportieren, muss ein USB Stick angeschlossen sein, ansonsten ist das Menü nicht auswählbar.

Durch Druck auf die Taste **IMPORT/EXPORT** wird gemäß der Voreinstellung die gewählte Einstellungsdatei kopiert. Bei zwei angeschlossenen USB-Sticks (vorne und hinten) funktioniert dies auch zwischen diesen beiden.

Zusätzlich bietet der Menüpunkt **STANDARDEINST.** die Möglichkeit, die werksseitig vorgegebenen Standardeinstellungen zu laden.

10.2 Referenzen

Referenzen sind Datensätze, die aus den Einstellungsinformationen und den AD-Wandlerdaten bestehen. Diese können sowohl intern als auch extern abgespeichert und zurückgeladen werden. Das Zurückladen erfolgt in einen der maximal 4 Referenzspeicher (RE1 bis RE4), welche auch angezeigt werden können. Das Hauptmerkmal von Referenzen ist, dass beim Speichern und Rückladen alle Informationen (wie vertikale Verstärkung, Zeitbasiseinstellungen etc. und die AD-Wandlerdaten) mit übertragen werden und damit das Ursprungssignal mit seinen Werten verglichen werden kann.

Im Softmenü **REFERENZEN** können Referenzen nur im- oder exportiert werden (IMPORT/EXPORT). Damit ist das Übertragen von Referenzen auf andere Geräte möglich. Hier erscheint das Standardmenü des Dateimanagers, in welchem zwischen dem internen Speicher und externen USB-Sticks Referenzen kopieren werden können (Beschreibung siehe Kap. 10.1).

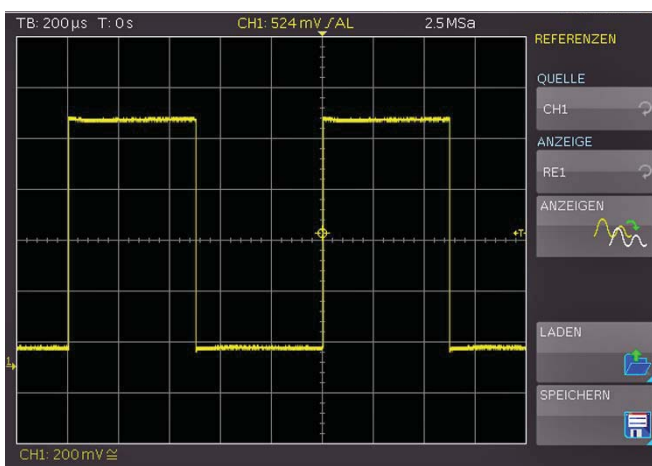


Abb. 10.5: Referenzen laden und speichern

Für das Speichern und Laden von Referenzen gibt es ein eigenes Menü. Mit dem Druck auf die REF/BUS-Taste im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes öffnet sich ein Kurzmenü. Die unterste Menütaste ist unterteilt in RE (Referenz) und BU (Bus). Die jeweils aktive Einstellung ist weiß unterlegt. Mittels der Softmenütaste **RE** können die vier möglichen Referenzkurven „RE1...RE4“ einge-

schaltet werden. Dies erfolgt durch Drücken der entsprechenden Softmenütaste. Die gewählte Referenz wird angezeigt und im Kurzmenü markiert. Ist der Referenzspeicher leer, öffnet sich ein Dateidialog, um eine Referenzkurve vom internen Speicher zu laden. Das Speicher- und Lademenü wird durch Drücken der MENU-Taste im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes geöffnet.

Mit dem obersten Softmenü **QUELLE** kann mit dem Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich die Quelle für die zu speichernde Referenz ausgewählt werden. Auswählbar sind die eingeschalteten Kanäle und Mathematikkurven. Der Druck auf die Softmenütaste **ANZEIGEN** stellt die gewählte Referenzkurve dar bzw. aktualisiert die bestehende Referenzkurve.

Um eine Referenz von einem USB Stick oder aus dem internen Speicher zu laden, wird das Softmenü **LADEN** geöffnet. Das Softmenü **LADEN** zeigt nun ein Fenster mit den intern abgespeicherten Referenzen. Die gewünschte Zielreferenzkurve wird im obersten Menüpunkt sowie nach Druck auf LADEN im Dateimanagers die gewünschte Datei ausgewählt. Endgültig geladen und angezeigt wird die Referenz nach dem erneuten Druck auf **LADEN** im Dateimanagersmenü. Um eine Referenz abzuspeichern, wird die Taste **SPEICHERN** betätigt, die gewählte Quelle und der gewählte Speicherort sowie der vergebene Dateiname kontrolliert und die Kurve durch Drücken der Softmenütaste **SPEICHERN** (mit dem Diskettensymbol) gespeichert. Der DATEINAME kann an die jeweilige Einstellung angepasst bzw. verändert werden (REF ist die Standardbezeichnung). Über die Softmenütaste **KOMMENTAR** kann ein Kommentar eingegeben werden, der in der Fußzeile des Dateimanagers erscheint, wenn eine Datei ausgewählt wurde.

10.3 Kurven

Neben Referenzen können auch nur die AD-Wandlerdaten abgespeichert werden. Es werden max. 24000 Messwerte (erweiterter Anzeigespeicher) auf einen USB Stick übertragen. Kurven können nur auf extern angeschlossene USB-Sticks (nicht intern) abgespeichert werden.



Die max. 24000 Messwertpunkte können nur bei der Einstellung max. Abtastrate ausgelesen werden (ACQUIRE Menü). Bei der Einstellung AUTOMATIK (Wiederholrate) ist die max. Anzahl der Messwertpunkte auf 6000 begrenzt (Standardeinstellung).

Mit dem Softmenü **SPEICHERORT** kann der USB-Anschluss an der Front- oder an der Rückseite des Gerätes als Speicherort genutzt werden. Die Auswahl des jeweiligen Speicherortes ist möglich, wenn ein USB-Stick erkannt wurde. Bei einem angeschlossenen USB Stick können zusätzlich Verzeichnisse gewechselt, erstellt oder gelöscht werden. Mittels der Softmenütaste **SORTIERUNG** können mehrere Einstellungsdateien nach Name, Typ, Größe oder Datum sortiert werden. Die Wahl des Zielverzeichnisses wird mit **VERZ. ANNEHMEN** bestätigt und kehrt automatisch wieder in das Kurven-Hauptmenü zurück.

Das Softmenü **KURVE** ermöglicht die Auswahl eines Kanals mit dem Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich, der als Kurve abgespeichert werden wollen. Es können nur die Kanäle ausgewählt werden, die auch mit den Kanaltasten aktiviert wurden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit alle sichtbaren Kanäle gleichzeitig abzuspeichern. Die Softmenütaste **DATEINAME** öffnet das Namens-eingabemenü, in dem mit dem Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ein Name eingegeben und mit **ANNEHMEN** bestätigt werden kann (TRC ist die Standardbezeichnung). Automatisch erscheint wieder das Kurven-Hauptmenü.



Das Speichern von allen sichtbaren Kanälen ist auf das Format CSV beschränkt. Ein anderes Format kann nicht ausgewählt werden.

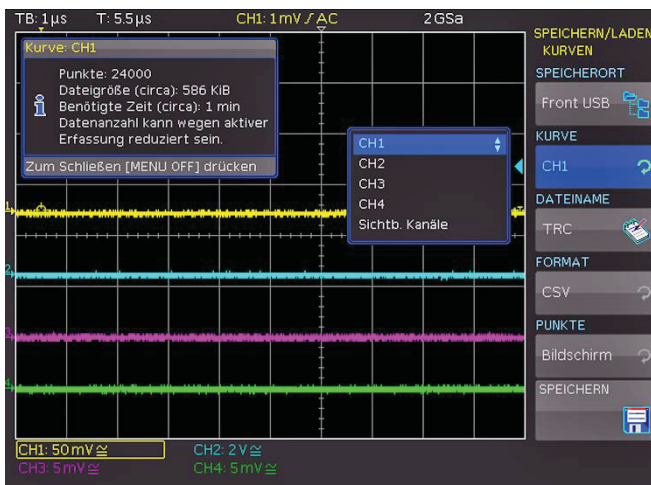


Abb. 10.6: Menü zum Abspeichern von Kurven

Mit der Softmenütaste **FORMAT** öffnet sich ein Auswahlfenster zur Festlegung des Dateiformates. Die Auswahl eines Formates erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich. Folgende Formate können ausgewählt werden:

BIN

In einer Binärdatei kann jeder beliebige Bytewert vorkommen. Die aufgenommenen Kurvendaten werden ohne Zeitbezug abgespeichert.

FLT

Eine FLT-Datei enthält die erfassten Daten als Spannungswerte. Im Gegensatz zu einer FLT-Datei ist die erfasste Datenmenge bei einer CSV-Datei rund 16fach größer. Die Spannungswerte werden im Format Float abgespeichert (4 Byte Float, binär, Big Endian). Diese Datei kann z.B. in selbst geschriebenen Programmen weiterverwendet werden.

CSV (Comma Separated Values):

In CSV Dateien werden die Kurvendaten in Tabellenform abgespeichert. Die unterschiedlichen Tabellenzeilen sind durch ein Komma voneinander getrennt.



Wenn im ACQUIRE Menü als WIEDERHOLRATE „Max. Abtastrate“ aktiviert wurde, werden beim CSV Export zwei Zeilen mit einem Zeitstempel ausgegeben, da diesem Zeitwert ein Minimal- und ein Maximalwert zugeordnet werden muss. Um einen Amplitudenwert pro Zeitstempel zu erhalten, wird im ACQUIRE Menü als WIEDERHOLRATE „Automatik“ aktiviert.

Beispiel: Kurve mit allen sichtbaren Kanälen

```
[s],CH1[V],CH2[V],CH3[V],CH4[V]
-4.99500E-07,-2.601E-03,2.566E-02,-1.003E-04,1.139E-04
-4.99000E-07,-6.012E-04,-5.434E-02,-1.003E-04,-8.611E-05
-4.98500E-07,-6.012E-04,-5.434E-02,9.973E-05,-8.611E-05
-4.98000E-07,1.399E-03,-5.434E-02,2.997E-04,-8.611E-05
```

TXT

TXT-Dateien sind ASCII-Dateien, die nur Amplitudenwerte (keine Zeitwerte) enthalten. Die Amplitudenwerte werden durch ein Komma getrennt. Die Wertepaare sind als Einzelwerte ohne Identifikation aufgelistet.

Beispiel:

1.000E-02,1.000E-02,1.000E-02,1.000E-02,3.000E-02

HRT (HAMEG Reference Time)

Dateien mit dieser Endung sind Referenzkurven des Zeitbereichs. Wird die dargestellte Kurve in diesem Format gespeichert, so kann diese im Referenzenmenü verwendet werden. Mit dem HRT-Format können auch Dateien erzeugt werden, die über das Referenzenmenü zurück in das Oszilloskop geladen werden können.

Mit dem Softmenü **PUNKTE** kann mit dem Universaldrehknopf ausgewählt werden, ob der Bildschirm- oder der gesamte Erfassungsspeicher ausgelesen werden soll.



Bitte beachten Sie, dass beim Auslesen des gesamten Erfassungsspeichers mit der Taste ACQUIRE die Wiederholrate auf maximale Abtastrate eingestellt werden muss. Der gesamte Erfassungsspeicher kann nur im STOP Modus ausgelesen werden.

Sind alle Eingaben getätigt, wird nach dem Drücken der Menü-taste **SPEICHERN** die gewählte(n) Kurve(n) entsprechend den Einstellungen abgespeichert.

10.4 Bildschirmfoto

Die wichtigste Form des Abspeicherns im Sinne der Dokumentation ist das Bildschirmfoto. Ein Bildschirmfoto ist eine Bilddatei, in der die, zum Zeitpunkt des Abspeicherns, aktuellen Bildschirminhalte zu sehen sind.

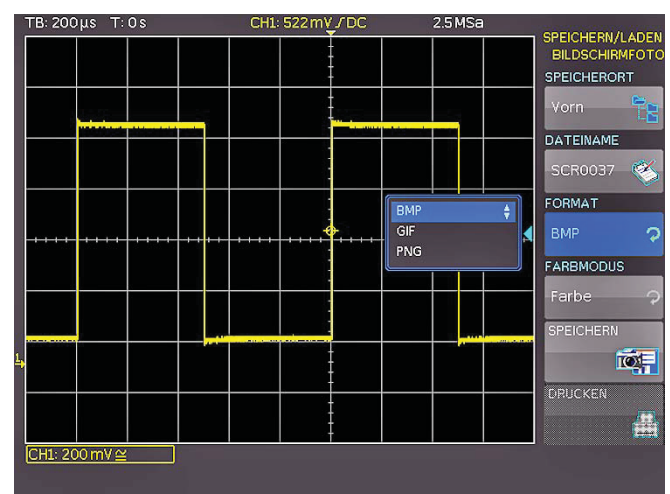


Abb. 10.7: Bildschirmfoto-Menü

Mit dem Softmenü **SPEICHERORT** kann der USB-Anschluss an der Front- oder an der Rückseite des Gerätes als Speicherort genutzt werden. Die Auswahl des jeweiligen Speicherortes ist möglich, wenn ein USB-Stick erkannt wurde. Bei einem angeschlossenen USB Stick können zusätzlich Verzeichnisse gewechselt, erstellt oder gelöscht werden. Mittels der Softmenütaste **SORTIERUNG** können mehrere Einstellungsdateien nach Name, Typ, Größe oder Datum sortiert werden. Die Wahl des Zielverzeichnisses wird mit **VERZ. ANNEHMEN** bestätigt und kehrt automatisch wieder in das Bildschirmfoto-Hauptmenü zurück.

Die Softmenütaste **DATEINAME** öffnet das Nameingabemenü, in dem mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ein Name eingegeben und mit **ANNEHMEN** bestätigt werden kann (SCR ist die Standardbezeichnung). Automatisch erscheint wieder das Bildschirmfoto-Hauptmenü.

Das Dateiformat einer Grafikdatei bestimmt die Farbtiefe und die Art der Komprimierung. Die Qualität der Formate unterscheidet sich bei den Grafiken des Oszilloskops nicht. Folgende Dateiformate stehen unter dem Softmenü **FORMAT** zur Auswahl:

- BMP = Windows Bitmap Format
- GIF = Graphics Interchange Format
- PNG = Portable Network Graphic

Mit der Softmenütaste **FARBMODUS** kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich zwischen **GRAUSTUFEN**, **FARBE** oder **INVERTIERT** gewählt werden. Bei **GRAUSTUFEN** werden die Farben beim Abspeichern in Graustufen gewandelt, bei **FARBE** erfolgt das Abspeichern wie auf dem Bildschirm und bei **INVERTIERT** erfolgt ein Abspeichern in Farbe, aber mit weißem Hintergrund.



Um beim Farbmodus **INVERTIERT** Ausdrucke mit guten Kontrasten zu erhalten, sollte die Kurvenintensität (**INTENS/PERSIST** und Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich) auf etwa 70% eingestellt werden.

Der Druck auf die Taste **SPEICHERN** löst eine sofortige Speicherung des aktuellen Bildschirms an den eingestellten Speicherort, mit dem eingestellten Namen und dem eingestellten Format aus.

Die Softmenütaste **DRUCKEN** bietet die Möglichkeit, einen Bildschirmausdruck sofort auf einem angeschlossenen Drucker auszugeben (z.B. PCL oder PCLX als „Druckersprache“). Wird ein Drucker erkannt, ist die Softmenütaste **DRUCKEN** nicht mehr ausgegraut.



