

# UNI-T

## MSO7000X Serie Mixed-Signal-Oszilloskop

10GSa/s | 2GHz | 1Gpts | 2,000,000wfms/s



Benutzerhandbuch

REV.2.0

06.2024

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b> .....	<b>7</b>
<b>Copyright-Informationen</b> .....	<b>7</b>
<b>Markenzeichen</b> .....	<b>8</b>
<b>Datei Version</b> .....	<b>8</b>
<b>Erklärung</b> .....	<b>8</b>
<b>Sicherheitsanforderung</b> .....	<b>9</b>
<b>Umweltanforderungen</b> .....	<b>14</b>
<b>Anschließen des Netzteils</b> .....	<b>15</b>
<b>Elektrostatischer Schutz</b> .....	<b>15</b>
<b>Dateiformat</b> .....	<b>16</b>
<b>MSO7000X Serie Mixed Signal Oszilloskop</b> .....	<b>16</b>
<b>Hauptmerkmale</b> .....	<b>17</b>
<b>1. Kurzanleitung</b> .....	<b>19</b>
1.1 Allgemeine Inspektion.....	19
1.2 Vor dem Gebrauch.....	19
1.3 Externe Abmessungen.....	21
1.4 Frontplatte .....	23
1.5 Rückseite .....	24
1.6 Bedienfeld .....	25
1.7 Benutzeroberfläche .....	29
1.8 Touchscreen.....	33
1.9 Virtuelle Tastatur .....	35
1.10 Numerische Tastatur .....	36
<b>2 Vertikales System</b> .....	<b>37</b>
2.1 Analoger Kanal öffnen/aktivieren/schließen .....	37
2.2 Kanalkopplung.....	38
2.3 Bandbreitenbegrenzung .....	39
2.4 Vertikale Skala.....	39
2.5 Vertikale Position .....	40
2.6 Offsetspannung .....	41
2.7 Einheit .....	42
2.8 Invertierte Phase .....	42
2.9 Registerkarte .....	42
2.10 Sonden-Multiplikatorleistung .....	43
2.11 Mehrkanalige Anzeige .....	43
2.12 Kanalverzögerung einstellen .....	44

<b>3. Horizontales System</b> .....	<b>45</b>
3.1 Horizontale Skala.....	45
3.2 Horizontale Verzögerung .....	46
3.3 Roll-Modus.....	47
<b>4. Abtastsystem</b> .....	<b>48</b>
4.1 Abtastrate.....	48
4.2 Erfassungsmodus.....	50
4.3 Speichertiefe .....	53
4.4 ERES.....	54
<b>5. Trigger-System</b> .....	<b>55</b>
5.1 Trigger-System Substantiv.....	56
5.2 Flanken-Trigger.....	58
5.3 Impulsbreiten-Trigger.....	59
5.4 Video-Trigger .....	60
5.5 Slope-Trigger.....	61
5.6 Runt- Pulse-Trigger.....	62
5.7 Verzögerung-Trigger.....	63
5.8 Timeout-Trigger.....	64
5.9 Dauer-Trigger .....	66
5.10 Setup & Hold-Trigger.....	67
5.11 Nth Edge Flanke.....	68
5.12 Code-Muster-Trigger .....	69
5.13 Serielle Bus-Trigger .....	69
5.14 Zonen-Trigger.....	84
<b>6. Protokoll-Dekodierung (Option)</b> .....	<b>86</b>
6.1 RS232 .....	86
6.2 I <sup>2</sup> C.....	89
6.3 SPI .....	91
6.4 CAN.....	93
6.5 CAN-FD.....	96
6.6 LIN.....	98
6.7 FlexRay.....	100
6.8 AudioBus .....	102
6.9 MIL-STD-1553.....	105
6.10 ARINC429.....	108
6.11 SENT.....	110
<b>7. Automatische Messung</b> .....	<b>113</b>
7.1 Parametermessung.....	113

7.2 Parameter-Schnappschuss.....	116
7.3 Messparameter hinzufügen .....	117
7.4 Messstatistik.....	117
7.5 Schwellenwertmessung.....	118
<b>8. Cursor-Messung .....</b>	<b>119</b>
8.1 Zeitbereich-Cursor.....	120
8.2 Cursor im Frequenzbereich.....	121
<b>9. Mathematische Operation .....</b>	<b>123</b>
9.1 Grundlegende Bedienung .....	123
9.2 FFT.....	123
9.3 Filter.....	126
9.4 ERes.....	130
9.5 Erweiterte Operation .....	130
9.6 Benutzerdefinierte Operation.....	132
<b>10. Referenz Wellenform .....</b>	<b>135</b>
10.1 Referenzfunktion öffnen.....	135
10.2 Referenzwellenform anpassen .....	135
10.3 Referenzwellenform schließen .....	136
<b>11. Pass/Fail-Test.....</b>	<b>137</b>
11.1 Grenzwerttest .....	137
11.2 Standard-Maskentest .....	139
<b>12. Digitaler Kanal (Option).....</b>	<b>141</b>
12.1 Digitalen Kanal öffnen/schließen .....	141
12.2 Digitalen Kanal auswählen.....	142
12.3 Wellenformgröße einstellen .....	142
12.4 Schwellenwert und Hysterese einstellen.....	143
<b>13. Digitales Voltmeter und Frequenzzähler .....</b>	<b>144</b>
13.1 Digitales Voltmeter.....	144
13.2 Frequenzzähler.....	144
<b>14. Leistungsanalyse (Option) .....</b>	<b>145</b>
14.1 Analyse der Stromqualität.....	145
14.2 Harmonische Analyse .....	148
14.3 Restwelligkeitsanalyse .....	151
14.4 Schaltverluste.....	152
14.5 Sicherer Arbeitsbereich (SOA).....	154
14.6 Regelkreis-Analyse .....	156
<b>15. Jitter-Analyse und Augendiagramm (Option) .....</b>	<b>159</b>
15.1 Augendiagramm.....	159

15.2 Messparameter des Augendiagramms.....	162
15.3 Jitter-Analyse .....	163
15.4 Taktrückgewinnung.....	165
15.5 Jitter-Auflösung.....	165
15.6 Messparameter des Jitters .....	167
15.7 Einfluss des Testsystems auf die Jitter-Messung.....	167
<b>16. Sequenz-Modus.....</b>	<b>169</b>
16.1 Sequenzmodus einstellen .....	169
16.2 Einzelbildmodus.....	170
16.3 Folgebild .....	171
<b>17. XY-Modus.....</b>	<b>173</b>
<b>18. Histogramm .....</b>	<b>177</b>
18.1 Statistisches Histogramm .....	177
18.2 Regionales Histogramm .....	179
<b>19 Funktions-/Arbiträr-Signal-Generator (Option) .....</b>	<b>181</b>
19.1 Funktion/Arbitrary Waveform Generator ein-/ausschalten .....	181
19.2 Ausgabe eines kontinuierlichen Signals.....	182
19.3 Ausgabe eines Modulationssignals.....	185
19.4 Ausgabe eines Wobelfrequenzsignals.....	188
<b>20 Suche und Navigation.....</b>	<b>190</b>
<b>21. Einstellungen der Fensteranzeige .....</b>	<b>194</b>
21.1 Markierungsanzeige .....	194
21.2 Nachleuchtdauer .....	195
21.3 Rastertyp.....	195
21.4 Wellenformtyp.....	196
21.5 Helligkeit.....	197
<b>22. Speicherung und Druck.....</b>	<b>198</b>
22.1 Speicherung und Wiederherstellung von Wellenformen.....	198
22.2 Bildschirmbilder speichern.....	199
22.3 Speichereinstellung und Lesen .....	201
22.4 Externe Speicherung und Laden.....	201
22.5 Datenexport.....	202
<b>23. Systemeinstellungen .....</b>	<b>203</b>
23.1 Anzeigeeinstellungen .....	203
23.2 Automatische Einstellung und Kalibrierung.....	203
23.3 Kommunikation.....	204
23.4 Hilfeingang und -ausgang .....	206
23.5 Sonstige Einstellung.....	206

---

<b>24. Fernsteuerung</b> .....	<b>217</b>
24.1 Benutzerdefinierte Programmierung .....	217
24.2 PC-Software Steuerung.....	217
24.3 Webserver.....	218
<b>25. Fehlersuche</b> .....	<b>222</b>
<b>26. Anhang</b> .....	<b>224</b>
26.1 Anhang A Zubehör und Optionen.....	224
26.2 Anhang B Wartung und Reinigung .....	226
26.3 Anhang C Garantieübersicht .....	226
26.4 Anhang D Kontakt.....	227

## Einführung

Dieses Handbuch umfasst die Sicherheitsanforderungen, die Installation und den Betrieb des Oszilloskops der Serie MSO7000X.

## Copyright-Informationen

Das Urheberrecht ist Eigentum von Uni-Trend Technology (China) Co., Ltd.

Wenn der ursprüngliche Käufer das Produkt innerhalb von drei Jahren ab dem Kaufdatum des Produkts an einen Dritten verkauft oder überträgt, gilt die Garantiezeit von drei Jahren ab dem Datum des ursprünglichen Kaufs bei UNI-T oder einem autorisierten UNI-T-Händler. Netzkabel, Zubehör und Sicherungen usw. sind von dieser Garantie nicht umfasst.

Wenn sich das Produkt innerhalb der Garantiezeit als defekt erweist, behält sich UNI-T das Recht vor, entweder das defekte Produkt zu reparieren, ohne die Kosten für Teile und Arbeit in Rechnung zu stellen, oder das defekte Produkt gegen ein funktionierendes gleichwertiges Produkt auszutauschen (von UNI-T bestimmt). Ersatzteile, -module und -produkte können fabrikneu sein oder die gleichen Spezifikationen wie fabrikneue Produkte aufweisen. Alle Originalteile, -module oder -produkte, die defekt waren, gehen in das Eigentum von UNI-T über.

Der "Kunde" bezieht sich auf die natürliche oder juristische Person, die in der Garantie angegeben ist. Um die Garantieleistung in Anspruch nehmen zu können, muss der "Kunde" die Mängel innerhalb der geltenden Garantiezeit UNI-T mitteilen und entsprechende Vorkehrungen für die Garantieleistung treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand der defekten Produkte an die in der Garantie angegebene Person oder Einrichtung verantwortlich. Um die Garantieleistung in Anspruch nehmen zu können, muss der Kunde UNI-T innerhalb der geltenden Garantiezeit über die Mängel informieren und entsprechende Vorkehrungen für die Garantieleistung treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand der defekten Produkte an das von UNI-T benannte Wartungszentrum verantwortlich, trägt die Versandkosten und legt eine Kopie des Kaufbelegs des ursprünglichen Käufers vor. Wenn das Produkt im Inland an die Kaufquittung des ursprünglichen Käufers versandt wird. Wenn das Produkt an den Standort des UNI-T Service-Centers versandt wird, übernimmt UNI-T die Kosten für die Rücksendung. Wenn das Produkt an einen anderen Ort geschickt wird, ist der Kunde für alle Versandkosten, Zölle, Steuern und sonstigen Kosten verantwortlich.

Die Garantie gilt nicht für Defekte, Ausfälle oder Schäden, die durch Unfälle, normale Abnutzung von Komponenten, Verwendung außerhalb des spezifizierten Bereichs oder unsachgemäße Verwendung des Produkts oder unsachgemäße oder unzureichende Wartung verursacht werden. UNI-T ist nicht verpflichtet, die unten aufgeführten Leistungen im Rahmen der Garantie zu erbringen:

- Reparatur von Schäden, die durch die Installation, Reparatur oder Wartung durch anderes

Personal als die Servicevertreter von UNI-T verursacht wurden;

- Reparatur von Schäden, die durch unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte verursacht wurden;
- Reparatur von Schäden oder Ausfällen, die durch die Verwendung einer von UNI-T nicht spezifizierten Stromquelle verursacht wurden;
- Reparatur von Produkten, die verändert oder in andere Produkte integriert wurden (wenn eine solche Veränderung oder Integration den Zeitaufwand oder die Schwierigkeit der Reparatur erhöht).

Die Garantie wird von UNI-T für dieses Produkt formuliert und ersetzt alle anderen ausdrücklichen oder stillschweigenden Garantien. UNI-T und seine Vertriebspartner lehnen jede stillschweigende Garantie für die Marktfähigkeit oder die Eignung für einen bestimmten Zweck ab. Bei einem Verstoß gegen die Garantie ist die Reparatur oder der Austausch des defekten Produkts die einzige und einzige Abhilfemaßnahme, die UNI-T seinen Kunden anbietet. Unabhängig davon, ob UNI-T und seine Vertriebshändler im Voraus über mögliche indirekte, besondere, gelegentliche oder unvermeidliche Schäden informiert werden, übernehmen sie keine Verantwortung für solche Schäden.

## Markenzeichen

**UNI-T** ist die eingetragene Marke von Uni-Trend Technology (China) Co., Ltd.

## Datei Version

MSO7000X-V2.0

## Erklärung

- UNI-T Produkte sind durch Patentrechte in China und im Ausland geschützt, einschließlich erteilter und angemeldeter Patente.
- UNI-T behält sich das Recht vor, Produktspezifikationen und Preise zu ändern.
- UNI-T behält sich alle Rechte vor. Die lizenzierten Softwareprodukte sind Eigentum von Uni-Trend und seinen Tochtergesellschaften oder Lieferanten, die durch nationale Urheberrechtsgesetze und internationale Verträge geschützt sind. Die Informationen in diesem Handbuch ersetzen alle zuvor veröffentlichten Versionen.
- Die technischen Daten können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

# Sicherheitsanforderung

Dieser Abschnitt enthält Informationen und Warnungen, die beachtet werden müssen, damit das Gerät unter sicheren Bedingungen funktioniert. Darüber hinaus sollte der Benutzer auch die allgemeinen Sicherheitsvorschriften beachten.

## Sicherheitsanforderungen

<b>Warnung</b>	Bitte beachten Sie die folgenden Hinweise, um einen möglichen Stromschlag und eine Gefährdung der persönlichen Sicherheit zu vermeiden.
	Benutzer müssen die folgenden konventionellen Sicherheitsanforderungen bei Betrieb, Wartung und Instandhaltung dieses Geräts beachten. UNI-T haftet nicht für Personen- und Sachschäden, die durch die Nichtbeachtung der folgenden Sicherheitsanforderungen durch den Benutzer verursacht werden. Dieses Gerät ist für professionelle Anwender und verantwortliche Organisationen für Messzwecke konzipiert. Verwenden Sie dieses Gerät nicht auf eine Weise, die nicht vom Hersteller angegeben ist. Dieses Gerät ist nur für den Gebrauch in Innenräumen geeignet, es sei denn, dies ist im Produkthandbuch anders angegeben.

## Sicherheitserklärung

<b>Warnung</b>	"Warnung" weist auf das Vorhandensein einer Gefahr hin. Sie erinnert den Benutzer daran, auf einen bestimmten Arbeitsvorgang, eine bestimmte Arbeitsmethode oder ähnliches zu achten. Es kann zu Verletzungen oder zum Tod kommen, wenn die in der "Warnung" genannten Regeln nicht ordnungsgemäß ausgeführt oder beachtet werden. Fahren Sie erst dann mit dem nächsten Schritt fort, wenn Sie die in der "Warnung" genannten Bedingungen vollständig verstanden und erfüllt haben.
<b>Vorsicht</b>	"Vorsicht" weist auf das Vorhandensein einer Gefahr hin. Er erinnert den Benutzer daran, auf einen bestimmten Arbeitsvorgang, eine bestimmte Arbeitsmethode oder ähnliches zu achten. Das Produkt kann beschädigt werden oder wichtige Daten können verloren gehen, wenn die Regeln in der "Vorsicht"-Anweisung nicht ordnungsgemäß ausgeführt oder beachtet werden. Fahren Sie erst dann mit dem nächsten Schritt fort, wenn Sie die im "Vorsicht"-Hinweis genannten Bedingungen vollständig verstanden und erfüllt haben.

<b>Hinweis</b>	"Hinweis" kennzeichnet wichtige Informationen. Er erinnert die Benutzer daran, Verfahren, Methoden und Bedingungen usw. zu beachten. Der Inhalt des "Hinweises" sollte bei Bedarf hervorgehoben werden.
----------------	---

### Sicherheitszeichen

	<b>Gefahr</b>	Sie weist auf die mögliche Gefahr eines elektrischen Schlags hin, der zu Verletzungen oder zum Tod führen kann.
	<b>Warnung</b>	Es weist Sie darauf hin, dass Sie vorsichtig sein sollten, um Verletzungen oder Produktschäden zu vermeiden.
	<b>Vorsicht</b>	Es weist auf mögliche Gefahren hin, die zu Schäden an diesem Gerät oder anderen Geräten führen können, wenn Sie eine bestimmte Vorgehensweise oder Bedingung nicht beachten. Wenn das Zeichen "Vorsicht" vorhanden ist, müssen alle Bedingungen erfüllt sein, bevor Sie mit dem Betrieb fortfahren.
	<b>Hinweis</b>	Es weist auf mögliche Probleme hin, die zu einem Ausfall des Geräts führen können, wenn Sie eine bestimmte Prozedur oder Bedingung nicht einhalten. Wenn das Zeichen "Hinweis" vorhanden ist, müssen alle Bedingungen erfüllt sein, damit das Gerät ordnungsgemäß funktioniert.
	<b>AC</b>	Wechselstrom des Geräts. Bitte prüfen Sie den Spannungsbereich der Region.
	<b>DC</b>	Gleichstromgerät. Bitte prüfen Sie den Spannungsbereich Ihrer Region.
	<b>Erdung</b>	Erdungsklemme für Rahmen und Chassis
	<b>Erdung</b>	Schutzerdungsklemme
	<b>Erdung</b>	Erdungsklemme für die Messung
	<b>AUS</b>	Hauptstrom ausschalten
	<b>EIN</b>	Hauptstrom einschalten
	<b>Stromversorgung</b>	Standby-Stromversorgung: Wenn der Netzschalter ausgeschaltet ist, ist das Gerät nicht vollständig vom Stromnetz getrennt.

<b>CAT I</b>		Sekundäre Stromkreise, die über Transformatoren oder ähnliche Geräte an Steckdosen angeschlossen sind, wie z. B. elektronische Instrumente und elektronische Geräte; elektronische Geräte mit Schutzmaßnahmen sowie alle Hoch- und Niederspannungsstromkreise, wie z. B. der Kopierer im Büro.
<b>CAT II</b>		Primärer Stromkreis der elektrischen Geräte, die über das Netzkabel an die Innensteckdose angeschlossen sind, wie z.B. mobile Werkzeuge, Haushaltsgeräte usw. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge (z.B. elektrische Bohrmaschine), Haushaltssteckdosen, Steckdosen, die mehr als 10 Meter vom CAT III-Stromkreis entfernt sind oder Steckdosen, die mehr als 20 Meter vom CAT IV-Stromkreis entfernt sind.
<b>CAT III</b>		Primärstromkreis großer Geräte, die direkt an den Verteiler angeschlossen sind, und Stromkreis zwischen dem Verteiler und der Steckdose (dreiphasiger Verteilerstromkreis umfasst einen einzelnen gewerblichen Beleuchtungsstromkreis). Fest installierte Geräte, wie z.B. mehrphasige Motoren und mehrphasige Sicherungskästen; Beleuchtungsanlagen und -leitungen in großen Gebäuden; Werkzeugmaschinen und Stromverteilerschränke in Industrieanlagen (Werkstätten).
<b>CAT IV</b>		Dreiphasiges öffentliches Stromaggregat und Ausrüstung für die Außenstromversorgung. Geräte, die für den "Erstanschluss" ausgelegt sind, wie z.B. das Stromverteilungssystem des Kraftwerks, das Strommessgerät, der Front-End-Überlastungsschutz und jede Übertragungsleitung im Freien.
	<b>Zertifizierung</b>	CE ist eine eingetragene Marke der EU.
	<b>Zertifizierung</b>	UKCA ist eine eingetragene Marke von British.
	<b>Zertifizierung</b>	Entspricht UL STD 61010-1, 61010-2-030 und CSA STD C22.2 No.61010-1 und 61010-2-030.
	<b>Abfall</b>	Werfen Sie das Gerät und sein Zubehör nicht in den Müll. Die Gegenstände müssen gemäß den örtlichen Vorschriften ordnungsgemäß entsorgt werden.

	<p><b>EFUP</b></p>	<p>Diese Kennzeichnung für umweltfreundliche Nutzung (EFUP) zeigt an, dass gefährliche oder giftige Substanzen innerhalb des angegebenen Zeitraums nicht auslaufen oder Schäden verursachen werden. Die umweltfreundliche Nutzungsdauer dieses Produkts beträgt 40 Jahre, in denen es sicher verwendet werden kann. Nach Ablauf dieses Zeitraums sollte es dem Recycling zugeführt werden.</p>
---	--------------------	--

## Sicherheitsanforderung

<p><b>Warnung</b></p>	
<p>Vorbereitung vor der Verwendung</p>	<p>Bitte schließen Sie das Gerät mit dem mitgelieferten Netzkabel an das Stromnetz an.</p> <p>Die AC-Eingangsspannung des Netzes erreicht den Nennwert dieses Geräts. Siehe das Produkthandbuch für den spezifischen Nennwert.</p> <p>Der Netzspannungsschalter dieses Geräts passt sich der Netzspannung an;</p> <p>Die Netzspannung der Netzsicherung dieses Geräts ist korrekt.</p>
<p>Alle Nennwerte der Klemmen überprüfen</p>	<p>Bitte überprüfen Sie alle Nennwerte und Kennzeichnungshinweise auf dem Produkt, um Feuer und Auswirkungen von Überstrom zu vermeiden. Bitte konsultieren Sie vor dem Anschluss das Produkthandbuch für detaillierte Nennwerte.</p>
<p>Verwenden Sie das Netzkabel ordnungsgemäß</p>	<p>Sie dürfen nur das spezielle Netzkabel für das Gerät verwenden, das von den örtlichen und staatlichen Normen zugelassen ist. Prüfen Sie, ob die Isolierung des Kabels beschädigt ist oder das Kabel freiliegt, und testen Sie, ob das Kabel leitfähig ist. Wenn das Kabel beschädigt ist, ersetzen Sie es bitte, bevor Sie das Gerät benutzen.</p>
<p>Instrumenten-Erdung</p>	<p>Um einen elektrischen Schlag zu vermeiden, muss der Erdungsleiter mit der Erde verbunden sein. Dieses Produkt ist über den Erdungsleiter des Netzteils geerdet. Bitte stellen Sie sicher, dass das Gerät geerdet ist, bevor Sie es einschalten.</p>
<p>AC-Stromversorgung</p>	<p>Bitte verwenden Sie das für dieses Gerät spezifizierte Netzgerät. Bitte verwenden Sie das in Ihrem Land zugelassene Netzkabel und vergewissern Sie sich, dass die Isolierung nicht beschädigt ist.</p>
<p>Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD)</p>	<p>Dieses Gerät kann durch statische Elektrizität beschädigt werden. Testen Sie es daher nach Möglichkeit in einem antistatischen Bereich. Bevor das Netzkabel an dieses Gerät angeschlossen wird, sollten die internen und externen Leiter kurz geerdet werden, um statische Elektrizität abzubauen. Die Schutzklasse dieses Geräts beträgt 4 kV für Kontaktentladung und 8 kV für Luftentladung.</p>

Messzubehör	Das Messzubehör gehört zur unteren Klasse und ist definitiv nicht für die Messung von Hauptstromkreisen, CAT II, CAT III oder CAT IV geeignet.
Den Eingangs-/Ausgangsanschluss dieses Geräts ordnungsgemäß verwenden	Bitte verwenden Sie die Eingangs-/Ausgangsanschlüsse dieses Geräts auf angemessene Weise. Legen Sie keine Eingangssignale an den Ausgangsanschluss dieses Geräts. Legen Sie keine Signale, die den Nennwert nicht erreichen, in den Eingangsanschluss dieses Geräts. Die Sonde oder anderes Anschlusszubehör sollte gut geerdet sein, um Schäden am Gerät oder Funktionsstörungen zu vermeiden. Den Nennwert des Eingangs-/Ausgangsanschlusses dieses Geräts entnehmen Sie bitte dem Produkthandbuch.
Netzsicherung	Bitte verwenden Sie eine Netzsicherung mit den angegebenen Spezifikationen. Wenn die Sicherung ausgetauscht werden muss, muss sie durch eine andere ersetzt werden, die den angegebenen Spezifikationen entspricht, und zwar durch das von UNI-T autorisierte Wartungspersonal.
Demontage und Reinigung	Im Inneren des Geräts sind keine Komponenten für den Bediener vorhanden. Entfernen Sie die Schutzabdeckung nicht. Die Wartung muss von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.
Serviceumgebung	Dieses Gerät sollte in Innenräumen in einer sauberen und trockenen Umgebung mit einer Umgebungstemperatur von 0°C bis 40°C verwendet werden. Verwenden Sie dieses Gerät nicht in explosiver, staubiger oder feuchter Luft.
Nicht in feuchter Umgebung betreiben	Verwenden Sie dieses Gerät nicht in einer feuchten Umgebung, um das Risiko eines internen Kurzschlusses oder eines Stromschlags zu vermeiden.
Nicht in entzündlicher und explosionsgefährdeter Umgebung betreiben	Verwenden Sie dieses Gerät nicht in einer entflammbaren oder explosiven Umgebung, um Produktschäden oder Verletzungen zu vermeiden.
<b>Vorsicht</b>	
Anomalie	Sollte dieses Gerät defekt sein, wenden Sie sich bitte an das autorisierte Wartungspersonal von UNI-T, um es zu testen. Jegliche Wartung, Einstellung oder der Austausch von Teilen muss von den zuständigen Mitarbeitern von UNI-T durchgeführt werden.

Kühlung	Blockieren Sie nicht die Lüftungsöffnungen an der Seite und Rückseite des Geräts; Achten Sie darauf, dass keine externen Gegenstände durch die Lüftungsöffnungen in das Gerät gelangen; Bitte sorgen Sie für eine ausreichende Belüftung und lassen Sie an beiden Seiten, der Vorder- und Rückseite des Geräts einen Abstand von mindestens 15 cm.
Sicherer Transport	Bitte transportieren Sie dieses Gerät sicher, damit es nicht verrutscht und dadurch die Tasten, Knöpfe oder Schnittstellen auf dem Armaturenbrett beschädigt werden können.
Geeignete Belüftung	Eine schlechte Belüftung führt zu einem Anstieg der Gerätetemperatur und damit zu Schäden an diesem Gerät. Bitte sorgen Sie für eine gute Belüftung während des Gebrauchs und überprüfen Sie regelmäßig die Lüftungsschlitze und Ventilatoren.
Sauber und trocken halten	Bitte ergreifen Sie Maßnahmen, um zu vermeiden, dass Staub oder Feuchtigkeit in der Luft die Leistung dieses Geräts beeinträchtigen. Bitte halten Sie die Oberfläche des Geräts sauber und trocken.
<b>Hinweis</b>	
Kalibrierung	Der empfohlene Kalibrierungszeitraum beträgt ein Jahr. Die Kalibrierung sollte nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.

## Umweltanforderungen

Dieses Gerät ist für die folgende Umgebung geeignet:

- Verwendung in Innenräumen
- Verschmutzungsgrad 2
- In Betrieb: Höhe unter 3000 Meter; nicht in Betrieb: Höhe unter 15000 Meter
- Wenn nicht anders angegeben, beträgt die Betriebstemperatur 0 bis +40°C; die Lagertemperatur beträgt -20 bis +70°C.
- Betrieb: Luftfeuchtigkeitstemperatur unter bis +35°C, ≤90% relative Luftfeuchtigkeit;

nicht in Betrieb, Luftfeuchtigkeitstemperatur +35°C bis +40°C, ≤60% relative Luftfeuchtigkeit

Auf der Rückwand und der Seitenwand des Geräts befinden sich Lüftungsöffnungen. Sorgen Sie daher dafür, dass die Luft ungehindert durch die Lüftungsöffnungen des Gerätegehäuses strömt. Um zu verhindern, dass übermäßiger Staub die Lüftungsöffnungen blockiert, reinigen Sie das Gehäuse des Geräts regelmäßig. Das Gehäuse ist nicht wasserdicht. Trennen Sie bitte zuerst die Stromversorgung und wischen Sie das Gehäuse dann mit einem trockenen oder leicht angefeuchteten weichen Tuch ab.

## Anschließen des Netzteils

Die Spezifikation der AC-Eingangsleistung

Spannungsbereich	Frequenz	Leistung Max
100V ~ 240VACrms (schwankend: $\pm 10\%$ )	50/60Hz	200W
100V ~ 120VACrms (schwankend: $\pm 10\%$ )	400Hz	

Bitte verwenden Sie das beiliegende Netzkabel, um das Gerät mit dem Stromanschluss zu verbinden.

Spezifikation der Sicherung: T 6.3A, L 250VAC, 20×5mm, Ausschaltvermögen: 100A oder besser

Anschließen des Geräts an das Servicekabel

Dieses Gerät ist ein Sicherheitsprodukt der Klasse I. Das mitgelieferte Netzkabel hat eine gute Leistung in Bezug auf die Gehäuseerdung. Dieser Spektrumanalysator ist mit einem dreipoligen Netzkabel ausgestattet, das den internationalen Sicherheitsstandards entspricht. Es bietet eine gute Gehäuseerdung für die Spezifikationen Ihres Landes oder Ihrer Region.

Bitte installieren Sie das AC-Netzkabel wie folgt.

- Vergewissern Sie sich, dass das Netzkabel in einem guten Zustand ist.
- Lassen Sie genügend Platz für den Anschluss des Netzkabels.
- Stecken Sie das beiliegende dreipolige Netzkabel in eine gut geerdete Steckdose.

## Elektrostatischer Schutz

Elektrostatische Entladungen können zu Schäden an Komponenten führen. Bauteile können durch elektrostatische Entladung während des Transports, der Lagerung und des Gebrauchs unsichtbar beschädigt werden.

Die folgenden Maßnahmen können die Schäden durch elektrostatische Entladung verringern.

- Führen Sie die Tests nach Möglichkeit in einem antistatischen Bereich durch.
- Vor dem Anschluss des Netzkabels sollten die Innen- und Außenleiter des Geräts kurzzeitig geerdet werden, um statische Elektrizität abzuleiten.
- Stellen Sie sicher, dass alle Geräte ordnungsgemäß geerdet sind, um die Ansammlung statischer Elektrizität zu verhindern.

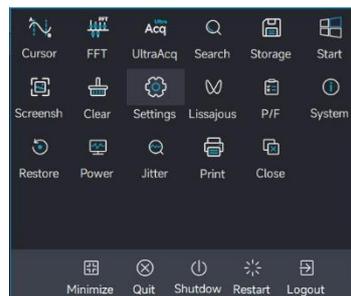
# Dateiformat

## Schlüssel

"Tastenzeichen (fett) + Textfeld" bezeichnet eine Funktionstaste auf dem Bedienfeld, z.B. **Utility** bedeutet die Funktionstaste "Utility".

## Menü

"Menüzeichen (fett)" steht für ein Menü, z. B. **"Einstellungen"** für das Einstellungsmenü auf dem Touchscreen.



## Operation Schritt

">" zeigt den nächsten Vorgang an, z. B. **Utility**>System, drücken Sie die Taste "Utility" auf dem Bedienfeld und dann die Systemtaste.

## Anschluss

In diesem Handbuch ist es üblich, eckige Klammern + Text (fett) zu verwenden, um einen Anschluss auf der Vorder- oder Rückseite zu kennzeichnen, z. B. **[TRIG OUT]**.