Durch Drücken der **RUN/STOP**-Taste sollte vor dem Drucken die Erfassung gestoppt werden, damit ein korrekter Ausdruck erfolgt.

Die kostenlose Software HMScreenshot (Softwaremodul der HMEexplorer Software) ermöglicht es, über eine Schnittstelle Bildschirmausdrucke im Bitmap, GIF oder PNG Format von einem Oszilloskop der HMO Serie auf einen angeschlossenen PC zu transferieren und dort abzuspeichern bzw. auszudrucken. Weitere Hinweise zur Software finden Sie in der internen HMEexplorer-Hilfe auf www.hameg.com.

10.5 Formelsätze

Im Softmenü **FORMELSAETZE** können Formelsätze importiert oder exportiert werden. Damit ist der Austausch zwischen von Dateien zwischen unterschiedlichen Speichermedien (interner Speicher / externe USB Sticks) möglich. Die Vorgehensweise dazu wurde in Kapitel 9.1.2 bereits beschrieben.

10.6 Definition der FILE/PRINT-Taste

Die FILE/PRINT-Taste im GENERAL Bedienfeld ermöglicht es, mit einem Tastendruck Geräteeinstellungen, Kurven, Bildschirmfotos, sowie Bildschirmfotos und Einstellungen gemeinsam abzuspeichern. Dazu müssen zunächst, wie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, die entsprechenden Einstellungen zu Speicherort, Name etc. eingegeben werden. Mit der Softmenütaste **FILE/PRINT** im SAVE/RECALL-Hauptmenü öffnet das Einstellungsmenü der FILE/PRINT-Taste. Zur Auswahl stehen folgende Aktionen:

- **GERÄTEEINST.**: speichert Einstellungen ab
- **KURVEN**: speichert Kurven ab
- **BILDSCHIRMFOTO**: speichert Bildschirmfotos ab

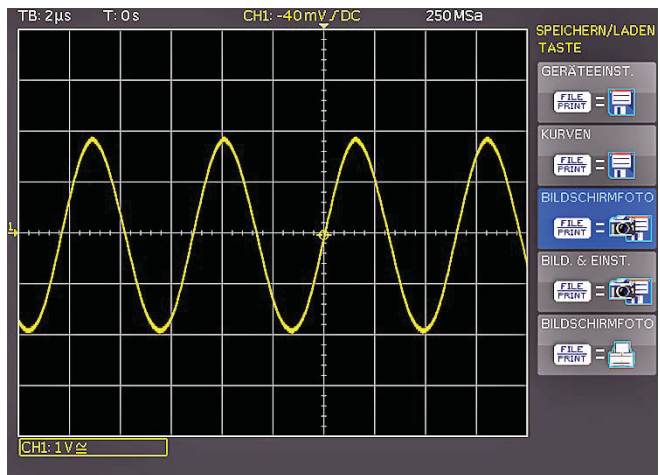


Abb. 10.8: Definition der FILE/PRINT-Taste

- **BILD & EINST.**: speichert Bildschirmfoto und Einstellungen ab
- **DRUCKEN**: druckt direkt auf einen kompatiblen Drucker (Postscript, einige PCL und PCLX fähige Drucker)

Nach Aktivierung der gewünschten Aktion durch Druck der entsprechenden Softmenütaste wird dieses Menü blau unterlegt. Mit der MENU OFF-Taste wird das Auswahlmenü verlassen. Wird die FILE/PRINT-Taste nun gedrückt, wird die gewählte Funktion ausgeführt.

11 Mixed-Signal-Betrieb (optional)

Alle Geräte der HMO Serie sind standardmäßig mit den Anschlüssen für die Logikastköpfe H03508 ausgerüstet, um 8 oder 16 digitale Logikeingänge hinzuzufügen. Sämtliche Software zur Unterstützung des Mixed-Signal-Betriebes ist bereits in der Firmware jedes HMO enthalten, lediglich die aktiven Logikastköpfe H03508 (8 Kanäle) müssen erworben und angeschlossen werden.

Bei der Serie HMO3004 wird bei Aktivierung von POD1 (mit je 8 digitalen Eingängen) der analoge Kanal 3 deaktiviert, bei Aktivierung von POD2 der analoge Kanal 4. Es sind somit die Konfigurationen 3 analoge Kanäle plus 8 Logikeingänge (Kanal 1, 2, und 4 sowie Pod1) oder 2 analoge Kanäle und 16 Logikeingänge im Mixed-Signal-Betrieb möglich (Kanal 1 und 2 sowie POD1 und POD2).

11.1 Logiktrigger für digitale Eingänge



Der Logiktrigger ist auch für die Eingänge des Logikastkopfes in Kapitel 6.5 (Seite 30) beschrieben.

11.2 Anzeigefunktionen für die Logikkanäle

Die Umschaltung von einem Analogkanal auf einen Logikeingang erfolgt bei der Serie HMO3004 im Kurzmenü der Kanaleinstellung. Wenn Kanal 3 aktiviert ist und dessen Kurzmenü angezeigt wird, ist die unterste Softmenütaste **CH** mit der Kanalarfarbe unterlegt. Um die digitalen Kanäle einzuschalten, wird diese Softmenütaste erneut betätigt und somit PO (POD) aktiviert. Jetzt werden die digitalen Kanäle 0 bis 7 angezeigt und das Kurzmenü zeigt nun die wichtigen Einstellungen der digitalen Kanäle. Bei der Serie HMO3002 werden die Logikkanäle durch Drücken der Tasten POD1 und POD2 auf der Frontplatte aktiviert.



Grundsätzlich muss die Schwelle eingestellt werden, die der Unterscheidung zwischen High und Low dient. Bei aktiviertem POD1 oder POD2 wird durch Drücken der MENU-Taste [21] im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes das Menü zur Einstellung des Schwellwertes zur Unterscheidung der logischen Zustände angezeigt. Dabei kann für jeden POD eine

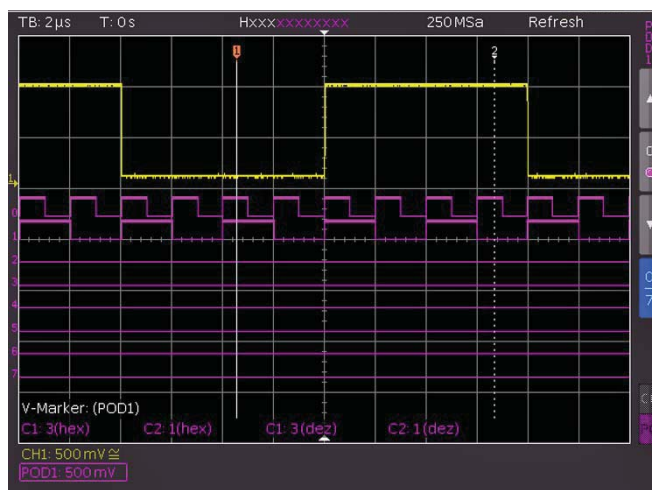


Abb. 11.1: Einstellungen der Logikkanalanzeige

von fünf voreingestellten LogikpegelEinstellungen aktiviert werden (TTL, CMOS, ECL), zwei davon sind wiederum benutzerdefiniert einstellbar (NUTZER 1, NUTZER 2).

Eine logische Eins wird bei den Logikkanälen mit einem zwei Pixel breiten Strich angezeigt, eine logische Null mit einer Pixelbreite. Der eingestellte Logikpegel und die aktuelle Abtastrate der Logikeingänge wird neben dem POD1 bzw. POD2 Namen im Informationsfeld links unten im Display angezeigt.

Die Y-Position und Größe der Logikkanaldarstellung lässt sich nun, wie von den analogen Kanälen gewohnt, mit den Knöpfen Y-POSITION [18] und VOLTS/DIV [20] einstellen (wenn die Softmenütaste 0/7 gewählt, also blau hinterlegt ist). Wenn weniger als 8 Logikkanäle angezeigt werden sollen oder die Position und Größe einzelner Logikkanäle geändert werden sollen, so können diese Einstellungen über das Kurzmenü in Verbindung mit den Softmenütasten (Kanal 0 bis 7) und den Knöpfen der Y-POSITION [18] und VOLTS/DIV [20] vorgenommen werden. Die Kanalauswahl kann mit den ▲ und ▼ Softmenütasten vorgenommen werden. Somit lassen sich alle einzelnen Kanäle individuell vergrößern und positionieren.

Auf Seite 2|2 des POD-Menüs kann die Position und Größe der einzelnen Logikkanäle zurückgesetzt werden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, mit dem Softmenü **NAME** die einzelnen Bits des Logikkanals zu beschriften. Die Vorgehensweise der Namensvergabe ist identisch zu Kapitel 4.6 (Seite 22). Der Name der einzelnen Bits D0 bis D7 wird mit NAME An/Aus an- bzw. ausgeschaltet und erscheint rechts neben den Logikkanälen.

Es gibt weiterhin die Möglichkeit, digitale Kanäle zu Bussen zusammenzufassen, die dann als Waben auf dem Bildschirm dargestellt werden. Grundsätzlich sind zwei unabhängige Busse möglich. So lassen sich z.B. ein 8 Bit Adress- und 8 Bit Datenbus jeweils zusammenfassen. Um die Einstellungen für die Busse vorzunehmen, wird die REF/BUS-Taste gefolgt von der MENU-Taste im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes gedrückt.

In dem sich öffnenden Menü kann mit der obersten Softmenütaste **BUS** ausgewählt werden, welcher BUS definiert werden soll, B1 oder B2. Der jeweils aktive BUS ist blau hinterlegt.

Mit der Softmenütaste **BUS TYP** kann der BUS Typ für die Darstellung und Analyse festgelegt werden. Der BUS Typ kennzeichnet den Aufbau des Busses und unterscheidet sich durch die Gleiderung in Seriell/Parallel oder durch die Anzahl der Daten und Taktleitungen. Mit dem Universaldrehgeber kann der jeweilige BUS Typ **PARALLEL** oder **PARALLEL + TAKT** ausgewählt werden. Unter **KONFIGURATION** können die Quellen und der Aufbau des Busses festgelegt werden. Der Inhalt des Menüs ist auf den ausgewählten BUS Typ abgestimmt. Durch Drücken der obersten Softmenütaste **BUSBREITE** kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich die gewünschte Busbreite von 1-16 Bit eingestellt werden. Das Fenster mit der Zuordnungstabelle der einzelnen Bits wird dynamisch an die Wahl angepasst. Jedes Bit des dargestellten Busses hat eine Quelle. Diese Quelle bezieht sich auf die einzelnen Bits der POD's. Anhand des Messaufbaus können die Quellen mittels der Softmenütaste **QUELLE** und dem Universaldrehgeber CURSOR/MENU Bedienbereich zugeordnet werden.

Mit den Softmenütasten **NACHST. / VORH. BIT** kann die Position des Auswahlbalkens für die Quelle der einzelnen Bits verschoben werden. Das momentan ausgewählte Bit ist mit einem blauen Balken hinterlegt. Auf der linken Seite der Ta-

belle stehen in fester Reihenfolge die Bits, oben beginnend mit D0 (= LSB). Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich kann nun dem gewählten BUS Bit ein realer Logikkanal zugeordnet werden. Beispielsweise wird dem BUS Bit D0 der Logikkanal D9 zugeordnet (dies entspricht dem LC9 Eingang an POD2). Bei der Zuordnung ist man völlig frei, es können auch teilweise identische Logikkanäle in den beiden möglichen Bussen verwendet werden.

Wird als BUS TYP **PARALLEL + TAKT** gewählt, kann zusätzlich mit der untersten Softmenütaste **STEUERLEIT.** die Quellen für CHIP SELECT und den **TAKT** mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Die Softmenütaste **AKTIV** legt fest, ob das Chip-Select-Signal High oder Low-Aktiv ist.

Die Softmenütaste **FLANKE** schaltet zwischen steigender, fallender und beider Flanken. Die jeweils aktive Auswahl ist blau hinterlegt und wird im Bit-Quelle Fenster hinter der Bezeichnung Clk aufgeführt. Mit der MENU OFF-Taste gelangt man wieder in das BUS-Hauptmenü zurück.

Das Softmenü **ANZEIGE** öffnet ein Menü für die Einstellungen der Darstellungsform und -umfang. In dem sich öffnenden Untermenü kann mit dem Universaldrehknopf das Format zur Dekodierung der Buswerte gewählt werden. Zur Auswahl stehen folgende Formate:

- BINÄR
- HEXADEZIMAL
- DEZIMAL
- ASCII

Die dekodierten Werte werden in den Waben der Busse im jeweiligen Format dargestellt. Mit der darunterliegenden Softmenütaste **BITS** kann zusätzlich zur Wabendarstellung die einzelnen Bits des Busses ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Ist ein BUS aktiviert, so wird dies durch einen weißen Punkt im Kurzmenü angezeigt. Die Position oder Größe eines Busses kann nun mit dem Positionsdrehknopf (Position der Busanzeige auf dem Bildschirm) bzw. mit dem VOLT/DIV-Drehknopf (Größe der

Wabenanzeige) eingestellt werden. Dies kann insbesondere bei der binären Darstellung hilfreich sein, da hier auch bei kurzen Zustandswaben der komplette Wert über bis zu vier Zeilen angezeigt werden kann.

11.3 Cursormessungen für Logikkanäle

Sind die Logikkanäle aktiviert, lassen sich mit den Cursormessungen (Taste CURSOR MEASURE) einige Parameter bestimmen. Für die gesamte Anzahl der eingeschalteten Logikkanäle eines POD's lassen sich die Messarten ZEIT, VERHÄLTNIS X sowie die V-MARKER auswählen. Folgende Ergebnisse folgen daraus für die Logikkanäle:

ZEIT

Es wird die zeitliche Position beider Cursors zum Triggerzeitpunkt, die zeitliche Differenz beider Positionen, sowie die daraus resultierende Frequenz angezeigt.

VERHÄLTNIS X

In dieser Messart wird mit drei Cursors ein zeitliches Verhältnis zwischen den ersten beiden und dem ersten und dritten Cursor angezeigt. Die Anzeige erfolgt als Gleitkommawert, in Prozent, in Grad und in Bogenmaß.

V-MARKER

Bei den Logikkanälen werden bei dieser Messart der logische Wert des ausgewählten POD's in Hexadezimal- und in Dezimalwerten am jeweiligen Cursor gemessen und dargestellt.

11.4. Automessungen für Logikkanäle

Wenn die Logikkanäle aktiviert sind, lassen sich mit den Automessungen einige Parameter bestimmen. Für die gesamte Anzahl der eingeschalteten Logikkanäle eines POD's lassen sich die Messarten FREQUENZ, PERIODE, PULSBREITE +/–, TASTVERHÄLTNIS +/–, VERZÖGERUNG, PHASE, BURSTBREITE, ZÄHLEN PULS +/– sowie ZÄHLEN FLANKE pos./neg. auswählen. Wie bei allen Automesswerten kann auch hier auf Seite 212 die Statistik zu den Parametern eingeschaltet werden.

12 Serielle Busanalyse (optional)

Die Geräte der HMO Serie können mit drei Optionen zum Triggern und Dekodieren von seriellen Bussen ausgestattet werden.

Die Option H0010 erlaubt die Triggerung und Dekodierung von I²C, SPI und UART/RS-232 Bussen auf den digitalen Kanälen (Option Logiktestkopf H03508) und den analogen Eingängen. Mit dieser Option können zwei serielle Busse zeitsynchron dekodiert werden.


Die Option H0011 erlaubt das Triggern und Dekodieren von I²C, SPI und UART/RS-232 Bussen nur auf analogen Eingängen und es ist nur ein serieller Bus zur einer Zeit dekodierbar.

Die Option H0012 erlaubt die Triggerung und Dekodierung von CAN und LIN Bussen auf den digitalen Kanälen (Option Logiktestkopf H03508) und den analogen Eingängen. Mit dieser Option können zwei serielle Busse zeitsynchron dekodiert werden.


Die Optionen werden über einen Softwarelizenzschlüssel freigeschaltet. Dieser wird entweder bei der Herstellung des Gerätes installiert oder bei einer Nachrüstung durch den Nutzer, wie in Kapitel 2.10 (Seite 14) beschrieben, über einen USB Stick in das Gerät geladen.

Die Analyse von parallelen und seriellen Daten besteht aus drei wesentlichen Schritten:

- **Protokoll-Konfiguration**
(BUS Typ / protokollspezifische Einstellungen)
- **Dekodierung**
(Anzeige der dekodierten Daten / Zoom / BUS-Tabelle)
- **Trigger**
(Start / Stopp / serielle Muster)

 Die serielle Busanalyse erfolgt mit 1/8 der Abtast-rate.

12.1 Konfiguration serieller Busse

 Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logikpegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 11.2, Seite 47) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5, Seite 22) eingestellt

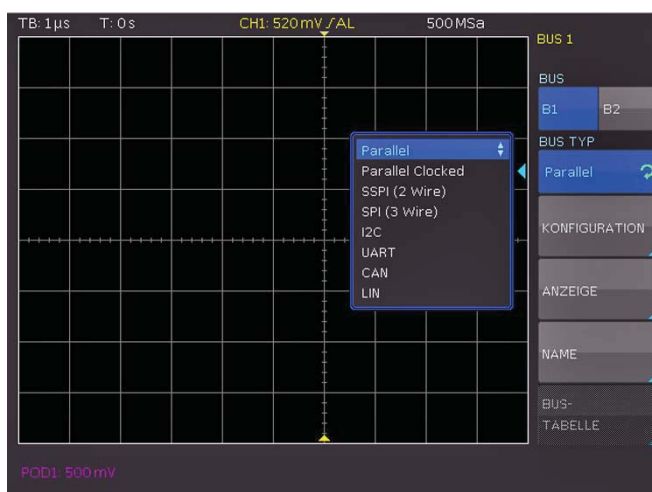


Abb. 12.1: Menü zum Definieren von Bussen

werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.



Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

Für die Einstellungen der seriellen Trigger- und Dekodierfunktionen wird ein BUS definiert. Maximal können zwei Busse B1 und B2 definiert werden. Dazu wird die Taste BUS/REF im VERTICAL Bereich des Bedienfeldes gedrückt. In dem sich öffnenden Kurzmenü wird die unterste Softmenütaste **BU** (BUS) gedrückt. Anschließend wird mit der MENU-Taste im VERTICAL Bereich des Bedienfeldes und der obersten Softmenütaste der jeweilige BUS (B1 oder B2) definiert.

Mittels der Softmenütaste **BUS TYP** und den installierten Optionen H0010/H0011/H0012 können folgende BUS Typen ausgewählt werden:

- | | |
|--------------------|-------------|
| - Parallel | Standard |
| - Parallel + Takt | Standard |
| - SSPI (2 Draht) | H0010/H0011 |
| - SPI (3 Draht) | H0010/H0011 |
| - I ² C | H0010/H0011 |
| - UART | H0010/H0011 |
| - CAN | H0012 |
| - LIN | H0012 |

Mit der Softmenütaste **KONFIGURATION** wird ein vom gewählten Bustyp abhängiges Menü aufgerufen. Diese werden in den Kapiteln der jeweiligen BUS Konfiguration beschrieben. Das Softmenü **ANZEIGE** ist für alle Busse identisch und ermöglicht die Auswahl des Dekodierungsformats.

Es stehen folgende Formate zur Auswahl:

- Binär
- Hexadezimal
- Dezimal
- ASCII

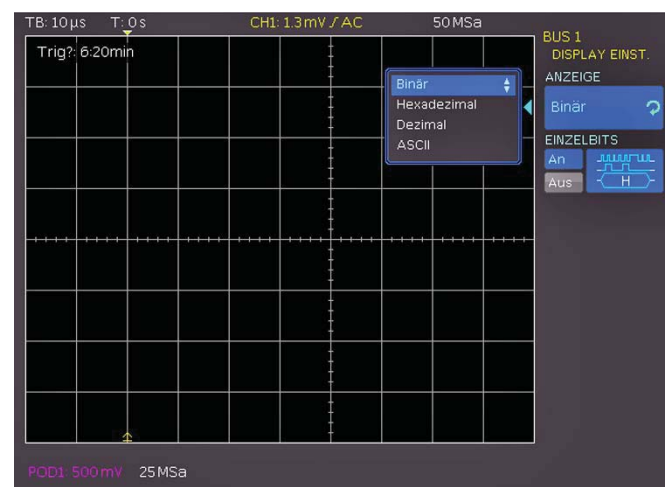


Abb. 12.2: Menü zur Auswahl des Dekodierformates

Mit der Softmenütaste **BITS** kann die Darstellung einzelner Bitleitungen (oberhalb der Wabendarstellung) an- oder ausgeschaltet werden.

Mit der Softmenütaste **NAME** kann ein Bus umbenannt werden (identisch zu Kapitel 4.6 (Seite 22)).

12.1.1 BUS-Tabelle

Das Softmenü **BUS-TABELLE** ermöglicht die Konfiguration / das Exportieren einer Liste mit allen dekodierten Nachrichten im Speicher. Der Inhalt der Tabelle ist protokollspezifisch und die Anzeige der Tabelle kann für jeden individuellen BUS-Typ aktiviert werden. Die oberste Softmenütaste **BUS-TABELLE** aktiviert bzw. deaktiviert die Listendarstellung. In der Standardeinstellung erfolgt die Anzeige der Tabelle am unteren Rand des Bildschirms. Grundsätzlich erfolgt die Darstellung einer kompletten Nachricht eines Protokolls in einer Zeile, in den Spalten sind je nach Protokoll die wichtigen Informationen, wie z.B. Adresse und Daten der jeweiligen Nachricht, aufgeführt. Die Anzahl der Zeilen in der Tabelle entspricht der Anzahl der kompletten Nachrichtentelegramme im Speicher. Die Dekodierungsergebnisse können als CSV-Datei mittels Softmenütaste **SPEICHERN** gespeichert werden (z.B. auf einem USB Stick).

Beispiel einer I2C BUS-Tabelle:

„Bustabelle: BUS1 (I2C: Takt SCL = D0, Daten SDA = D1)“
 Frame,Mark,Startzeit[s],Typ,ID,Länge,Datum,Zustand
 1,,-197.89200e-6,Read,0x2D,5,0xF110E55D31,OK
 2,,28.00000e-9,Write,0x42,8,0xEB8DC599AE5D6FC0,OK
 3,,217.74000e-6,Write,0x3B,6,0xA113B7263E5B,OK
 4,,376.07200e-6,Read,0x0E,6,0x55C3EB71D9E8,OK
 5,,613.58000e-6,Write,0x66,8,0x91B86EE665E2300,Data Error

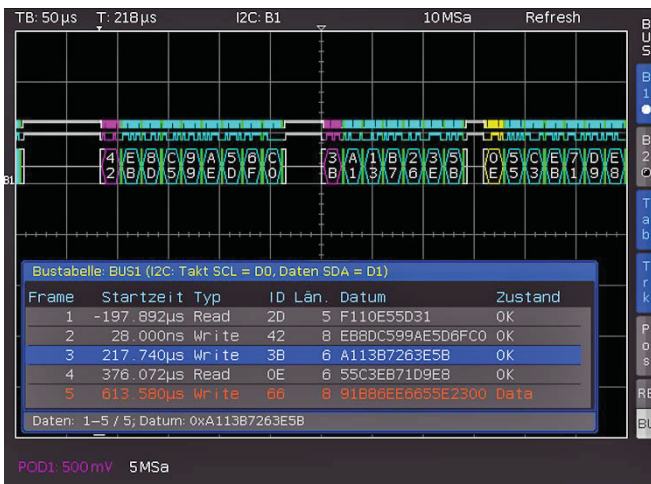


Abb. 12.3: Beispiel I2C BUS mit BUS-Tabelle



Das Abspeichern einer BUS-Tabelle ist nur im STOP Modus möglich.

Die Softmenütaste **FRAME FOLGEN** dient dazu, beim Scrollen durch die BUS-Tabelle mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich gleichzeitig zur jeweiligen Position im Speicher zu springen und diese auf dem Bildschirm darzustellen. Dies funktioniert natürlich nur dann, wenn die Erfassung gestoppt ist. Im BUS Kurzmenü erfolgt dies zusätzlich mit der Softmenütaste **TRK** (= Track). Wird die Softmenütaste **FRAME ZEIT-DIFFERENZ** aktiviert (Taste blau hinterlegt), wird in der BUS-Tabelle die Zeitdifferenz zum vorherigen Frame (Datenpaket) angezeigt. Die Spalte wird in der Tabelle mit „Zeitdiff.“ angezeigt. Ist diese Funktion deaktiviert, wird die absolute Zeit in Bezug auf den Triggerpunkt in der Spalte „Startzeit“ angezeigt. Im BUS Kurzmenü kann mit der Softmenütaste **TAB** die BUS-Tabelle aktiviert bzw. deaktiviert werden, ohne ein Menü zu öffnen.

Mit dem Softmenüpunkt **POSITION** kann die Tabelle an den oberen / unteren Bildschirmrand verschoben werden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, die BUS-Tabelle als Vollbild

anzuzeigen. Die Auswahl der Position erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich im BUS Menü oder direkt über die Softmenütaste **POS** im BUS Kurzmenü.

12.2 Parallel BUS

Die Serie HMO kann (je nach aktiviertem POD1 / POD2) bis zu 15 Bit-Leitungen analysieren. Die Anzahl der Bit-Leitungen wird mit der Softmenütaste **BUSBREITE** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich eingestellt. Mittels der Softmenütasten **VORH. BIT** und **NÄCHST. BIT** (oder auch mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich) kann die Position des QUELLE Auswahlbalkens der einzelnen BUS Bits verschoben werden. Das momentan ausgewählte Bit ist mit einem blauen Balken hinterlegt. Um auf parallele Busse zu triggern, empfehlen wir den Logiktrigger (siehe Kap. 6.5).

12.3 I2C BUS

Der I2C Bus ist ein Zweidrahtbus, welcher von Philips (heute NXP Semiconductor) entwickelt wurde. Die Serie HMO unterstützt (bei Messungen ohne Messobjekt über BUS SIGNAL SOURCE) die Taktraten:

- 100 kBit/s (Standard Mode)
- 400 kBit/s (Fast Mode)
- 1000 kBit/s (Fast Mode Plus).

Die entsprechende Taktrate wird im SETUP Menü mittels dem Softmenü **TK-ABGLEICH** und **BUS SIGNALQUELLE** (Seite 212) eingestellt.

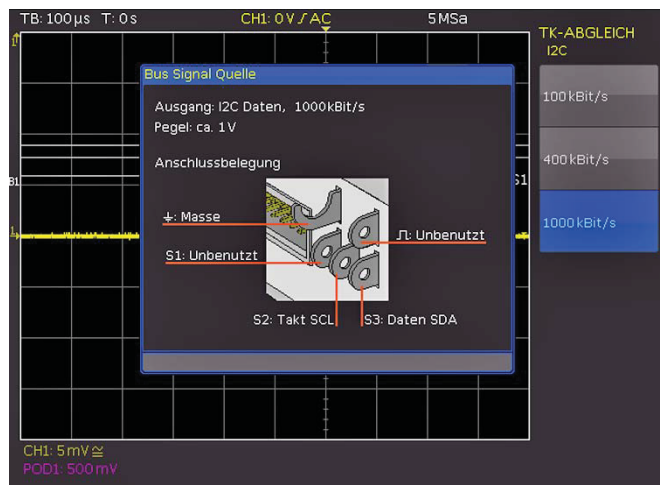


Abb. 12.4: I2C BUS Signalquelle

Ein I2C BUS besitzt folgende Eigenschaften:

- Zweidrahtbus (2-wire): Takt (SCL) und Daten (SDA)
- Master-Slave Kommunikation: der Master gibt den Takt vor und wählt den Slave
- Adressierung: jeder Slave ist durch eine eindeutige Adresse adressierbar; mehrere Slave's können miteinander verbunden und vom gleichen Master angesprochen werden
- Lesen/Schreiben Bit: Master wird Daten lesen (=1) oder schreiben (=0)
- Acknowledge: erfolgt nach jedem Byte

Das Format einer einfachen I2C Nachricht (Frame) mit 7 Bit Adresslänge ist wie folgt aufgebaut:

- Startbedingung: fallende Flanke auf SDA (Serial Data), während SCL (Serial Clock) HIGH ist
- 7-Bit-Adresse (Slave schreiben oder lesen)

- Lesen/Schreiben Bit (R/W): gibt an, ob die Daten geschrieben oder aus dem Slave gelesen werden sollen
- Acknowledge Bit (ACK): wird durch den Empfänger des vorherigen Bytes ausgegeben, wenn die Übertragung erfolgreich war (Ausnahme: bei Lesezugriff beendet der Master die Datenübertragung mit einem NACK Bit nach dem letzten Byte)
- Daten: eine Reihe von Daten-Bytes mit einem ACK-Bit nach jedem Byte
- Stoppbedingung: steigende Flanke auf SDA (Serial Data), während SCL (Serial Clock) HIGH ist

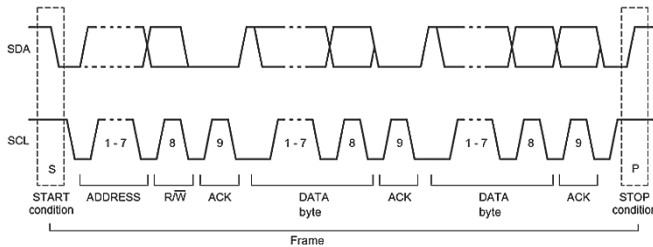


Abb. 12.5: I²C 7-Bit-Adresse

12.3.1 I²C BUS Konfiguration

Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logik-Pegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 11.2, Seite 47) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5, Seite 22) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.

Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

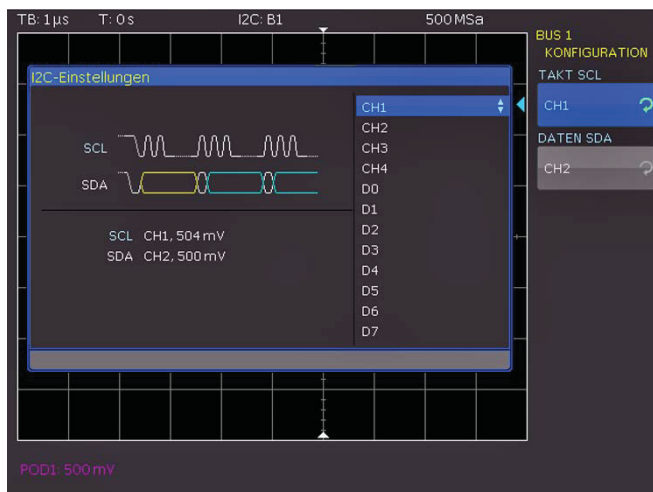


Abb. 12.6: Menü zum Definieren von I²C Quellen

Um den I²C Bus zu dekodieren, wird bei der Buskonfiguration festgelegt, welcher Logikkanal an den Takt und welcher an die Datenleitung angeschlossen ist. Diese Einstellung erfolgt nach Auswahl des BUS TYP I²C im BUS Menü und anschließendem Druck auf die Softmenütaste **KONFIGURATION**. In dem sich öffnenden Menü wählt man die oberste Softmenütaste **TAKT SCL** und mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich den Quellkanal. Die Zuweisung des Eingangskanals zu den Daten erfolgt analog nach Drücken der Softmenütaste

DATEN SDA. Zur Kontrolle ist ein kleines Fenster mit den Information zu den aktuellen Einstellungen geöffnet.