## Drehknopf

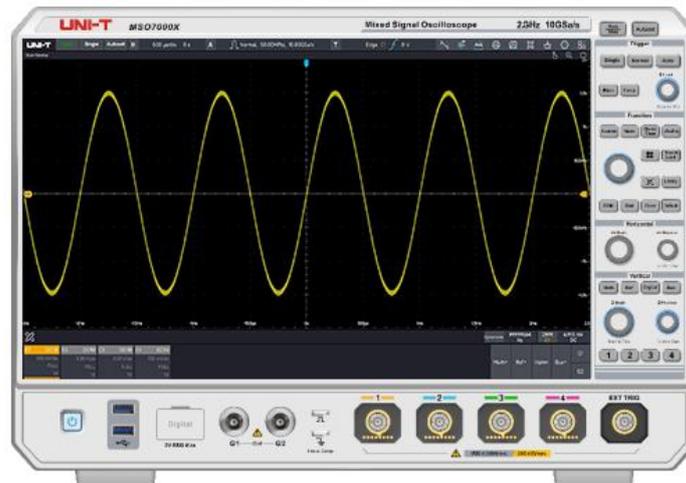
In diesem Handbuch wird üblicherweise der Name eines Drehknopfes verwendet, um einen Drehknopf auf der Frontplatte zu kennzeichnen, z. B. „Scale“ (vertikal).

# MSO7000X Serie Mixed Signal Oszilloskop

Die MSO7000X Serie ist das brandneue Mixed-Signal-Oszilloskop von UNI-T. Mit einer Bandbreite von bis zu 2 GHz und einer Abtastrate von bis zu 10 GSa/s bietet das MSO7000X offensichtliche Vorteile bei der Analyse von Hochgeschwindigkeitssignalen. Die einzigartige UltraAcq®-Technologie erhöht die Wellenerfassungsrate auf 800.000 wfms/s; 2.000.000 wfms/s im Sequenzmodus. In Kombination mit einer ultralangen Speichertiefe von 1 Gpts verbessert sich die Fähigkeit zur Erfassung anomaler Signale sowie die Fähigkeit zur Messung und Analyse von Wellenformdetails erheblich.

Der MSO7000X unterstützt die Dekodierung mehrerer Trigger und verfügt über fortschrittliche Messanalysen, wie z.B. sequentieller Modus, Histogramm, Leistungsanalyse, Jitter-Analyse, Augendiagramm-Analyse und Vorlagenmessung. Es gibt 48 Arten von Parametern für die automatische

Messung, was den Messanforderungen von Ingenieuren sehr entgegenkommt. Dieses Oszilloskop ist mit einem Win10 64-Bit-Betriebssystem ausgestattet, das dem Benutzer eine stabile und erweiterbare Systemplattform bietet. Mit seinem hochauflösenden kapazitiven 15,6-Zoll-Touchscreen, der einen geteilten Bildschirm mit mehreren Fenstern und eine Touch-Steuerung mit mehreren Gesten unterstützt, kann es in der Kommunikation, der Luft- und Raumfahrt, dem Bildungswesen und vielen anderen Branchen und Bereichen eingesetzt werden.



Die MSO7000X-Serie umfasst das folgende Modell.

Modell	Analoge Kanalnummer	Analog-Bandbreite	Logik-Analysator	AWG	Leistungsanalyse	Jitter-Analyse	Augen-Diagramm
MSO7204X	4	2 GHz	○	○	○	○	○
MSO7104X	4	1 GHz	○	○	○	○	○

○ zeigt Option an

## Hauptmerkmale

- Analoge Kanalbandbreite: bis zu 2G (1G/2GHz)
- Maximale Abtastrate: 10GSa/s
- Maximale Speichertiefe: 1Gpts (Standardkonfiguration)
- Wellenerfassungsrate: ≥800.000 wfms/s (UltraAcq®-Modus); 2.000.000 wfms/s (Sequenzmodus)
- Mehrere Triggertypen: Flanke, Pulsbreite, Steigung, Video, Codemuster, Timeout, Runt, Setup & Hold, Verzögerung, Dauer, Nth Edge Flanke
- 11 Arten der Analyse serieller Protokolle: RS232/422/485/UART, I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, CAN-FD, LIN, FlexRay, SENT, MIL-STD-1553, ARINC 429, AudioBus (I<sup>2</sup> S/LJ/RJ/TDM)
- 7 Arten von Instrumentenfunktionen: Digitales Oszilloskop, Logik-Analysator, Frequenz-Spektrum-

Analysator, Funktions-/Arbiträr-Wellenform-Generator, digitales Voltmeter, Frequenzmesser und Protokoll-Analysator

- 48 Arten der Parametermessung, unterstützt Histogramm, Trace und Tendenzdiagramm
- Mehrere erweiterte Messanalysefunktionen: Leistungsanalyse (Option), Jitter- und Augendiagramm (Option), Template-Test und Histogramm
- Ausgestattet mit dem 64-Bit-Betriebssystem Win10 und einem hochauflösenden kapazitiven 15,6-Zoll-Touchscreen für verschiedene Gesten wie Klicken, Schieben, Vergrößern und Ziehen
- Der eingebaute WebServer ermöglicht den Zugriff auf das Gerät und die Beobachtung der Messungen im Browser. Er unterstützt zwei Arten von Layout und Bedienung von PC/Smartphone und ermöglicht einen einfachen plattformübergreifenden Zugriff.
- SCPI (Standardbefehl für programmierbare Instrumente)
- Verschiedene Schnittstellen: USB-Host & Device, LAN, HDMI, AUX In/Out, 10 MHz Ref In/Out
- 8-Kanal-Wellenform-Betrieb, eingebaute Frequenzspektrum-Analyse und Spitzenwert-Suchfunktion, Unterstützung von Matlab Embedded Programming und Datenpräsentation, und Unterstützung der erweiterten Auflösung von bis zu 3 Bit
- Eingebauter Zweikanal-Funktions-/Arbiträr-Signal-Generator (mit gleichwertiger Leistung) mit 60 MHz
- Integrierter 16-Kanal-Logik-Analysator: Abtastrate 1,25GSa/s, Speichertiefe 125Mpts

# 1. Kurzanleitung

- [Allgemeine Inspektion](#)
- [Vor dem Gebrauch](#)
- [Externe Abmessungen](#)
- [Frontplatte](#)
- [Rückseite](#)
- [Bedienfeld](#)
- [Benutzeroberfläche](#)
- [Touchscreen](#)
- [Virtuelle Tastatur](#)
- [Numerische Tastatur](#)

In diesem Kapitel erhalten Sie eine Einführung in die erstmalige Verwendung des Oszilloskops der MSO7000X-Serie, die Vorder- und Rückseite, die Benutzeroberfläche sowie die Touchscreen-Funktion.

## 1.1 Allgemeine Inspektion

Es wird empfohlen, das Gerät vor der ersten Inbetriebnahme des Oszilloskops der Serie MSO7000X wie folgt zu überprüfen.

(1) Prüfen, ob durch den Transport Schäden entstanden sind

Wenn der Verpackungskarton oder die Schaumstoffkissen stark beschädigt sind, wenden Sie sich bitte umgehend an den UNI-T-Händler dieses Produkts.

(2) Prüfen der Anlage

Im Anhang finden Sie eine Liste des Zubehörs. Sollte eines der Zubehörteile fehlen oder beschädigt sein, wenden Sie sich bitte an UNI-T oder an den örtlichen Vertriebspartner dieses Produkts.

(3) Maschineninspektion

Wenn das Gerät beschädigt zu sein scheint, nicht richtig funktioniert oder den Funktionstest nicht bestanden hat, wenden Sie sich bitte an UNI-T oder an den örtlichen Vertriebspartner dieses Produkts.

Sollte das Gerät durch den Transport beschädigt werden, bewahren Sie bitte die Verpackung auf und benachrichtigen Sie sowohl die Transportabteilung als auch den UNI-T-Händler. UNI-T wird sich um die Reparatur oder den Ersatz kümmern.

## 1.2 Vor dem Gebrauch

Um eine schnelle Überprüfung des normalen Betriebs des Geräts vorzunehmen, folgen Sie bitte den nachstehenden Schritten.

## 1. Anschließen an das Stromnetz

Der Spannungsbereich der Stromversorgung reicht von 100 VAC bis 240 VAC, der Frequenzbereich von 50 Hz bis 60 Hz. Verwenden Sie zum Anschluss des Oszilloskops das mitgelieferte Netzkabel oder ein anderes Netzkabel, das den örtlichen Normen entspricht. Wenn der Netzschalter  auf der Rückseite nicht geöffnet ist, erlischt die Netzanzeige unten links auf der Rückseite, was anzeigt, dass die Taste des Netzschalters keine Wirkung hat. Wenn der Netzschalter  auf der Rückseite geöffnet ist, leuchtet die Netzanzeige unten links auf der Rückseite orange und drücken Sie dann die Soft-Switch-Taste, um das Oszilloskop zu aktivieren.

## 2. Boot-Check

Drücken Sie die Soft-Power-Taste  und die Anzeige sollte von orange auf blau wechseln. Das Oszilloskop zeigt eine Boot-Animation und ruft dann die normale Benutzeroberfläche auf.

## 3. Anschließen der Sonde

Verbinden Sie den BNC-Anschluss des Ports mit dem BNC-Anschluss von C1 des Oszilloskops. Schließen Sie die Sonde an die "Anschlussklemme für das Sondenkompensationssignal" an (wie in der folgenden Abbildung gezeigt) und verbinden Sie die Erdungsklemme mit dem "Erdungsanschluss" unter der "Anschlussklemme für das Sondenkompensationssignal". Der Ausgang der Anschlussklemme für das Sondenkompensationssignal hat eine Amplitude von ca. 3 Vpp und die Frequenz beträgt standardmäßig 1 kHz.

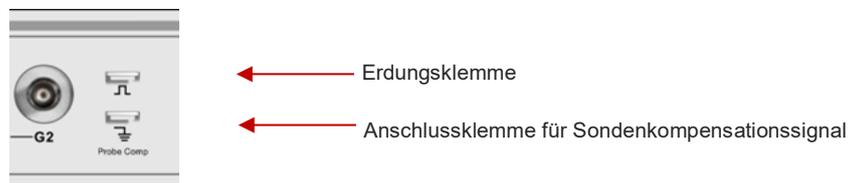


Abbildung: Sonde Kompensationssignal Anschlussklemme und Erdungsklemme

## 4. Funktion prüfen

Drücken Sie die Taste **Autoset**. Auf dem Bildschirm sollte eine 3Vpp, 1 kHz Rechteckwelle erscheinen. Wiederholen Sie Schritt 3, um alle Kanäle zu überprüfen. Wenn die tatsächlich angezeigte Rechteckform nicht mit der obigen Abbildung übereinstimmt, führen Sie bitte den nächsten Schritt "Sondenkompensation" durch.

## 5. Sondenkompensation

Wenn die Sonde zum ersten Mal an einen beliebigen Eingangskanal angeschlossen wird, muss dieser Schritt möglicherweise angepasst werden, um die Sonde und den Eingangskanal aufeinander abzustimmen. Sonden, die nicht kompensiert werden, können zu Messfehlern oder Fehlern führen. Bitte befolgen Sie die folgenden Schritte.

- (1) Stellen Sie den Abschwächungskoeffizienten im Sondenmenü auf 10x und den Schalter der Sonde auf 10x, und schließen Sie die Sonde des Oszilloskops an C1 an. Wenn Sie den Hakenkopf der Sonde verwenden, stellen Sie sicher, dass er stabil an der Sonde anliegt.

- (2) Schließen Sie die Sonde an die "Anschlussklemme für das Sondenkompensationssignal" an und verbinden Sie die Erdungs-Krokodilklemme mit dem "Erdungsanschluss" unter der "Anschlussklemme für das Sondenkompensationssignal". Öffnen Sie C1 und drücken Sie die Taste **Autoset**.

Sehen Sie sich die angezeigte Wellenform an, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

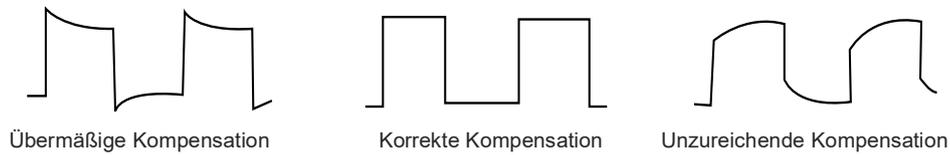
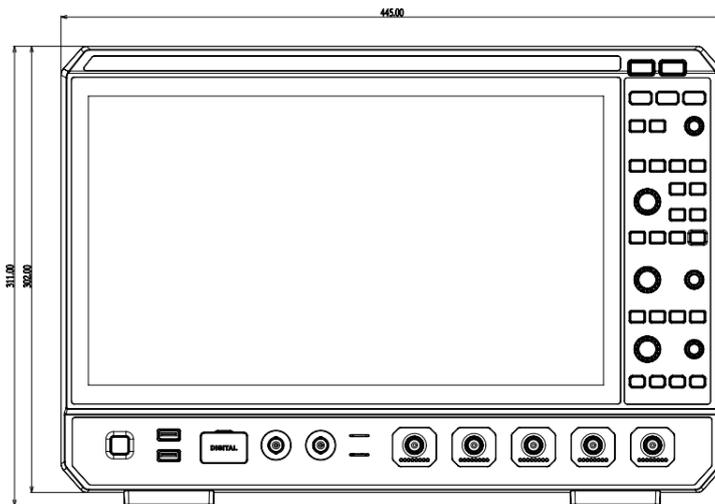


Abbildung: Kompensationskalibrierung der Sonde

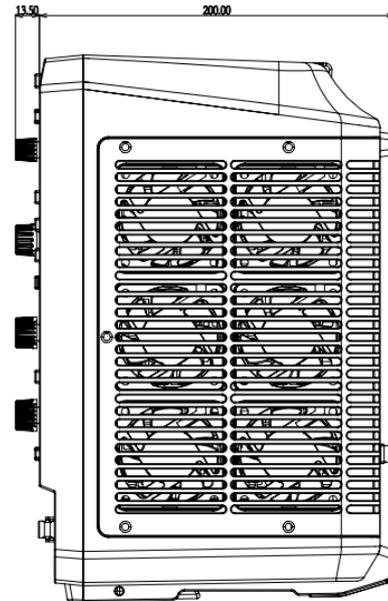
Wenn die angezeigte Wellenform der oben dargestellten „Unzureichenden Kompensation“ oder „Übermäßigen Kompensation“ ähnelt, verwenden Sie einen nichtmetallischen Schraubendreher, um die variable Kapazität der Sonde einzustellen, bis die Wellenform der „Korrekten Kompensation“ erreicht wird.

**Warnung:** Um einen elektrischen Schlag zu vermeiden, wenn die Sonde zur Messung von Hochspannung verwendet wird, vergewissern Sie sich, dass die Isolierung der Sonde in einwandfreiem Zustand ist, und vermeiden Sie physischen Kontakt mit metallischen Teilen der Sonde.

## 1.3 Externe Abmessungen



Frontansicht



Seitenansicht

# 1.4 Frontplatte

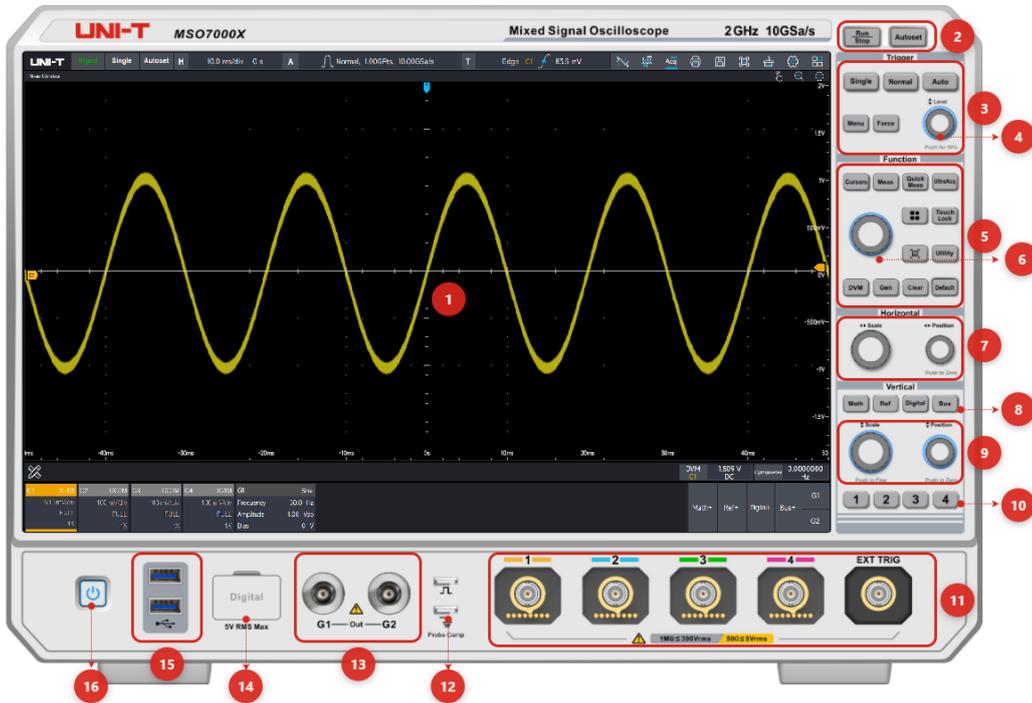


Abbildung Frontplatte

Tabelle 1 Funktionstaste auf der Frontplatte

Nr.	Beschreibung	Nr.	Beschreibung
1	Anzeigebereich	9	Vertikaler Bedienknopf
2	Taste Run/Stop, Taste Autoset	10	Taste für analoge Kanäle
3	Bereich für die Triggersteuerung (Trigger)	11	Analoger Kanaleingang und externer Triggereingang
4	Drehknopf für die Triggerstufe	12	Anschlussklemme für Sondenkompensation und Erdungsklemme
5	Funktionskontrollbereich (Funktion)	13	Ausgang für den Function/Arbitrary Waveform Generator
6	Multifunktions-Drehknopf	14	Eingang für digitale Kanäle
7	Horizontaler Bedienknopf	15	USB-Host-Anschluss
8	Tasten für Math, Ref, Digital und Bus	16	Softkey für Power

## 1.5 Rückseite



Abbildung Rückseite

Tabelle 2 Schnittstelle auf der Rückseite

Nr.	Beschreibung	Nr.	Beschreibung
1	USB-Host-Anschluss	7	AUX In Anschluss
2	HDMI-Anschluss	8	AUX Out Anschluss
3	LAN-Anschluss	9	Erdungsklemme
4	USB-Geräteanschluss	10	Netzanschluss und Schalter
5	10-Hz-Ref-In-Anschluss	11	Sicherheitsverriegelung
6	10-Hz-Ref-Out-Anschluss		

1. USB-Host: wird verwendet, um ein USB-kompatibles Speichergerät an das Oszilloskop anzuschließen. Wenn Sie das Speichermedium anschließen, können Sie Wellenformdateien und Setup-Dateien des Oszilloskops speichern oder abrufen sowie Daten und Screenshots speichern. Die Systemsoftware des Oszilloskops kann lokal über den USB-Host-Anschluss aktualisiert werden, wenn ein Update verfügbar ist.
2. HDMI: hochauflösender Multimedia-Anschluss
3. LAN: Verwenden Sie diesen Anschluss, um das Oszilloskop zur Fernsteuerung mit einem lokalen Netzwerk zu verbinden.
4. USB-Gerät: USB-Gerät 3.0-Anschluss. Verwenden Sie diesen Anschluss, um das Oszilloskop zur

Kommunikation mit dem Computer zu verbinden.

5. 10-Hz-Ref-In: liefert den Referenztakt für die Abtastung des Oszilloskops
6. 10-Hz-Ref-Out: BNC-Anschluss auf der Rückseite. Er kann seinen eigenen 10MHz-Referenztakt ausgeben und ihn anderen externen Geräten zur Synchronisierung des Takts zwischen den Geräten zur Verfügung stellen.
7. Aux In: 1. synchroner Triggereingang; 2. externer Triggereingang AWG
8. Aux Out: 1. Trigger-Synchroneingang; 2. Weitergabe der Messergebnisse; 3. AWG-Trigger-Ausgang
9. Erdungsklemme: wird zur Verbindung mit der Erde verwendet, um statische Elektrizität des Geräts abzuleiten
10. Netzschalter: Nachdem die Steckdose korrekt mit dem Stromnetz verbunden ist, schalten Sie den Netzschalter ein. Das Oszilloskop kann nun normal eingeschaltet werden, drücken Sie einfach den "Power Soft Switch" auf der Frontplatte, um das Gerät einzuschalten (die Stromversorgungsanforderungen des Oszilloskops sind 100~240 V, 50~60 Hz).
11. Sicherheitsverriegelung: Dieser Anschluss (separat erhältlich) wird verwendet, um das Oszilloskop in einer festen Position zu fixieren.

## 1.6 Bedienfeld

### (1) Vertikaler Kontrollbereich

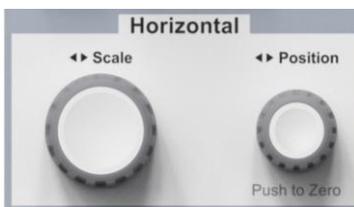


- **1, 2, 3, 4**: Die Tasten für die Einstellung der analogen Kanäle stehen jeweils für C1, C2, C3 und C4. Die Registerkarten der vier Kanäle sind durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet, die auch den Farben der Wellenformen auf dem Bildschirm und den Anschlüssen der Kanäleingänge entsprechen. Drücken Sie eine beliebige Taste, um das entsprechende Kanalmenü einzuschalten (aktivieren oder deaktivieren Sie den Kanal).
- **Math**: Drücken Sie diese Taste, um die mathematischen Operationen für grundlegende arithmetische Operationen, wie FFT, Digitalfilter und erweiterte Operationen zu öffnen.
- **Ref**: Lädt die Referenzwellenform von "lokal oder USB" und vergleicht die gemessene Wellenform mit der Referenzwellenform.
- **Digital**: Drücken Sie diese Taste, um den digitalen Kanal einzuschalten. Sie können den Kanal

und den Schwellenwert einstellen.

- **Bus**: Drücken Sie diese Taste, um das Bus-Statusfenster zu öffnen. Sie können den Protokolltyp auswählen, z.B. RS232, I<sup>2</sup> C.
- Vertikale "Position": Mit dem vertikalen Shift-Drehknopf können Sie die vertikale Position der aktuellen Kanalwellenform verschieben. Drücken Sie diesen Drehknopf, um die Kanalposition zurück zur vertikalen Mitte zu verschieben.
- Vertikale **Scale**: Mit dem Drehknopf für die vertikale Skala können Sie die vertikale Position der Wellenform des aktuellen Kanals einstellen. Drehen Sie ihn im Uhrzeigersinn, um die Skala zu verkleinern, drehen Sie ihn gegen den Uhrzeigersinn, um die Skala zu vergrößern. Die Amplitude der Wellenform erhöht oder verringert sich mit der Einstellung und die Skala am unteren Rand des Bildschirms ändert sich in Echtzeit.

## (2) Horizontaler Kontrollbereich



- Horizontale **Position**: Mit dem Drehknopf für die horizontale Verschiebung können Sie den Auslösepunkt relativ zur Mitte des Bildschirms nach links oder rechts verschieben. Während der Einstellung verschiebt sich die Wellenform aller Kanäle nach links oder rechts und der Wert der horizontalen Verschiebung oben auf dem Bildschirm ändert sich in Echtzeit. Drücken Sie auf diesen Drehknopf, um die aktuelle Position wieder auf den horizontalen Mittelpunkt zu verschieben.
- Horizontale **Scale**: Mit dem Drehknopf für die horizontale Zeitbasis können Sie die Zeitbasisskala für alle Kanäle einstellen. Während der Einstellung sehen Sie auf dem Bildschirm, wie die Wellenform in horizontaler Richtung gestaucht oder gedehnt wird, und die Zeitbasisskala wird oben auf dem Bildschirm angezeigt. Die Zeitbasisskala kann in Schritten von 1-2-5 eingestellt werden.

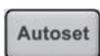
## (3) Trigger-Kontrollbereich



- **Single**: Drücken Sie diese Taste, um den Triggermodus des Oszilloskops auf "Single" einzustellen, und die Anzeige leuchtet grün. Es führt einen Trigger aus, wenn das empfangene Signal die Triggerbedingung erfüllt. Wenn Sie die Taste Run/Stop drücken, leuchtet die Anzeige rot und zeigt an, dass das Oszilloskop in den "Stop"-Zustand übergeht und nicht aktualisiert wird, selbst wenn das Signal die Triggerbedingung erfüllt.

- **Normal**: Drücken Sie diese Taste, um den Triggermodus des Oszilloskops auf "Normal" einzustellen und die Anzeige weiß zu stellen. Es führt einen Trigger aus, wenn das empfangene Signal die Triggerbedingung erfüllt. Die Wellenform bleibt auf dem Bildschirm und wird bis zum nächsten Trigger nicht aktualisiert.
- **Auto**: Drücken Sie diese Taste, um den Triggermodus des Oszilloskops auf "Auto" zu setzen und die Anzeige auf weiß zu stellen. Die Wellenform wird weiterhin aktualisiert, unabhängig davon, ob die Triggerbedingung erfüllt ist, und die Wellenform wird stabil angezeigt, wenn das empfangene Signal die Triggerbedingung erfüllt.
- Level-Drehknopf: Mit diesem Drehknopf können Sie den Triggerpegel ändern, der Level-Cursor ändert sich mit der Bewegung.
- **Force**: Taste für Zwangsauslösung
- **Menu**: Mit der Taste Trigger-Menü können Sie das Trigger-Einstellungsmenü aufrufen. MSO7000X unterstützt mehrere Triggerarten.

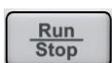
#### (4) Automatische Einstellung



- Wenn Sie diese Taste drücken, stellt das Oszilloskop automatisch die vertikale Skala, die Abtastzeitbasis und den Triggermodus ein, um die am besten geeignete Wellenform entsprechend dem Eingangssignal anzuzeigen.

**Vorsicht:** Wenn Sie die automatische WellenformEinstellung verwenden, darf die Frequenz des gemessenen Signals nicht weniger als 20 Hz betragen und die Amplitude sollte im Bereich von 20 mVpp~120 Vpp liegen. Andernfalls kann die automatische Einstellung der Wellenform ungültig sein.

#### (5) Laufen/Stoppen



- Drücken Sie diese Taste, um den Betriebszustand auf "RUN" oder "STOP" zu setzen.  
Im "Run" -Zustand leuchtet die Taste grün.  
Im "Stop" -Zustand leuchtet die Taste rot.

#### (6) Funktionsbereich



- Multifunktionsdrehknopf: Der Cursorbereich kann durch Drücken dieser Taste verschoben oder lokalisiert werden.
- **Cursors**: Drücken Sie diese Taste, um den Cursor ein-/auszuschalten. Der Cursortyp, die synchrone Bewegung und die Cursorposition können im Cursormenü eingestellt werden. Die Zeit- und Spannungsparameter der Cursor-Messung können manuell eingestellt werden.
- **Meas**: Drücken Sie diese Taste, um die Parametermessung direkt einzuschalten. Die Messparameter und die Anzeige zum Ein- und Ausschalten können im Parametermenü eingestellt werden. Insgesamt gibt es 48 Messparameter.
- **Quick Meas**: Drücken Sie diese Taste, um den Parameter-Snapshot mit insgesamt 35 Messparametern direkt einzuschalten.
- **UltraAcq**: Drücken Sie diese Taste, um den Erfassungsmodus auf schnelle oder normale Abtastung einzustellen.
- **Start menu**: Drücken Sie diese Taste , um das Startmenü aufzurufen, den Cursor, Lissajous, P/F-Test, Leistungsanalyse, Jitter-Analyse und Augendiagramm einzuschalten.
- **Touch Lock**: Drücken Sie diese Taste, um die Touch-Funktion zu sperren.
- **Screenshot**: Drücken Sie diese Taste , um den Bildschirm aufzunehmen und im angegebenen Dateiverzeichnis zu speichern.
- **Utility**: Drücken Sie diese Taste, um das Systemmenü zu öffnen. Hier können Sie Helligkeit/Kontrast, automatische Einstellung und Kalibrierung, Kommunikationseinstellungen, Hilfseingänge und -ausgänge, Kanalfarbe, Uhrzeit und Sprache einstellen.
- **DVM**: Drücken Sie diese Taste, um direkt die Voltmeter-Messung zu öffnen. Sie können drei Modi einstellen: DC, AC RMS und DC+AC RMS.
- **Gen**: Drücken Sie diese Taste, um den Dual Channel Function/Arbitrary Waveform Generator zu aktivieren.
- **Clear**: Drücken Sie diese Taste, um die alte Wellenform zu löschen, einschließlich der Messparameter der Wellenform. Wenn sich das Oszilloskop im "Run"-Status befindet, wird die neue Kurvenform weiterhin angezeigt.
- **Default**: Drücken Sie diese Taste, um das Oszilloskop auf die Werkseinstellungen zurückzusetzen.

## 1.7 Benutzeroberfläche

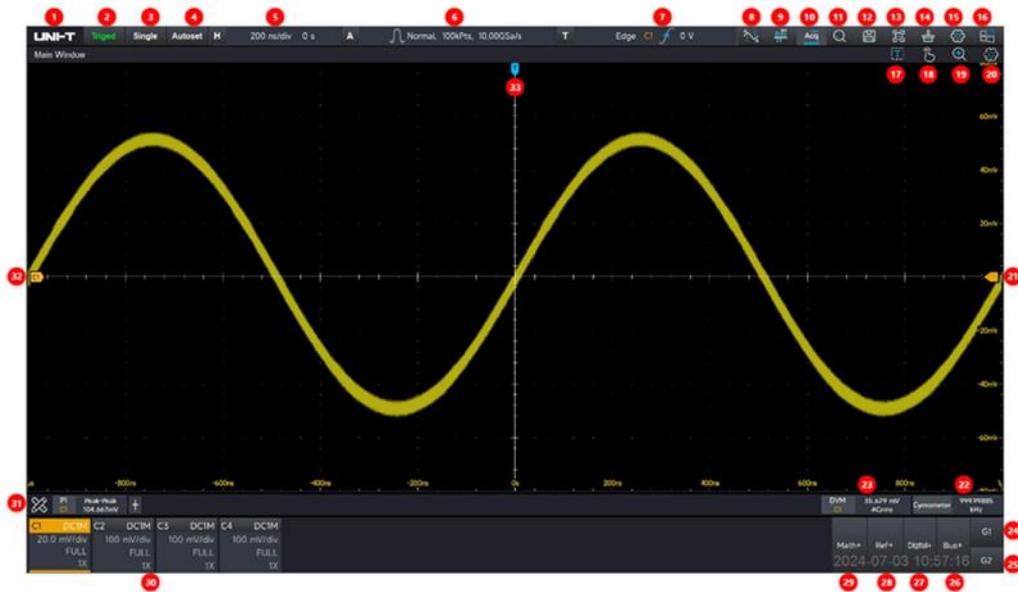


Tabelle 3 Symbole in der Benutzeroberfläche

Nr.	Beschreibung	Nr.	Beschreibung
1	UNI-T-Logo	17	Bereich ziehen
2	Symbol für Triggerstatus	18	Zoom
3	Einzeltrigger	19	Windows-Erweiterung
4	Autoset	20	Fensteranzeige und -einstellung
5	Horizontale Skala und Verzögerung	21	Cursor für Triggerpegel
6	Erfassungsmodus, Speichertiefe und Abtastrate	22	Frequenzmesser
7	Trigger-Informationen	23	Digitales Voltmeter
8	Cursor-Messung	24/25	Funktions-/Arbiträr-Signal-Generator
9	FFT	26	Protokollanalysator
10	UltraAcq®-Modus	27	Logikanalysator
11	Suche und Navigation	28	Referenzwellenform
12	Speichern	29	Mathematische Operation
13	Bildschirmfoto	30	Symbol für den Kanalstatus
14	Löschen	31	Messmenü
15	Systemeinstellung	32	Cursor und Wellenform des Analogkanals
16	Startmenü	33	Cursor für Triggerposition

1. Firmenlogo: UNI-T
2. Triggerstatus: Umfasst Triggered, Auto, Bereit, Stop, Roll.
3. Single: Setzen Sie den Triggermodus des Oszilloskops auf "Single", und das grüne Licht dieser Taste leuchtet. Wenn das Signal, das die Triggerbedingung erfüllt, eintrifft, wird ein Trigger einmal ausgeführt, und das rote Licht der Taste "Run/Stop" leuchtet auf und geht in den Zustand "Stop" über. Auch wenn es ein Signal gibt, das die Triggerbedingung erfüllt, wird es nicht mehr aktualisiert.
4. Autoset: Berühren Sie dieses Symbol, und das Oszilloskop passt automatisch den vertikalen Skalenkoeffizienten, die Abtastzeitbasis und den Triggermodus entsprechend dem Eingangssignal an, bis die am besten geeignete Wellenform angezeigt wird.