Ist die Option H0011 installiert, können nur die analogen Kanäle als Quelle gewählt werden. Ist die Option H0010 installiert, sind sowohl analoge als auch digitale Kanäle als Quelle verfügbar.

Zweimaliges Drücken der MENU OFF-Taste schließt alle Menüs.

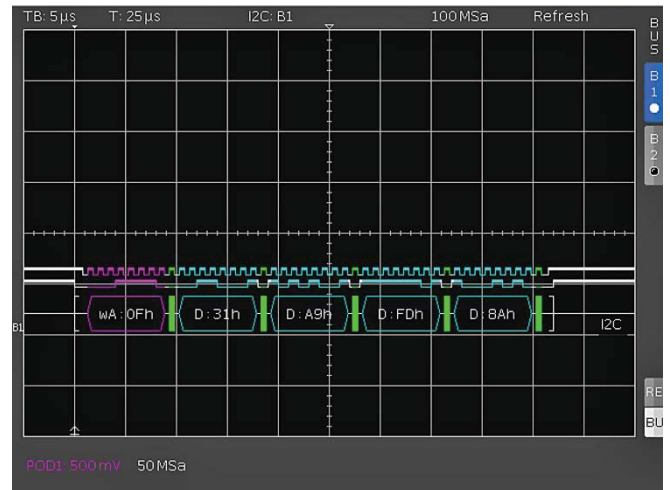


Abb. 12.7: Hexadezimal dekodierte I²C Nachricht

Bestimmte Teile der I²C Nachrichten werden farbig hervorgehoben, um diese einfach unterscheiden zu können. Wenn die Datenleitungen zusammen mit der Wabendarstellung gewählt ist, werden auch bei diesen Signalen die entsprechenden Bereiche farbig gekennzeichnet. Dies sind im folgenden:

Leseadresse:	Gelb
Schreibadresse:	Magenta
Daten:	Cyan
Start:	Weiß
Stop:	Weiß
Kein Acknowledge:	Rot
Acknowledge:	Grün

Die Dekodierung der Adresse erfolgt als 7 Bit Wert. Das 8. Bit zur Schreib-Leseunterscheidung wird in der Farbe dekodiert, nicht im HEX Wert der Adresse.

12.3.2 I²C Bus Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste TYPE im TRIGGER-Bereich des Bedienfeldes betätigt und dort die Softmenütaste **SERIELLE BUSSE** gewählt. Anschließend wird die Taste SOURCE im Triggerbedienfeld gedrückt und I²C Bus ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste FILTER im Bereich TRIGGER des Bedienfeldes werden alle möglichen I²C Triggerbedingungen aufgeführt.

Man kann auf das START-Signal (das Startsignal ist eine fallende Flanke auf SDA, während SCL high ist), auf das STOPP-Signal (das Startsignal ist eine steigende Flanke auf SDA, während SCL high ist) von allen Nachrichten triggern, sowie auf einen NEUSTART (das Neustart-Signal ist ein wiederholtes Startsignal) oder auf eine NOT-ACKNOWLEDGE Bedingung. Das NOT-ACKNOWLEDGE-Bit ist das 9te Bit innerhalb einer Daten- oder Adresseinheit der SDA-Leitung. Bei einem NOT-ACKNOWLEDGE ist das Acknowledge-Bit auf SDA high, obwohl es low sein sollte.

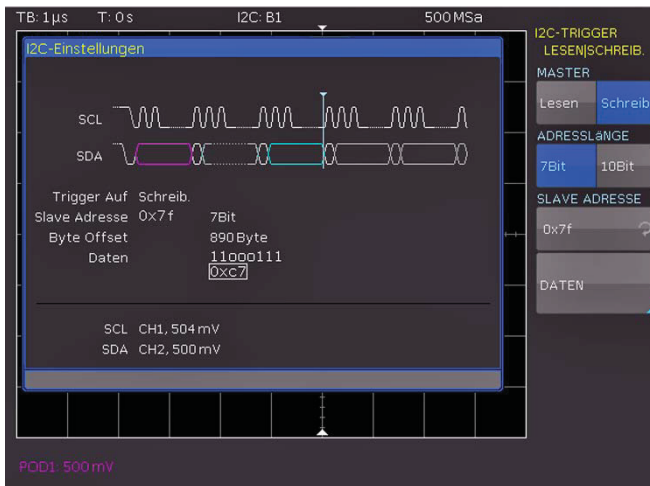


Abb. 12.8: I2C LESEN/SCHREIB Triggermenü

Die Softmenütaste **LESEN/SCHREIB** bietet weitere Triggermöglichkeiten. Mit der Softmenütaste **MASTER** kann die Triggerbedingung zwischen Lese- (Read) und Schreibzugriff (Write) des Masters umgeschaltet werden. Das 8te Bit der ersten Dateneinheit (je nach Adresslänge) dient zur Unterscheidung zwischen dem Lese- und Schreibzugriff. Die ausgewählte Bedingung wird im I2C Einstellungsfenster angezeigt und ist durch die blau hinterlegte Menütaste zusätzlich gekennzeichnet.

Die Adresslänge (in Bit) legt die maximale Anzahl der Slave-Adressen des Busses fest. Bei einer 7 Bit Adresslänge stehen maximal 112 Adressen zur Verfügung. Die 10 Bit Adressierung ist durch Nutzung von 4 der 16 reservierten Adressen abwärtskompatibel zur 7 Bit Adressierung und kann mit dieser gleichzeitig verwendet werden. Bei 10 Bit Adresslänge stehen insgesamt 1136 Adressen (1024 + 128 - 16) zur Verfügung. Die höchste 10 Bit Adresse ist 1023 (0x3FF). Die ausgewählte Adresslänge wird im I2C Einstellungsfenster angezeigt und ist durch die blau hinterlegte Menütaste zusätzlich gekennzeichnet.

Die **SLAVE ADRESSE** ist die Adresse, durch die auf dem BUS unterschieden wird, mit welchem Slave der Master kommunizieren soll. Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich wird die Adresse des zu beobachtenden Busteilnehmers, auf den getriggert werden soll, ausgewählt.

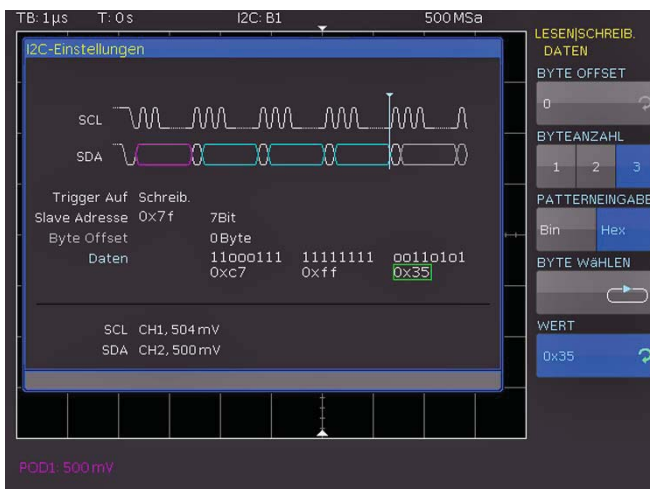


Abb. 12.9: I2C Daten Triggermenü

Mit dem Softmenü **DATEN** können zusätzlich zur Adresse auch noch spezifische Daten eingeben kann. Dieses Menü bietet die

Möglichkeit, auf konkret festgelegte Datenbytes (Farbe Cyan) innerhalb der Übertragung zu triggern und damit uninteressante Übertragungen herauszufiltern.

Es kann auf maximal 24 Bit (3 Byte) Daten getriggert werden. Ein Offset von 0 bis 4095 zur Adresse ist erlaubt. Zunächst wird das **BYTE OFFSET** gewählt, welches festlegt, wieviele Bytes die für die Triggerbedingung interessanten Bytes von der Adressierung entfernt liegen. In den meisten Fällen wird das Byte Offset Null sein, wenn auf die maximal 24 ersten Bits nach der Adresse getriggert werden soll. Mit der Softmenütaste **BYTEANZAHL** wird festgelegt, wieviele Bytes für die Triggerbedingung ausgewertet werden sollen. Die Eingabe kann binär oder hexadezimal erfolgen (**PATTERNINGABE**). Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits mit der Softmenütaste **BIT WÄHLEN** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich einem beliebigen Zustand zugeordnet werden. Mit der Softmenütaste **ZUSTAND** wird für jedes Bit der Zustand H (=1), L (=0) oder X (ohne Wertung) festgelegt. Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Byte auf X gesetzt werden.

Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird mit der Softmenütaste **WERT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der jeweilige Bytewert festgelegt. Mit der Softmenütaste **BYTE WÄHLEN** werden die verschiedenen Bytes (Byte 1 zu Byte 2 zu Byte 3 etc.) der Reihe nach für die Bearbeitung ausgewählt (abhängig von der eingestellten BYTEANZAHL). Das jeweils aktive Byte wird im Anzeigefenster der Triggerbedingung mit einem grünen Rand versehen (siehe Abb. 12.9). Dreimaliges Drücken auf die MENU OFF-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellte Adresse und Daten.

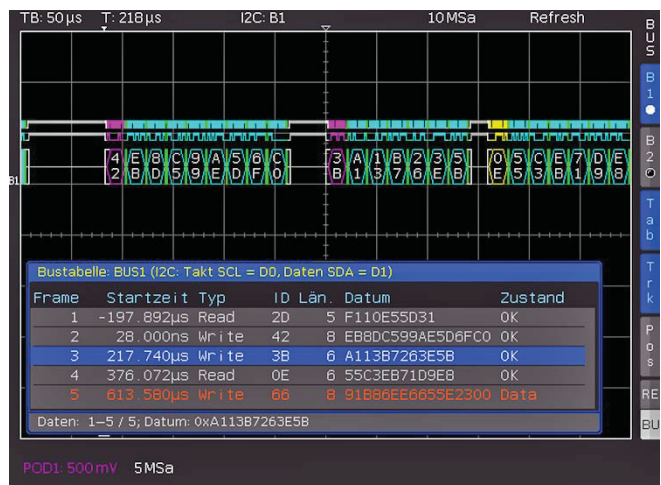


Abb. 12.10: Beispiel I2C BUS mit BUS-Table

12.4 SPI / SSPI BUS

Das Serial Peripheral Interface SPI wird für die Kommunikation mit langsamen Peripheriegeräten verwendet, insbesondere für die Übertragung von Datenströmen. Der SPI Bus wurde von Motorola (heute Freescale) entwickelt, ist aber nicht förmlich standardisiert. Es ist im allgemeinen ein Bus mit Takt- und Datenleitung und einer Auswahlleitung (3-wire). Wenn nur ein Master und ein Slave vorhanden sind, kann die Auswahlleitung entfallen, diese wird auch SSPI (Simple SPI) genannt (2-wire).

Die Serie HMO unterstützt (bei Messungen ohne Messobjekt über BUS SIGNAL SOURCE) die Taktraten:

- 100 kBit/s,
- 250 kBit/s und
- 1 MBit/s.

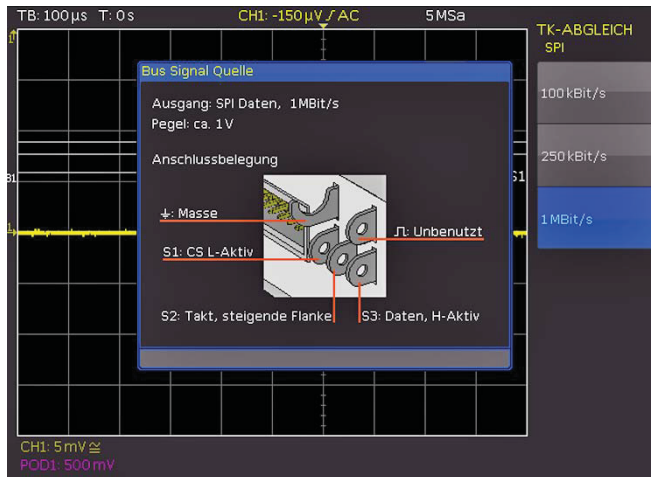


Abb. 12.11: SPI BUS Signalquelle

Die entsprechende Taktrate wird im SETUP Menü mittels dem Softmenü **TK-ABGLEICH** und **BUS SIGNALQUELLE** (Seite 212) eingestellt. Ein SPI BUS besitzt folgende Eigenschaften:

- Master-Slave Kommunikation
- Keine Geräteadressierung
- Kein Acknowledge zur Bestätigung des Datenempfangs
- Duplex-Fähigkeit

Die meisten SPI Busse haben 4 gemeinsame Leitungen, 2 Daten- und 2 Steuerleitungen:

- Taktleitung zu allen Slaves (SCLK)
- Slave Select oder Chip-Select-Leitung (SS oder CS)
- Master-Out-Slave-In, Slave-Data-Input (MOSI oder SDI)
- Master-In-Slave-Out, Slave-Data-Output (MISO or SDO)

Wenn der Master einen Takt erzeugt und einen Slave auswählt, so können Daten in eine oder beide Richtungen gleichzeitig übertragen werden.

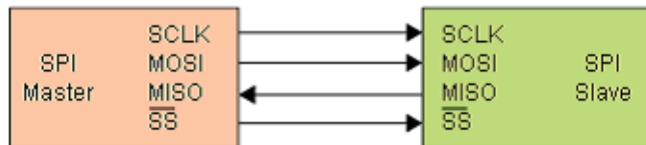


Abb. 12.12: Einfache Konfiguration eines SPI BUS

12.4.1 SPI / SSPI BUS Konfiguration



Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logik-Pegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 11.2, Seite 47) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5, Seite 22) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV. Bei den Zweikanalgeräten wird der externe Triggereingang als CS (Chip Select) verwendet, die Schwelle dort kann im Buseinstellmenü unter **KONFIGURATION** → **EXTERNE SCHWELLE** konfiguriert werden.



Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die **Zoom Funktion** anzeigen.

Um eine korrekte Dekodierung eines SPI Busses zu gewährleisten, müssen einige Einstellungen vorgenommen werden. Zunächst muss festgelegt werden, ob ein SPI System mit oder

ohne Chipselect (also 2-Draht oder 3-Draht SPI) vorliegt. Dies geschieht im BUS Konfigurationsmenü bei der Auswahl des BUS Typs. Für ein 2-Draht SPI System wählt man den Eintrag **SSPI**, Für ein 3-Draht SPI System wählt man **SPI**.

Anschließend wird das Konfigurationsmenü für SPI durch Drücken der Taste **KONFIGURATION** geöffnet.

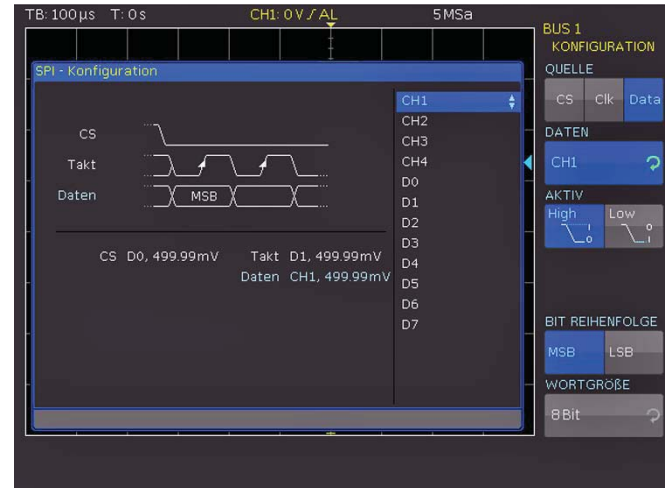


Abb. 12.13: Menü zum Definieren eines SPI Busses

Mit der obersten Softmenütaste **QUELLE** wird der jeweilige Kanal für Chip-Select (CS), Takt (Clk) und Daten ausgewählt. Die jeweilige Softmenütaste **CS**, **CLK** oder **DATEN** wird angewählt (Taste blau hinterlegt) und danach mittels der Softmenütaste **DATEN** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der entsprechende Quellkanal ausgewählt. Im Falle des 2-Draht SPI wählt man hier anstelle der Chip-Select-Quelle die mögliche TOTZEIT. Innerhalb der Totzeit sind Daten und Taktleitung auf Low. Wird die Totzeit erreicht, beginnt ein neuer Frame. Sind die zeitlichen Abstände der Datenpakete zueinander kürzer als die Totzeit, so gehören diese zum gleichen Frame. Die Totzeit kann entweder mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder mittels numerischen Eingabe erfolgen (Taste KEYPAD). Zur Kontrolle ist ein kleines Fenster mit den Informationen zu den aktuellen Einstellungen geöffnet (siehe Abb. 12.13).



Ist die Option **H0010** installiert, können die analogen und digitalen Kanäle als Quelle ausgewählt werden. Im Falle der installierten Option **H0011** sind nur die analogen Kanäle als Quelle wählbar. Bei Zweikanalgeräten und einem 3-Draht SPI muss das Chip-Select Signal am externen Triggereingang angelegt werden.

Außerdem kann neben der Zuordnung der Quelle folgende Einstellungen mit der Softmenütaste **AKTIV** vorgenommen werden:

- CS:** Chip-Select High oder Low aktiv (Low aktiv = Standardeinstellung)
- CLK:** Datenübernahme auf steigender oder fallender Flanke (steigende Flanke = Standardeinstellung)
- DATA:** Daten High oder Low aktiv (High aktiv = Standardeinstellung)

Mit der Softmenütaste **BIT REIHENFOLGE** kann man festlegen, ob die Daten der einzelnen Nachrichten mit dem **MSB** (Most Significant Bit) oder **LSB** (Least Significant Bit) beginnen. Die Softmenütaste **WORTGRÖÖE** erlaubt in Verbindung mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich die Ein-

stellung, wieviele Bits eine Nachricht beinhaltet. Es sind Werte von 1Bit bis 32Bit möglich.

12.4.2 SPI / SSPI BUS Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste TYPE im TRIGGER-Bereich des Bedienfeldes betätigt und dort die Softmenütaste **SERIELLE BUSSE** gewählt. Anschließend wird die Taste SOURCE im Triggerbedienfeld gedrückt und SPI Bus ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste FILTER im Bereich TRIGGER des Bedienfeldes werden alle möglichen SPI Triggerbedingungen aufgeführt.

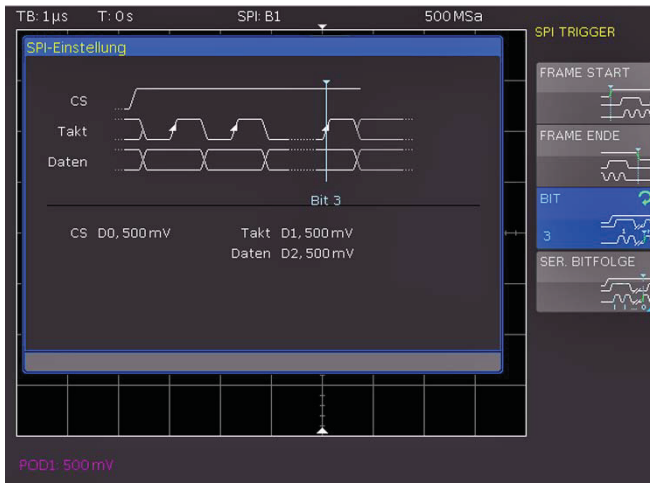


Abb. 12.14: SPI Triggermenü

FRAME START setzt das Triggerereignis auf den Start des Frames. Der Frame beginnt beim Wechsel des Chip-Select (CS) Signals auf den ausgewählten aktiven Zustand. Im Gegensatz dazu setzt **FRAME ENDE** das Triggerereignis auf das Ende des Frames. Der Frame endet beim Wechsel des Chip-Select (CS) Signals vom ausgewählten aktiven zum inaktiven Zustand. Mittels der Softmenütaste **BIT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich kann der Triggerzeitpunkt auf das eingestellte Bit innerhalb der eingestellten Bitfolge gesetzt werden. Zusätzlich kann die Eingabe numerisch erfolgen (Taste KEYPAD).

Im Softmenü **SER. BITFOLGE** kann eine bestimmte Reihenfolge von Bits innerhalb des Frames definiert werden, die das Triggerereignis auslöst. Mittels der Softmenütaste **BIT-OFFSET** kann das erste Bit der definierten Bitfolge innerhalb des Frames festgelegt werden. Die Bits davor haben keinen Einfluss auf das Triggerereignis (z.B. bei Bit Offset = 2 werden Bit 0 und Bit 1 nach CS ignoriert und das Muster beginnt mit Bit 2). Die Werteeingabe von 0 bis 4095 kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder mittels numerischer Eingabe erfolgen (Taste KEYPAD). Die Softmenütaste **BIT ANZAHL** legt fest, wieviele Bits für die Triggerbedingung ausgewertet werden sollen. Die Werteeingabe von 1 bis 32 Bit kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich. Die Eingabe der seriellen Bitfolge (PATTERNEINGABE) kann binär oder hexadezimal erfolgen.

Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits innerhalb der Daten zur Bearbeitung mit der Softmenütaste **BIT WÄHLEN** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Mit **ZUSTAND** wird jedem Bit ein logischer Zustand zugeordnet (High = H = 1, Low = L = 0 oder X = ohne Wertung). Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird

mit der Softmenütaste **WERT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige Nibble (4 Bit) festgelegt. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Nibble auf X gesetzt werden. Mit der Softmenütaste **NIBBLE WÄHLEN** kann von Nibble zu Nibble geschaltet werden. Das jeweils aktive Nibble wird im Anzeigefenster der Triggerbedingung mit einem grünen Rand versehen (siehe Abb. 12.15). Dreimaliges Drücken auf die MENÜ OFF-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellte Bitfolge.

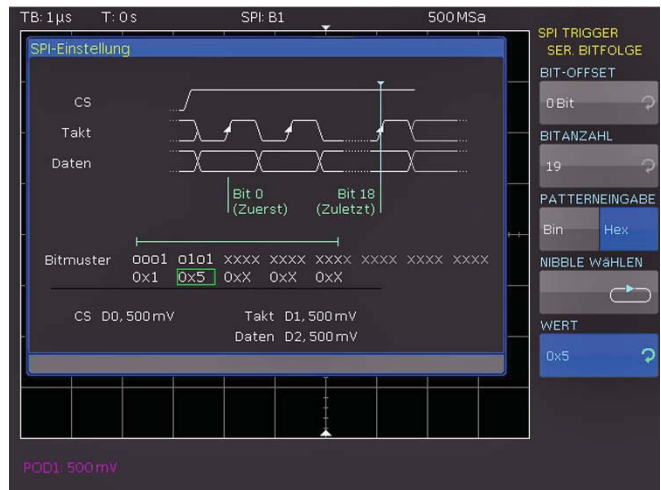


Abb. 12.15: SPI Daten Triggermenü

12.5 UART/RS-232 BUS

Der UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) Bus ist ein generelles Bussystem und Grundlage für viele Protokolle. Das RS-232 Protokoll ist eines davon. Es besteht aus einem Rahmen mit Startbit, fünf bis neun Datenbits, einem Paritäts- und einem Stoppbit. Das Stoppbit kann die einfachen, die anderthalb- oder zweifache Länge eines normalen Bits haben.

Start	Data0	Data1	[Data8]	[Parity]	Stop
-------	-------	-------	---------	----------	------

Abb. 12.16: UART Bitfolge

Die Serie HMO unterstützt (bei Messungen ohne Messobjekt über BUS SIGNAL SOURCE) die Taktraten 9600 Bit/s, 115.2kBit/s und 1MBit/s. Die entsprechende Taktrate wird im SETUP Menü mittels dem Softmenü **TK-ABGLEICH** und **BUS SIGNALQUELL** (Seite 212) eingestellt.

12.5.1 UART/RS-232 BUS Konfiguration

Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logik-Pegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 11.2, Seite 47) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5, Seite 22) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.

Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

Um den UART BUS zu dekodieren, wird zunächst festgelegt, welcher Kanal an die Datenleitung angeschlossen wird. Diese Einstellung erfolgt nach Auswahl des Bustyps UART im

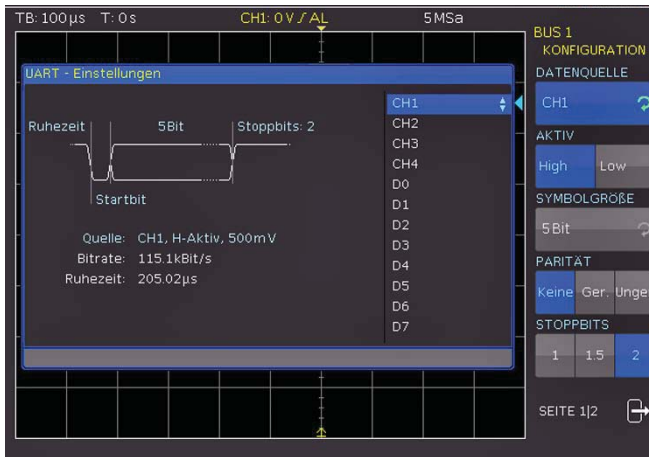


Abb. 12.17: Seite 1 des Menü zum definieren eines UART Busses

BUS Menü und anschließend Druck auf die Softmenütaste **KONFIGURATION**. In dem sich öffnenden Menü wird mit der obersten Softmenütaste **DATENQUELLE** und dem Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der gewünschte Kanal ausgewählt. Ist die Option H0010 installiert, so kann jeder digitale oder analoge Kanal als Quelle genutzt werden. Ist die Option H0011 installiert, so können nur die analogen Kanäle als Quelle gewählt werden.

Die Softmenütaste **AKTIV** legt fest, ob die auf dem BUS übertragenden Daten aktiv High (High = 1) oder aktiv Low (Low = 1) sind (bei RS-232 ist hier Low zu wählen). Mit der Softmenütaste **SYMBOLGRÖßE** und dem Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich können die Bits, welche ein Symbol bilden, von 5 Bit bis 9 Bit eingestellt werden. Eine weitere Einstellung erfolgt mit der Softmentaste **PARITÄT**. Paritätsbits dienen zur Fehlererkennung während einer Übertragung.

Das Softmenü **PARITÄT** bietet folgende Auswahlmöglichkeiten:

- **Keine:** kein Paritätsbit verwenden
- **Gerade (Ger.):** das Paritätsbit wird auf „1“ gesetzt, wenn die Anzahl der „Einsen“ in einem bestimmten Satz von Bits ungerade ist (ohne Paritätsbit)
- **Ungerade (Unger.):** das Paritätsbit wird auf „1“ gesetzt, wenn die Anzahl der „Einsen“ in einem bestimmten Satz von Bits gerade ist (ohne Paritätsbit)

Mit der letzten Softmenütaste **STOPPBITS** wird legt die Länge des Stoppbits fest (1 = Einfach, 1.5 = Anderthalbfach oder 2 = Zweifach).

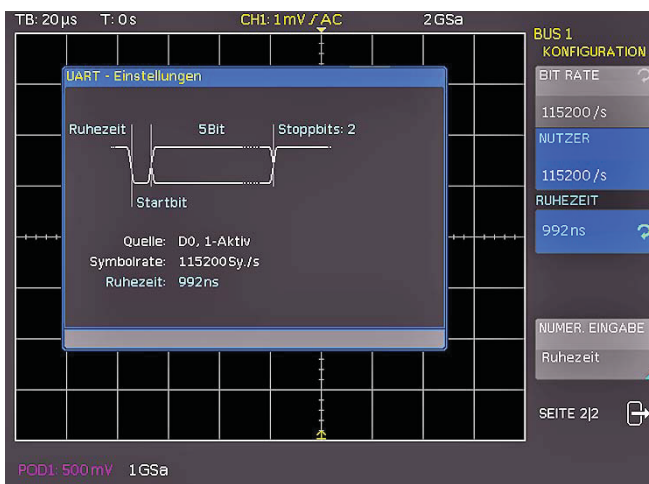


Abb. 12.18: Seite 2/2 UART BUS Konfigurationsmenü

Auf Seite 2/2 des UART BUS Konfigurationsmenü kann die **BI-TRATE** (Symbolrate) mittels Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich eingestellt werden. Die Bitrate beschreibt die gesendeten Bits pro Sekunde. Die Softmenütaste **BITRATE** bietet gebräuchliche Zahlenwerte an. Über die Softmenütaste **NUTZER** können dagegen eigene Raten mittels Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder numerischer Eingabe definiert / eingestellt werden (Taste KEYPAD).

Die **RUHEZEIT** stellt die minimale Zeit zwischen dem Stopp-Bit der letzten Daten und dem Start-Bit der neuen Daten dar. Die Ruhezeit dient ausschließlich dazu, den Start einer Übertragung und damit den genauen Start eines Frames (ein oder mehrere Symbole, meist Byte) zu bestimmen. Nur mit dieser Information ist ein korrektes dekodieren und triggern (egal welche Trigger-art) möglich. Ein Start-Bit innerhalb der Ruhezeit wird nicht erkannt. Die Werteeingabe erfolgt mittels Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder numerischer Eingabe (Taste KEYPAD).

12.5.2 UART/RS-232 BUS Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste **TYPE** im **TRIGGER**-Bereich des Bedienfeldes betätigt und dort die Softmenütaste **SERIELLE BUSSE** gewählt. Anschließend wird die Taste **SOURCE** im Triggerbedienfeld gedrückt und UART ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste **FILTER** im Bereich **TRIGGER** des Bedienfeldes werden alle möglichen **UART** Triggerbedingungen aufgeführt.