**Hinweis:** Wenn Sie die Funktion zur automatischen Einstellung der Wellenform verwenden, muss die Frequenz des gemessenen Signals mindestens 20 Hz betragen und die Amplitude innerhalb eines Bereichs von 10 mVpp bis 80 Vpp liegen. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, ist die Funktion zur automatischen Einstellung der Wellenform möglicherweise nicht genau.

5. Horizontale Skala und Verzögerung: Tippen Sie auf das Zeitbasis-Zahnrad, um das Popup-Fenster "Zeitbasis-Einstellung" aufzurufen. Das Zeitbasis-Zahnrad repräsentiert die Zeit, die durch ein Raster auf der horizontalen Achse des Wellenform-Anzeigebereichs auf dem Bildschirm dargestellt wird. Sie können auf  und  klicken, um die aktuelle horizontale Skala einzustellen, wobei die Skala in 1-2-5 Schritten geändert wird. Sie können diesen Parameter auch mit dem Drehknopf "Skala" im horizontalen Kontrollbereich auf der Frontplatte des Oszilloskops ändern. Die Verzögerung gibt den Abstand zwischen der aktuellen Position des Triggerpunkts der Wellenform und der horizontalen Mittelskala an. Ein positiver Wert bedeutet, dass der Triggerpunkt nach links verschoben ist, ein negativer Wert bedeutet, dass der Triggerpunkt nach rechts verschoben ist. Sie können auf  und  im Popup-Fenster zur Einstellung der Zeitbasis klicken, um die aktuelle Verzögerungszeit einzustellen. Sie können auch auf den Verzögerungswert klicken, um den Ziffernblock aufzurufen und die Verzögerungszeit über die Zifferntastatur einzugeben. Sie können den Regler "Position" im horizontalen Steuerbereich auf der Frontplatte des Oszilloskops einstellen, um diesen Parameter zu ändern. Wenn Sie auf Verzögerung auf null zurücksetzen klicken, können Sie den Auslösepunkt wieder in die mittlere Position bringen, und wenn Sie den Knopf "Position" drücken, können Sie den Wert der horizontalen Verschiebung wieder auf 0 setzen.
6. Erfassungsmodus, Speichertiefe und Abtastrate: Zeigen Sie den aktuellen Erfassungsmodus des Oszilloskops (normal, Spitzenerkennung, hohe Auflösung, Durchschnitt, Hüllkurve) sowie die aktuelle Speichertiefe und Echtzeit-Abtastrate des Oszilloskops an.
7. Trigger-Informationen: Zeigen Sie die aktuelle Triggerquelle, den Triggertyp, den Triggerpegel und andere Triggerinformationen an.
  - a) Triggerquelle: C1 ~ C4, EXT, EXT5, AC, D0-D15. Die Farbanzeige entspricht der Kanalfarbe.

- b) Triggertyp: Flanke, Impulsbreite, Video, Steigung, Runt-Impuls, Verzögerung, Zeitüberschreitung, Dauer, Setup & Hold, Terzflanke, Muster und seriell usw.
- c) Level: Zeigen Sie den Wert des aktuellen Triggerpegels an, der den Werten  auf der rechten Seite des Bildschirms entspricht (die Farbe des Triggerpegels jedes Kanals entspricht der Farbe des Kanals). Sie können auf  und  im Popup-Fenster für die Triggereinstellung klicken, um den Schwellenwert einzustellen, oder auf den Wert des Schwellenwerts klicken, um die numerische Tastatur aufzurufen. Sie können den Wert für den Schwellenwert über die numerische Tastatur eingeben. Dieser Parameter kann auch mit dem "Level"-Knopf im Bereich der Triggersteuerung auf der Frontplatte des Oszilloskops geändert werden.
8. Cursor: Berühren Sie dieses Symbol, um das Menü zur Einstellung des Cursors aufzurufen und Vorgänge wie das Ein-/Ausschalten des Cursors, die Auswahl des Cursortyps, die Einstellung der synchronen Bewegung, die Anpassung der Cursorposition und die Einstellung der Cursor-Maßeinheit durchzuführen.
9. FFT: Berühren Sie die Schaltfläche, um ein unabhängiges Mathematik-Fenster mit dem Operationstyp FFT zu öffnen.
10. UltraAcq®-Modus: Mit einem Klick können Sie UltraAcq (Ultra Acquisition Mode) öffnen, um die Wellenform-Erfassungsrate auf 800.000 Wfms/s zu erhöhen. .
11. Suche und Navigation: Das Öffnen dieser Funktion ermöglicht die Suche und Navigation in Wellenformen und unterstützt
- a) Flanken-/Impulsbreiten-Suchmethoden.
12. Speichern: Klicken Sie darauf, um das Popup-Fenster der Speicherschnittstelle aufzurufen, und die Bildschirminformationen können gespeichert werden.
- Speichern Sie die Wellenform: .bin/.txt/.mat/.xlsx/.csv/.tsv/.dat usw.
  - Screenshot: Der Bildschirmbereich / Gitterbereich kann gespeichert werden.  
Gespeicherte Farben: Standard / Schwarz-Weiß / Inverse Farbe. Gespeicherte Bildtypen: .bmp / .tiff / .gif / .png / .jpeg.
  - Systemeinstellungen speichern: Die aktuellen Systemeinstellungsinformationen können als .set-Datei gespeichert werden. Benutzer können die gespeicherte .set-Datei lesen, um den zuletzt gespeicherten Einstellungsstatus wiederherzustellen.
13. Schneller Screenshot: Führen Sie einen schnellen Screenshot gemäß den Einstellungen der Screenshot-Speichereinstellungen durch und geben Sie die Informationen zum erfolgreichen Speichern ein.

14. Löschen: Löscht die alten Wellenformen, die auf dem Bildschirm angezeigt werden, einschließlich der Messparameter.
15. Systemeinstellung: Klicken Sie darauf, um das Popup-Fenster "Einstellungen" aufzurufen, in dem Sie die Helligkeit anpassen, automatische Einstellungen und Korrekturen vornehmen, die Kommunikation, den Hilfeingang und -ausgang und andere Einstellungen konfigurieren können, usw.
16. Strat Meau: Klicken Sie darauf, um das Popup-Fenster des Startmenüs zu öffnen, einschließlich Cursor-Messung, FFT, Lissajous, Grenzwert- und Maskentest, Leistungsanalyse, Jitter-Analyse und Augendiagramm, usw.
17. Bereich zeichnen: Der zeichenbare Bereich wird für die Flächenhistogramm-Statistik und den Zonentrigger verwendet. .
18. Zoom: Sie können damit einen Ausschnitt der Wellenform horizontal vergrößern, um Bilddetails zu sehen. Klicken Sie auf , um die Ansichtserweiterung zu öffnen, und auf , um die Ansichtserweiterung zu schließen.
19. Einstellungen der Anzeige des Hauptfensters: Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Anzeigeeinstellungen des Fensters zu öffnen. Sie können das Nachleuchten, die horizontale/vertikale Markierungsposition, den Gitterstil, die Gitterhelligkeit, den Wellenformstil, die Wellenformhelligkeit usw. einstellen.
20. Triggerpegel: Sie zeigt die aktuelle Position des Triggerpegels des Kanals an, und die Farbe des Triggerpegel-Cursors entspricht der Farbe des Kanals.
21. Frequenzzähler: 8-digitaler hochpräziser Hardware-Frequenzzähler.
22. DVM: 4-digitale DC/AC RMS/DC + AC RMS Spannungsmessung.
23. AWG: Klicken Sie auf G1, um Kanal 1 des Arbiträr-Signal-Generators zu öffnen, und auf G2, um Kanal 2 des Arbiträr-Signal-Generators zu öffnen.
24. Dasselbe wie 23
25. Protokollanalysator: Klicken Sie auf Bus +, um die Softwarefunktion des Protokollanalysators zu öffnen, die 11 Protokollanalysefunktionen unterstützt.
26. Logikanalysator: Klicken Sie auf Logik +, um die Logikanalysator-Software zu öffnen. Sie kann 16 digitale Kanäle zur Analyse und Messung anschließen.
27. REF: Klicken Sie auf Ref +, um die Referenzwellenform zur Analyse und Messung zum Oszilloskop hinzuzufügen. Es werden zwei Formate für Referenzwellenformen unterstützt: .bin und .csv.
28. Math: Klicken Sie auf Math +, um die Funktion für mathematische Operationen zu öffnen. Es unterstützt erweiterte FFT, Grundoperationen, Filter, erweiterte Funktionsbearbeitung, eingebettete

Matlab-Programmiervorgänge und Rendering, erweiterte Auflösung usw. und kann 8 mathematische Wellenformen gleichzeitig unterstützen.

29. Kanalstatus-Etikett: Zeigt den Status der Kanalaktivierung, der Kanalkopplung, der Bandbreitenbegrenzung, der vertikalen Skala, des Sondenabschwächungskoeffizienten und der Inversion an.
- Status der Kanalaktivierung: Das Kanalmenü leuchtet, um die Aktivierung anzuzeigen, und wird grau dargestellt, um die Deaktivierung anzuzeigen.
  - Kanalkopplung: DC1M $\Omega$ , AC1M $\Omega$ , DC50 $\Omega$ , Ground.
  - Bandbreitenbegrenzung: Die volle Bandbreite wird als "VOLL" angezeigt, und wenn die Bandbreitenbegrenzung aktiviert ist, wird die aktuelle Bandbreitenbegrenzung angezeigt.
  - Vertikale Skala: Die vertikale Skala des analogen Kanals wird angezeigt. Dieser Wert kann geändert werden, indem der „Scale“-Knopf im vertikalen Steuerbereich auf der Frontplatte des Oszilloskops angepasst wird oder indem auf die Kanalstatusbeschriftung geklickt wird, um das Popup-Fenster des analogen Kanals zu öffnen, und die Einstellungen von  und  anzupassen.
  - Sondenabschwächungskoeffizient: Der Sondenabschwächungskoeffizient des analogen Kanals wird angezeigt, einschließlich 1X, 10X, 100X und benutzerdefinierten Werten.
  - Invertierung: Wenn die Invertierung aktiviert ist, wird im Kanalstatusfeld "↓" angezeigt, und wenn die Invertierung deaktiviert ist, wird "↓" nicht angezeigt.
  - Durch Berühren der Farbkennzeichnung des analogen Kanals wird der Kanal geöffnet. Durch Doppelklicken oder Abwärtswischen wird der Kanal geschlossen. Ein Abwärtswischen auf anderen Kanälen schließt ebenfalls den entsprechenden Kanal.
30. Menü der Messleiste: Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das Menü der Messleiste aufzurufen. Hier können Sie die Messung mit dem Digitalvoltmeter und dem Frequenzmessgerät aktivieren, den Parameter-Schnappschuss öffnen, den Schwellenwert für die Messung festlegen, eine Messstatistik erstellen, eine Parametermessung hinzufügen, usw.

## 1.8 Touchscreen

- Tippen
- Zusammendrücken
- Ziehen

Die MSO7000X Serie bietet einen 15,6 Zoll großen, superkapazitiven Touchscreen, Mehrpunktberührungssteuerung und Gestensteuerung. Der MSO7000X verfügt über ein einfaches Betriebssystem mit flexiblen und hochsensiblen Touchscreen-Funktionen für eine großartige Wellenformanzeige und ein hervorragendes Benutzererlebnis.

Die Touch-Steuerungsfunktion umfasst Tippen, Zusammendrücken und Ziehen.

**Hinweis:** Die auf dem Bildschirm des Oszilloskops angezeigten Menüs können alle die Touch Control-Funktion verwenden.

## Tippen

Tippen Sie mit einem Finger leicht auf ein Symbol oder ein Wort auf dem Bildschirm, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.

Tippen Sie auf die Geste, um sie zu verwenden:

- Tippen Sie auf das auf dem Bildschirm angezeigte Menü und dann auf Setup.
- Tippen Sie auf das Symbol für die Funktionsführung in der rechten Ecke des Bildschirms, um sie zu aktivieren.
- Tippen Sie auf, um den Ziffernblock zum Einstellen der Parameter aufzurufen.
- Tippen Sie auf die virtuelle Tastatur, um Tabulator und Dateinamen festzulegen.
- Tippen Sie auf die Schaltfläche Schließen in der rechten Ecke der Nachricht, um sie zu schließen.
- Tippen Sie auf ein anderes Fenster auf dem Bildschirm, um die Einstellungen vorzunehmen.



Abbildung Tippen-Geste

## Zusammendrücken

Drücken Sie zwei Finger zusammen oder auseinander. Die Geste zum Zusammendrücken kann die Wellenform verkleinern oder vergrößern. Wenn die Wellenform verkleinert werden soll, drücken Sie zwei Finger zusammen und schieben Sie sie anschließend auseinander. Wenn die Wellenform vergrößert werden soll, trennen Sie zwei Finger und drücken Sie dann zwei Finger zusammen, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.

Die Squeeze-Geste können Sie verwenden für:

- Einstellen der horizontalen Zeitbasis der Wellenform durch Drücken in horizontaler Richtung
- Einstellen der vertikalen Skala der Wellenform durch Drücken in vertikaler Richtung

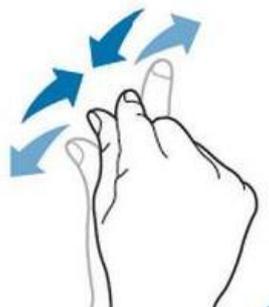


Abbildung Zusammendrücken Geste

## Ziehen

Drücken Sie mit einem Finger auf das ausgewählte Element und ziehen Sie es an die gewünschte Position, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.

Ziehgesten können Sie verwenden für:

- Ziehen Sie die Wellenform, um die Verschiebung oder den Versatz der Wellenform zu ändern.
- Ziehen Sie die Fenstersteuerung, um die Fensterposition zu ändern
- Cursor ziehen, um die Position des Cursors zu ändern

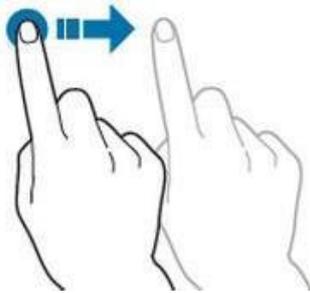
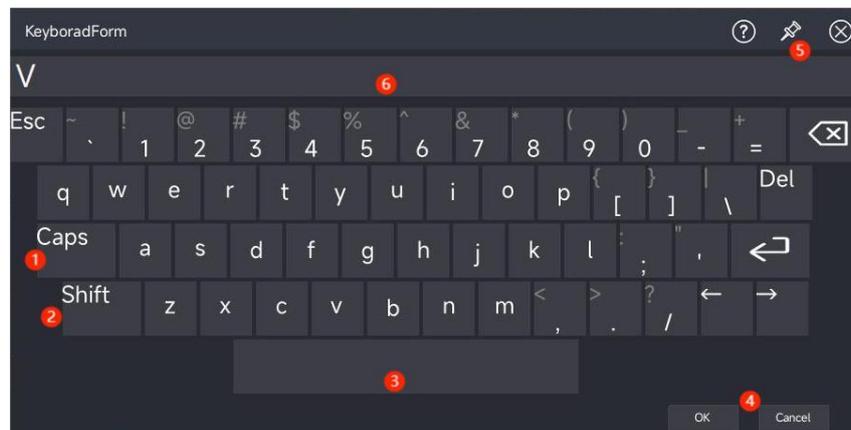


Abbildung Ziehen Geste

## 1.9 Virtuelle Tastatur

MSO7000X unterstützt die virtuelle Tastatur, die hauptsächlich zur Eingabe von Zeichen oder zum Drücken der Eingabetaste verwendet wird (wenn Sie z.B. eine Registerkarte umbenennen, klicken Sie auf die Registerkarte, um die virtuelle Tastatur zur Eingabe aufzurufen). Dieser Abschnitt beschreibt das Layout und die Verwendung der virtuellen Tastatur.



Die virtuelle Tastatur verwendet ein traditionelles 26-Tasten-Layout

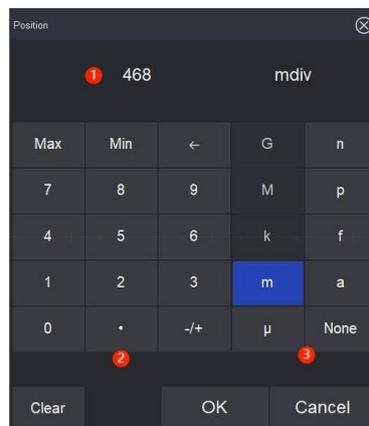
### (1) Feststelltaste: Ermöglicht die Eingabe von Großbuchstaben.

Bei der Eingabe von Großbuchstaben beachten Sie bitte zunächst die "Caps"-Taste und wechseln dann zwischen Groß- und Kleinbuchstaben. Wenn der aktuelle Status ausgewählt ist und der Tabulator blau ist, klicken Sie auf die virtuelle Tastatur, um den Großbuchstaben einzugeben. Wenn der aktuelle Status nicht ausgewählt ist, wechseln Sie bitte zum ausgewählten Status und klicken Sie dann auf die virtuelle Tastatur, um den Großbuchstaben einzugeben. Alle Eingaben werden im

"Eingabebereich" auf der Tastatur angezeigt.

- (2) Umschalttaste: Viele Tasten haben mehrere Eingabezeichen . Wenn Sie z.B. das oberste Zeichen eingeben möchten, achten Sie bitte darauf, ob die Registerkarte "Umschalttaste" ausgewählt ist. In diesem Fall schaltet die virtuelle Tastatur mit Mehrfacheingabe das Eingabezeichen um, und die anderen Tasten dienen der Eingabe von Großbuchstaben. Wenn die Registerkarte nicht ausgewählt ist, klicken Sie bitte auf die Registerkarte "Umschalt", um sie auszuwählen, und klicken Sie dann auf die virtuelle Tastatur, um das oberste Zeichen einzugeben.
- (3) Leertaste: Dient zum Einfügen eines Leerzeichens zwischen Zeichenketten.
- (4) Bestätigungs- und Abbruchtaste: Wird verwendet, um den voreingestellten Wert der Tastatur im "Eingabebereich" des Oszilloskops einzugeben oder die Eingabe abubrechen, nachdem die Eingabe abgeschlossen ist.
- (5) Aufhängungssperre: Sperrt die virtuelle Tastatur in der aktuellen Position.
- (6) Eingabe-Anzeigebereich: Zeigt das eingegebene Zeichen der virtuellen Tastatur im "Eingabebereich" zur Überprüfung an.

## 1.10 Numerische Tastatur



Die numerische Tastatur hat ein traditionelles 9-Tasten-Layout für die Eingabe von Wert und Einheit. Das Einheitenformat der numerischen Tastatur ist mit der Funktion verknüpft. Zum Beispiel ist die Standardeinheit "div", wenn die numerische Tastatur geöffnet wird. Das bedeutet, dass die Einheit des eingegebenen Wertes die Anzahl der auf dem Bildschirm angezeigten Gitter ist.

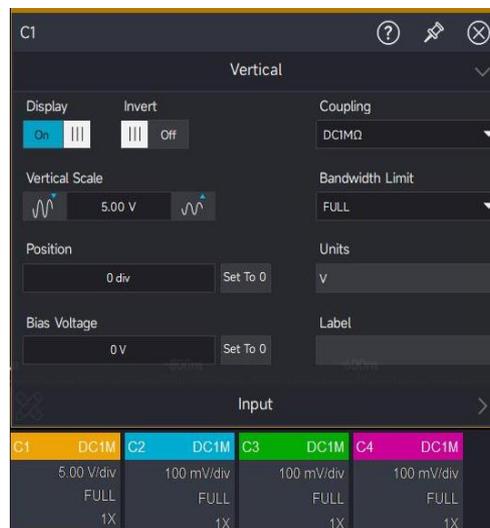
- (1) Eingabebereich: Zeigt den numerischen Wert und die Einheit an, die über die numerische Tastatur im Eingabebereich eingegeben wurden.
- (2) Numerischer Eingabebereich: Traditionelles 9-Tasten-Layout, "←" bedeutet Rückschritt. "-/+" steht für den positiven bzw. negativen Zahlenwert. „Maximum“ zeigt die maximale Eingabe an, und „Minimum“ die minimale Eingabe.

## 2 Vertikales System

- [Analoger Kanal öffnen/aktivieren/schließen](#)
- [Kanalkopplung](#)
- [Bandbreitenbegrenzung](#)
- [Vertikale Skala](#)
- [Vertikale Position](#)
- [Offsetspannung](#)
- [Einheit](#)
- [Invertierte Phase](#)
- [Registerkarte](#)
- [Sonden-Multiplikatorleistung](#)
- [Mehrkanalige Anzeige](#)
- [Kanalverzögerung einstellen](#)

**Vorsicht:** MSO7000X bietet 4 analoge Kanäle C1 ~ C4, jeder Kanal

Die Einstellungsmethode des vertikalen Systems ist für jeden Kanal genau die gleiche. In diesem Kapitel wird die Einstellung des vertikalen Kanals am Beispiel von C1 erläutert.



### 2.1 Analoger Kanal öffnen/aktivieren/schließen

Die Analogkanäle C1 ~ C4 umfassen drei Zustände: offen, geschlossen und ausgewählt.



Offen, aber nicht ausgewählt



Aus-Zustand



Ausgewählter Zustand

**Offen:** Die analogen Kanäle sind mit einer anderen Farbe gekennzeichnet, und die Farben der Wellenformen auf dem Bildschirm entsprechen der Farbe der Kanaleingangsanschlüsse.

- Bedienung am Bedienfeld: Wenn ein analoger Kanal ausgeschaltet ist, klicken Sie auf eine der Kanaltasten **1**, **2**, **3**, **4**, um den entsprechenden Kanal einzuschalten.
- Bedienung über den Touchscreen: Wenn ein analoger Kanal grau angezeigt wird, berühren Sie den grauen Block, um den entsprechenden Kanal einzuschalten.

**AUS:** Keine Anzeige der Wellenform des entsprechenden Kanals.

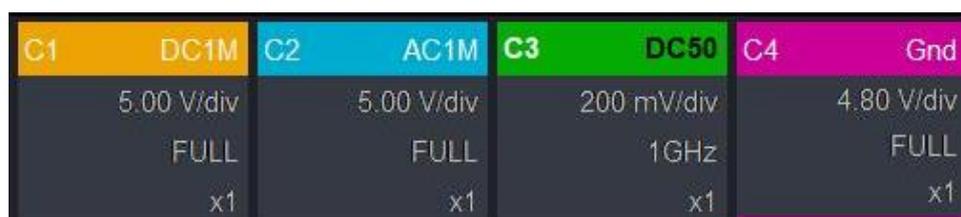
- Bedienung des Bedienfelds: Drücken Sie einen der geöffneten und aktivierten Kanäle, drücken Sie die entsprechende Kanaltaste, um diesen Kanal auszuschalten (wenn dieser Kanal nicht ausgewählt ist, klicken Sie zum Auswählen auf diese Kanaltaste).
- Touch-Control-Bedienung: Ein beliebiger Kanal kann durch Herunterschieben ausgeschaltet werden, unabhängig davon, ob der Kanal ausgewählt ist.

**Ausgewählt:** Wenn mehrere Kanäle gleichzeitig eingeschaltet sind, kann nur ein Kanal ausgewählt werden (er muss eingeschaltet sein, um ausgewählt zu werden). Im ausgewählten Zustand können die vertikale Skala, die vertikale Verschiebung und die Kanaleinstellung des Kanals angepasst werden.

- Bedienung des Bedienfelds: Wenn ein Kanal geöffnet, aber nicht ausgewählt ist, drücken Sie auf den entsprechenden Kanal, um ihn auszuwählen. Wenn ein Kanal ausgewählt ist, kann der nächste Schritt für diesen Kanal ausgeführt werden.
- Touch-Bedienung: Klicken Sie mit einer Touch-Geste auf das Menü, um den entsprechenden Kanal auszuwählen.

## 2.2 Kanalkopplung

Die Kanalkopplung kann im Kanalmenü eingestellt werden, es stehen vier Kopplungstypen zur Auswahl: DC1M $\Omega$ , DC50 $\Omega$ , AC1M $\Omega$  und Masse.

DC1M $\Omega$ DC50 $\Omega$ AC1M $\Omega$ 

Masse

## 2.3 Bandbreitenbegrenzung

Im Zustand der 1M $\Omega$ -Impedanz kann die Bandbreitenbegrenzung auf volle Bandbreite oder 20MHz eingestellt werden.

Im Zustand der 50M $\Omega$ -Impedanz kann die Bandbreitenbegrenzung auf volle Bandbreite, 1GHz, 500MHz oder 20MHz.

Wenn das Softkey-Menü auf 20MHz eingestellt ist, wird die Bandbreite des Oszilloskops auf 20MHz begrenzt. Hochfrequenzsignale oberhalb von 20MHz sind ein Dämpfungssignal, das oft verwendet wird, um hochfrequentes Rauschen in einem Signal zu reduzieren, wenn Sie niederfrequente Signale beobachten.

C1	DC1M	C2	AC1M	C3	DC50	C4	DC50
5.00 V/div	5.00 V/div	5.00 V/div	200 mV/div	500 mV/div	500 mV/div	500 mV/div	500 mV/div
FULL	FULL	20MHz	1GHz	1GHz	500MHz	500MHz	500MHz
1X	1X	1X	1X	1X	1X	1X	1X
Volle Bandbreite		20MHz		1GHz		500MHz	

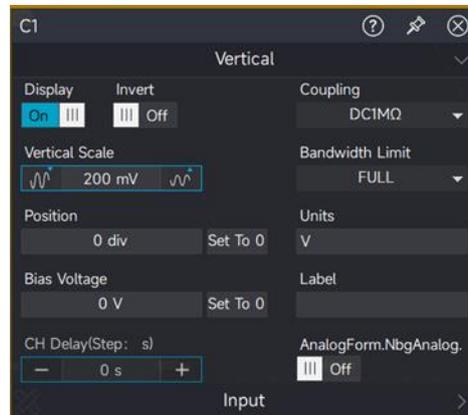
## 2.4 Vertikale Skala

Der vertikale Skalenbereich des Oszilloskops beträgt 1M $\Omega$ : 1mV/div ~ 10V/div; 50 $\Omega$ : 1mV/div ~ 1V/div und Schritt mit 1-2-5.

**Vorsicht:** "div" bezeichnet das Gitter im Wellenformanzeigebereich des Oszilloskops. /div bezeichnet jedes Raster.

- Bedienung über das Bedienfeld: Die vertikale Skala kann im Kanalmenü eingestellt werden. Drehen Sie den Drehknopf "Skala" im vertikalen Kontrollbereich, um die vertikale Skala schnell umzuschalten.

- Touch-Bedienung: Klicken Sie mit der Touch-Geste auf den Kanal, um das Kanalmenü aufzurufen. Klicken Sie auf  und , um die vertikale Skala des Oszilloskops einzustellen. Mit der Quetschgeste können Sie die vertikale Skala direkt einstellen und die Schrittbegrenzung von 1-2-5 aufheben.



## 2.5 Vertikale Position

Die vertikale Position zeigt die Position der aktuellen Wellenform auf dem Bildschirm an. Wenn Sie die vertikale Position ändern, ändert sich der Spannungswert der Wellenform nicht. Die vertikale Position des Stromkanals kann über das Bedienfeld, die Touch-Bedienung und Touch-Gesten eingestellt werden.

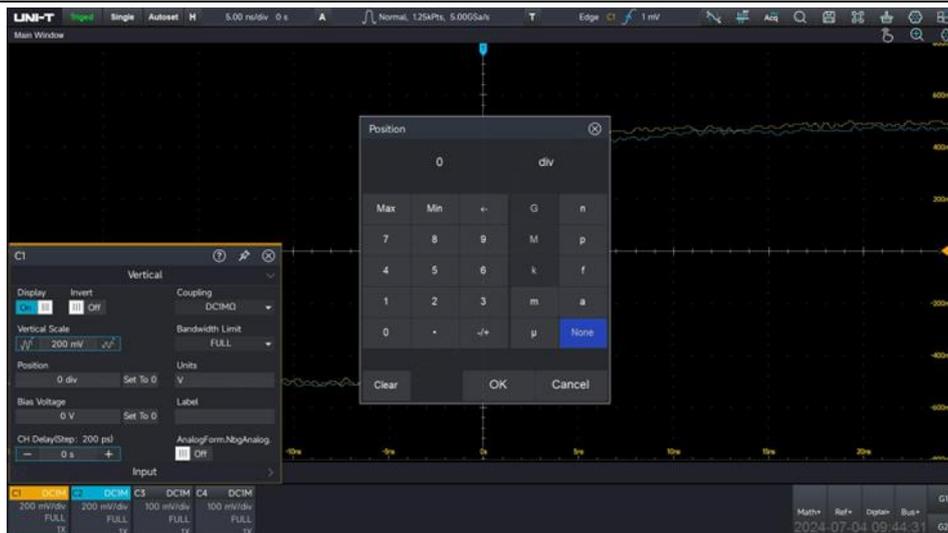
- Bedienung am Bedienfeld: Drehen Sie den Drehknopf "Position" im vertikalen Steuerbereich auf der Frontplatte, um die vertikale Position der Wellenform des aktuellen Kanals einzustellen. Wenn Sie ihn nach links drehen, wird die Wellenform nach unten verschoben, wenn Sie ihn nach rechts drehen, wird die Wellenform nach oben verschoben. Drücken Sie den Drehknopf "Position", um die Wellenform wieder in die Bildschirmmitte zu bringen.

**Vorsicht:** Die Wellenform kann nicht über die aktuelle vertikale Richtung von 1,5div hinausgehen.

- Gestensteuerung: Wählen Sie die Wellenform durch eine Geste aus, indem Sie die Position der Wellenform nach oben oder unten verschieben.

**Vorsicht:** Das Aufwärts- oder Abwärtsgleiten kann die aktuelle vertikale Richtung von 1,5div nicht überschreiten.

- Numerische Tastatur: Klicken Sie auf den numerischen Wert der Position, um das Fenster der numerischen Tastatur zur Eingabe der vertikalen Position zu öffnen. Ein positiver Wert bedeutet eine Aufwärtsbewegung, ein negativer Wert eine Abwärtsbewegung.

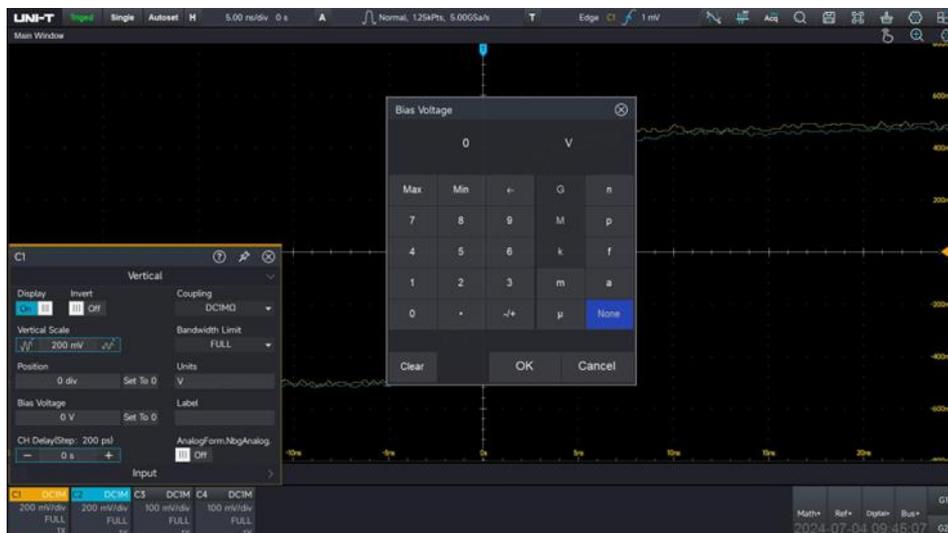


**Vorsicht:** Der Eingabewert kann nicht über die aktuelle vertikale Richtung von 1,5 div hinausgehen.

Auf 0 setzen: Klicken Sie im Kanalmenü auf die Registerkarte 0 und stellen Sie die Wellenformposition des Kanals auf die Bildschirmmitte ein.