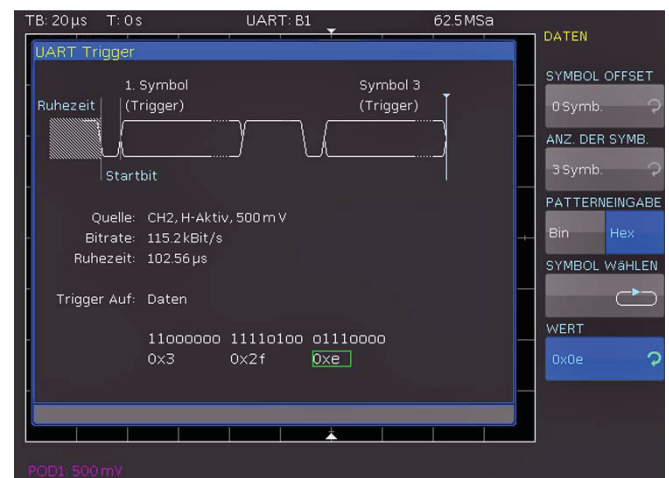


Abb. 12.19: Triggermenü UART Daten

Die Triggerbedingung **STARTBIT** setzt das Start-Bit als Triggerereignis. Das Start-Bit ist das erste 0-Bit, das auf ein Stopp-Bit oder eine Ruhezeit folgt. Dagegen stellt die Softmenütaste **FRAME START** das erste Start-Bit nach einer Ruhezeit dar. Die Softmenütaste **SYMBOL<N>** definiert ein ausgewähltes n-tes Symbol als Triggerereignis. Innerhalb des Softmenüs **BEL. SYMBOL** kann ein beliebiges Symbol definiert werden, auf welches getriggert werden soll. Das Symbol kann sich dabei an einer beliebigen Stelle innerhalb eines Frames befinden. Die Eingabe der seriellen Bitfolge (**PATTERNEINGABE**) kann binär oder hexadezimal erfolgen. Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits innerhalb der Daten zur Bearbeitung mit der Softmenütaste **BIT WÄHLEN** und dem Universal-drehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Mit **ZUSTAND** wird jedem Bit ein logischer Zustand zugeordnet (High = H = 1, Low = L = 0 oder X = ohne Wertung). Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Wird die hexadezimale

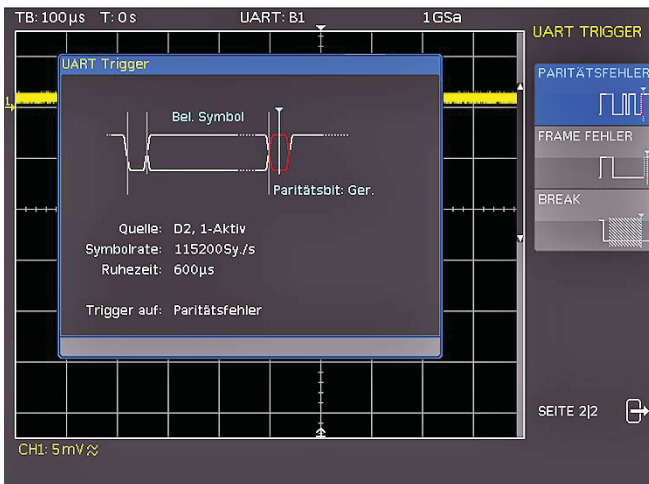


Abb. 12.20: UART Triggermenü Seite 2

Eingabe gewählt, wird mit der Softmenütaste **WERT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige Symbol festgelegt. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Symbol auf X gesetzt werden. Mit der Softmenütaste **SYMBOL WÄHLEN** kann von Symbol zu Symbol geschaltet werden.

Das Softmenü **MUSTER** bietet weitere UART Triggereinstellmöglichkeiten. **SYMBOL OFFSET** in Kombination mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich legt die Anzahl an irrelevanten Symbolen fest, die innerhalb des Frames vor dem für das Triggerereignis relevanten Muster stehen. Eine Werteeingabe von 0 bis 4095 Symbolen nach dem Start-Bit ist möglich. Die Anzahl der zu beachtetenden Symbole kann mit der Softmenütaste **ANZ. DER SYMB.** mit 1, 2 oder 3 festgelegt werden. Die Anzahl der Symbole definiert die Größe des Musters. Die Länge der Symbole (5 bis 9 Bit) wurde bei der Busdefinition bereits festgelegt und hier im Triggermenü entsprechend berücksichtigt.

Die Werteeingabe der Symbole kann wieder (wie zuvor beschrieben) binär oder hexadezimal erfolgen und wird bestimmt durch die Softmenütaste **PATTERNEINGABE**. Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits mit der Softmenütaste **BIT WÄHLEN** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Die Softmenütaste **ZUSTAND** legt den Zustand für jedes Bit fest (1, 0 oder X). Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird mit der Softmenütaste **WERT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige Symbol festgelegt. Mit der Softmenütaste **SYMBOL WÄHLEN** schaltet man von Symbol zu Symbol. Das jeweils aktive Byte wird im Anzeigefenster der Triggerbedingung mit einem grünen Rand versehen. Zweimaliges Drücken auf die MENÜ OFF-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellten Daten.


Auf der Seite 2/2 des UART Triggerfiltermenüs kann durch Auswahl der entsprechenden Softmenütaste als Triggerbedingung auch ein **PARITÄTSFEHLER** (triggern bei einem Paritätsfehler), ein **FRAME FEHLER** (triggern bei einem Frame-Fehler) oder ein **BREAK** (triggern bei einem Break) festgelegt werden. Die Break-Bedingung ist erfüllt, wenn nach einem Start-Bit nicht innerhalb eines bestimmten Zeitraumes ein Stop-Bit folgt. Während des Breaks sind die Stop-Bits Low aktiv.


12.6 CAN BUS

Der CAN (Controller Area Network) BUS ist ein Bussystem vorrangig für die Automobiltechnik und wird zum Daten-

austausch zwischen Steuergeräten untereinander und mit Sensoren eingesetzt. Es ist vermehrt auch in der Luftfahrt-, Medizin- und allgemeinen Industrieautomatisierungsindustrie zu finden. Das Signal ist auf der physikalischen Ebene ein differentielltes, es wird auch zum Dekodieren ein differentieller Tastkopf (z.B. die HZ040) empfohlen, wenngleich es auch mit den Standardtastköpfen möglich ist, die Signale aufzunehmen. Die Standarddatenraten liegen zwischen 10 kBit/s und 1 MBit/s. Eine CAN Nachricht besteht im wesentlichen aus einem Startbit, der Frame ID (11 oder 29 Bit), dem Data Length Code DLC, den Daten, einem CRC, Acknowledge und Endbit.

12.6.1 CAN BUS Konfiguration

 Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logik-Pegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 11.2, Seite 47) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5, Seite 22) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.

 Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

Um den CAN BUS zu dekodieren, wird zunächst festgelegt, welcher Kanal an die Datenleitung angeschlossen wird. Diese Einstellung erfolgt nach Auswahl des Bustyps CAN im BUS Menü und anschließendem Druck auf die Softmenütaste **KONFIGURATION**. In dem sich öffnenden Menü wird mit der obersten Softmenütaste **DATA** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der gewünschte Kanal ausgewählt. Grundsätzlich kann ein analoger oder digitaler Kanal an CAN-High oder CAN-Low angeschlossen werden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, einen differentiellen Tastkopf (z.B. HZ040) an einen analogen Kanal anzuschließen. Bei Nutzung eines differentiellen Tastkopfes ist CAN-High zu wählen, wenn der Plus Eingang des Tastkopfes an CAN-H und der Minus Eingang an CAN L angeschlossen ist. Wird der Tastkopf mit umgekehrter Polarität angeschlossen, muss CAN L gewählt werden.

Die Softmenütaste **ABTASTPUNKT** bestimmt den Zeitpunkt innerhalb der Bit-Zeit, an dem der Wert für das aktuelle Bit „gesampelt“ wird. Die Werteeingabe in Prozent (25% bis 90%) erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich. Die **BITRATE** beschreibt die gesendeten Bits pro Sekunde und

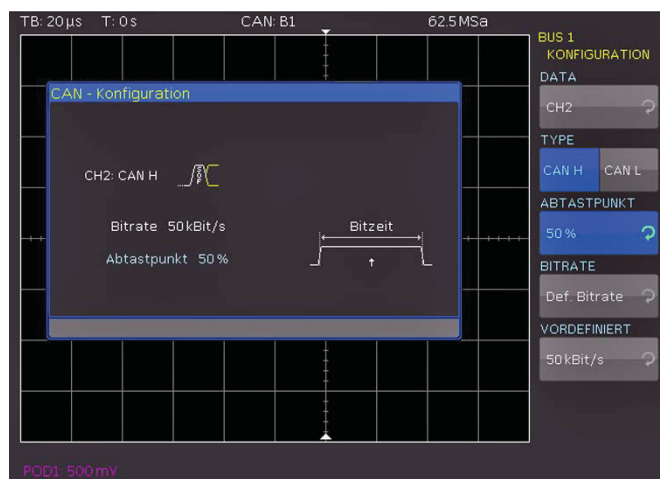


Abb. 12.21: Einstellung des „Abtastzeitpunktes“ bei der CAN Konfiguration

erlaubt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich die Auswahl von Standardraten (10 / 20 / 33.333 / 50 / 83.333 / 100 / 125 / 250 / 500kBit/s und 1MBit/s). Mittels der Softmenütaste **NUTZER** können eigene Bitraten definiert werden. Die Werteingabe erfolgt mittels Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder numerischer Eingabe (Taste KEYPAD).

12.6.2 CAN BUS Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste **TYPE** im TRIGGER-Bereich des Bedienfeldes betätigt und dort die Softmenütaste **SERIELLE BUSSE** gewählt. Anschließend wird die Taste **SOURCE** im Triggerbedienfeld gedrückt und CAN ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste **FILTER** im Bereich TRIGGER des Bedienfeldes werden alle möglichen CAN Triggerbedingungen aufgeführt.

Die Funktion **FRAME START** triggert auf die erste Flanke des SOF-Bit (Synchronisationsbit). Dagegen triggert die Funktion **FRAME ENDE** auf das Ende des Frames. Das Softmenü **FRAME** bietet verschiedene Auswahlmöglichkeiten:

- **FEHLER**: allgemeiner Frame-Fehler
- **ÜBERLAST**: Triggern auf CAN Overload-Frames
- **DATEN**: Triggern auf Daten-Frames; Auswahl des korrekten Identifiertyps mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich
- **LESEDATEN**: Triggern auf Lese-Frames; Auswahl des korrekten Identifiertyps mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich
- **DATEN/LESEN**: Triggern auf Lese- und Daten-Frames; Auswahl des korrekten Identifiertyps mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich
- **ID TYP**: Identifiertyp (11 Bit, 29 Bit oder beliebig)

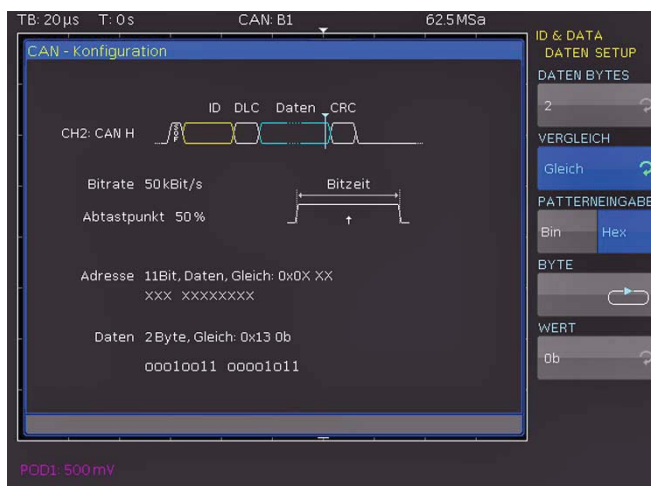


Abb. 12.22: CAN Daten Triggermenü

Das Softmenü **FEHLER** identifiziert verschiedene Fehler in einem Frame. In diesem Menü können eine oder mehrere Fehlermeldungstypen als Trigger-Bedingung ausgewählt werden:

STOPFBIT (Stuff Bit)

Die einzelnen Frame-Segmente (wie Frame-Start etc.) werden vom „Bit-Stuffing“-Verfahren codiert. Der Transmitter fügt automatisch ein komplementäres Bit in dem Bitstrom ein, wenn er fünf aufeinanderfolgende Bits mit gleichem Wert in dem zu übertragenden Bitstrom erkennt. Ein „Stuff“-Fehler tritt auf, wenn die sechste aufeinanderfolgende gleiche Bit-Ebene in den genannten Bereichen erkannt wird.

FORM

Eine Form-Fehler tritt auf, wenn ein festes Bitfeld ein oder mehrere unzulässige Bits enthält.

BESTÄTIGUNG

Eine Bestätigungsfehler tritt auf, wenn der Transmitter keine Bestätigung empfängt (Acknowledge).

CRC (Cyclic Redundancy Check)

CAN BUS verwendet eine komplexe Prüfsummenberechnung (Cyclic Redundancy Check). Der Transmitter berechnet die CRC und sendet das Ergebnis in einer CRC-Sequenz. Der Empfänger berechnet die CRC in der gleichen Weise. Ein CRC-Fehler tritt auf, wenn das berechnete Ergebnis von der empfangenen CRC-Sequenz abweicht.

Die Softmenütaste **IDENTIFIER** kennzeichnet die Priorität und die logische Adresse einer Nachricht. In dem sich öffnenden Menü wählt kann der **FRAME TYP** (Daten allgemein, Lesedaten bzw. Lese/Schreibdaten) mit der obersten Softmenütaste und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Mit dem darunterliegenden Softmenü **ADRESS-SETUP** kann mit der Softmenütaste **ID TYP** die Länge des Identifiertyps mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich eingestellt werden (11 Bit Basis oder 29 Bit für erweiterte CAN Frames). Die Softmenütaste **VERGLEICH** setzt die Vergleichsfunktion. Wenn das Pattern mindestens ein X (ohne Wertung) enthält, kann auf gleich oder ungleich des angegebenen Wertes getriggert werden. Wenn das Pattern nur 0 oder 1 enthält, kann auf einen Bereich größer oder kleiner des angegebenen Wertes getriggert werden. Die **PATTERNINGABE** kann binär oder hexadezimal erfolgen. Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits innerhalb der Daten zur Bearbeitung mit der Softmenütaste **BIT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden.

Mit **ZUSTAND** wird jedem Bit ein logischer Zustand zugeordnet (High = H = 1, Low = L = 0 oder X = ohne Wertung). Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird mit der Softmenütaste **WERT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige Byte festgelegt. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Byte auf X gesetzt werden. Mit der Softmenütaste **BYTE** kann von Byte zu Byte geschaltet werden.

Das Softmenü **ADRESSE UND DATEN** bietet die gleichen Einstellungsmöglichkeiten wie das Softmenü **IDENTIFIER** (siehe oben). In dem sich öffnenden Menü wählt man zunächst wieder den **FRAME TYP** (Daten allgemein bzw. Lesedaten) mit dem obersten Softmenütaste und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich aus. Anschließend kann man in dem darunterliegenden Menü **ADRESS-SETUP** die Adresse des entsprechenden Musters eingeben. Das Softmenü **DATEN SETUP** erlaubt die Eingabe des Datenbitmusters bzw. der HEX Werte für bis zu 8 Byte (nur einstellbar, wenn als Frame Typ **DATEN** gewählt wurde). Als Vergleiche für Adress- und Datenwerte stehen jeweils wieder **GRÖßER** und **KLEINER GLEICH**, **GLEICH** sowie **UNGLEICH** zur Verfügung.

Zweimaliges bzw. dreimaliges Drücken auf die **MENÜ OFF**-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellten Werte.