## 2.6 Offsetspannung

Die Offsetspannung zeigt den Spannungsoffset des aktuellen Kanals an und kann über die numerische Tastatur eingestellt werden. Die Kanalspannung ändert sich mit der Einstellung und die Wellenform bewegt sich ebenfalls mit der vertikalen Bewegung.



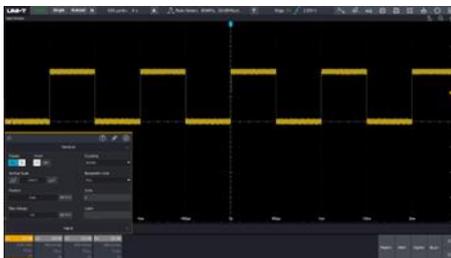
Auf 0 setzen: Auf die 0-Registerkarte neben der Offsetspannung klicken, die Offsetspannung des Kanals auf 0 mV einstellen.

## 2.7 Einheit

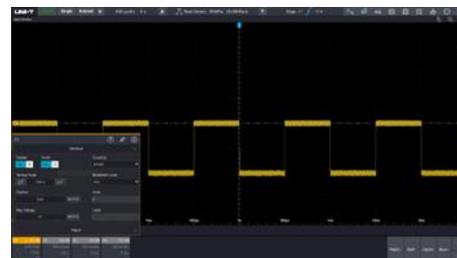
Der Benutzer kann die Einheit der vertikalen Skala über die numerische Tastatur anpassen. Stellen Sie verschiedene Einheiten ein, um verschiedenen Messszenarien gerecht zu werden. Wenn Sie z.B. die Stromsonde zur Messung des Stroms verwenden, sollten Sie die Einheit auf A/mA einstellen, um die Beobachtung zu erleichtern.

## 2.8 Invertierte Phase

Die invertierte Phase kann im Kanalmenü eingestellt werden. Wenn die invertierte Phase aktiviert ist, wird die Wellenformspannung invertiert und das Symbol **C1** für die invertierte Phase erscheint im vertikalen Zustand.



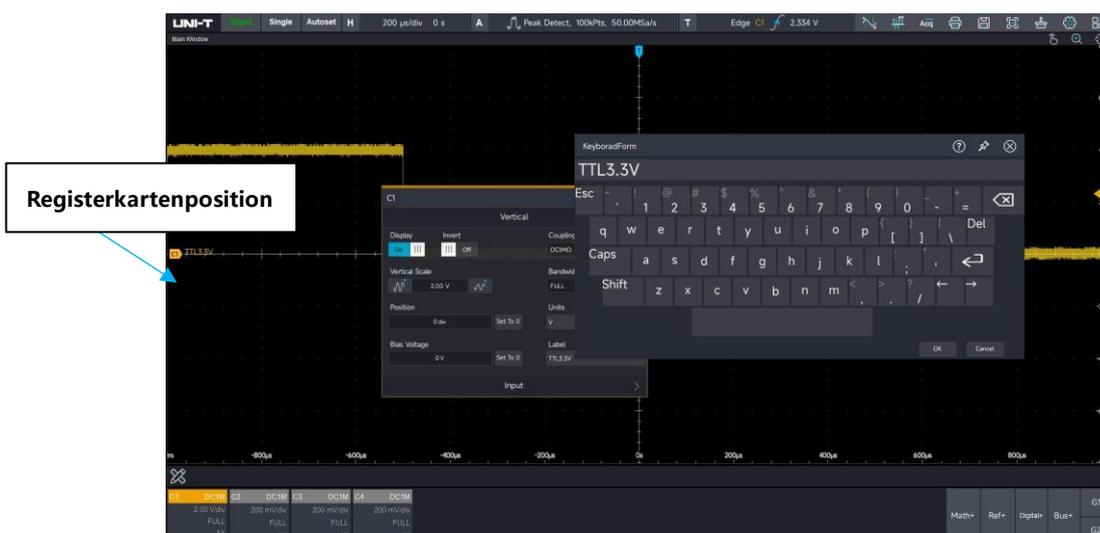
Invertierte Phase EIN



Invertierte Phase AUS

## 2.9 Registerkarte

Klicken Sie auf die Registerkarte im Kanalmenü, um die Softtastatur aufzurufen. Die Registerkarte des Eingangskanals kann über die Softwaretastatur angepasst werden, um die Markierung der Wellenform des Kanals bei der Verwendung zu unterscheiden. Die Registerkarte Eingabe wird am Kanalcursor auf der linken Seite des Bildschirms angezeigt.

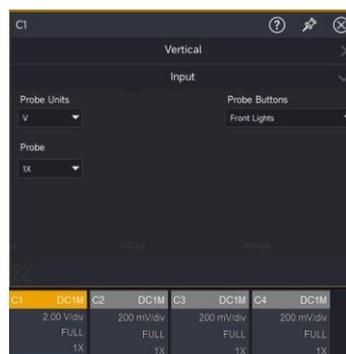


## 2.10 Sonden-Multiplikatorleistung

Um die Einstellung des Sondenabschwächungskoeffizienten anzupassen, muss der Sondenabschwächungskoeffizient im Kanalbetriebsmenü entsprechend eingestellt werden. Wenn der Dämpfungskoeffizient der Sonde beispielsweise 10:1 beträgt, bedeutet dies, dass die Sonde das gemessene Signal auf das 10-fache dämpft, um es in das Oszilloskop einzugeben, so dass der Sondenfaktor im Kanalmenü des Oszilloskops auf  $\times 10$  eingestellt werden sollte. Dies bedeutet, dass das Eingangssignal auf das 10-fache vergrößert wird, um sicherzustellen, dass die Messspannung des Oszilloskops korrekt ist.

Die Sonde kann auf  $\times 1$ ,  $\times 10$  und  $\times 100$  eingestellt werden.

**Vorsicht:** Wenn das Oszilloskop an einen Tastkopf mit einem Tastkopfdämpfungsverhältnis-Erkennungsstift angeschlossen ist (die verschiedenen Widerstände hat, die verschiedene Dämpfungsverhältnisse darstellen), erkennt das Oszilloskop automatisch den Tastkopfdämpfungskoeffizienten und setzt das Tastkopfdämpfungsverhältnis auf einen Wert, der diesem entspricht.



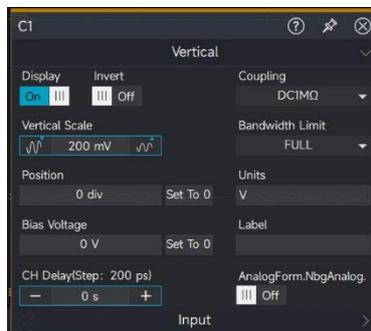
## 2.11 Mehrkanalige Anzeige

Das unabhängige Fenster kann durch Klicken auf das Kanalmenü aktiviert werden. Zu den Funktionen, die im unabhängigen Fenster geöffnet werden können, gehören u.a. mathematische Operationen, Referenzwellenformen, Protokollanalyse, digitale Kanäle und so weiter. Wenn das unabhängige Fenster aktiviert ist, wird die entsprechende horizontale Trennlinie am unteren Rand hinzugefügt und die horizontale und vertikale Skala werden unabhängig voneinander angezeigt. Das Fensterlayout kann durch Ziehgesten angepasst werden. Sie können das Fenster an die richtige Position ziehen und ablegen.

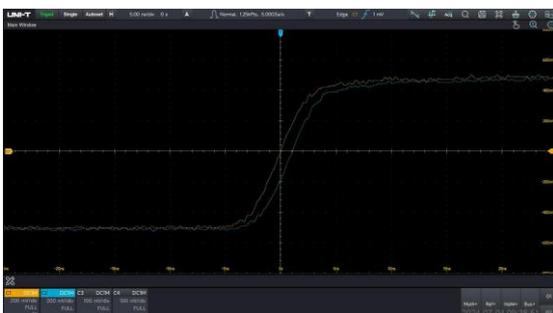


## 2.12 Kanalverzögerung einstellen

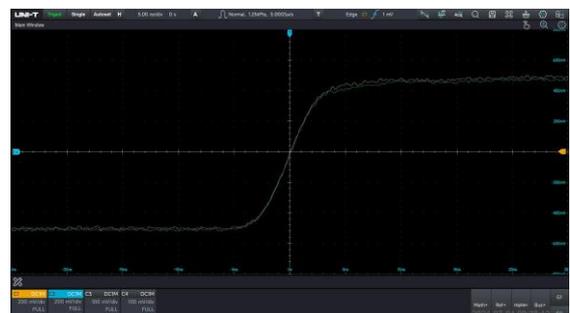
Wenn Sie tatsächliche Messungen mit einem Oszilloskop durchführen, kann die Übertragungsverzögerung des Tastkopfkabels erhebliche Fehler verursachen (Nullpunktverschiebung). Der MSO7000X kann sicherstellen, dass sich die Phasen zwischen den Kanälen im gleichen Zustand befinden, indem er die Kanalverzögerungsstufe einstellt. Dies ist sehr häufig in Anwendungsszenarien der Fall, die hochpräzise Messungen erfordern, wie z.B. bei der Analyse von Stromversorgungen. Klicken Sie auf das Kanalmenü und wählen Sie auf der sich öffnenden Einstellungsseite des Kanalmenüs den Verzögerungsschritt aus (der Mindestschritt beträgt 100ps, und  $\pm 800$ ps können eingestellt werden).



Die Kalibrierung der Kanalverzögerung ist nur gültig, wenn der Zeitbasisbereich 50ns/div oder weniger beträgt:



Vor der Verzögerungskorrektur



Nach der Verzögerungskorrektur

## 3. Horizontales System

- [Horizontale Skala](#)
- [Horizontale Verzögerung](#)
- [Roll-Modus](#)

### 3.1 Horizontale Skala

Die horizontale Skala wird auch als horizontale Zeitbasis bezeichnet, d.h. der Zeitwert, der durch jede Skala in horizontaler Richtung des Bildschirms dargestellt wird, normalerweise ausgedrückt als s/div. Die horizontale Skala kann auf drei Arten eingestellt werden: über das Bedienfeld, über die Berührungssteuerung und über Gesten.

Bedienung am Bedienfeld: Stellen Sie die horizontale Skala mit dem Drehknopf "Skala" im horizontalen Kontrollbereich ein, indem Sie die horizontale Skala in Schritten von 1-2-5 einstellen. Drehen Sie im Uhrzeigersinn, um die Skala zu verkleinern, und gegen den Uhrzeigersinn, um die Skala zu vergrößern. Wenn Sie die horizontale Zeitbasis einstellen, zeigt die horizontale Zeitbasis oben links auf dem Bildschirm die Veränderung in Echtzeit an.

Touch-Control-Bedienung: Klicken Sie auf die horizontale Zeitbasis oben links auf dem Bildschirm, um das Setup-Fenster zu öffnen, klicken Sie auf  und , um die aktuelle horizontale Zeitbasis einzustellen. Sie können auch direkt auf den numerischen Wert der horizontalen Skala klicken, um die numerische Tastatur zur Eingabe der Zeitbasisskala zu öffnen.

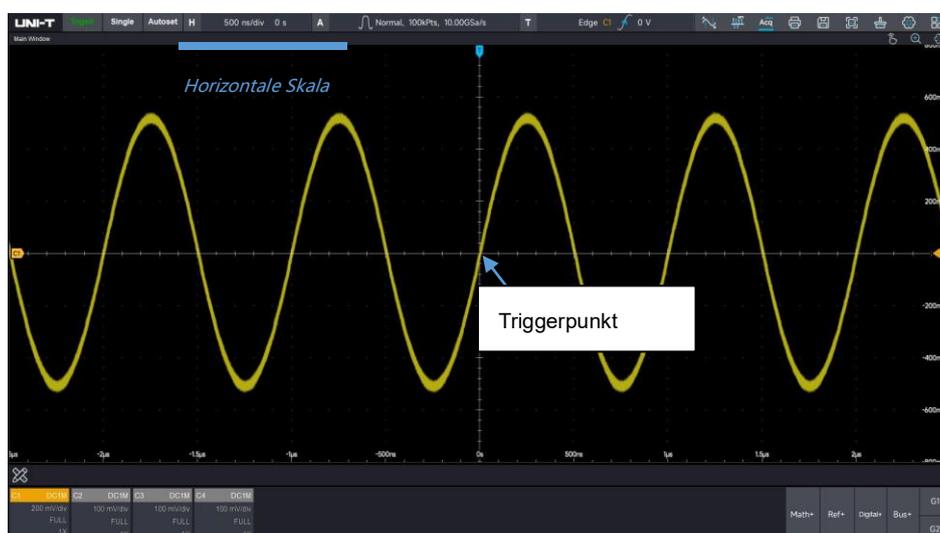


zeigt an, dass die horizontale Zeitbasis erhöht wird.



zeigt an, dass die horizontale Zeitbasis verringert wird.

**Vorsicht:** Die Skala ändert sich in 1-2-5 Schritten, und der Eingabewert ändert das Schrittmuster nicht.



Gestensteuerung: Wenn der Kanal ausgewählt ist, können Sie die Zeitbasis durch Drücken der Geste anpassen. Wenn Sie die horizontale Zeitbasis ändern, dehnt oder staucht sich die Wellenform entsprechend der Position des Auslösepunkts.

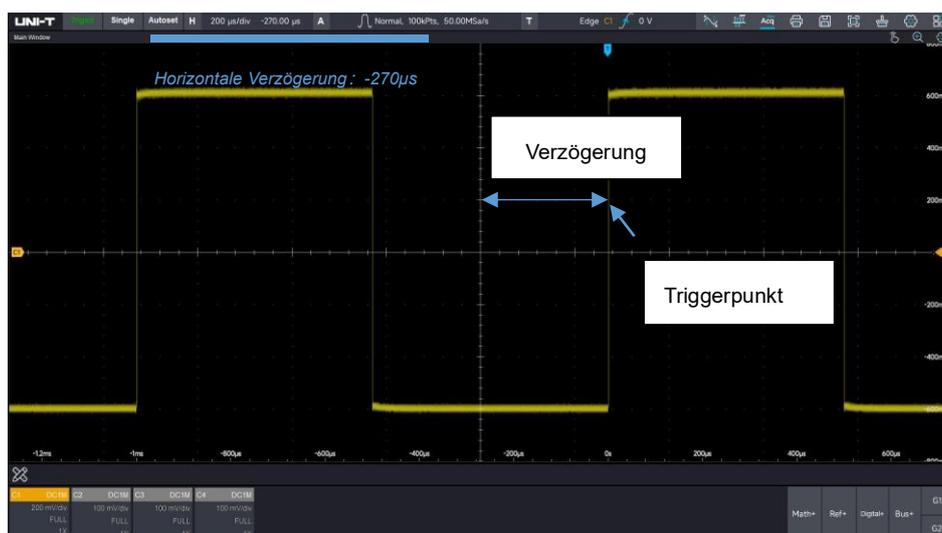
## 3.2 Horizontale Verzögerung

Die horizontale Verzögerung wird auch als horizontale Verschiebung bezeichnet, d.h. der Auslösepunkt verschiebt sich relativ zur Mitte des Bildschirms nach links und rechts. Die horizontale Verschiebung kann auf drei Arten eingestellt werden: über das Bedienfeld, die Berührungssteuerung und die Gestensteuerung.

Bedienung am Bedienfeld: Stellen Sie die horizontale Verschiebung mit dem Drehknopf "Position" im horizontalen Kontrollbereich ein. Drehen Sie ihn im Uhrzeigersinn, um die Wellenform nach links zu verschieben, und gegen den Uhrzeigersinn, um die Wellenform nach rechts zu verschieben. Wenn Sie die horizontale Verzögerung einstellen, zeigt die horizontale Verzögerung oben links auf dem Bildschirm die Veränderung in Echtzeit an. Drücken Sie den Drehknopf "Position", um die horizontale Verzögerung auf null zu setzen.

Touch-Bedienung: Klicken Sie auf die horizontale Zeitbasis oben links auf dem Bildschirm, um das Setup-Fenster aufzurufen, klicken Sie auf  und , um die aktuelle horizontale Zeitbasis einzustellen, oder klicken Sie direkt auf den numerischen Wert der horizontalen Verzögerung, um die numerische Tastatur zur Eingabe der Verzögerungszeit aufzurufen. Klicken Sie auf Verzögerung nullen, um die horizontale Verzögerung des aktuellen Kanals auf null zu setzen.

**Vorsicht:** Ein positiver Wert bedeutet, dass sich die horizontale Verzögerung nach links bewegt, ein negativer Wert bedeutet, dass sich die horizontale Verzögerung nach rechts bewegt.



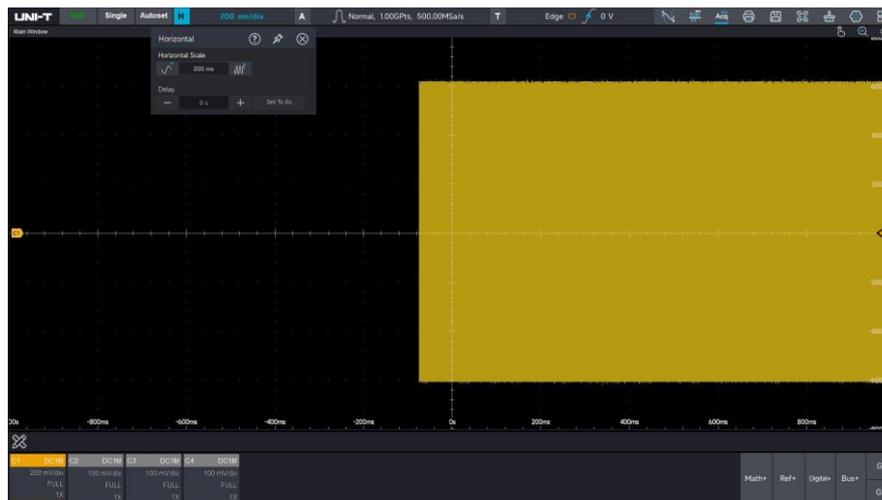
Wenn Sie die horizontale Verzögerung ändern, bewegt sich die Wellenform mit dem Triggerpunkt nach links und rechts.

Gestensteuerung: Wenn der Kanal ausgewählt ist, klicken Sie mit der Touch-Geste auf die Wellenform und gleiten nach links/rechts, um die Verzögerung der Wellenform zu ändern.

## 3.3 Roll-Modus

Wenn sich der Triggermodus im automatischen Zustand befindet und der Drehknopf 'Skala' im horizontalen Kontrollbereich eingestellt wird, wechselt das Oszilloskop in den ROLL-Modus, wenn die horizontale Skala des Oszilloskops kleiner als 50 ms/div ist.

Das Oszilloskop zeichnet kontinuierlich einen Spannungs-Zeit-Verlauf der Wellenform auf dem Bildschirm. Im ROLL-Modus wird die Wellenform von rechts nach links gescrollt, um die Anzeige zu aktualisieren, und die neueste Wellenform wird ganz rechts auf dem Bildschirm angezeigt.



Wenn der ROLL-Modus verwendet wird, um niederfrequente Signale zu beobachten, wird empfohlen, die „Kanalkopplung“ auf „DC“ einzustellen.

## 4. Abtastsystem

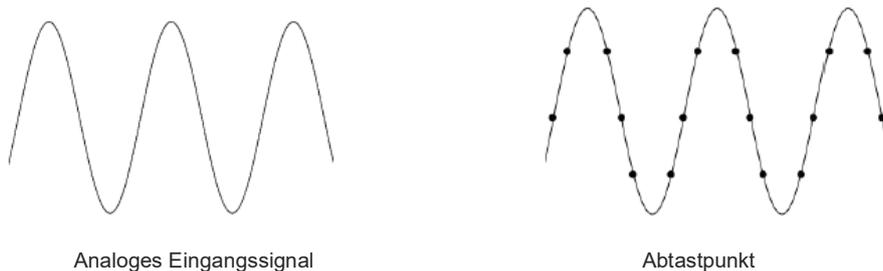
- [Abtastrate](#)
- [Erfassungsmodus](#)
- [Speichertiefe](#)
- [ERES](#)

Die Abtastung ist die Umwandlung des Signals von einem analogen Eingangskanal durch einen Analog-Digital-Wandler (ADC) in einen diskreten Punkt.

### 4.1 Abtastrate

#### (1) Abtastung und Abtastrate

Die Abtastung bedeutet, dass das Oszilloskop eine Abtastung des analogen Eingangssignals vornimmt, die Abtastung in digitale Daten umwandelt und dann die digitalen Daten zu Wellenformaufzeichnungen zusammenfasst. Die Kurvenformaufzeichnungen werden im Speicher abgelegt.



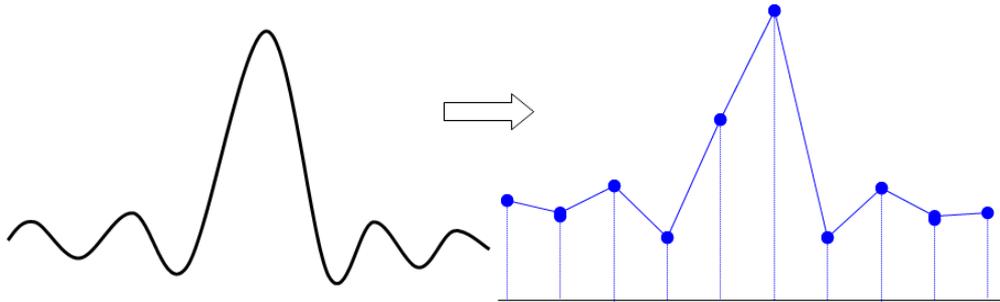
Die Abtastrate gibt das Zeitintervall zwischen zwei Abtastpunkten an. Die maximale Abtastrate der Mixed-Signal-Oszilloskope der Serie MSO7000X beträgt 10GSa/s.

Die Abtastrate hängt von der Anzahl der Kanäle ab. Der Einzelkanal wird mit 10 GSa/s geöffnet. Der Doppelkanal wird mit 5 GSa/s geöffnet. Vier Kanäle werden mit 2,5GSa/s geöffnet.

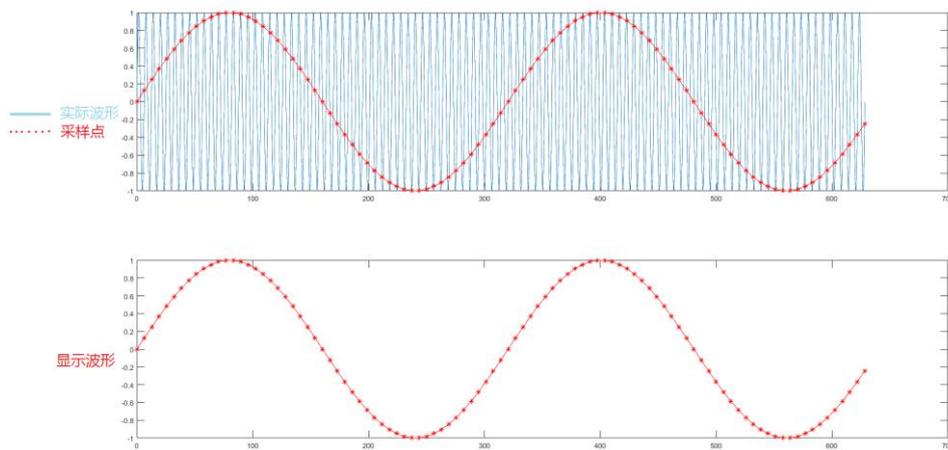
Die Abtastrate ändert sich mit der Zeitbasisskala und der Speichertiefe.

#### (2) Auswirkung einer niedrigen Abtastrate

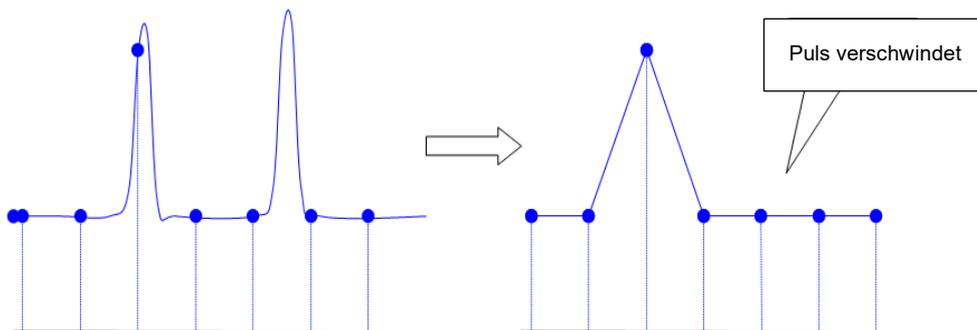
Wellenformverzerrung: Aufgrund der niedrigen Abtastrate fehlen möglicherweise die Details der Wellenform, und die abgetastete Wellenform kann sich stark vom tatsächlichen Signal unterscheiden.



Wellenformaliasing: Da die Abtastrate 2-mal niedriger ist als die tatsächliche Signalfrequenz (Nyquist-Frequenz), ist die Wellenformfrequenz bei der Rekonstruktion der Abtastdaten geringer als die Frequenz des tatsächlichen Signals.

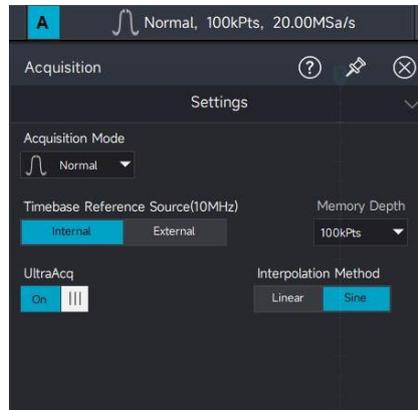


Fehlende Wellenform: Aufgrund der niedrigen Abtastrate spiegelt die Wellenform nicht alle tatsächlichen Signale wider, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.



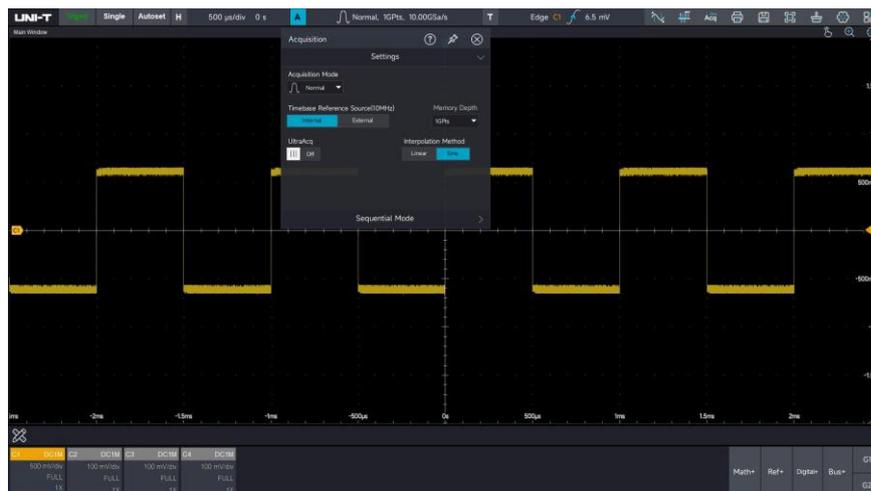
## 4.2 Erfassungsmodus

Der Erfassungsmodus kann im Menü Abtastung umgeschaltet werden. Der Erfassungsmodus umfasst normale Abtastung, Spitzenabtastung, hohe Auflösung, Hüllkurve und Mittelwertabtastung.



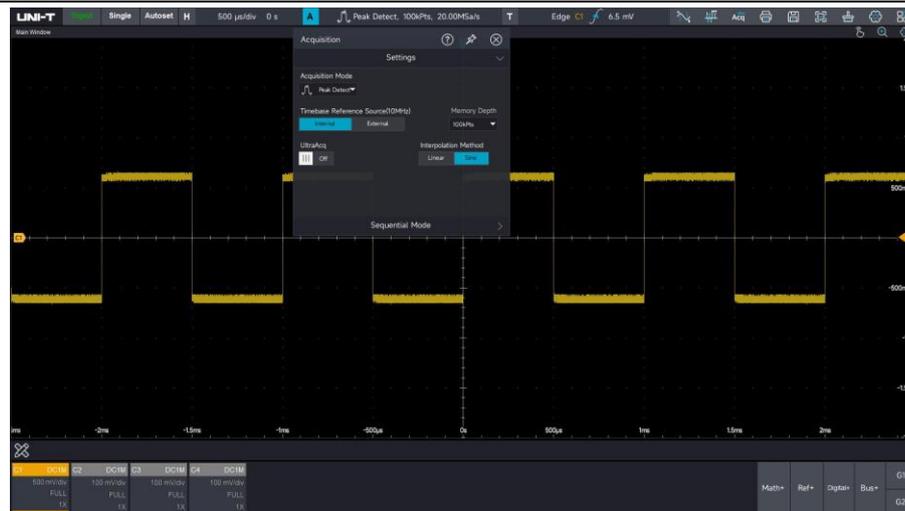
### (1) Normale Abtastung

Das Oszilloskop tastet das Signal ab und rekonstruiert die Wellenform mit gleichem Zeitintervall im normalen Modus. Für die meisten Wellenformen kann dieser Modus den optimalen Anzeigeeffekt erzielen.



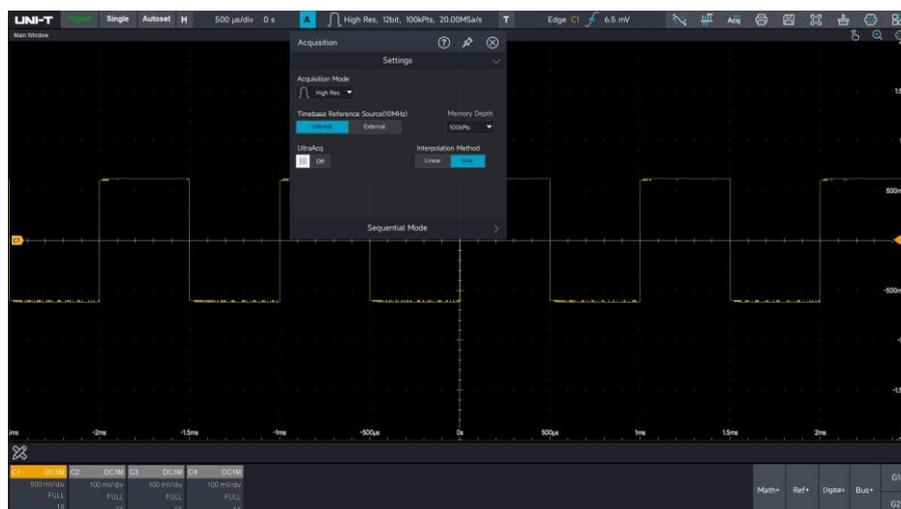
### (2) Spitzenabtastung

Das Oszilloskop ermittelt das Maximum und Minimum des Eingangssignals aus jedem Abtastintervall und verwendet diese Werte zur Anzeige der Wellenform. Auf diese Weise kann das Oszilloskop die schmalen Impulse erfassen und anzeigen, während diese schmalen Impulse bei der normalen Abtastung übersehen werden. In diesem Modus erscheint auch das Rauschen stärker.



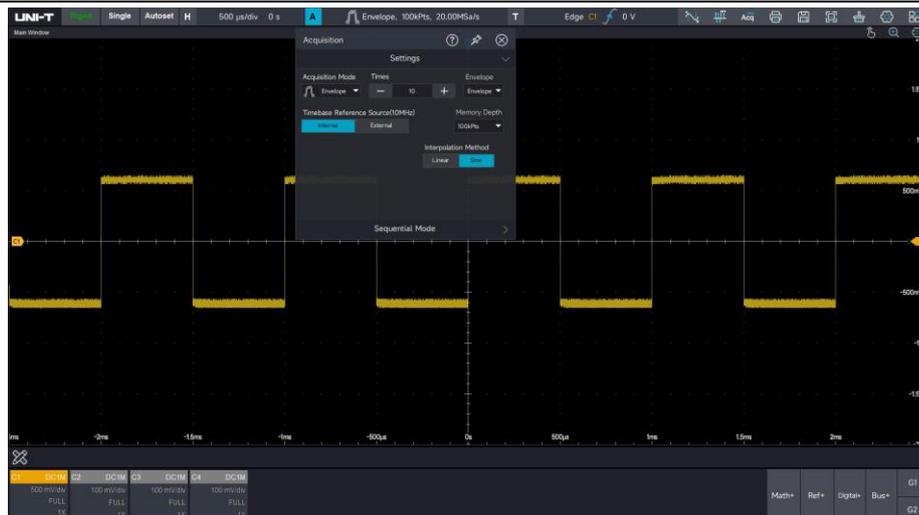
### (3) Hohe Auflösung

Das Oszilloskop mittelt die benachbarten Punkte der Abtastwellenform und kann so das zufällige Rauschen des Eingangssignals reduzieren und eine glattere Wellenform auf dem Bildschirm erzeugen.



### (4) Hüllkurve

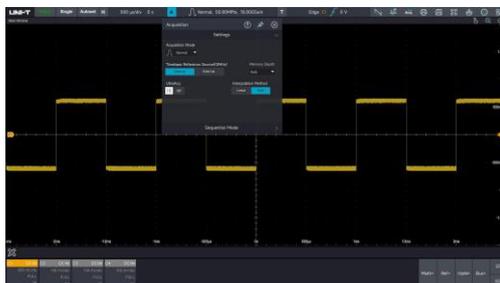
Erfassung mehrerer Wellenformen für alle relativen Triggerpunkte für denselben Zeitpunkt der Abtastpunkte, um die Höchst- und Mindestwerte zu berechnen und anzuzeigen. Der allgemeine Hüllkurvenmodus, der den Modus zur Erkennung von Spitzenwerten für jede einzelne Erfassung verwendet. Die maximale Anzahl von Hüllkurven beträgt 65536.



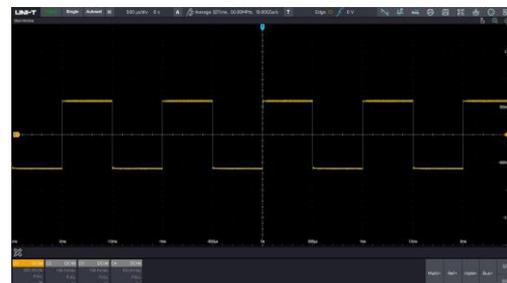
### (5) Mittelwertabtastung

Das Oszilloskop ermittelt mehrere Wellenformen, berechnet deren Mittelwert und zeigt dann die endgültige Wellenform an. Dieser Modus kann das Zufallsrauschen reduzieren. Die maximale Durchschnittszeit beträgt 65536.

Um die Wellenform zu beobachten, ändern Sie die Erfassungsmethode. Wenn das Signal starkes Rauschen enthält, wird die Wellenform nicht gemittelt und die Wellenform nimmt eine 32-fache Mittelung an, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.



Nicht gemittelte Wellenform



Wellenform mit 32-facher Mittelung

**Vorsicht:** Durchschnitt und hohe Auflösung verwenden unterschiedliche Mittelungsmethoden. Ersteres ist eine „mehrfache Abtastmittelung“, letzteres eine „einfache Abtastmittelung“.

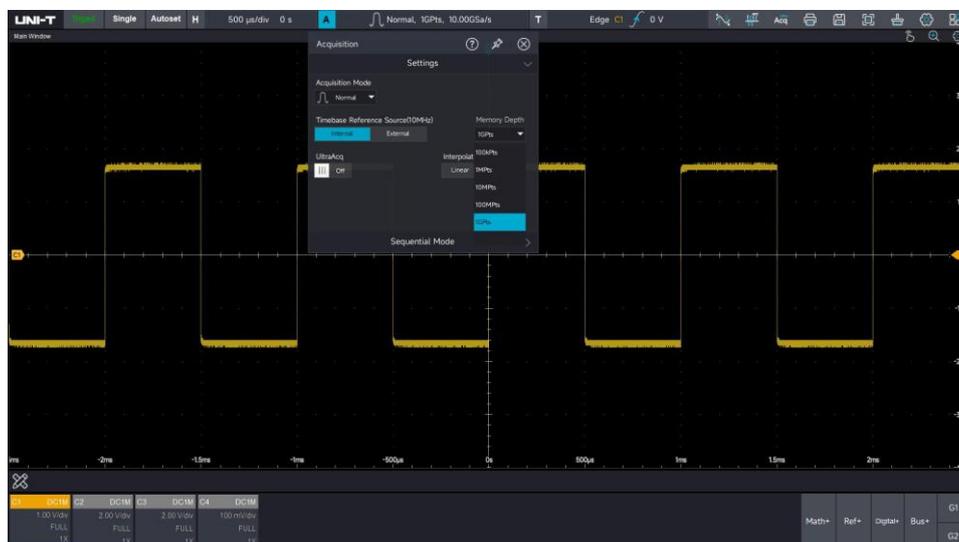
## 4.3 Speichertiefe

Die Speichertiefe ist die Anzahl der Wellenformen, die im Oszilloskop während einer Triggererfassung gespeichert werden können. Sie spiegelt die Speicherkapazität der Speichereinheit wider.

Das Verhältnis von Speichertiefe, Abtastrate und Wellenformlänge sollte der Berechnungsformel entsprechen.

$$\text{Speichertiefe} = \text{Abtastrate} \times \text{horizontale Zeitbasis} \times \text{die Anzahl der Raster der horizontalen Richtung auf dem Bildschirm}$$

Die maximale Speichertiefe des MSO7000X beträgt 1Gpts (1Gpts: ein Kanal, 500Mpts: zwei Kanäle, 250Mpts: vier Kanäle). Unter "Abtastungseinstellungen → Speichertiefe", wenn der Einzelkanal geöffnet ist, kann der Benutzer die Speichertiefe frei auf Auto, 100Kpts, 1Mpts, 10Mpts, 100Mpts und 1Gpts einstellen.



## 4.4 ERES

Im Gegensatz zu ERES in der Mathematik wird ERES bei der Erfassung durch die FPGA implementiert und verarbeitet die Wellenformen direkt, ohne sie in mathematische Wellenformen umzuwandeln.

Die Filterung für den Enhancing Resolution Mode (ERES) zur Verbesserung des Signals weist zwei Eigenschaften auf:

(1) In jedem Fall verbessert die Verwendung einer festen Anzahl von Filtern die Auflösung (d.h. die Fähigkeit, Spannungspegel zu unterscheiden, die sehr nahe beieinander liegen). Unabhängig davon, ob das Signal verrauscht ist oder nicht, ob es sich um ein einzelnes Signal oder ein sich wiederholendes Signal handelt, kann dies die Auflösung effektiv verbessern.

(2) Das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) kann je nach Art des Rauschens im Originalsignal verbessert werden, da der Modus mit erhöhter Auflösung die Signalbandbreite reduziert und dadurch einen Teil des Rauschens herausfiltert.

Stellen Sie den ERES-Modus ein:

Wählen Sie ERES im Erfassungsfunktionsmenü und stellen Sie die Erweiterungsbits ein (0,5 - 3 Bits).



## 5. Trigger-System

- [Trigger-System Substantiv](#)
- [Flanken-Trigger](#)
- [Impulsbreiten-Trigger](#)
- [Video-Trigger](#)
- [Slope-Trigger](#)
- [Runt-Pulse-Trigger](#)
- [Verzögerung-Trigger](#)
- [Timeout-Trigger](#)
- [Dauer-Trigger](#)
- [Setup&Hold-Trigger](#)
- [Nth Edge Flanke](#)
- [Code-Muster-Trigger](#)
- [Serielle Bus-Trigger](#)
- [Zonen-Trigger](#)

Der Trigger bestimmt, wann das Oszilloskop beginnt, Daten zu sammeln und eine Wellenform anzuzeigen. Sobald der Trigger richtig eingestellt ist, kann er instabile Signale in eine stabile Wellenform umwandeln. Zu Beginn der Datenerfassung sammelt das Oszilloskop genügend Daten, um die Wellenform zu erstellen, die links vom Triggerpunkt beginnt, und fährt fort, bis die Triggerbedingung erfüllt ist. Wenn ein Trigger erkannt wird, sammelt das Oszilloskop kontinuierlich genug Daten, um die Wellenform rechts vom Triggerpunkt zu zeichnen.

## 5.1 Trigger-System Substantiv

### Trigger

Wenn ein Abschnitt der Wellenform die Bedingung erfüllt, erfasst das Oszilloskop sofort den Abschnitt der Wellenform und seine benachbarten Teile und zeigt sie auf dem Bildschirm an.

Der Trigger hat zwei Funktionen: das interessierende Ereignis zu isolieren und die Wellenform zu synchronisieren oder die Wellenform stabil anzuzeigen. Nur ein stabiler Trigger kann die Anzeige stabilisieren.

Die Triggerschaltung sorgt dafür, dass jede Zeitbasisabtastung oder -erfassung beim Eingangssignal und der benutzerdefinierten Triggerbedingung beginnt, d.h. jede Abtastung und Erfassung überschneidet sich mit der erfassten Wellenform, wodurch die Wellenformanzeige stabil ist.

### Trigger Quelle

Ein Signal wird verwendet, um einen Trigger zu erzeugen. Der Trigger kann aus einer Vielzahl von Quellen stammen, z.B. aus dem analogen Kanal (C1, C2, C3 und C4), dem digitalen Kanal (D0 ~ D15), Ext, Ext5, AC und Aux In.

1. **Analoger Kanal:** Wählen Sie einen der analogen Signaleingänge C1~C4 auf der Frontplatte des Oszilloskops als Triggersignal.
2. **Digitaler Kanal:** Wenn Sie ein digitales Signal anschließen und "Digital" geöffnet ist, wählen Sie einen der digitalen Kanäle (D0~D15) als Triggersignal.
3. **EXT:** Wählen Sie EXT TRIG (EXT-Eingangsklemme) auf der Frontplatte des Oszilloskops als Triggersignal. Zum Beispiel kann der externe Taktgeber an der EXT-TRIG-Klemme als Triggerquelle verwendet werden. Der Triggerpegelbereich des EXT-Signals ist -1 V ~ +1 V.
4. **AC:** Das Triggersignal kommt vom AC-Netzeingang des Oszilloskops. Der Netzversorgungstrigger wird normalerweise verwendet, um Signale zu messen, die mit der Frequenz der Wechselstromversorgung zusammenhängen. Er wird hauptsächlich in der Energiewirtschaft verwendet.
5. **Aux In:** Das über die Aux In-Schnittstelle eingespeiste Taktsignal wird als Trigger für die Taktsynchronisation zwischen zwei oder mehr Geräten verwendet.

### Trigger-Modus

Der Triggermodus bestimmt das Verhalten des Oszilloskops während einer Triggerbedingung. Dieses Oszilloskop bietet drei Arten von Trigger-Modi: Auto-, Normal- und Einzeltrigger.

- (1) **Automatischer Trigger:** Wenn es kein Triggersignal gibt, sammelt das System automatisch Daten und zeigt sie an. Wenn das Trigger-Signal erzeugt wird, schaltet das System automatisch auf Trigger-Scanning um und synchronisiert sich mit dem Signal.

Der automatische Triggermodus ist geeignet für

- Prüfen Sie das Gleichstromsignal (DC-Signal) oder ein Signal mit unbekannter

### Pegelcharakteristik.

(2) Normaler Trigger: Das Oszilloskop kann nur Daten sammeln, wenn die Triggerbedingung erfüllt ist. Das Oszilloskop stoppt die Datenerfassung und wartet auf den Triggerstatus, wenn kein Triggersignal anliegt. Das Oszilloskop aktualisiert die Wellenformdaten, wenn die Triggerbedingung erfüllt ist. Andernfalls behält das Oszilloskop die zuletzt getriggerte Wellenform bei.

Der normale Triggermodus ist geeignet für

- nur das bestimmte Ereignis sammeln, das durch die Triggereinstellung festgelegt wurde;
- seltenen Trigger-Ereignis können Sie im normalen Modus verhindern, dass das Oszilloskop automatisch triggert, so dass die Wellenform stabil angezeigt werden kann.

(3) Einzeltrigger: Im Einzeltrigger-Modus drücken Sie die Taste **Single** einmal, um die Wellenform auf dem Bildschirm zu löschen, und das Oszilloskop geht in den Zustand Warten auf Trigger über. Wenn das Oszilloskop einen Trigger erkennt, wird die Wellenform abgetastet und angezeigt, dann geht das Oszilloskop in den STOP-Zustand über.

Der Einzeltrigger-Modus ist geeignet für

- ein zufälliges Ereignis oder ein aperiodisches Signal erfassen, wie z.B. eine ansteigende oder abfallende elektrische Wellenform;
- seltenes Trigger-Ereignis.

### Trigger-Kopplung

Die Triggerkopplung bestimmt, welcher Teil des Signals an die Triggerschaltung weitergeleitet wird. Zu den Kopplungsarten gehören DC, AC, HF-Unterdrückung, LF-Unterdrückung und Rauschunterdrückung.

- DC: Lassen Sie alle Komponenten des Signals hindurch.
- AC: Blockieren Sie die Gleichstromkomponente des Signals.
- HF-Unterdrückung: Dämpft Hochfrequenzkomponenten über 40kHz.
- LF-Unterdrückung: Dämpft niederfrequente Komponenten unter 40 kHz.
- Rauschunterdrückung: Unterdrücken Sie hochfrequentes Rauschen im Signal, um die Wahrscheinlichkeit von Berührungsfehlern zu verringern.

### Vor-Trigger/Verzögerungs-Trigger

Erfasste Daten vor oder nach einem Triggerereignis.

Die Triggerposition wird normalerweise in der horizontalen Mitte des Bildschirms eingestellt. Der Benutzer kann 7 Raster mit Vor-Trigger- und Verzögerungs-Trigger-Informationen beobachten. Die Wellenform kann horizontal verschoben werden, um zusätzliche Vor-Trigger-Informationen anzuzeigen. Durch die Analyse der Vor-Trigger-Daten kann die Wellenform vor der Triggerauslösung betrachtet werden. Zum Beispiel können Störungen am Anfang eines Schaltkreises erfasst und die Vor-Trigger-Daten analysiert werden, um die Ursache der Störung zu identifizieren.

### Force-Trigger

Drücken Sie die Taste **Force**, um die Erzeugung eines Triggersignals zu erzwingen.

Wenn die Wellenform im Normal- oder Einzeltriggermodus nicht auf dem Bildschirm angezeigt wird,

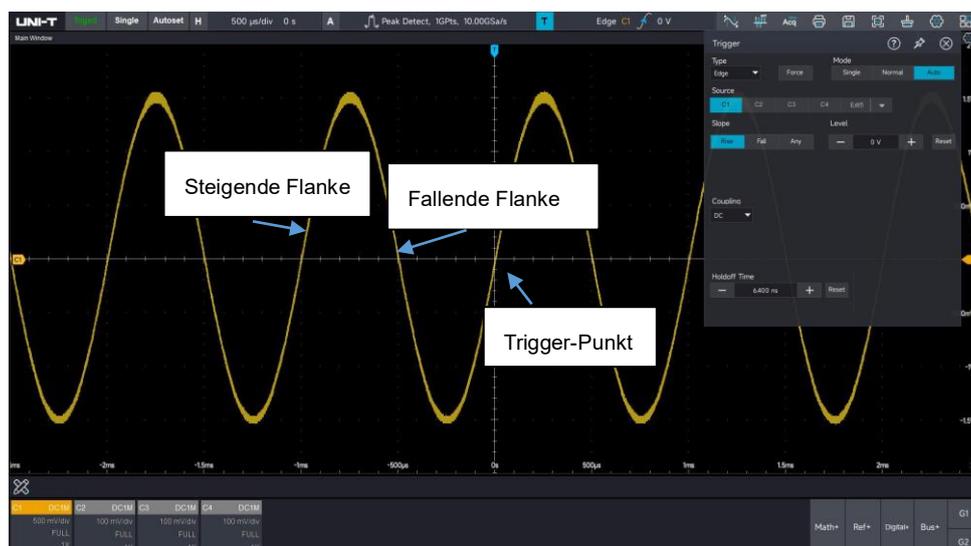
drücken Sie die Taste **Force**, um die Basislinie des Signals abzutasten und zu überprüfen, ob die Abtastung ordnungsgemäß durchgeführt wurde.

### Trigger-Holdoff

Mit Trigger-Holdoff können komplizierte und sich wiederholende Wellenformen stabil erzeugt werden (Wellenformwiederholungen mit mehreren Flanken oder anderen Ereignissen dazwischen, wie zum Beispiel Impulsfolgen). Die Trigger-Holdoff-Zeit zeigt an, dass das Oszilloskop auf den Neustart der Triggerschaltung wartet. Während der Trigger-Holdoff-Zeit wird das Oszilloskop, selbst wenn die Triggerbedingung erfüllt ist, bis zum Ende der Holdoff-Zeit nicht auslösen.

## 5.2 Flanken-Trigger

Die Flanke kann ausgelöst werden, indem nach einer spezifischen Flanke (steigende Flanke, fallende Flanke oder zufällige Flanke) in der Wellenform und im elektrischen Pegel gesucht wird. Drücken Sie das Menü für Flanken-Trigger, um Quelle, Trigger-Kopplung, Trigger-Modus und Flankentyp einzustellen. Die Wellenform kann stabil erzeugt werden, wenn die Bedingungen erfüllt sind.



### Quelle auswählen

Der Flankentrigger kann C1 ~ C4/EXT/(EXT/5)/D0 ~ D15/Netzteiltrigger wählen.

Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt "[Trigger-System Substantiv](#)".

### Flankentyp auswählen

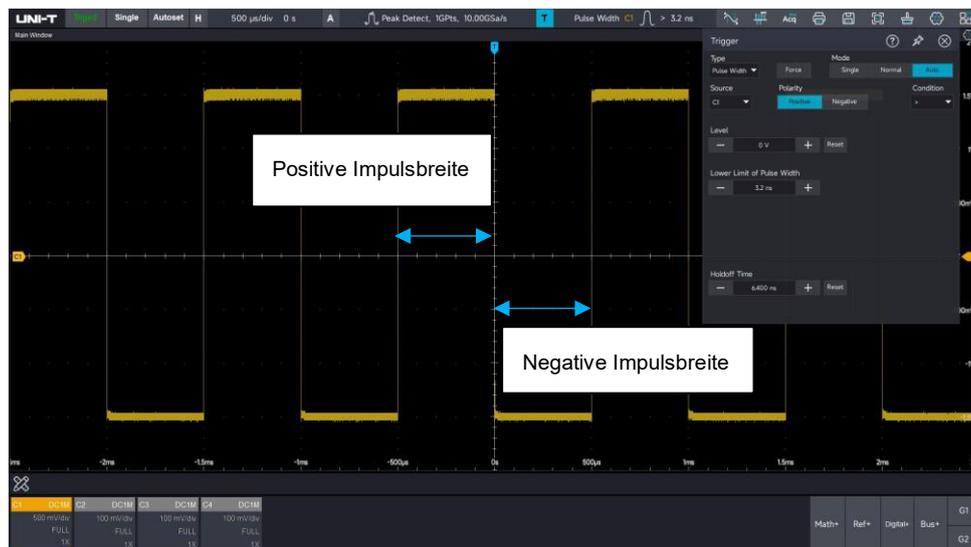
1. Steigende Flanke: Legen Sie fest, dass bei der steigenden Flanke des Signals getriggert wird.
2. Fallende Flanke: Legen Sie fest, dass die Triggerung bei der fallenden Flanke des Signals erfolgt.
3. Zufällige Flanke: Legen Sie fest, dass sowohl bei der steigenden als auch bei der fallenden Flanke des Signals ausgelöst wird.

### Schwellenwert festlegen

Stellen Sie die Pegelposition des Flankentriggers ein.

## 5.3 Impulsbreiten-Trigger

Der Impulsbreitentriger stellt das Oszilloskop so ein, dass es bei einem positiven oder negativen Impuls mit einer bestimmten Impulsbreite getriggert wird, der die Beurteilungsbedingungen erfüllt. Im Menü Pulsbreitentriger können Sie die Quelle, die Pulsbreitenbedingung, die obere/untere Grenze der Pulsbreite, die Pulsbreitenpolarität (positiv/negativ), die Triggerkopplung und den Triggermodus einstellen.



**Impulsbreiten-Bedingung:** Wählen Sie die Triggerbedingung ">", "<", "[...]".

> : Wenn die Impulsbreite des Triggersignals größer ist als die eingestellte Impulsbreite, kann die untere Grenze der Impulsbreite eingestellt werden.

< : Wenn die Impulsbreite des Triggersignals kleiner als die eingestellte Impulsbreite ist, kann die obere Grenze der Impulsbreite eingestellt werden.

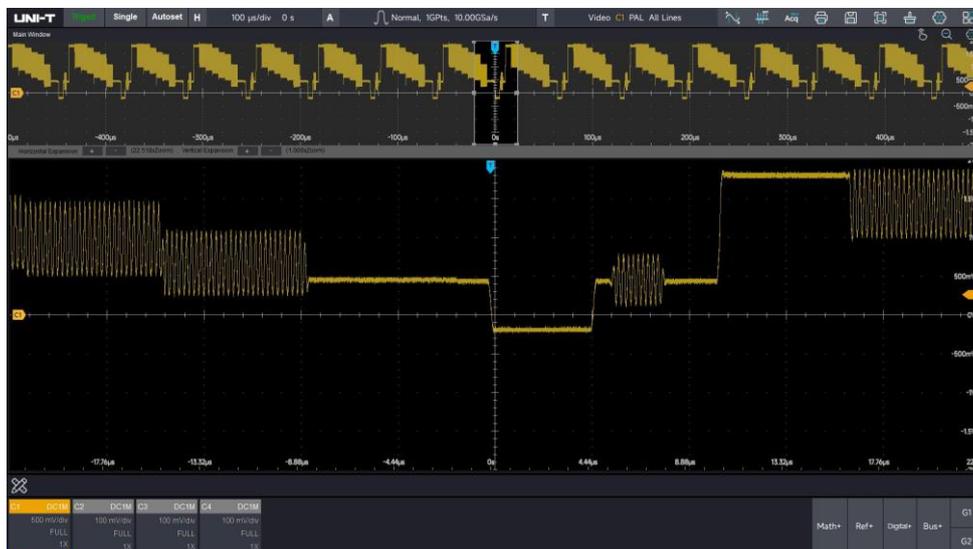
[...]: Wenn die Impulsbreite des Triggersignals im Wesentlichen der eingestellten Impulsbreite entspricht oder die Signalimpulsbreite im eingestellten Bereich erzeugt wird, kann die untere/obere Grenze der Zeit eingestellt werden.

### Obere/untere Grenze der Impulsbreite

Der Wert der Pulsbreite des eingestellten Pulses wird mit der Pulsbreite des Signals verglichen. Er wird erzeugt, wenn die Triggerbedingung erfüllt ist. Der Bereich kann auf 3,2 ns ~ 10 s eingestellt werden.

## 5.4 Video-Trigger

Das Videosignal enthält sowohl Bild- als auch Zeitfolgeninformationen und verfügt über mehrere Standards und Formate. Die MSO7000X-Serie kann im Feld oder in der Zeile von NTSC (National Television Standards Committee) und PAL (Phase Alternating Line) ausgelöst werden.



### Videoformat

**PAL:** Die Bildfrequenz beträgt 25 Bilder pro Sekunde, die TV-Abtastzeile beträgt 625 Zeilen, wobei sich das ungerade Halbbild vorne und das gerade Halbbild hinten befindet.

**NTSC:** Die Halbbildfrequenz beträgt 60 Halbbilder pro Sekunde, und die Bildfrequenz beträgt 30 Bilder pro Sekunde. Die TV-Abtastzeile beträgt 525 Zeilen, wobei sich das gerade Feld vorne und das ungerade Feld hinten befindet.

### Video-Synchronisation

**Gerades Halbbild:** Einstellen, um auf das gerade Halbbild des Videosignals zu triggern und zu synchronisieren.

**Ungerades Halbbild:** Einstellen, um auf das ungerade Halbbild des Videosignals zu triggern und zu synchronisieren.<sup>1</sup>

**Alle Zeilen:** Einstellen, um auf das Zeilensignal des Videosignals zu triggern und zu synchronisieren.

**Angegebene Zeile:** Einstellen, um auf der angegebenen Videoleitung zu triggern und zu synchronisieren.

Wenn die angegebene Zeile ausgewählt ist, kann die Zeilennummer festgelegt werden. Der Benutzer kann die Zeilennummer über die numerische Tastatur **-** und **+** einstellen. Der Bereich der Zeilennummer reicht von 1 bis 625.

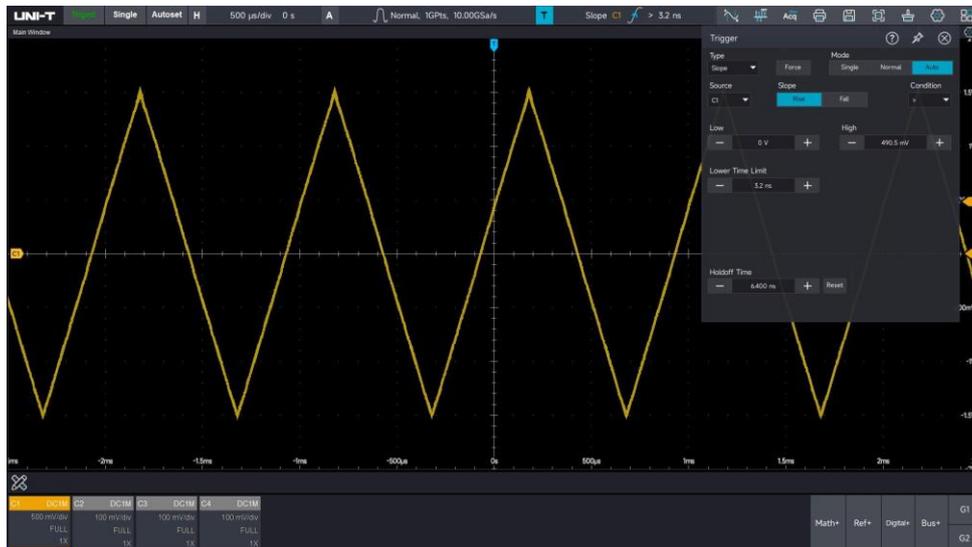
**Hinweis:** Um die Wellenformdetails im Videosignal zu beobachten, kann der Benutzer die Speichertiefe etwas größer einstellen.

Die MSO7000X-Serie nutzt die originale digitale 3D-Technik von UNI-T. Sie verwendet eine mehrstufige Graustufen-Anzeigefunktion, so dass unterschiedliche Helligkeiten die Frequenz verschiedener Teile des Signals wiedergeben können. Erfahrene Benutzer können die Signalqualität während des Debugging-

Prozesses schnell beurteilen und ungewöhnliche Bedingungen finden.

## 5.5 Slope-Trigger

Der Slope-Trigger wird ausgelöst, wenn die Steigung des ansteigenden oder abfallenden Signals den eingestellten Werten entspricht. Im Slope-Trigger-Menü können Quelle, Triggerkopplung, Triggermodus, Flankentyp (steigend, fallend), Bedingung, High-/Low-Pegel und Zeitdauer eingestellt werden.



### Steigungstyp

Der Flankentyp, mit dem Sie die Triggerflanke auswählen.

Steigende Flanke: Führen Sie den Slope Trigger mit der steigenden Flanke des Triggersignals aus.

Fallende Flanke: Führen Sie den Slope Trigger mit der fallenden Flanke des Triggersignals aus.

### Bedingung

Wählen Sie die Triggerbedingung aus: ">", "<", "[...]".

> : Es wird erzeugt, wenn die Flankenzeit des Triggersignals größer ist als die eingestellte Dauer, die untere Grenze der Dauer kann eingestellt werden.

< : Es wird erzeugt, wenn die Flankenzeit des Triggersignals kürzer ist als die eingestellte Dauer, die Obergrenze der Dauer kann eingestellt werden.

[...]: Es wird erzeugt, wenn die Flankenzeit des Triggersignals im Wesentlichen der eingestellten Flankenzeit entspricht oder im Bereich der Flankenzeit erzeugt wird, wobei die untere/obere Grenze der Zeitdauer eingestellt werden kann.

### Pegel auswählen

Der Pegel kann auf niedrigen Pegel, hohen Pegel oder hohen/niedrigen Pegel eingestellt werden. Drücken Sie direkt auf den Drehknopf "Level" im Bereich der Triggersteuerung, um die Auswahl schnell zu ändern.

Niedriger Pegel: Stellen Sie den Schwellenwert für den niedrigen Pegel des Slope-Triggers mithilfe des

LEVEL-Drehknopfs im Bereich der Triggersteuerung ein.

Hoher Pegel: Stellen Sie den Schwellenwert für den hohen Pegel des Slope-Triggers mithilfe des LEVEL-Drehknopfs im Bereich der Triggersteuerung ein.

Hoch-Niedrig-Pegel: Stellen Sie die Schwellenwerte für den Hoch-Niedrig-Pegel des Slope-Triggers mithilfe des LEVEL-Drehknopfs im Bereich der Triggersteuerung ein.

### Obere/untere Grenze der Dauerzeit

Stellen Sie die Flankenzeit ein, der Bereich kann bis 3,2 ns ~ 10 s festgelegt werden.

**Hinweis:** Bei einem Flankentrieger werden die eingestellte Dauer und der High-Low-Schwellenwert in der rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

### Anstiegsrate

Die Berechnungsformel für den Wert der Anstiegsrate lautet:

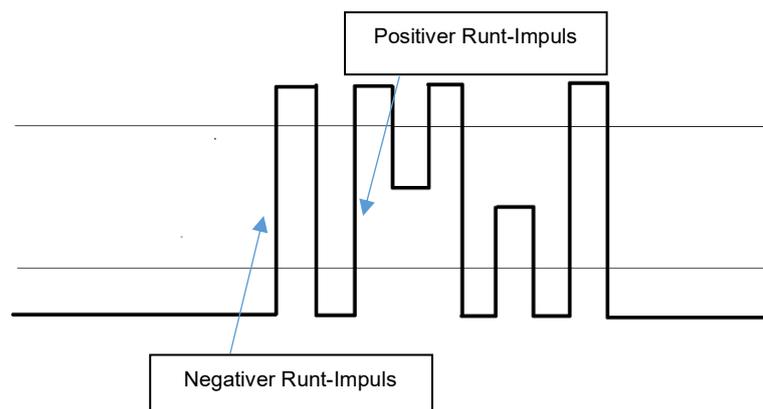
$$(\text{Schwellenwert für hohen Pegel} - \text{Schwellenwert für niedrigen Pegel}) \div \text{Zeit}$$

Für die eingestellte Anstiegsrate entspricht die hier angegebene Zeit dem Wert der Steigungszeit für die eingestellte Anstiegsrate.

## 5.6 Runt-Pulse-Trigger

Der Runt-Pulse-Trigger wird verwendet, um einen Impuls auszulösen, der einen Triggerpegel überschritten hat, aber den anderen nicht erreicht.

In diesem Oszilloskop ist der positive Runt-Puls ein Impuls, der den niedrigen Triggerpegel überschreitet, aber nicht den hohen Triggerpegel. Der negative Runt-Puls hingegen überschreitet den hohen Triggerpegel, aber nicht den niedrigen Triggerpegel.