12.7 LIN BUS

Der LIN (Local Interconnect Network) BUS ist ein einfaches Master/Slave Bussystem für die Automobiltechnik und wird zum Datenaustausch zwischen Steuergeräten und Sensoren

bzw. Aktoren eingesetzt. Das Signal wird auf einer Leitung mit Massebezug zur Fahrzeugmasse übertragen. Die Standarddatenraten liegen zwischen 1,2 kBit/s und 19,2 kBit/s. Eine LIN Nachricht besteht aus einem Header und den Daten.

Ein LIN BUS besitzt folgende Eigenschaften:

- Serielles Single-Wire Kommunikationsprotokoll (byteorientiert)
- Master-Slave Kommunikation (in der Regel bis zu 12 Knoten)
- Mastergesteuerte Kommunikation (Master initiiert / koordiniert die Kommunikation)

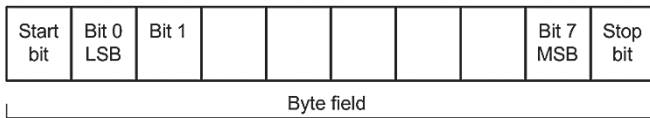




Abb. 12.23: Aufbau LIN Byte-Struktur

Die Daten werden in Bytes ohne Parität übertragen (basierend auf UART). Jedes Byte besteht aus einem Startbit, 8 Datenbits und einem Stop-Bit.

12.7.1 LIN BUS Konfiguration

 Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logik-Pegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 11.2, Seite 47) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5, Seite 22) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.

 Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

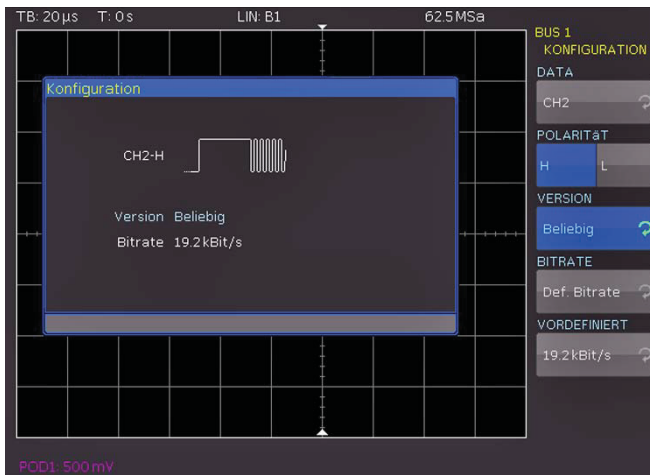



Abb. 12.24: Menü zum definieren eines LIN Busses

Um den LIN BUS zu dekodieren, wird zunächst festgelegt, welcher Kanal an die Datenleitung angeschlossen wird. Diese Einstellung erfolgt nach Auswahl des Bustyps LIN im BUS Menü und anschließendem Druck auf die Softmenütaste **KONFIGURATION**. In dem sich öffnenden Menü wird mit der obersten Softmenütaste **DATEN** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der gewünschte Kanal ausgewählt. Die Softmenütaste **POLARITÄT** schaltet zwischen High und Low um, die jeweils aktive Funktion ist blau unterlegt.

Grundsätzlich kann ein analoger oder digitaler Kanal an LIN-High oder LIN-Low angeschlossen werden. Mit der Softmenütaste

VERSION und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich können die verschiedenen Versionen des LIN-Standards Version 1x, Version 2x, J2602 oder beliebig eingestellt werden. Die **BITRATE** legt die Anzahl der übertragenen Bits pro Sekunde fest. Mittels Universal-drehgeber kann zwischen vordefinierten Standard-Datenraten (1,2 / 2,4 / 4,8 / 9,6 / 10,417 und 19,2 KBit/s) und nutzerdefinierten Datenraten (NUTZER) gewählt werden. Die maximal mögliche nutzerdefinierte Datenrate beträgt 4 MBit/s. Die nutzerdefinierte Werteeingabe erfolgt mittels Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder numerischer Eingabe (Taste KEYPAD).

 Ist der LIN-Standard **VERSION J2602** ausgewählt, lassen sich nur die dort vorgesehenen Standarddatenraten mit dem untersten Menüpunkt und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich einstellen.

12.7.2 LIN BUS Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste **TYPE** im TRIGGER-Bereich des Bedienfeldes betätigt und dort die Softmenütaste **SERIELLE BUSSE** gewählt. Anschließend wird die Taste **SOURCE** im Triggerbedienfeld gedrückt und LIN ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste **FILTER** im Bereich TRIGGER des Bedienfeldes werden alle möglichen **CAN** Triggerbedingungen aufgeführt.

Die Funktion **FRAMESTART** triggert auf das Stopbit des Synchronisationsfeld. Dagegen triggert die Funktion **WAKE UP** nach einem „Wake up“ Frame. Das Softmenü **FEHLER** identifiziert verschiedene Fehler in einem Frame. In diesem Menü können eine oder mehrere Fehlermeldungstypen als Trigger-Bedingung ausgewählt werden:

CRC (Cyclic Redundancy Check)

LIN BUS verwendet eine komplexe Prüfsummenberechnung (Cyclic Redundancy Check). Der Transmitter berechnet die CRC und sendet das Ergebnis in einer CRC-Sequenz. Der Empfänger berechnet die CRC in der gleichen Weise. Ein CRC-Fehler tritt auf, wenn das berechnete Ergebnis von der empfangenen CRC-Sequenz abweicht.

PARITÄT

Es wird auf ein Paritätsfehler getriggert. Paritätsbits sind Bit 6 und Bit 7 des Identifier. Hierbei wird die korrekte Übertragung des Identifier überprüft.

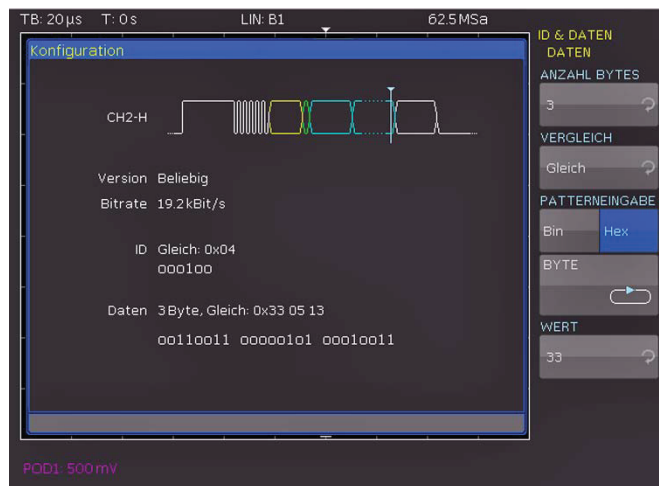


Abb. 12.25: LIN Daten Triggermenü

SYNCHRONISATION

Es wird getriggert, wenn das Synchronisationsfeld einen Fehler meldet.

Die Softmenütaste **ID** setzt den Trigger zu einem bestimmten Identifier bzw. zu einem bestimmten Identifierbereich. Die Softmenütaste **VERGLEICH** setzt die Vergleichsfunktion. Wenn das Pattern mindestens ein X (ohne Wertung) enthält, kann auf gleich oder ungleich des angegebenen Wertes getriggert werden. Wenn das Pattern nur 0 oder 1 enthält, kann auf einen Bereich größer oder kleiner des angegebenen Wertes getriggert werden. Die PATTERNINGABE kann binär oder hexadezimal erfolgen. Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits innerhalb der Daten zur Bearbeitung mit der Softmenütaste **BIT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Mit ZUSTAND wird jedem Bit ein logischer Zustand zugeordnet (High = H = 1, Low = L = 0 oder X = ohne Wertung). Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird mit der Softmenütaste **WERT** und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige Byte festgelegt. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Byte auf X gesetzt werden. Mit der Softmenütaste **BYTE** kann von Byte zu Byte geschaltet werden.

Das Softmenü **ADRESSE UND DATEN** und die Softmenütaste **ADRESS-SETUP** bietet die gleichen Einstellmöglichkeiten wie das Softmenü **ID** (siehe S. 58). Das Softmenü **DATEN SETUP** erlaubt die Eingabe des Datenbitmusters bzw. der HEX Werte für bis zu 8 Byte. Als Vergleiche für Adress- und Datenwerte stehen jeweils wieder GLEICH und UNGLEICH zur Verfügung.

Zweimaliges bzw. dreimaliges Drücken auf die MENÜ OFF-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellten Werte.

13 Fernsteuerung über Schnittstellen

Die HMO Serie ist standardmäßig mit einer dualen Schnittstellenkarte vom TYP H0730 ausgestattet, die über eine Ethernet und eine USB Verbindung verfügt.



Um eine Kommunikation zu ermöglichen, müssen die gewählte Schnittstelle und die ggfs. dazugehörigen Einstellungen im Oszilloskop exakt denen im PC entsprechen.

13.1 Ethernet

Die Schnittstellenkarte H0730 verfügt neben der USB- über eine Ethernetschnittstelle. Die Einstellungen der notwendigen Parameter erfolgt im Oszilloskop nachdem **ETHERNET** als Schnittstelle ausgewählt wurde und die Softmenütaste **PARAMETER** gedrückt wurde. Es ist möglich eine vollständige Parametereinstellung inklusive der Vergabe einer festen IP-Adresse vorzunehmen. Alternativ ist auch die dynamische IP-Adressenzuteilung mit der Aktivierung der DHCP Funktion möglich. Bitte kontaktieren Sie ggfs. Ihren IT Verantwortlichen um die korrekten Einstellungen vorzunehmen.



Wenn DHCP genutzt wird und das HMO keine IP Adresse beziehen kann (z.B. wenn kein Ethernet Kabel eingesteckt ist, oder das Netzwerk kein DHCP unterstützt) dauert es bis zu drei Minuten, bis ein time out die Schnittstelle wieder zur Konfiguration frei gibt.

Wenn das Gerät eine IP-Adresse hat, lässt es sich mit einem Webbrowser unter dieser IP aufrufen, da die H0730 über einen integrierten Webserver verfügt. Dazu geben sie die IP Adresse in der Adresszeile Ihres Browsers ein (http://xxx.xxx.xxx.xx) und es erscheint ein entsprechendes Fenster mit der Angabe des Gerätes mit seinem Typ, der Seriennummer und den Schnittstellen mit deren technischen Angaben und eingestellten Parametern.

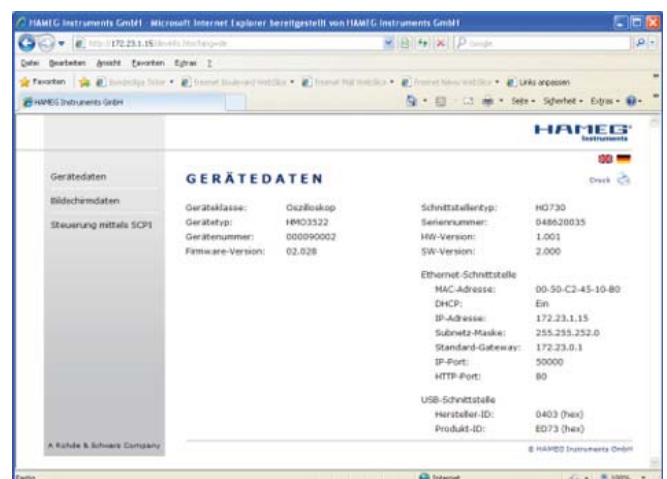


Abb. 13.1: Webserver mit Gerätedatenseite

Auf der linken Seite lassen sich über den entsprechenden Link **Bildschirmdaten** ein Bildschirm Ausdruck vom HMO übertragen (und mit der rechten Maustaste zur weiteren Verwendung in die Zwischenablage kopieren).

Der Link **Steuerung mittels SCPI** öffnet eine Seite mit einer Konsole, um einzelne Fernsteuerkommandos an das Oszilloskop zu senden.

Weitere Informationen finden Sie im Handbuch zur H0730 auf der Website www.hameg.com.

13.2 USB



Alle Ausführungen zur USB Schnittstelle gelten sowohl für die standardmäßige Schnittstellenkarte H0730 als auch für die optionale H0720. Die verfügbaren USB Treiber sind derzeit für Windows XP™, Windows VISTA™ und Windows 7™ (32 + 64 Bit) voll getestet und freigegeben.

Die USB Schnittstelle muss im Oszilloskop nur ausgewählt werden und bedarf keiner weiteren Einstellung. Bei der ersten Verbindung mit einem PC fordert Windows™ die Installation eines Treibers. Der Treiber befindet sich auf der mitgelieferten CD oder kann im Internet unter www.hameg.com im Downloadbereich für die H0720/H0730 heruntergeladen werden. Die Verbindung kann sowohl über die normale USB Verbindung als auch über einen virtuellen COM Port geschehen. Hinweise zu Treiberinstallation sind im Handbuch zur H0720 enthalten.



Wenn der virtuelle COM Port genutzt wird, muss im HMO die Schnittstelle USB ausgewählt sein.

Weitere Informationen finden Sie im Handbuch zur H0720 auf der Website www.hameg.com.

13.3 RS-232 (Option H0720)

Die optionale RS-232 Schnittstelle ist als 9polige D-SUB Buchse ausgeführt. Über diese bidirektionale Schnittstelle können Einstellparameter, Daten und Bildschirmausdrucke 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 überschreiten. 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 Masse (Bezugspotential, über Oszilloskop (Schutzklasse I) und Netzkabel mit dem Schutzleiter verbunden)
- 9 +5 V Versorgungsspannung für externe Geräte (max. 400 mA)

Der maximal zulässige Spannungshub an den Tx, Rx, RTS und CTS Anschlüssen beträgt ± 12 Volt. Die RS-232-Standardparameter für die Schnittstelle lauten:
8-N-2 (8 Datenbits, kein Paritätsbit, 2 Stoppbits),
RTS/CTS-Hardware-Protokoll: Keine.

Um diese Parameter am HMO einzustellen, drücken Sie die Taste SETUP auf der Frontplatte im Bedienfeldabschnitt GENERAL und in dem sich öffnenden Menü die Softmenütaste Schnittstelle. Anschließend stellen Sie sicher, dass die Softmenütaste RS-232 blau hinterlegt ist (damit ist RS-232 als Schnittstelle ausgewählt) und können dann die Softmenütaste **PARAMETER** drücken. In dem sich öffnenden Menü lassen sich alle Einstellungen für die RS-232 Kommunikation vornehmen und abspeichern.

13.4 IEEE 488.2 / GPIB (Option H0740):

Die optionale Schnittstellenkarte H0740 verfügt eine IEEE488.2 Schnittstelle. Die Einstellungen der notwendigen Parameter erfolgt im Oszilloskop nachdem IEEE488 als Schnittstelle ausgewählt wurde und die Softmenütaste **PARAMETER** gedrückt wurde. Weitere Informationen finden Sie im Handbuch zur H0740 auf der Webseite www.hameg.com.