Im Runt-Trigger-Menü können Sie die Quelle, die Triggerkopplung, den Triggermodus, die Triggerpolarität (positiv, negativ), die Bedingung (irrelevant, <, >, [...]), den niedrigen Pegel, den hohen Pegel sowie die obere/untere Grenze der Impulsbreite einstellen.

### Trigger-Polarität

Positiver Impuls: Legen Sie fest, dass der Trigger bei einem positiven Runt-Impuls ausgelöst wird.

Negativer Impuls: Legen Sie fest, dass der Trigger bei einem negativen Runt-Impuls ausgelöst wird.

### Bedingung

Irrelevant: Die Trigger-Grenzbedingung des Runt-Impuls-Triggers ist nicht gesetzt.

> : Es wird erzeugt, wenn die Runt-Impulsbreite größer ist als die eingestellte Impulsbreitenzeit. Die untere Zeitgrenze kann dabei eingestellt werden.

< : Es wird erzeugt, wenn die Runt-Impulsbreite kleiner ist als die eingestellte Impulsbreitenzeit. Die obere Zeitgrenze kann dabei eingestellt werden.

[...]: Wenn die Impulsbreite im eingestellten Bereich der Impulsbreite oder innerhalb des Bereichs liegt, kann gleichzeitig die Zeit der oberen/unteren Grenze eingestellt werden.

### Obere/untere Grenze der Impulsbreite

Die Impulsbreite des eingestellten Pulses wird mit der Impulsbreite des Kanals verglichen. Der Trigger wird ausgelöst, wenn die Bedingung erfüllt ist. Der Bereich kann auf 3,2 ns ~ 10 s eingestellt werden.

### Pegel auswählen

Der Pegel kann auf niedrigen Pegel, hohen Pegel oder hohen/niedrigen Pegel eingestellt werden. Drücken Sie direkt auf den Drehknopf "Level" im Bereich der Triggersteuerung, um die Auswahl schnell zu ändern.

Niedriger Pegel: Stellen Sie den Schwellenwert für den niedrigen Pegel des Slope-Triggers mithilfe des LEVEL-Drehknopfs im Bereich der Triggersteuerung ein.

Hoher Pegel: Stellen Sie den Schwellenwert für den hohen Pegel des Slope-Triggers mithilfe des LEVEL-Drehknopfs im Bereich der Triggersteuerung ein.

Hoch-Niedrig-Pegel: Stellen Sie die Schwellenwerte für den Hoch-Niedrig-Pegel des Slope-Triggers mithilfe des LEVEL-Drehknopfs im Bereich der Triggersteuerung ein.

## 5.7 Verzögerung-Trigger

Für den Verzögerung-Trigger müssen Sie Triggerquelle 1 und Triggerquelle 2 einstellen. Das Oszilloskop wird erzeugt, wenn die Zeitdifferenz ( $\Delta T$ ) zwischen der von Quelle 1 (Flanke 1) und der von Quelle 2 (Flanke 2) gesetzten Flanke die voreingestellte Zeitgrenze erreicht, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.



Die Flanke 1 wird auf eine steigende Flanke gesetzt, die Flanke 2 wird ebenfalls auf eine steigende Flanke gesetzt.  $\Delta T$  bezeichnet den Bereich, der in der obigen Abbildung blau markiert ist.

**Vorsicht:** Flanke 1 und Flanke 2 müssen benachbart sein. Ein stabiler Trigger kann nur auf einem Kanal erzielt werden, der mit dem Signal verbunden ist.

**Verzögerung-Trigger:** >, <, [...], ]...[

> : Wenn die Zeitdifferenz ( $\Delta T$ ) zwischen der von Quelle 1 eingestellten Flanke und der von Quelle 2 eingestellten Flanke größer ist als die untere Zeitgrenze, kann die untere Zeitgrenze eingestellt werden.

< : Wenn die Zeitdifferenz ( $\Delta T$ ) zwischen der von Quelle 1 eingestellten Flanke und der von Quelle 2 eingestellten Flanke kleiner ist als die obere Zeitgrenze, kann die obere Zeitgrenze eingestellt werden.

[...]: Wenn die Zeitdifferenz ( $\Delta T$ ) zwischen der von Quelle 1 eingestellten Flanke und der von Quelle 2 eingestellten Flanke größer oder gleich der unteren Zeitgrenze und kleiner oder gleich der oberen Zeitgrenze ist, kann die obere/untere Grenze eingestellt werden.

]...[: Wenn die Differenz ( $\Delta T$ ) zwischen der von Quelle 1 eingestellten Flanke und der von Quelle 2 eingestellten Flanke kleiner als die untere Zeitgrenze oder größer als die obere Zeitgrenze ist, kann die obere/untere Grenze eingestellt werden.

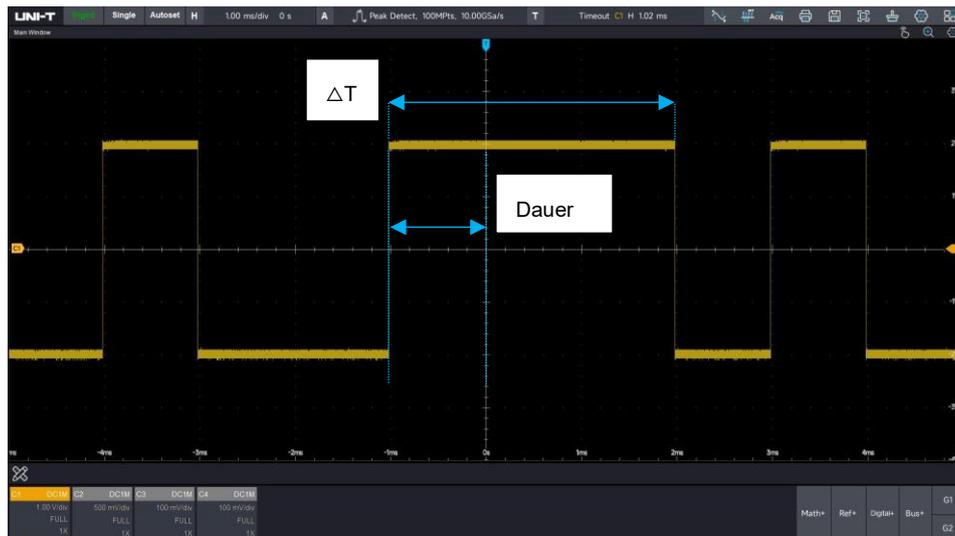
### Obere/untere Grenze der Zeit

Die eingestellte Zeit wird mit  $\Delta T$  verglichen, sie wird ausgelöst, wenn die Bedingung erfüllt ist. Der Bereich kann auf 6,4 ns ~ 10 s eingestellt werden.

## 5.8 Timeout-Trigger

Der Timeout-Trigger erzeugt ein Signal, dessen Zeitintervall ( $\Delta T$ ) vom Beginn der steigenden Flanke (oder fallenden Flanke) des Eingangssignals, das den Triggerpegel überschreitet, bis zum Ende der angrenzenden fallenden Flanke (steigenden Flanke), die den Triggerpegel überschreitet, größer ist als

die eingestellte Dauer, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.



$\Delta T >$  Dauer-Trigger

### Flankentyp

Wählen Sie die Flanke, an der das Eingangssignal ausgelöst werden kann. Sie können zwischen steigender Flanke, fallender Flanke und zufälliger steigender Flanke wählen. Der aktuelle Flankentyp wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

Steigende Flanke: Stellen Sie den Timer so ein, dass er startet, wenn die steigende Flanke des Eingangssignals den Triggerpegel überschreitet.

Fallende Flanke: Stellen Sie den Timer so ein, dass er startet, wenn die fallende Flanke des Eingangssignals den Triggerpegel überschreitet.

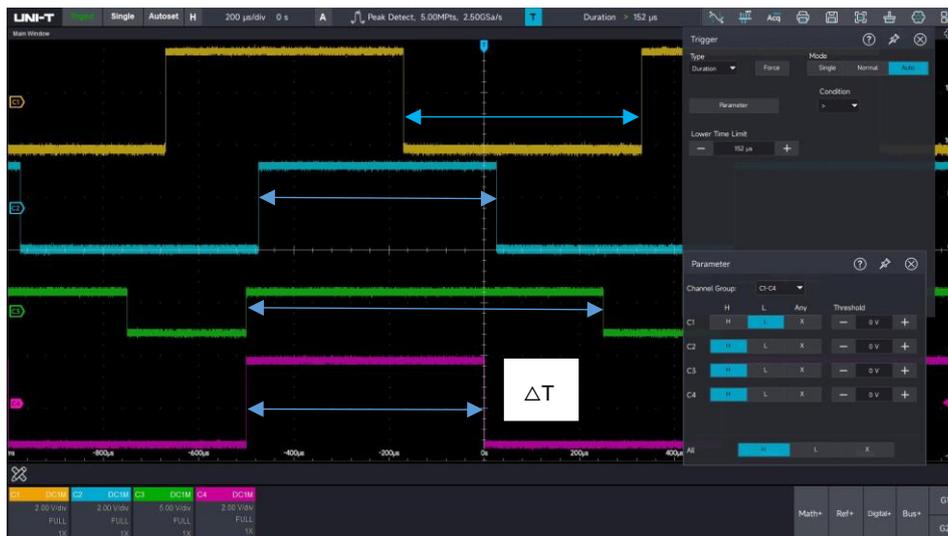
Zufällige Flanke: Stellen Sie den Timer so ein, dass er startet, wenn die steigende oder die fallende Flanke des Eingangssignals den Triggerpegel überschreitet.

### Dauer

Die eingestellte Dauer wird mit  $\Delta T$  verglichen, sie wird ausgelöst, wenn  $\text{Dauer} < \Delta T$ . Die Zeit kann auf 3,2 ns ~ 10 s eingestellt werden.

## 5.9 Dauer-Trigger

Wenn der Dauer-Trigger ausgewählt ist, bestimmt das Oszilloskop die Triggerbedingung, indem es die Dauer der angegebenen Codes überprüft. Das Codemuster ist eine Kombination aus der Logik der Kanäle „UND“, wobei der Wert jedes Kanals H (hoch), L (niedrig) oder X (zufällig) sein kann. Es wird erzeugt, wenn die Dauer ( $\Delta T$ ) des Codemusters eine voreingestellte Zeit erreicht, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.



### Codemuster

Klicken Sie auf das Parameter-Setup, um das Fenster zu öffnen. Das Codemuster kann auf H (hoch), L (niedrig) oder X (zufällig) eingestellt werden. Der Schwellenwert kann die Spannung von H, L und X beurteilen.

H: Setzen Sie den Codemusterwert des ausgewählten Kanals auf "Hoch", d.h. der Spannungspegel ist höher als der Triggerpegel des Kanals.

L: Setzen Sie den Codemusterwert des ausgewählten Kanals auf "Niedrig", d.h. der Spannungspegel ist niedriger als der Triggerpegel des Kanals.

X: Setzen Sie den Codemusterwert des ausgewählten Kanals auf "X", d.h. der Kanal ist nicht Teil des Musters. Das Oszilloskop wird nicht ausgelöst, wenn alle Kanäle im Codemuster auf "X" eingestellt sind.

### Triggerbedingung: >, <, [...]

> : Wenn die Dauer des Codemusters größer ist als die untere Zeitgrenze, kann sie die untere Zeitgrenze festlegen.

< : Wenn die Dauer des Codemusters kürzer ist als die obere Zeitgrenze, können Sie die obere Zeitgrenze festlegen.

[...]: Wenn die Dauer des Codemusters kleiner oder gleich der oberen Zeitgrenze und größer oder gleich der unteren Zeitgrenze ist, können Sie die obere/untere Zeitgrenze festlegen.

## Obere/untere Grenze der Zeit

Die Dauer wird mit  $\Delta T$  verglichen, sie wird ausgelöst, wenn die Bedingung erfüllt ist. Der Bereich kann auf 6,4 ns ~ 10 s eingestellt werden.

## Kanalgruppierung

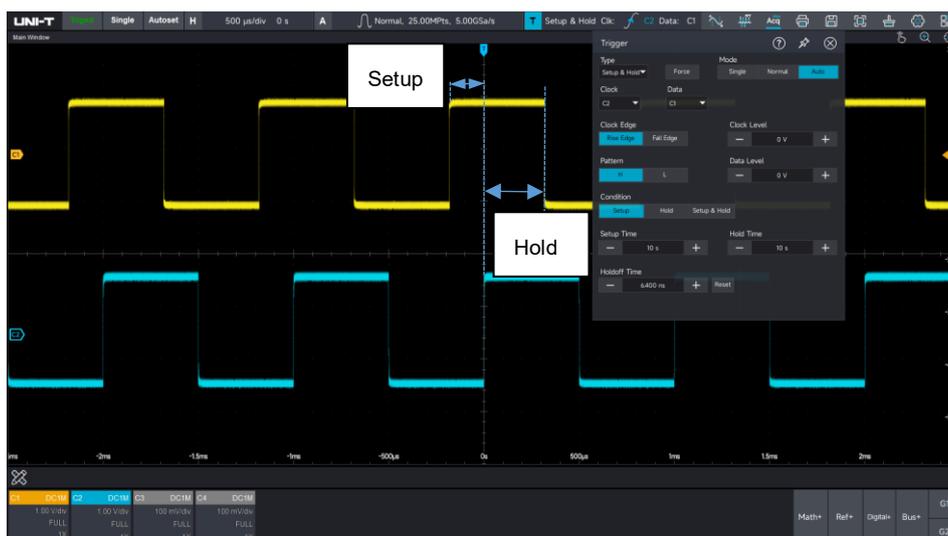
Der Dauer-Trigger unterstützt die Gruppierung von fünf Kanälen, vier Kanäle in einer Gruppe, einschließlich C1-C4, D0-D3, D4-D7, D8-D11 und D12-D15.

## 5.10 Setup & Hold-Trigger

Beim Setup & Hold Trigger muss das Oszilloskop die Datenquelle und die Taktquelle einstellen.

Die Einrichtungszeit beginnt, wenn das Datensignal den Triggerpegel überschreitet und endet, wenn die angegebene Taktflanke eintrifft. Die Haltezeit beginnt, wenn die angegebene Taktflanke eintrifft und endet, wenn das Datensignal den Triggerpegel wieder überschreitet.

Das Oszilloskop wird ausgelöst, wenn die Setup-Zeit oder die Haltezeit kürzer als die voreingestellte Zeit ist. Es wird hauptsächlich zum Auffinden von Fehlercodes und zum schnellen Auffinden von Signalen verwendet, die die Setup- und Haltezeit nicht einhalten können.



## Codemuster

H (hoch): Setzen Sie das gültige Codemuster des Datensignals auf einen hohen Pegel.

L (niedrig): Setzen Sie das gültige Codemuster des Datensignals auf einen niedrigen Pegel.

## Flankentyp

Steigende Flanke: Setzen Sie den Taktflankentyp auf steigende Flanke.

Fallende Flanke: Stellen Sie den Taktflankentyp auf fallende Flanke ein.

## Typ halten

Setup: Es wird erzeugt, wenn die Einrichtungszeit kleiner als der eingestellte Wert ist.

Hold: Es wird erzeugt, wenn die Haltezeit kleiner als der eingestellte Wert ist.

Setup & Hold: Es wird erzeugt, wenn die Einrichtungszeit oder die Haltezeit kleiner als der eingestellte

Wert ist.

### Ebene

Taktpegel: Legen Sie die Taktquelle zur Erzeugung des Triggerpegels fest.

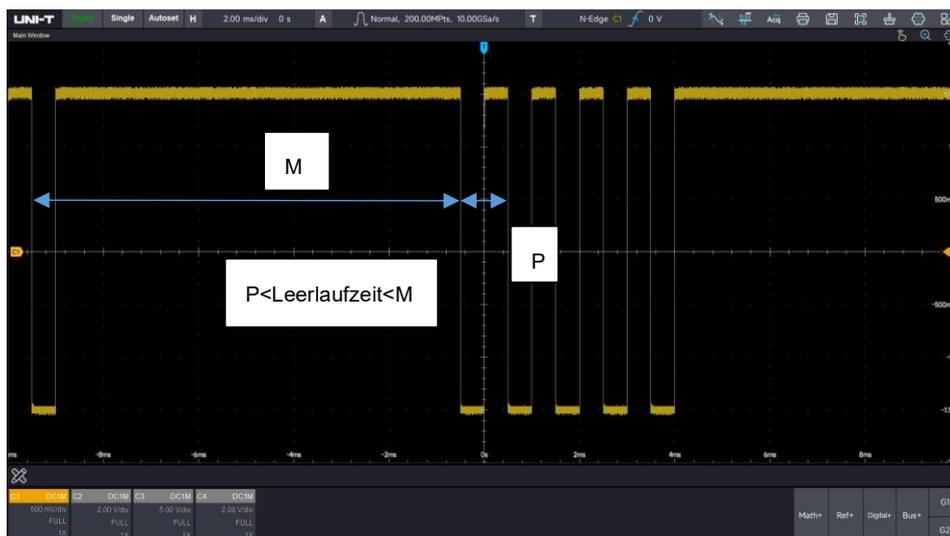
Datenpegel: Legen Sie die Datenquelle für die Erzeugung des Triggerpegels fest.

### Zeit

Die Einrichtungszeit oder Haltezeit  $\Delta T$  des Codemusters wird mit der eingestellten Zeit verglichen und wird ausgelöst, wenn die Bedingung erfüllt ist. Der Bereich kann auf 3,2 ns ~ 10 s eingestellt werden.

## 5.11 Nth Edge Flanke

Der Trigger für die Nth Edge Flanke wird bei der N-ten Flanke ausgelöst, nachdem die festgelegte Leerlaufzeit zugewiesen wurde. Beispiel: Die in der folgenden Abbildung gezeigte Wellenform wird so eingestellt, dass sie bei der 2. steigenden Flanke nach der angegebenen Leerlaufzeit (die Zeit zwischen zwei benachbarten steigenden Flanken) ausgelöst wird. M ist die Zeit zwischen der 1. steigenden Flanke und der nächsten steigenden Flanke, P ist die maximale Zeit zwischen den zählenden steigenden Flanken, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



### Flankentyp

Wählen Sie die Flanke, an der das Eingangssignal ausgelöst werden kann. Sie können zwischen steigender und fallender Flanke wählen. Der aktuelle Flankentyp wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

Steigende Flanke: Legen Sie fest, dass bei der steigenden Flanke des Signals getriggert wird.

Fallende Flanke: Legen Sie fest, dass die Triggerung bei der fallenden Flanke des Signals erfolgt.

### Leerlaufzeit

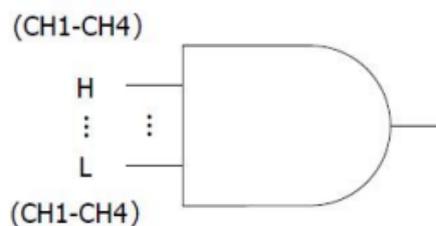
Die Leerlaufzeit wird mit der Impulszeit verglichen. Der Trigger wird ausgelöst, wenn die Bedingung erfüllt ist. Der Bereich kann auf 6,4 ns ~ 10 s eingestellt werden.

## Flankenzahl

Die Nummer der Flanke bedeutet, dass die Impulsfolge bei welcher Flanke ausgelöst wird. Drücken Sie  und  oder die numerische Tastatur, um den Flankenwert einzustellen. Der Flankenbereich ist 1 ~ 65535.

## 5.12 Code-Muster-Trigger

Der Code-Muster-Trigger identifiziert die Triggerbedingung, indem er nach den angegebenen Codemustern sucht. Der Mustertrigger-Typ ist die Kombination der Kanallogik "UND". Jeder Kanal kann auf H (hoch), L (niedrig), X (zufällig) eingestellt werden. Der Benutzer kann einen Kanal im Codemuster auch als steigende oder fallende Flanke festlegen (es kann nur eine Flanke festgelegt werden). Wenn die Flanke zugewiesen ist und die Codemuster der anderen Kanäle als "wahr" eingestuft werden (d.h. das tatsächliche Muster stimmt mit dem voreingestellten Mustertyp überein), wird das Oszilloskop bei der angegebenen Flanke ausgelöst. Wenn die Flanke nicht zugewiesen ist, wird das Oszilloskop bei der letzten Flanke des Codemusters "wahr" getriggert. Wenn das Muster für alle Kanäle auf "zufällig" eingestellt ist, wird das Oszilloskop nicht ausgelöst.



**Codemuster:** H (hoch), L (niedrig), X (zufällig), steigende Flanke, fallende Flanke. Das Codemuster jedes Kanals wird unten auf dem Bildschirm angezeigt.

H (hoch): Setzen Sie den Codemusterwert des ausgewählten Kanals auf "Hoch", d.h. der Spannungspegel ist höher als der Triggerpegel des Kanals.

L (niedrig): Setzen Sie den Codemusterwert des ausgewählten Kanals auf "Niedrig", d.h. der Spannungspegel ist niedriger als der Triggerpegel des Kanals.

X (zufällig): Setzen Sie den Codemusterwert des ausgewählten Kanals auf "X", d.h. der Kanal ist nicht Teil des Musters. Das Oszilloskop wird nicht ausgelöst, wenn alle Kanäle im Codemuster auf "X" eingestellt sind.

Steigende Flanke: Stellen Sie das Codemuster auf die steigende Flanke des ausgewählten Kanals ein.

Fallende Flanke: Stellen Sie das Codemuster auf die fallende Flanke des ausgewählten Kanals ein.

## 5.13 Serielle Bus-Trigger

Die MSO7000X-Serie unterstützt 11 Arten von seriellen Bustriggern, Datentriggern und Hüllkurventriggern sowie eine Ereignisliste und eine Suchfunktion.

Software-Suite	Beschreibung	Option	Standard/Option
Analyse der Trigger des seriellen Computerbusses	RS-232/422/485/UART	-	Standard
Analyse der Trigger des eingebetteten seriellen Busses	I <sup>2</sup> C, SPI	-	Standard
Analyse der Trigger des seriellen Automobilbusses	CAN, LIN	-	Standard
Analyse der Trigger des seriellen Automobilbusses	CAN-FD	MSO7000X-CANFD	Option
Analyse der Trigger des seriellen Automobilbusses	FlexRay	MSO7000X-FLEX	Option
Analyse der Trigger des seriellen Automobilbusses	SENT	MSO7000X-SENT	Option
Analyse der Trigger des seriellen Audiobusses	I <sup>2</sup> S, LJ, RJ, TDM	MSO7000X-AUDIO	Option
Analyse der Trigger des seriellen Raumfahrtbusses	MIL-STD-1553, ARINC 429	MSO7000X-AREO	Option

### Schließen

Es zeigt an, dass die serielle Triggerfunktion geschlossen ist.

### RS232 Dekodierung Trigger

(1) Trigger-Modus: Legen Sie den Trigger-Modus für RS232 fest.

**Startbit:** Die Wellenform wird mit dem Startbit des RS232-Protokolls ausgelöst. Wenn der Benutzer ein einzelnes Stringsignal sendet oder dieselben Strings mehrmals sendet, kann dieser Trigger verwendet werden, um eine stabile Signalwellenform zu sehen, und wenn sich die gesendeten Daten ändern, wird sich auch die entsprechende Wellenform ändern.

**Stoppbit:** Die Wellenform wird beim Stoppbit des RS232-Protokolls ausgelöst.

**Paritätsprüfbit:** Wenn das RS232-Protokoll das Paritätsprüfbit setzt, wird es entsprechend der Gerade-Ungerade-Prüfung auf 0 oder 1 gesetzt.

Ungerade-Gerade-Prüfung

- Ungerade Paritätsprüfung: Wenn die Anzahl von Bit 1 in den Datenbits und den Paritätsbits

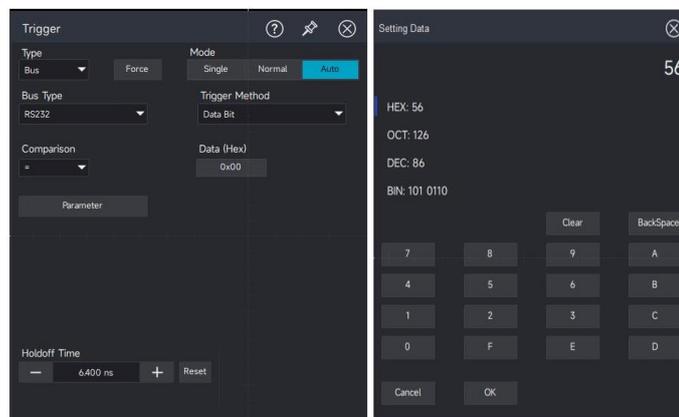
ungerade ist, wird die Übertragung als korrekt erkannt.

- Gerade Paritätsprüfung: Wenn die Anzahl von Bit 1 in den Datenbits und den Paritätsbits gerade ist, wird die Übertragung als korrekt erkannt.

Bei der Überprüfung der RS232-Kommunikation kann die Ungerade-Gerade-Prüfung schnell den Übertragungsvorgang des Prüffehlers finden, was für Sie bequem ist, um den Fehler zu lokalisieren und zu analysieren.

**Datenbit:** Der Trigger wird ausgelöst, wenn die vom Oszilloskop erfassten Daten mit dem vom Benutzer eingestellten 2-Bit-Hexadezimalsystem übereinstimmen. Mit dieser Option können Sie schnell das Übertragungssignal der Daten finden, die Sie interessieren.

- (2) Daten: Er ist gültig, wenn der Trigger-Modus "Datenbit" ist. In dieser Zeit können die Daten und der Vergleichsmodus eingestellt werden.



- (3) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert. Bitte lesen Sie dazu den Abschnitt "[RS232](#)" im Kapitel über die Protokolldekodierung.



## I<sup>2</sup>C

- (1) Datenrichtung

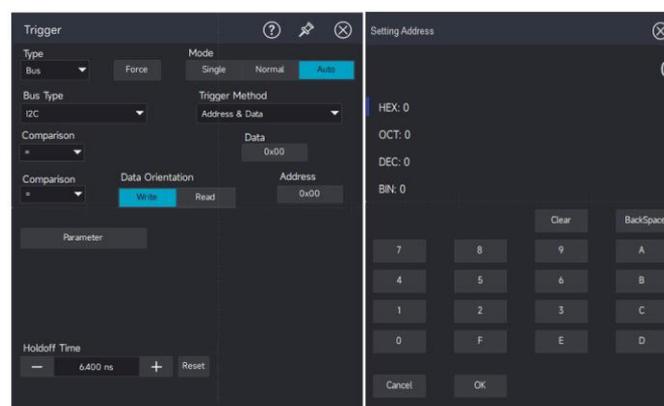
- Schreiben: Es wird ausgelöst, wenn das "Lesen/Schreiben"-Bit im I<sup>2</sup>C-Protokoll "Schreiben" ist.
- Lesen: Es wird ausgelöst, wenn das "Lesen/Schreiben"-Bit im I<sup>2</sup>C-Protokoll "Lesen" lautet.

### (2) Triggermodus

- Startbit: Es wird ausgelöst, wenn I<sup>2</sup>C mit der Übertragung beginnt, d.h. wenn SCL auf High-Pegel ist und eine fallende Flanke im SDA-Signal auftritt.
- Neustart: Neustart-Trigger bedeutet, dass auf ein Startsignal ein weiteres Startsignal gefolgt ist, bevor ein Stopp erfolgte.
- Stop: Es wird ausgelöst, wenn ein Stop-Bit aufgetreten ist, d.h. SCL ist auf High-Pegel, das SDA-Signal geht von Low auf High.
- Antwort fehlgeschlagen: Im I<sup>2</sup>C-Protokoll muss der Empfänger der Daten jedes Mal, wenn eine 8-Bit-Nachricht übertragen wird, ein Antwortsignal, d.h. ein Antwortbit, senden. Halten Sie SCL auf hohem Pegel und SDA auf niedrigem Pegel. Der Verlust des Antwortbits wird ausgelöst, wenn SCL auf hohem Pegel und das SDA-Signal auf hohem Pegel bleibt.
- Adresse: Es wird ausgelöst, wenn die Kommunikationsadresse mit der vom Benutzer definierten Adresse übereinstimmt. So können Sie die übertragene Adresse schnell lokalisieren.
- Daten: Die Wellenform wird ausgelöst, wenn die von I<sup>2</sup>C erfassten Daten mit den benutzerdefinierten Daten übereinstimmen. So können Sie schnell die Daten des Übertragungssignals finden, die Sie interessieren.
- Adressdaten: Es wird ausgelöst, wenn während der Übertragung die gleiche Adresse gefunden wird und die Datenbeziehung die Bedingung erfüllt. Mit dieser Triggerbedingung können Sie die spezifizierten Adress- und Datentrigger von I<sup>2</sup>C einfach implementieren und dem Benutzer helfen, die Übertragung zu analysieren.

### (3) Vergleichsmodus

Er ist gültig, wenn die Triggerbedingung "Adresse" oder "Adressdaten" lautet. Das Datenbit oder die Adressdaten der Beurteilung werden mit dem eingestellten Adresswert und Datenwert verglichen und ausgelöst, wenn die Beurteilungsbedingung erfüllt ist.



- (4) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert. Bitte lesen Sie hierzu den Abschnitt "[I<sup>2</sup>C](#)" im Kapitel über die Protokolldekodierung.



## SPI

(1) Trigger-Modus: Legen Sie den Trigger-Modus für SPI fest.

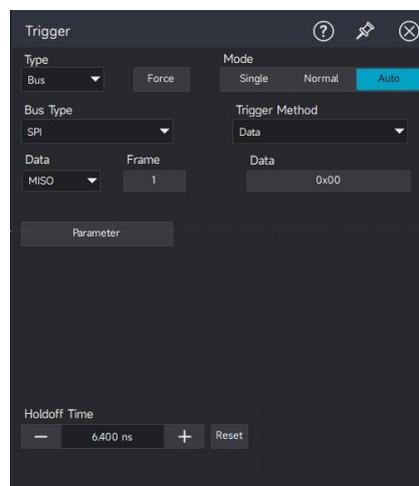
- Gültiger Chip: Er wird an der Flanke ausgelöst, an der der Chippegel von ungültig auf verfügbar springt.
- Daten: Die Wellenform wird ausgelöst, wenn die von SPI erfassten Daten mit den benutzerdefinierten Daten übereinstimmen. So können Sie schnell die Daten des Übertragungssignals finden, die Sie interessieren.

(2) Datenkanal

MOSI: Master-Slave-Gerät Datenübertragung, d.h. Datenausgabe vom Master-Gerät und Dateneingabe vom Slave-Gerät.

MISO: Master-Slave-Gerät Datenübertragung, d.h. Dateneingabe vom Master-Gerät und Datenausgabe vom Slave-Gerät.

(3) Rahmen: Legen Sie den Datenrahmen fest, der Bereich ist 1 ~ 8.



(4) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert. Bitte lesen Sie dazu den

Abschnitt "SPI" im Kapitel über die Protokolldekodierung.



## CAN

(1) Trigger-Modus: Legen Sie den Trigger-Modus für CAN fest.

- Start-Frame: Die Wellenform des Oszilloskops wird beim Start-Frame des CAN-Signals erzeugt.
- Rahmen Typ

Datenrahmen: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf dem Datenrahmen, der mit dem CAN-Signal übereinstimmt.

Remote-Rahmen: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf dem Remote-Rahmen des CAN-Signals.

Fehlerrahmen: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf dem Fehlerrahmen des CAN-Signals.

Überlastungsrahmen: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf dem Überlastungsrahmen des CAN-Signals.

- ID: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf der angegebenen ID.
- Daten: Das Oszilloskop wird auf einem Datenrahmen erzeugt, der der eingestellten Datenbedingung entspricht.
- ID & Daten: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf der angegebenen ID und dem Datenrahmen, der der festgelegten Datenbedingung entspricht.
- Ende des Rahmens: Die Wellenform wird am Ende des Rahmens des CAN-Signals erzeugt.
- Fehler

Antwort fehlgeschlagen: Der sendende Knoten führt zunächst eine Rücklesung durch und erkennt einen Fehler, wenn sich die Daten auf dem Bus von den gesendeten Daten unterscheiden.