14 Anhang

14.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	Betriebs-, Trage- und Stapelpositionen	7	Abb. 6.5:	Einstellungen der Logikkanalanzeige	31
Abb. 1.2:	Produktkennzeichnung nach EN 50419	9	Abb. 6.6:	Videotriggermenü	31
Abb. 2.1:	Frontansicht eines 4-Kanal-Gerätes der HMO 3000 Serie	10	Abb. 7.1:	Schema und Beispiel der Virtual Screen Funktion	33
Abb. 2.2:	Bedienfeld-abschnitt A	10	Abb. 7.2:	Menü zur Einstellung der Anzeigeintensitäten	33
Abb. 2.3:	Bedienfeldabschnitt B	11	Abb. 7.3:	Nachleuchtfunktion	33
Abb. 2.4:	Bedienfeldabschnitt C	11	Abb. 7.4:	Einstellungen im XY Anzeigemenü	34
Abb. 2.5:	Bedienfeldabschnitt D	11	Abb. 7.5:	Einstellungen für den Z-Eingang	34
Abb. 2.6:	Bildschirmansicht	11	Abb. 8.1:	Auswahlmenü zu Cursormessungen	35
Abb. 2.7:	Rückseite HMO3004 Serie	11	Abb. 8.2:	Menü zum Einstellen der Automessfunktion	36
Abb. 2.8:	Softmenü-grundelemente Auswahl	12	Abb. 8.3:	Statistik für Automessungen	38
Abb. 2.9:	Softmenügrund-elemente Einstellung und Navigation	12	Abb. 9.1:	Mathematikkurzmenü	38
Abb. 2.10:	Menü für Grundeinstellungen	13	Abb. 9.2:	Quickmathematik Menü	39
Abb. 2.11:	Aktualisierungsmenü und Informationsfenster	14	Abb. 9.3:	Formeleditor für Formelsatz	39
Abb. 2.12:	Menü und Informationsfenster des Hilfe-Updates	14	Abb. 9.4:	Eingabe von Konstanten und Einheiten	39
Abb. 2.13:	UPGRADE Menü	14	Abb. 9.5:	FFT Darstellung	40
Abb. 2.14:	manuelle Eingabe des Lizenzschlüssels	15	Abb. 9.6:	erweitertes FFT Menü	41
Abb. 2.15:	erfolgreicher Selbstabgleich	15	Abb. 9.7:	PASS/FAIL Maskentest	42
Abb. 2.16:	Selbstabgleich Logiktkastkopf	16	Abb. 10.1:	Basismenü für Geräteeinstellungen	43
Abb. 3.1:	Bedienfeldabschnitt A	16	Abb. 10.2:	Geräteeinstellungen speichern	43
Abb. 3.2:	Bildschirm nach Anschluss des Tastkopfes	16	Abb. 10.3:	Geräteeinstellungen laden	43
Abb. 3.3:	Bildschirm nach Umstellen auf DC Kopplung	17	Abb. 10.4:	Import/Export Menü für Geräteeinstellungen	43
Abb. 3.4:	Bildschirm nach Autosetup	17	Abb. 10.5:	Referenzen laden und speichern	44
Abb. 3.5:	Teil D des Bedienfeldes mit Zoomtaste	17	Abb. 10.6:	Menü zum Abspeichern von Kurven	45
Abb. 3.6:	Zoomfunktion	17	Abb. 10.7:	Bildschirmfoto-Menü	45
Abb. 3.7:	Cursormessungen	17	Abb. 10.8:	Definition der FILE/PRINT-Taste	46
Abb. 3.8:	Quickview Parametermessung	18	Abb. 11.1:	Einstellungen der Logikkanalanzeige	47
Abb. 3.9:	AutoMeasure Menü	18	Abb. 12.1:	Menü zum Definieren von Bussen	49
Abb. 3.10:	Parameterauswahl	18	Abb. 12.2:	Menü zur Auswahl des Dekodierformates	49
Abb. 3.11:	Automatische Messung von zwei Quellen	18	Abb. 12.3:	Beispiel I ² C BUS mit BUS-Tabelle	50
Abb. 3.12:	Formeleditor	19	Abb. 12.4:	I ² C BUS Signalquelle	50
Abb. 3.13:	Speichern und Laden Menü	19	Abb. 12.5:	I ² C 7-Bit-Adresse	51
Abb. 3.14:	Bildschirmfoto Einstellungsmenü	19	Abb. 12.6:	Menü zum Definieren von I ² C Quellen	51
Abb. 3.15:	Dateinamenvergabe	20	Abb. 12.7:	Hexadezimal dekodierte I ² C Nachricht	51
Abb. 4.1:	Bedienfeld des Vertikalsystems	20	Abb. 12.8:	I ² C LESEN/SCHREIB Triggermenü	52
Abb. 4.2:	Kurzmenü für vertikale Einstellung	20	Abb. 12.9:	I ² C Daten Triggermenü	52
Abb. 4.3:	Korrektur Tastkopfanschluss an den Probe Adjust Ausgang	21	Abb. 12.10:	Beispiel I ² C BUS mit BUS-Tabelle	52
Abb. 4.4:	Vertikales Offset im erweiterten Menü	21	Abb. 12.11:	SPI BUS Signalquelle	53
Abb. 4.5:	Schwellwerteinstellung	22	Abb. 12.12:	Einfache Konfiguration eines SPI BUS	53
Abb. 4.6:	Namensvergabe	22	Abb. 12.13:	Menü zum Definieren eines SPI Busses	53
Abb. 5.1:	Bedienfeld des Horizontalsystems	23	Abb. 12.14:	SPI Triggermenü	54
Abb. 5.2:	AM modulierte Signal mit maximaler Wiederholrate	24	Abb. 12.15:	SPI Daten Triggermenü	54
Abb. 5.3:	AM modulierte Signal mit maximaler Abtaste	25	Abb. 12.16:	UART Bitfolge	54
Abb. 5.4:	AM modulierte Signal mit automatischer Einstellung	25	Abb. 12.17:	Seite 1 des Menü zum definieren eines UART Busses	55
Abb. 5.5:	Zoomfunktion	26	Abb. 12.18:	Seite 2/2 UART BUS Konfigurationsmenü	55
Abb. 5.6:	Marker im Zoom Modus	27	Abb. 12.19:	Triggermenü UART Daten	55
Abb. 5.7:	Suchmodus mit Ereignisliste	28	Abb. 12.20:	UART Triggermenü Seite 2	56
Abb. 6.1:	Bedienfeld des Triggersystems	28	Abb. 12.21:	Einstellung des „Abtastzeitpunktes“ bei der CAN Konfiguration	56
Abb. 6.2:	Kopplungsarten bei Flankentrigger	29	Abb. 12.22:	CAN Daten Triggermenü	57
Abb. 6.3:	Impulstriggereinstellmenü	30	Abb. 12.23:	Aufbau LIN Byte-Struktur	58
Abb. 6.4:	Menü zur Logiktriggereinstellung	30	Abb. 12.24:	Menü zum definieren eines LIN Busses	58
			Abb. 12.25:	LIN Daten Triggermenü	58
			Abb. 13.1:	Webserver mit Gerätedatenseite	59

14.2 Stichwortverzeichnis

Abfallzeit: 18, 41
 Abtastrate: 11, 23, 24, 25, 26, 40, 44, 45, 47, 49
 A-Ereignis: 29
 AC-Kopplung: 20
 Addition: 19, 40
 ADJ.-Ausgang: 16, 21
 aktiven Kanal: 21, 42
 AKTUALISIERUNG: 14
 Amplitude: 12, 18, 26, 36, 37, 40, 41, 42
 Analogkanal: 21, 47
 Analysefunktion: 38
 Analyze: 10
 Anstiegszeit: 18, 35, 37, 41
 Auswahlleitung: 52
 AUTOMATIK: 25
 AUTOMEASURE: 18
 Automessungen: 35, 36, 38
 AUTOSET: 16, 17

Bildschirmfoto: 10, 19, 43
 B-Trigger: 29
 Bedienoberfläche: 13
 Betriebsart: 23, 31
 BILD: 46
 Bitmap: 46
 BREAK: 56
 BUSBREITE: 47
 Buskonfiguration: 49, 51, 53, 54, 56, 58
 Bussignalquelle: 10, 13, 14
 Bus Typ: 48
 BYTEANZAHL: 52

CAN Bus: 56
 Cursor/Menu: 10, 23, 26
 Cursormessungen: 13, 17, 18, 35, 36, 48
 CURSOR SELECT: 13, 17, 19, 35, 36, 39, 44, 45

Dateimanager: 13, 40, 43, 44
 DATEN: 51, 52
 Datenarten: 19
 DC-Offset: 21
 Dekodierung: 48, 49, 51, 53, 54, 56, 58

Effektivspannung: 21
 Effektivwert: 35, 36
 Eingangsfiler: 20
 Eingangswiderstand: 20
 Einheit: 9
 Erfassungsmodi: 11, 23

FALSCHFARBEN: 32
 FBAS-Signal: 31
 Fensterfunktionen: 41
 FFT Menü: 41
 FILE/PRINT: 10, 20, 46
 Firmware: 14, 47
 Flankenart: 29
 Flankentrigger: 29
 Formeleditor: 19, 38, 39
 Formeln: 19, 39
 FRAME FEHLER: 56
 Frequenz: 34, 36
 Frequenzanalyse: 38, 40
 Frequenzbereich: 10, 40

Geräteeinstellungen: 10, 19, 43, 44, 46
 Gleichungen: 39, 40

Grenzfrequenz: 23, 29

Halbbild: 32
 Hanning: 41
 Hardwarecounter: 35
 Hilfe: 8, 10, 11, 13, 14, 19
 Hilfeaktualisierung: 13
 Hochpassfilter: 29
 Horizontal: 11, 23
 Horizontalsystem: 23
 Hüllkurve: 23
 Hysterese: 27

IEEE 488: 11
 Impulsdauer: 30, 31
 Impulstrigger: 29, 30, 31
 Intensität: 33
 Invertierung: 21

Kanalbezeichnung: 20, 21
 Kanalfarbe: 20, 31, 47
 Kanaltaste: 12, 20, 21, 41
 KLEBEN: 36
 Konstante: 40
 Kopplung: 17, 20, 21
 Kopplungsarten: 29
 Kurven: 10, 18, 19, 33, 34, 43, 44, 45, 46
 Kurzmenü: 11, 17, 19, 20, 21, 38, 44, 47

Laufzeitunterschied: 21
 LIN Bus: 57, 58
 Lizenzschlüssel: 15
 Logikkanal: 12, 30, 47, 48, 51, 54, 56, 58
 Logik-Pegel: 49, 51, 53, 54, 56, 58
 Logikastkopf: 10, 11, 12, 16, 30, 47, 49
 Logiktrigger: 22, 26, 30, 47, 50
 Low Level: 37
 LSB: 53

Markerfunktion: 23, 27
 Maskentest: 10, 42
 Master: 52
 Mathematikfunktionen: 19
 Mathematikkurve: 19
 MAX. ABTASTR: 24
 MAX. WDH.-RATE: 24
 Menüfenster: 13
 MESSART: 17
 Messcursor: 17
 Messkategorie: 8, 9
 Mittelwert: 18, 23, 35, 36, 37
 Mixed-Signal-Betrieb: 12, 47
 Modulation: 34

Nachleuchtdauer: 33
 Nachleuchtfunktion: 33
 NEUSTART: 51
 Nibble: 54, 55, 57, 59
 Normal: 23, 28
 NORMAL-Modus: 28
 NOT-ACKNOWLEDGE: 51
 NTSC: 31
 Nullpunkt: 21
 NUMER.EINGABE: 23

OBERER PEGEL: 36
 Offset: 21
 Optionen: 12

P

PAL: 31
 PARITÄTSFEHLER: 56
 PASS/FAIL Maskentest: 10, 42
 PASS/FAIL Modus: 42
 PATTERNINGABE: 56
 Pegel: 29
 PERIODE: 36
 Periodendauer: 37
 Polarität: 32, 56
 Postscriptdrucker: 10, 13
 PULSBREITE: 37

Q

Quelle: 11, 18, 29, 31, 32, 34, 37, 40, 41
 Quellkurve: 42
 Quick Mathematik: 38
 QUICKVIEW: 38, 41, 42

R

RANDOM SAMPL: 23
 Rauschunterdrückung: 29, 41
 Referenz: 44
 Referenzkurven: 10, 33, 43, 44, 45
 RMS: 35
 RMS MITTELW.: 35
 Rollen: 23
 Runt: 27

S

Samplingoszilloskop: 23
 Save/Recall: 10, 19
 SCL: 14, 51
 Scroll/Bar: 11
 SCROLL BAR: 33
 SDA: 14, 51
 Selbstabgleich: 15, 16
 Shunt: 22
 Signalpfad: 21
 SI-Präfix: 40
 Single: 28
 Skalenteil: 11, 13, 18, 21, 23, 26, 32, 33, 39
 Slave: 52
 Softmenü: 12, 14, 30, 31, 33
 Softmenütasten: 10, 11, 12, 19, 47
 Spannung: 21, 35
 Spannungspegel: 36
 SPEICHERN: 43
 Speicherort: 19, 43, 46
 Speicherplatz: 23, 40
 SPITZE +: 37
 SPITZE -: 36
 SPITZE-SPITZE: 37
 Spitzenspannung: 18, 21
 SPITZENWERT: 23, 35
 Sprache: 10, 13
 START-Signal: 51
 STOPP-Signal: 51
 Subtraktion: 19, 40
 SYMBOL OFFSET: 55
 Synchronimpulse: 32
 Sync-Puls: 32

T

Teilerkennung: 21
 Tiefpassfilter: 21, 23, 29, 40
 Toggletaste: 42
 Tragegriff: 7, 16
 Trigger: 11, 13, 28, 29, 30, 31, 35
 Triggerart: 29
 Triggerbedingungen: 11, 23
 TRIGGER FREQ.: 37
 Triggerlevel: 27

Triggerpegel: 11
 TRIGGER PER.: 37
 Triggerquelle: 28, 29, 30, 37
 Triggersignal: 29
 Triggersystem: 28

U

UART/RS-232 Bus: 54, 55, 56
 Universalknopf: 10, 12, 13, 17, 18, 19, 21, 23, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 43, 44, 45
 UNTERER PEGEL: 36
 USB/Ethernet: 11
 USB Port: 10
 USB-Stick: 10, 19, 20, 44, 45, 46

V

Verstärkung: 11, 21
 Videomodulation: 32
 V-Marker: 17, 18, 35, 48
 Vergleichszeit: 30, 31
 VERHÄLTNIS X: 48
 VERHÄLTNIS Y: 35
 Videotrigger: 31

X

X-Position: 17, 23

XY-Darstellung: 34

Y

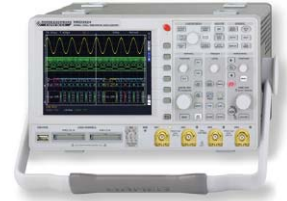
Y-Ausgang: 11, 12

Y-Position: 11, 20, 21, 47

Z

Z-Eingang: 34
 ZÄHLEN: 35, 37
 ZÄHLEN +: 37
 ZÄHLEN +/-: 37
 ZÄHLEN -: 37
 ZÄHLEN -/: 37
 ZEILE: 32
 Zeit: 13, 23, 29, 30, 33, 34, 35, 37
 Zeitbasis: 11, 17, 18, 23, 26
 Zieldatei: 19
 ZOOM: 17, 26
 Zoom-Funktion: 26
 Zoomfaktor: 26
 Zoomfenster: 26
 Zoomfunktion: 17, 23
 Zweifenster-Darstellung: 17

Oszilloskope



Spektrumanalysatoren



Netzgeräte



Modularsystem
Serie 8000



Steuerbare Messgeräte
Serie 8100



41-3000-00D0

	<p>PEWA Messtechnik GmbH</p> <p>Weidenweg 21 58239 Schwerte</p> <p>Tel.: 02304-96109-0 Fax: 02304-96109-88 E-Mail: info@pewa.de Homepage : www.pewa.de</p>
--	--

www.hameg.com