Bit-Füllungsfehler: In dem Segment, das Bit-Füllung erfordert, wird die Wellenform ausgelöst, wenn der Fehler auf der gleichen Ebene von 6 Bits kontinuierlich erkannt wird.

(2) ID-Standard

Sie ist gültig, wenn der Triggermodus auf "ID" oder "ID & Daten" eingestellt ist. Es können "Standardformat" und "Erweiterungsformat" festgelegt werden, wobei der ID-Bereich unterschiedlich ist.

(3) ID: Sie ist gültig, wenn der Triggermodus "ID" oder "ID & Daten" ist. Der ID-Bereich ist 0-2047.

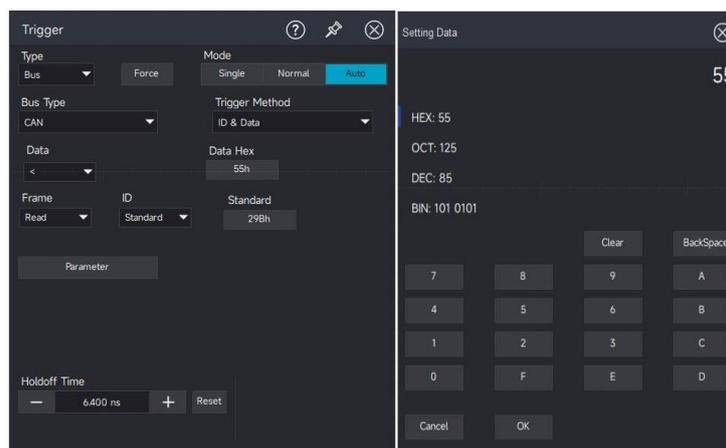
(4) Bildrichtung: Sie ist gültig, wenn der Triggermodus auf "ID" oder "ID & Daten" eingestellt ist.

Schreiben: Es wird erzeugt, wenn das "Lesen/Schreiben"-Bit des CAN-Protokolls "Schreiben" ist.

Lesen: Es wird erzeugt, wenn das "Lesen/Schreiben"-Bit des CAN-Protokolls "Lesen" ist.

Zufällig: Es wird erzeugt, wenn das "Lesen/Schreiben"-Bit des CAN-Protokolls "Schreiben oder Lesen" ist.

(5) Daten: Legen Sie die Daten fest, die vom Benutzer ausgelöst werden sollen. Sie sind gültig, wenn die Triggerbedingung "Daten" oder "ID & Daten" lautet. Die Anzahl der Datenbytes kann im Verhältnis zum Wert der Bytes festgelegt werden und liegt im Bereich von 0-255.



(6) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert. Bitte lesen Sie dazu den Abschnitt ["CAN"](#) im Kapitel über die Protokolldekodierung.



## CAN-FD

(1) Trigger-Modus: Legen Sie den Trigger-Modus für CAN-FD fest.

- Start-Frame: Die Wellenform des Oszilloskops wird beim Start-Frame des CAN-FD-Signals erzeugt.
- Rahmen Typ

Datenrahmen: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf dem Datenrahmen, der mit dem CAN-FD-Signal übereinstimmt.

Remote-Rahmen: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf dem Remote-Rahmen des CAN-FD-Signals.

Shifting frame: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform, wenn sich die Rate des CAN-FD-Signals ändert.

Fehlerrahmen: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf dem Fehlerrahmen des CAN-FD-Signals.

Überlastungsrahmen: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf dem Überlastungsrahmen des CAN-FD-Signals.

- ID: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf der angegebenen ID.
- Daten: Das Oszilloskop wird auf einem Datenrahmen erzeugt, der der eingestellten Datenbedingung entspricht.
- ID & Daten: Das Oszilloskop erzeugt eine Wellenform basierend auf der angegebenen ID und dem Datenrahmen, der der festgelegten Datenbedingung entspricht.
- Ende des Rahmens: Die Wellenform wird am Ende des Rahmens des CAN-FD-Signals erzeugt.
- Fehler

Antwort fehlgeschlagen: Der sendende Knoten führt zunächst eine Rücklesung durch und erkennt einen Fehler, wenn sich die Daten auf dem Bus von den gesendeten Daten

unterscheiden.

Bit-Füllungsfehler: In dem Segment, das Bit-Füllung erfordert, wird die Wellenform ausgelöst, wenn der Fehler auf der gleichen Ebene von 6 Bits kontinuierlich erkannt wird.

## (2) ID-Standard

Sie ist gültig, wenn der Triggermodus auf "ID" oder "ID & Daten" eingestellt ist. Es können "Standardformat" und "Erweiterungsformat" festgelegt werden, wobei der ID-Bereich unterschiedlich ist.

(3) ID: Sie ist gültig, wenn der Triggermodus "ID" oder "ID & Daten" ist. Der ID-Bereich ist 0-2047.

(4) Bildrichtung: Sie ist gültig, wenn der Triggermodus auf "ID" oder "ID & Daten" eingestellt ist.

Schreiben: Es wird erzeugt, wenn das "Lesen/Schreiben"-Bit des CAN-FD-Protokolls "Schreiben" ist.

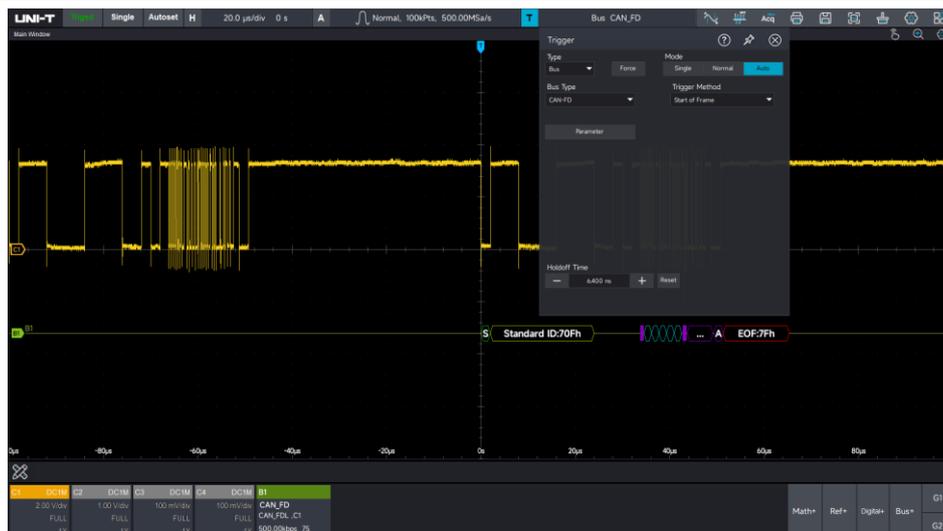
Lesen: Es wird erzeugt, wenn das "Lesen/Schreiben"-Bit des CAN-FD-Protokolls "Lesen" ist.

Zufällig: Es wird erzeugt, wenn das "Lesen/Schreiben"-Bit des CAN-FD-Protokolls "Schreiben oder Lesen" ist.

(5) Daten: Legen Sie die Daten fest, die vom Benutzer ausgelöst werden sollen. Sie sind gültig, wenn die Triggerbedingung "Daten" oder "ID & Daten" lautet. Die Anzahl der Datenbytes kann im Verhältnis zum Wert der Bytes festgelegt werden und liegt im Bereich von 0-255.



(6) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert. Bitte lesen Sie dazu den Abschnitt "[CAN-FD](#)" im Kapitel über die Protokoll-Dekodierung.



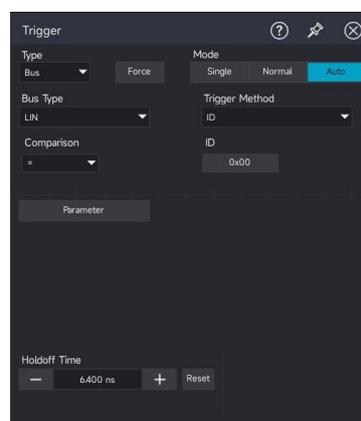
## LIN

(1) Trigger-Modus: Legen Sie den Trigger-Modus für LIN fest.

- Start-Frame: Die Wellenform des Oszilloskops wird beim Start-Frame des LIN-Signals erzeugt.
- ID: Das Oszilloskop wird erzeugt, wenn es feststellt, dass seine ID gleich dem Rahmen des eingestellten Wertes ist.
- Daten: Die Wellenform wird ausgelöst, wenn die von LIN erfassten Daten mit den benutzerdefinierten Daten übereinstimmen. So können Sie schnell die Daten des Übertragungssignals finden, die Sie interessieren.
- ID & Daten: Das Oszilloskop wird erzeugt, wenn es feststellt, dass seine ID und Daten mit dem Rahmen des eingestellten Wertes übereinstimmen.
- Wake-up-Frame: Das Oszilloskop wird beim Wake-up-Frame des LIN-Signals erzeugt.
- Sleep-Frame: Das Oszilloskop wird im Sleep-Frame des LIN-Signals erzeugt.
- Ende des Rahmens: Es wird am Ende des Frames des LIN-Signals erzeugt.

(2) ID: Sie ist gültig, wenn der Triggermodus "ID" oder "ID & Daten" ist. Der ID-Bereich ist 0-255.

(3) Legen Sie die Daten fest, die vom Benutzer ausgelöst werden sollen. Sie sind gültig, wenn die Triggerbedingung "Daten" oder "ID & Daten" lautet, und können im Bereich von 0-2047 eingestellt werden.



(4) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert. Lesen Sie dazu bitte den Abschnitt "[LIN](#)" im Kapitel über die Protokolldekodierung.



## FlexRay

(1) Trigger-Modus: Legen Sie den Trigger-Modus für FlexRay fest.

- Frame-Header: Das Oszilloskop wird bei der Startsequenz der Übertragung erzeugt.
- Indikator-Bit: Die Wellenform wird erzeugt, wenn die erfassten Informationen mit dem gesetzten Anzeigebit übereinstimmen.
- ID: Die Wellenform wird erzeugt, wenn die erfassten Daten mit der Beurteilungsbedingung der ID-Daten übereinstimmen.
- Zyklusnummer: Die Wellenform wird erzeugt, wenn die erfasste Zyklusnummer mit der Beurteilungsbedingung der eingestellten Zyklusnummer übereinstimmt.
- Daten: Die Wellenform wird erzeugt, wenn das FlexRay-Protokoll die Daten erfasst, die mit den Bedingungen der benutzerdefinierten Daten übereinstimmen. So können Sie schnell die Daten des Übertragungssignals finden, die Sie interessieren.
- ID & Daten: Die Wellenform wird erzeugt, wenn die erfasste ID und die Daten mit der Beurteilung des eingestellten Wertes übereinstimmen.
- Ende des Bildes: Das Oszilloskop wird am Ende des Bildes erstellt.
- Fehler: Das Oszilloskop wird bei Busfehlern erzeugt, einschließlich leerer Endrahmen, statischer Fehler des leeren Rahmens, dynamischer Fehler des leeren Rahmens, Fehler beim Synchronisieren des Rahmens und Fehler beim Startrahmen (keine Synchronisierung).

(2) Anzeigebit: Legen Sie das Anzeigebit für den FlexRay-Protokoll-Trigger fest, der normal (01XX), Netzlast (11XX), leerer Rahmen (00XX), Synchronisationsrahmen (XX10) und Startrahmen (XX11) sein kann.

(3) ID: Sie ist gültig, wenn die Triggerbedingung "Daten" oder "ID & Daten" lautet. Der ID-Bereich ist 0 ~

65535.

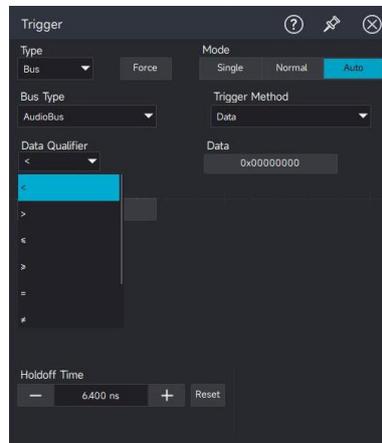
- (4) Zyklusnummer: Sie ist gültig, wenn die Triggerbedingung "Zyklusnummer" oder "Kopffeld" lautet. Der Bereich für die Zyklusnummer ist 0-255.
- (5) Daten: Stellen Sie die Daten ein, die vom Benutzer ausgelöst werden sollen. Sie sind gültig, wenn die Triggerbedingung "Daten" oder "ID & Daten" lautet. Der Bereich ist 0-65535.
- Länge der Triggerdaten
- Legen Sie die Länge des auszulösenden Datenbytes fest. Die Bytelänge "Daten" kann in verschiedenen Bereichen eingestellt werden. Der Bereich für die Bytelänge ist 1 bis 16.
- (6) Ende des Rahmens: Sie ist gültig, wenn die Triggerbedingung "Ende des Rahmens" lautet. Sie kann statische und dynamische Frames und alle anderen Zustände festlegen.
- Statischer Zustand: Er wird bei einem statischen Status ausgelöst.
  - Dynamischer Zustandsrahmen: Er wird bei einem dynamischen Zustandsbild ausgelöst.
  - Alle: Es wird bei statischen und dynamischen Zustandsbildern ausgelöst.
- (7) Fehlerpaket: Es ist gültig, wenn die Triggerbedingung "Fehler" lautet. Es kann das Ende eines Rahmens, einen leeren statischen Rahmen, einen leeren dynamischen Rahmen, einen Fehler bei der Synchronisierung des Rahmens und einen Fehler beim Start des Rahmens (keine Synchronisierung) festlegen.
- Ende des Rahmens: Fehler am Ende des Rahmens des Busses.
  - Leerer statischer Zustandsrahmen: Leerer statischer Zustandsrahmen des Busses.
  - Leerer dynamischer Zustandsrahmen: Leerer dynamischer Zustandsrahmen des Busses.
  - Synchronisationsrahmen: FlexRay-Rahmen hat ein spezielles Anzeigebit im Rahmenkopf. Der Datenrahmen ist ein Synchronisationsrahmen, wenn das Anzeigebit gültig ist.
  - Start-Frame (keine Synchronisierung): FlexRay-Rahmen hat ein spezielles Anzeigebit im Rahmenkopf. Der Datenrahmen ist ein Startrahmen, wenn das Anzeigebit gültig ist.
- (8) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert. Bitte lesen Sie den Abschnitt ["FlexRay"](#) im Kapitel über die Protokolldekodierung.



## AudioBus

(1) Trigger-Modus: Legen Sie den Trigger-Modus für AudioBus fest.

Daten: Die Wellenform wird ausgelöst, wenn die vom AudioBus-Protokoll erfassten Daten mit der vom Benutzer festgelegten Datenbeurteilungsbedingung übereinstimmen. So können Sie schnell die Daten des Übertragungssignals finden, die Sie interessieren.



(2) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert. Bitte lesen Sie dazu den Abschnitt "[AudioBus](#)" im Kapitel über die Protokolldekodierung.



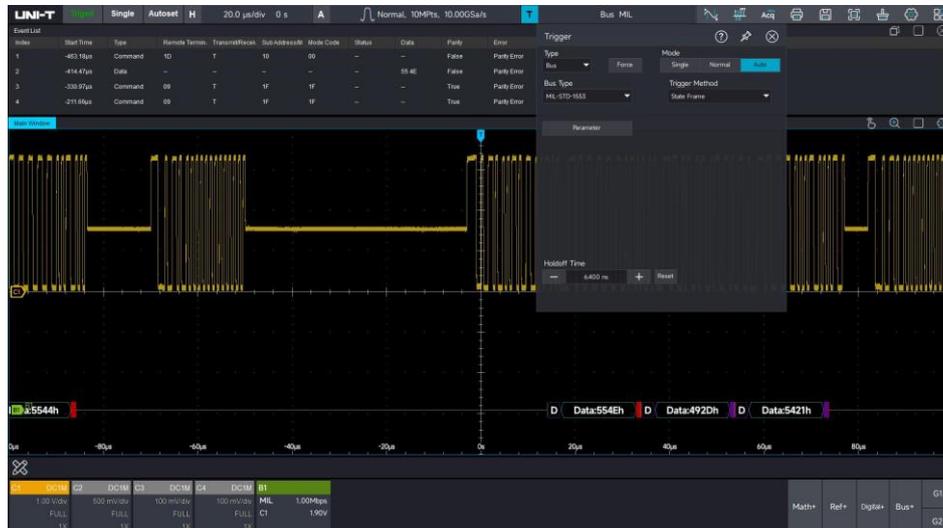
## MIL-STD-1553

(1) Triggermodus: Stellen Sie den Triggermodus für MIL-STD-1553 ein.

- Befehlsrahmen: Das Oszilloskop wird auf dem Befehlsrahmen der MIL-STD-1553-Signale getriggert.
- Datenrahmen: Das Oszilloskop wird auf dem Datenrahmen des MIL-STD-1553-Signals getriggert.
- Statusrahmen: Das Oszilloskop wird auf dem Statusrahmen des MIL-STD-1553-Signals getriggert
- CRC-Fehler: Bei der Paritätsprüfung (ungerade/gerade) wird ausgelöst, wenn die Daten

innerhalb eines Zeichens fehlerhaft sind.

- (2) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert, siehe "[MIL-STD-1553](#)"-Abschnitt im Kapitel über die Protokolldekodierung.



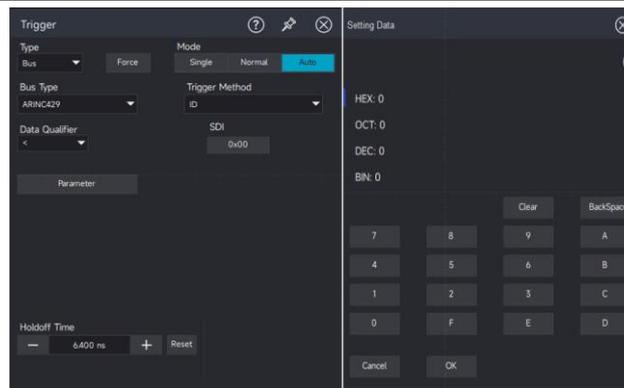
## ARINC429

- (1) Trigger-Modus: Legen Sie den Trigger-Modus für ARINC429 fest.

- Start-Frame: Das Oszilloskop wird beim Startbit der ARINC429-Signalsequenz erzeugt.
- Kennung der Quelle oder des Ziels: Das Oszilloskop wird auf dem Quell- oder Zielidentifizierungsbit erzeugt. Es zeigt an, woher die Daten kommen und wohin sie gehen.
- Daten: Die Wellenform wird ausgelöst, wenn die mit dem ARINC429-Protokoll erfassten Daten mit der vom Benutzer eingestellten Datenbeurteilungsbedingung übereinstimmen. So können Sie schnell die Daten des Übertragungssignals finden, die Sie interessieren.
- Anzeige- und Statusbit: Wenn das vom ARINC429-Protokoll erfasste Anzeige- und Statusbit mit der vom Benutzer definierten SSM-Bedingung übereinstimmt, löst das Oszilloskop die SSM aus. Die SSM zeigt eine symbolische Zustandsmatrix an und weist auf die Eigenschaften der Daten hin, wie Süden, Norden, positiv, negativ oder ihren Zustand.
- Fehler prüfen: Bei der Ungerade-Gerade-Prüfung wird sie ausgelöst, wenn die Daten im Zeichen falsch sind.

- (2) Datenqualifizierer

Sie ist gültig, wenn die Triggerbedingung die Quell- oder Zielkennung ist. Er beurteilt die Beziehung zwischen den erfassten Daten und den eingestellten Daten.

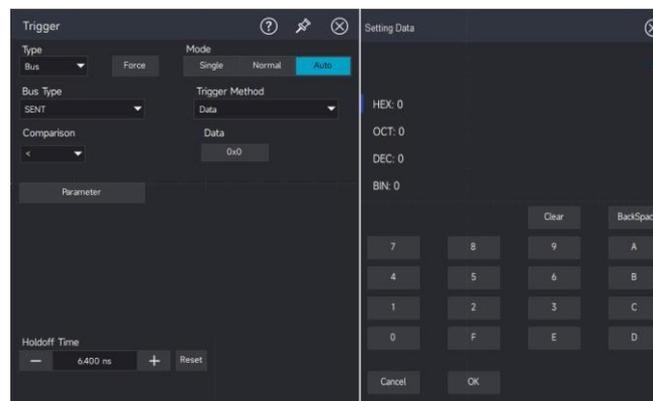


(3) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert. Lesen Sie dazu bitte den Abschnitt "[ARINC429](#)" im Kapitel über die Protokoll-Dekodierung.

## SENT

(1) Triggermodus: Legen Sie den Triggermodus für SENT fest.

- Synchrones Bit: Es wird ausgelöst, wenn das Oszilloskop den synchronen Impuls von SENT erkennt, fest 56 Ticks.
- Start-Frame: Das Oszilloskop wird auf das Startbit der SENT-Signalsequenz getriggert.
- Daten: Das Oszilloskop wird ausgelöst, wenn die mit dem SENT-Protokoll erfassten Daten mit der benutzerdefinierten Datenbewertungsbedingung übereinstimmen.
- CRC-Fehler: Bei der Ungerade-Gerade-Prüfung wird er ausgelöst, wenn die Daten im Zeichen falsch sind.



(2) Dekodierungsparameter: Die Einstellungen der Trigger-Dekodierungsparameter werden mit den Einstellungen der Protokoll-Dekodierungsparameter synchronisiert, siehe auch "[SENT](#)" im Kapitel über die Protokolldekodierung.



## 5.14 Zonen-Trigger

Angesichts der komplexen und veränderlichen Schaltungssignale bei der Fehlersuche in Schaltkreisen ist es relativ einfach, die flüchtigen, gelegentlich auftretenden abnormalen Signale auf dem Oszilloskop mit einer hohen Wellenform-Erfassungsrate zu sehen. Es kann jedoch viel Zeit in Anspruch nehmen, die Verwendung einiger fortschrittlicher Triggertypen zu erlernen, um die abnormalen Signale von den komplexen Schaltungssignalen zu trennen und sie stabil auszulösen. Selbst die leistungsstarken fortschrittlichen Trigger sind möglicherweise nicht in der Lage, vollständig an Ort und Stelle auszulösen. Daher bietet die MSO7000X-Serie eine Zonentrigger-Funktion, die auf einer Touchscreen-Bedienung basiert und diesen Prozess für den Benutzer erheblich beschleunigen kann.

Der Area-Trigger kann in Kombination mit dem Basic-Trigger, dem Advanced-Trigger und dem Protocol-Trigger verwendet werden. So erzielen Sie bei der Fehlersuche in komplexen Signalen das doppelte Ergebnis mit dem halben Aufwand. Es stehen zwei rechteckige Bereiche zur Verfügung: Bereich A und Bereich B. Beide Bereiche unterstützen die Einstellung der Bereichs-Trigger-Bedingungen: Schnittpunkt / Kein Schnittpunkt;

Quelle: C1, C2, C3, C4.

Das Einstellungs Menü des Bereichsrahmens kann wie folgt eingestellt werden: Schnittpunkt, Nicht-Schnittpunkt.

A: Schnittpunkt: Die aktuell gezeichnete Zone ist der Trigger für Zone A. Bedingung: Wenn sich Zone A mit der Wellenform schneidet, wird ausgelöst; wenn nicht, wird nicht ausgelöst.

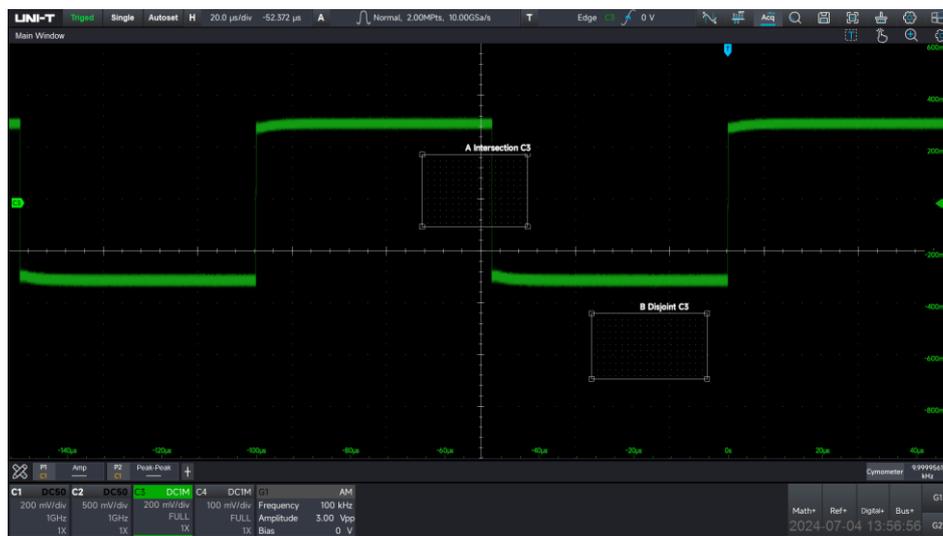
A: Kein Schnittpunkt: Die aktuell gezeichnete Zone ist der Trigger für Zone A. Bedingung: Wenn sich Zone A nicht mit der Wellenform schneidet, wird ausgelöst; wenn doch, wird nicht ausgelöst.

B: Schnittpunkt: Die aktuell gezeichnete Zone ist der Trigger für Zone B. Bedingung: Wenn sich Zone B mit der Wellenform schneidet, wird ausgelöst; wenn nicht, wird nicht ausgelöst.

B: Kein Schnittpunkt: Die aktuell gezeichnete Zone ist der Trigger für Zone B. Bedingung: Wenn sich Zone B nicht mit der Wellenform schneidet, wird ausgelöst; wenn doch, wird nicht ausgelöst.

Gepunktete Punkte werden in der Schnittpunktzone angezeigt, und diagonale Linien in der Nicht-

Schnittpunktzone. Durch Klicken auf den Zonentriggerahmen auf dem Bildschirm wird das Einstellungsmenü geöffnet. Die horizontale und vertikale Position des Zonentriggerahmens kann durch Berührung verschoben werden.



Um den Bereichstrigger zu verwenden, muss der UltraAcq-Modus aktiviert werden.

## 6. Protokoll-Dekodierung (Option)

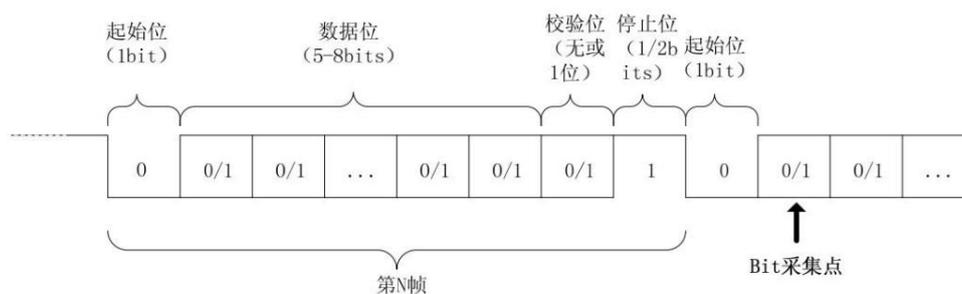
- [RS232](#)
- [I<sup>2</sup>C](#)
- [SPI](#)
- [CAN](#)
- [CAN-FD](#)
- [LIN](#)
- [FlexRay](#)
- [AudioBus](#)
- [MIL-STD-1553](#)
- [ARINC429](#)
- [SENT](#)

### 6.1 RS232

RS232 ist eine asynchrone Standardschnittstelle für die Datenübertragung, die von der Electronic Industries Association (EIA) entwickelt wurde. Sie umfasst normalerweise zwei Anwendungsformate DB-9 oder DB-25. Sie eignet sich für die Kommunikation mit einer Datenübertragungsrates im Bereich von 0~29491200/s.

Die zu übertragenden Daten werden gemäß den Protokollregeln zu einem bestimmten Satz serieller Bits kombiniert und asynchron seriell gesendet.

Die zu übertragenden Daten für jeden Zeitpunkt, die sich nach den folgenden Regeln zusammensetzen. Senden Sie zuerst ein Startbit, dann 5~8 Datenbits, ein optionales Paritätsprüfbit und zum Schluss ein oder zwei Stoppbits. Die Anzahl der Datenbits wird von den beiden kommunizierenden Parteien vereinbart, sie kann 5~8 Bits betragen, kein Paritätsprüfbit oder ungerades Paritätsprüfbit oder gerades Paritätsprüfbit, das Stoppbit kann auf ein oder zwei Bits gesetzt werden. In der folgenden Beschreibung wird die Übertragung eines Datenstrings als Frame bezeichnet.



## RS232-Dekodierung einrichten

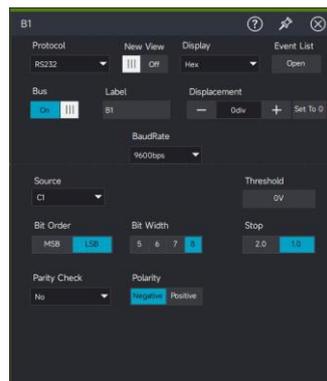
### (1) Bus+

Klicken Sie auf Bus+ rechts unten auf dem Bildschirm oder drücken Sie die Taste

**Bus**

im vertikalen Kontrollbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdekodierung einzuschalten. Wählen Sie das RS232-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste,

die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.



- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über **-** und **+** an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

### (2) Quelle

Wählen Sie die Triggerquelle aus, die aus C1, C2, C3, C4 ausgewählt werden kann.

**Vorsicht:** Nur der Kanal, der mit dem Signal und der Triggerquelle verbunden ist, kann einen stabilen Trigger und eine korrekte Dekodierung erhalten.

### (3) Baudrate

Die Baudrate kann benutzerdefiniert, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps, 38400 bps, 57600 bps oder 115200 bps gewählt werden.

Es wird empfohlen, dass der Benutzer RS232 entsprechend der Hardware und Software einstellt. RS23S unterliegt dem Basismodell des Kommunikationsprotokolls und wird in der Regel bei kurzen Entfernungen (unter 20m) und niedriger Geschwindigkeit (unter 1 Mbps) verwendet. Außerhalb der

Reichweite ist die Kommunikation anfällig für Störungen und wird unzuverlässig. Die Baudrate bei der RS232-Kommunikation ist eine asynchrone Kommunikation. Bei der Datenübertragung gibt es kein begleitendes Taktsignal. Um die Bestimmung der Datenbits zu lösen, verlangt die Protokollregel, dass die Baudrate von beiden kommunizierenden Parteien vereinbart werden sollte.

Im Allgemeinen ist die Definition der Baudrate die Baudrate, mit der ein Bit innerhalb von 1s übertragen werden kann. Zum Beispiel bedeutet 9600 bps, dass 9600 Bits innerhalb von 1s übertragen werden können. Es ist zu beachten, dass das Startbit, die Datenbits, das Prüfbit und das Stoppbit alle als Bit bezeichnet werden, so dass die Baudrate nicht direkt mit der effektiven Datenübertragungsrate gleichzusetzen ist. Das Oszilloskop tastet den Bit-Wert entsprechend der eingestellten Baudrate ab.

#### (4) Polarität

- **Negativ:** Negative Polarität des logischen Pegels, d.h. der hohe Pegel ist 0, der niedrige Pegel ist 1.
- **Positiv:** Normale Polarität des logischen Pegels, d.h. der hohe Pegel ist 1, der niedrige Pegel ist 0.
- **Schwellenwert:** Beurteilen Sie die Spannung des Signalpegels. Überschreitet sie die Spannungsschwelle, wird sie als hoher Pegel betrachtet; liegt sie unter der Spannungsschwelle, wird sie als niedriger Pegel betrachtet.

#### (5) Bitfolge

Zur Festlegung des zu dekodierenden Datenbits für das RS232-Signal, ob das MSB (das höchstwertige Bit) vorne oder das LSB (das niedrigstwertige Bit) vorne liegt. Sie können zwischen MSB und LSB wählen.

- **MSB:** Das höchste Datenbit wird zuerst übertragen.
- **LSB:** Das niedrigste Datenbit wird zuerst übertragen.

#### (6) Bitbreite

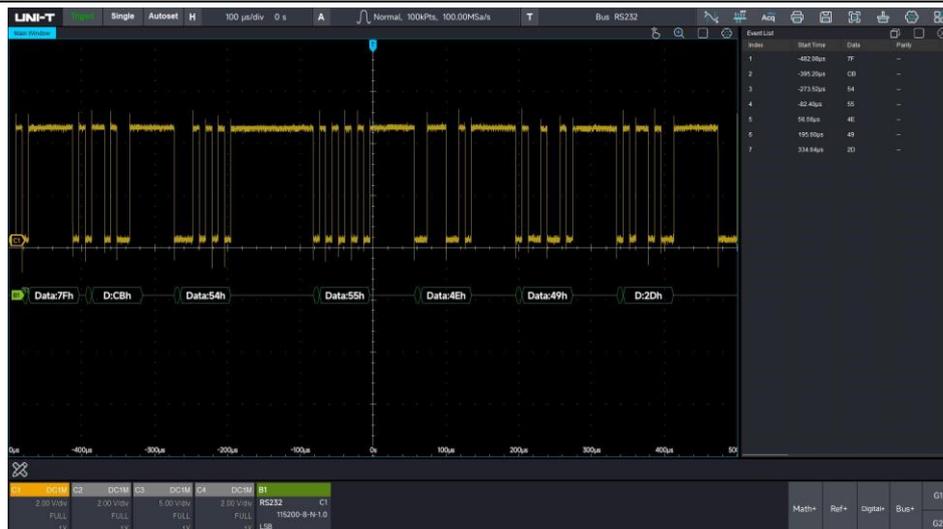
Um das zu dekodierende Datenbit des RS232-Signals festzulegen, kann zwischen 5, 6, 7 oder 8 Bit gewählt werden.

#### (7) Stoppbit

Legen Sie das Stoppbit für die einzelnen Daten fest, es kann auf 1 Bit oder 2 Bits eingestellt werden.

#### (8) Prüfung auf Parität

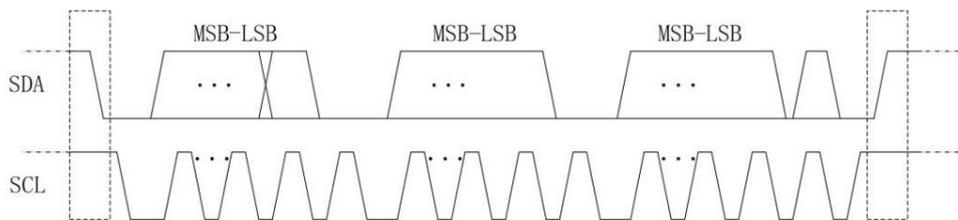
Stellen Sie die Gerade-Ungerade-Prüfung für die Datenübertragung ein. Es kann auf „Keine Paritätsprüfung“, „Gerade Prüfung“ oder „Ungerade Prüfung“ eingestellt werden.



## 6.2 I<sup>2</sup>C

I<sup>2</sup>C-Trigger wird in der Regel zur Verbindung von Mikrocontrollern und Peripheriegeräten verwendet und ist im Bereich der Mikroelektronik weit verbreitet. Dieses Busprotokoll hat zwei Leitungen zur Übertragung, eine Leitung ist die serielle Datenleitung SDA und die andere Leitung ist die serielle Taktleitung SCL. Für die Kommunikation wird ein Master-Slave-System verwendet, das die Kommunikation zwischen Master- und Slave-Computer in beide Richtungen ermöglicht.

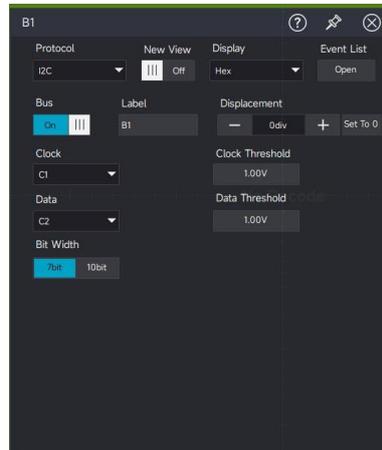
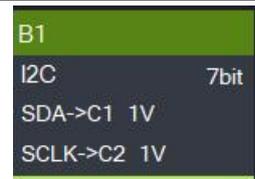
Dieser Bus ist der Bus für mehrere Master, der Datenverfälschungen durch Konfliktdemodulation und Arbitrierungsmechanismen verhindert. Es ist erwähnenswert, dass der I<sup>2</sup>C-Bus zwei Adress-Bitbreiten hat, 7 Bit und 10 Bit, 10 Bit und 7 Bit Adresse sind kompatibel und können in Kombination verwendet werden. SCL und SDA im I<sup>2</sup>C-Bus können beide über einen Pull-Up-Widerstand an die positive Spannung angeschlossen werden. Wenn sich der Bus im Leerlauf befindet, sind beide Leitungen auf High-Pegel. Wenn ein beliebiges Gerät auf dem Bus einen niedrigen Pegel ausgibt, wird das Bussignal niedrig, d.h. es findet eine logische UND-Verknüpfung zwischen den Signalen mehrerer Geräte statt. Diese spezielle logische Beziehung ist der Schlüssel zur Realisierung der Busarbitrierung. Das Protokoll erfordert, dass die Daten SDA stabil bleiben müssen, während die Taktleitung SCL high ist, und die Daten werden normalerweise in MSB-Form übertragen.



### I<sup>2</sup>C Dekodiereinrichtung

(1) Bus+

Klicken Sie auf Bus+ am rechten unteren Bildschirmrand oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Steuerbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdecodierung einzuschalten. Wählen Sie das Protokoll I<sup>2</sup>C und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.



- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie auch längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über **-** und **+** an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

## (2) Quelle

Wählen Sie die Triggerquelle aus, die aus C1, C2, C3, C4 ausgewählt werden kann.

Dateneingang: Wählen Sie einen Kanal als Datenkanal, der C1, C2, C3, C4 oder D0-D15 sein kann.

Takteingang: Wählen Sie einen Kanal als Taktkanal aus, der C1, C2, C3, C4 oder D0-D15 sein kann.

## (3) Schwellenwert

Legen Sie die Spannung zur Beurteilung des Triggerpegels des Signals fest, mit der Sie die Datenschwelle und die Taktschwelle festlegen können.

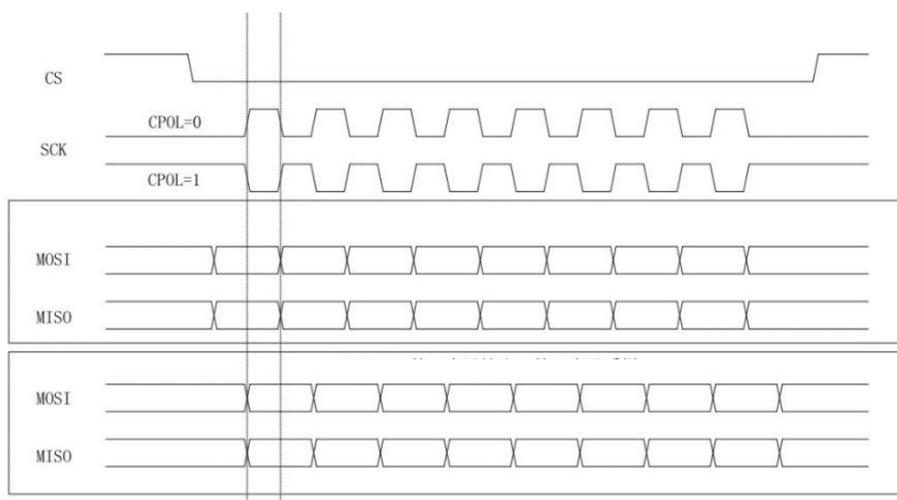
## (4) Bitbreite: 7 Bit oder 10 Bit.



## 6.3 SPI

SPI (Serial Peripheral Interface) verbindet den Host mit Peripheriegeräten zur seriellen Kommunikation. Es handelt sich um einen Vollduplex- und synchronen Kommunikationsbus. Normalerweise werden 4 Signalverbindungsleitungen verwendet: MOSI: Datenausgang vom Master-Gerät, Dateneingang vom Slave-Gerät; MISO: Dateneingang vom Master-Gerät, Datenausgang vom Slave-Gerät; SCLK: Taktsignal wird vom Master-Gerät erzeugt; CS: Chip Select Enable-Signal vom Slave-Gerät.

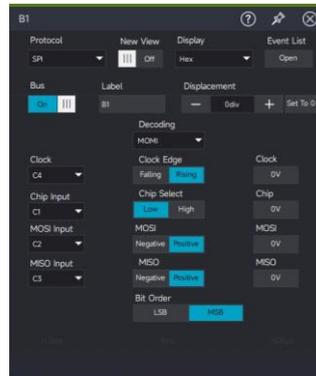
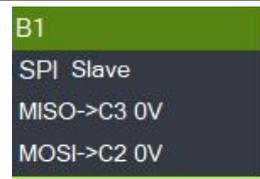
Die SPI-Schnittstelle wird hauptsächlich für die synchrone serielle Datenübertragung zwischen dem Host und Peripheriegeräten mit niedriger Geschwindigkeit verwendet. Unter dem Schiebeimpuls des Master-Geräts werden die Daten Bit für Bit übertragen, das Übertragungsformat ist MSB. Die SPI-Schnittstelle ist weit verbreitet, da sie keine Slave-Adressierung erfordert, eine Vollduplex-Kommunikation ermöglicht und das Protokoll einfach ist.



### SPI-Dekodierung einrichten

(1) Bus+

Klicken Sie auf Bus+ am rechten unteren Bildschirmrand oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Steuerbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdecodierung einzuschalten. Wählen Sie das SPI-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.



- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über **-** und **+** an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

## (2) Dekodierkanal

MOSI: Master-Slave-Gerät Datenübertragung, d. h. Datenausgabe vom Master-Gerät und Dateneingabe vom Slave-Gerät.

MISO: Master-Slave-Gerät Datenübertragung, d. h. Dateneingabe vom Master-Gerät und Datenausgabe vom Slave-Gerät.

MOMI: Master-Slave-Gerät Datenübertragung, d. h. Datenausgabe vom Master-Gerät und Dateneingabe vom Slave-Gerät.

## (3) Takteingang

Ein beliebiges C1~C4 kann ein Taktsignaleingang des SPI-Dekodierungssignals sein.

Taktflanke: Ansteigende Flanke/abfallende Flanke

Taktschwelle: Die Spannung, die den Triggerpegel des Taktsignals bestimmt.

## (4) Chip-Auswahl

Ein beliebiger Wert von C1~C4 kann als Eingang für die Chip-Auswahlfreigabe des SPI-Dekodierungssignals festgelegt werden.

Chip-Auswahlflanke: Hochpegel/Niedrigpegel

Schwellenwert für die Chipauswahl: Die Spannung, die den High-Pegel und den Low-Pegel des Chip-Auswahlsignals bestimmt. Liegt sie über dem Schwellenwert, ist sie High-Pegel, andernfalls ist sie Low-Pegel.

(5) MOSI-Eingang: Einer der Eingänge C1~C4 kann als MOSI-Eingang für das SPI-Dekodierungssignal festgelegt werden.

MOSI-Polarität: Negativ/Positiv

MOSI-Schwelle: Die Spannung, die die Polarität der MOSI-Daten bestimmt. Wenn sie über dem Schwellenwert liegt, ist sie positiv, andernfalls ist sie positiv.

(6) MISO-Eingang: Einer der Eingänge C1~C4 kann als MISO-Eingang des SPI-Dekodierungssignals festgelegt werden.

MISO-Polarität: Negativ/Positiv

MISO-Schwelle: Die Spannung, die die Polarität der MISO-Daten bestimmt. Liegt sie über dem Schwellenwert, dann ist sie positiv, andernfalls ist sie positiv.

(7) Bitfolge: Legen Sie fest, ob die Bitfolge des SPI-Protokollsignals MSB oder LSB ist.

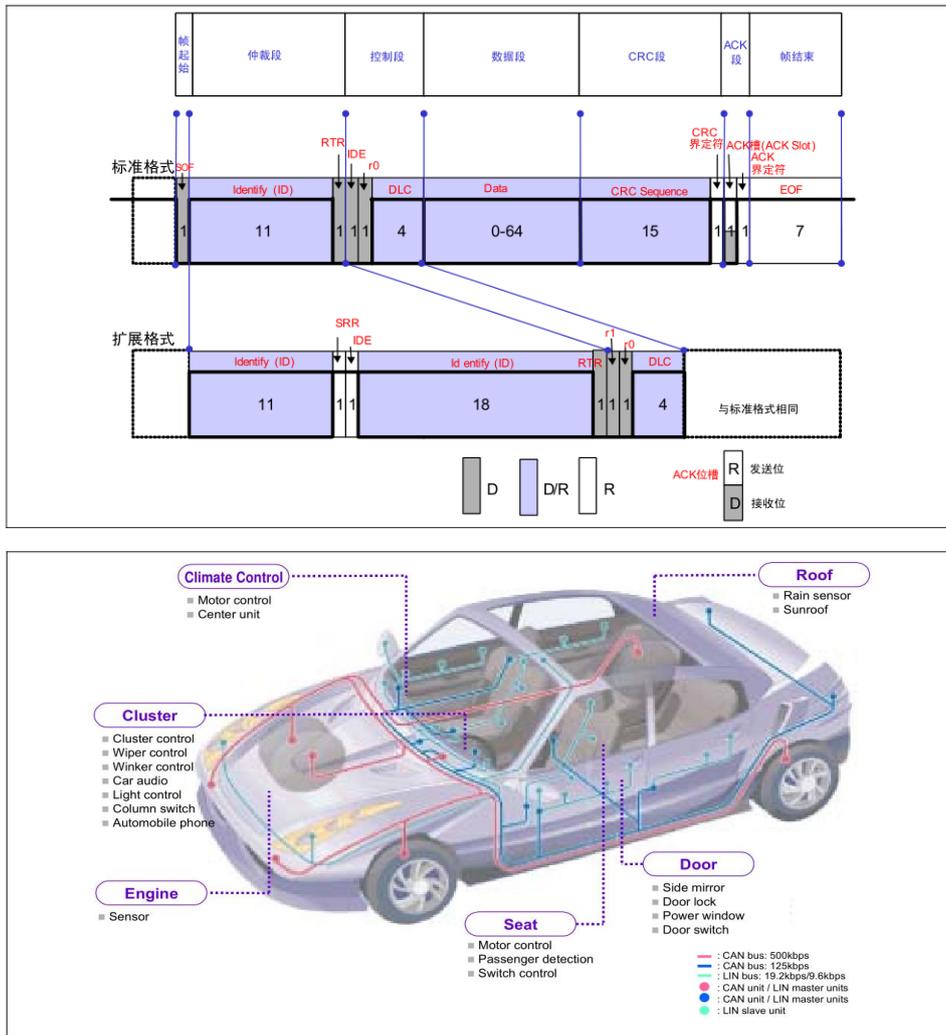
MSB: Das höchste Datenbit wird zuerst übertragen.

LSB: Das niedrigste Datenbit wird zuerst übertragen.



## 6.4 CAN

CAN, das Controller Area Network. Aufgrund seiner hohen Leistungsfähigkeit, hohen Zuverlässigkeit und seines speziellen Designs findet CAN immer mehr Beachtung. CAN ist in der Regel ein Ein-/Zweidrahtsystem und verwendet ungeschirmte/geschirmte verdrehte Leitungen für die Datenübertragung. Die Signaltypen sind CAN\_H und CAN\_L.



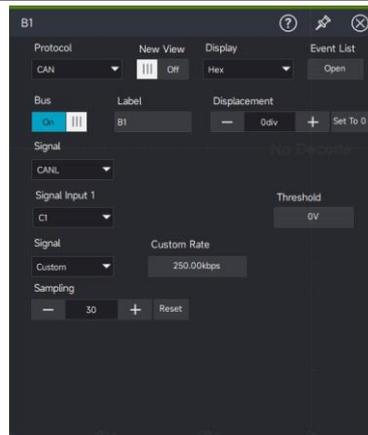
Anwendungsbeispiel für CAN

### CAN-Dekodierung einrichten

#### (1) Bus+

Klicken Sie auf Bus+ am rechten unteren Bildschirmrand oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Steuerbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdecodierung einzuschalten. Wählen Sie das CAN-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.





- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über **-** und **+** an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

(2) Signaltyp: Stellen Sie ein, ob das angeschlossene Signal der Stromquelle ein High-Data-Line-Signal oder ein Low-Data-Line-Signal ist. Sie können CAN\_H und CAN\_L einstellen.

(3) Signaleingang: Jeder der Eingänge C1~C4 kann ein Signaleingang für CAN-Dekodierungssignale sein.

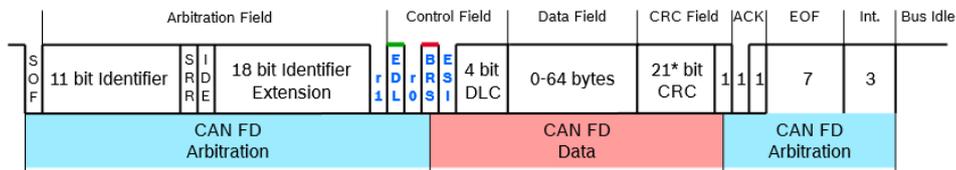
(4) Signalrate: 10 kbps, 20 kbps, 33,3 kbps, 50 kbps, 62,5 kbps, 83,3 kbps, 100 kbps, 125 kbps, 1 Mbps und benutzerdefiniert.

(5) Abtastpunkt: Der Abtastpunkt ist der Punkt zwischen den Zeiten, an dem das Oszilloskop den Bitpegel dieses Punktes abtastet. Der Abtastpunkt wird als Prozentsatz der "Zeit vom Beginn des Bits bis zum Abtastpunkt" und der "Bitzeit" ausgedrückt und kann von 30% bis 90% eingestellt werden.



## 6.5 CAN-FD

CAN-FD (CAN-Flexible Data Rate) ist ein neuer, 2011 von Bosch entwickelter Standard, der darauf abzielt, die Bandbreite des CAN-Busses zu erhöhen und gleichzeitig die Kerneigenschaften des traditionellen CAN-Busses beizubehalten. Im Vergleich zum CAN-Protokoll verfügt CAN-FD über höhere Übertragungsraten und größere Datenlängen. Es kann als eine verbesserte Version von CAN angesehen werden. Da sich nur das Protokoll ändert, die physikalische Schicht aber unverändert bleibt, verbessert CAN-FD die Datenübertragung und die Belastbarkeit.



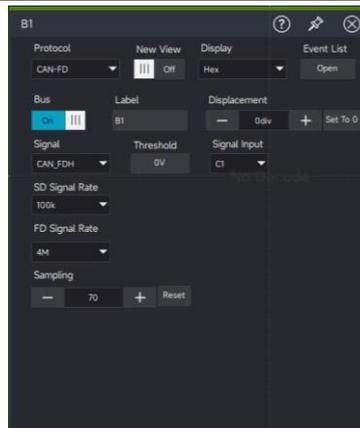
\* 17 bit CRC for data fields with up to 16 bytes

### CAN-FD Dekodierung einrichten

#### (1) Bus+

Klicken Sie auf Bus+ am rechten unteren Bildschirmrand oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Steuerbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdecodierung einzuschalten. Wählen Sie das CAN-FD-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.





- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über  und  an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

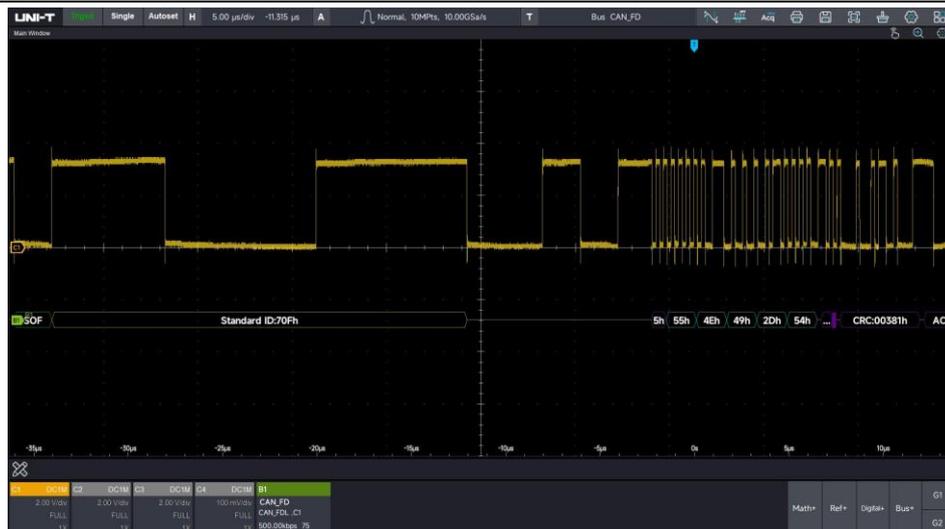
(2) Signaltyp: Stellen Sie ein, ob das angeschlossene Signal der Stromquelle ein High-Data-Line-Signal oder ein Low-Data-Line-Signal ist. Sie können CAN-FDH und CAN-FDL einstellen.

(3) Signaleingang: Jeder der Eingänge C1~C4 kann ein Signaleingang für das CAN-FD-Dekodierungssignal sein.

(4) SD-Signalrate: 10 kbps, 20 kbps, 33,3 kbps, 50 kbps, 62,5 kbps, 83,3 kbps, 100 kbps, 125 kbps, 1 Mbps und benutzerdefiniert.

(5) FD-Signalrate: 1 Mbps, 2 Mbps, 3 Mbps, 4 Mbps, 5 Mbps, 6 Mbps, 7 Mbps, 8 Mbps und benutzerdefiniert.

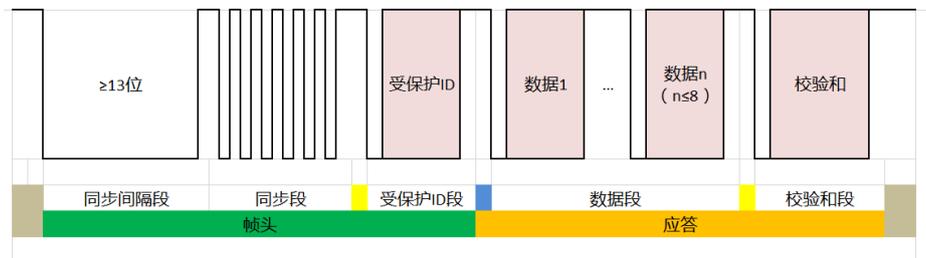
(6) Abtastpunkt: Der Abtastpunkt ist der Punkt zwischen den Zeiten, an dem das Oszilloskop den Bitpegel dieses Punktes abtastet. Der Abtastpunkt wird als Prozentsatz der "Zeit vom Beginn des Bits bis zum Abtastpunkt" und der "Bitzeit" ausgedrückt und kann von 30% bis 90% eingestellt werden.



## 6.6 LIN

Der LIN-Bus (Local Interconnect Network) ist ein kostengünstiges serielles Kommunikationsprotokoll, das auf UART/SCI (Universal Asynchronous Transceiver/Serial Communication Interface) basiert. Im Vergleich zum CAN-Bus ist das LIN-Bus-Protokoll einfacher und stellt keine hohen Anforderungen an Mikrocontroller, die mit einfachen seriellen Ports realisiert werden können, wodurch die Kosten geringer sind.

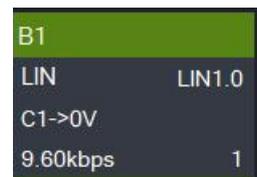
Als Hilfsbus des CAN-Busses wird der LIN-Bus häufig im Bereich der Karosseriesteuerung eingesetzt, z.B. für Türen, Fenster, Licht und Zentralverriegelung. Die folgende Abbildung zeigt die Nachrichtenstruktur von LIN.

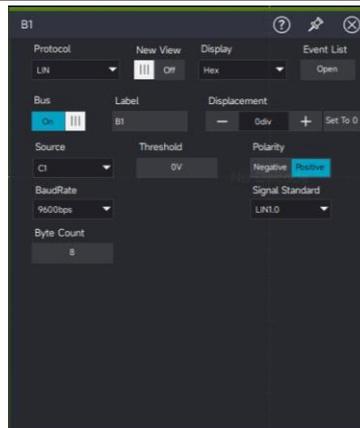


### LIN-Dekodierung einrichten

#### (1) Bus+

Klicken Sie auf Bus+ am rechten unteren Bildschirmrand oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Kontrollbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdecodierung einzuschalten. Wählen Sie das LIN-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.





- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die überprüften Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über  und  an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

(2) Signaleingang: Jedes der Signale C1~C4 kann ein Taktsignal für das LIN-Dekodierungssignal sein.

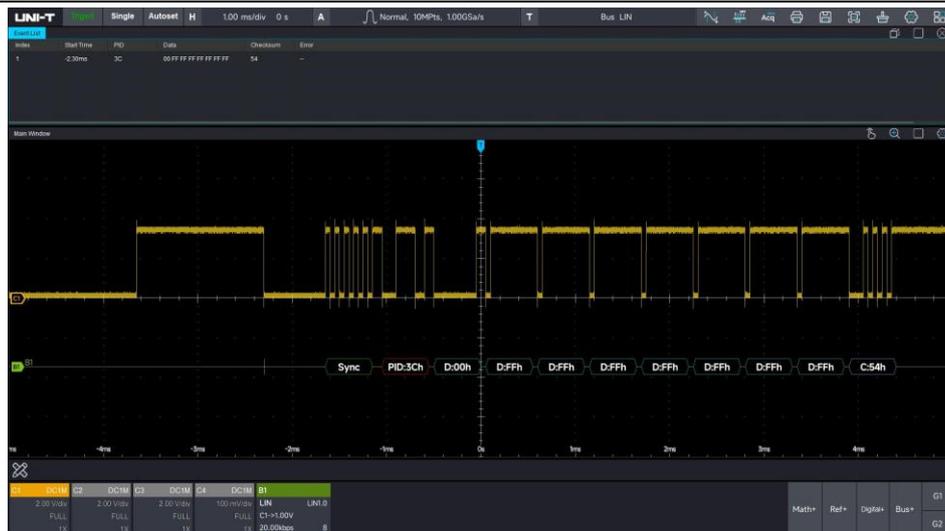
(3) Polarität: Positiv und negativ

- Negativ: Negative Polarität des logischen Pegels, d.h. der hohe Pegel ist 0, der niedrige Pegel ist 1.
- Positiv: Normale Polarität des logischen Pegels, d.h. der hohe Pegel ist 1, der niedrige Pegel ist 0.
- Schwellenwert: Beurteilen Sie die Spannung des Signalpegels. Überschreitet sie die Spannungsschwelle, wird sie als hoher Pegel betrachtet; liegt sie unter der Spannungsschwelle, wird sie als niedriger Pegel betrachtet.

(4) Baudrate: Legen Sie die Signalrate von LIN fest. Sie kann auf 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps oder benutzerdefiniert eingestellt werden.

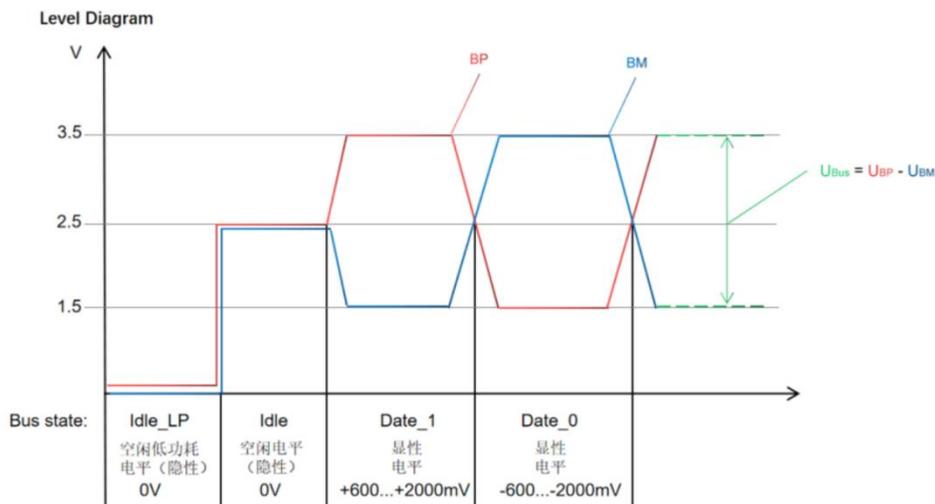
(5) Signalstandard: Stellen Sie den Signalstandard von LIN ein. Es können LIN1.0 oder LIN2.0 ausgewählt werden.

(6) Byte-Nummer: Legen Sie die Länge des Datenbytes von LIN fest. Es können 1~8 Bits eingestellt werden.



## 6.7 FlexRay

FlexRay ist ein differentieller serieller Bus mit drei aufeinanderfolgenden Segmenten (Header, Payload und Trailer). Ein Oszilloskop tastet das FlexRay-Signal an einer bestimmten Abtastposition ab und bestimmt außerdem, ob jeder Datenpunkt eine logische "1" oder eine logische "0" ist, basierend auf einem festgelegten Schwellenpegel. Die FlexRay-Dekodierung erfordert eine bestimmte Signalart und Signalrate. FlexRay ist eine deterministische, fehlertolerante Hochgeschwindigkeits-Bustechnologie für Automobilanwendungen, die ereignisgesteuerte und zeitgesteuerte Modi für eine effiziente Netzwerknutzung und Systemflexibilität kombiniert.



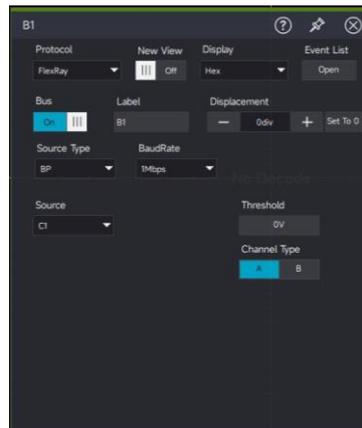
Dominanz: Die Differenzspannung ist ungleich 0V (Data\_0 und Data\_1)

Rezessivität: Die Differenzspannung beträgt 0V (Idle\_Lp, Idle)

## FlexRay-Dekodierung einrichten

### (1) Bus+

Klicken Sie auf Bus+ am rechten unteren Bildschirmrand oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Kontrollbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdecodierung einzuschalten. Wählen Sie das FlexRay-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.



- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie auch längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über **-** und **+** an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

(2) Quellentyp: Legen Sie den Quellentyp von FlexRay fest. Sie können BP (Bus negativ), BM (Bus positiv), RX/TX, differentiell einstellen.

(3) Signalrate: Legen Sie die Übertragungsrate von FlexRay fest. Sie kann auf 1 Mbps, 5 Mbps, 10 Mbps oder benutzerdefiniert eingestellt werden.

(4) Kanaltyp: Es können die Kanäle A und B eingestellt werden.

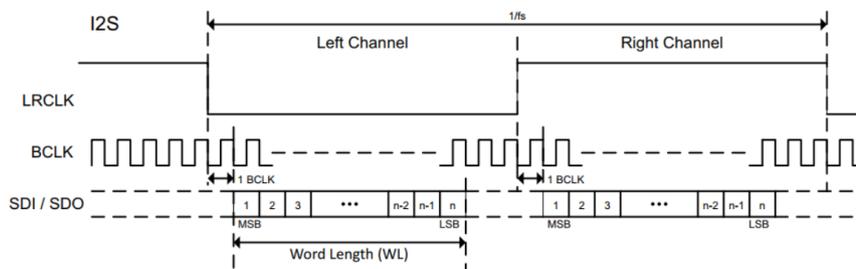


## 6.8 AudioBus

Der vollständige Name von I<sup>2</sup>S ist Inter-IC Sound oder Integrated Interchip Sound, kurz IIS genannt. Es handelt sich um einen von Philips Semiconductors (jetzt NXP Semiconductors) entwickelten Busstandard für die Audiodatenübertragung zwischen digitalen Audiogeräten. Der Bus ist für die Datenübertragung zwischen Audiogeräten konzipiert und wird in verschiedenen Multimedia-Systemen eingesetzt.

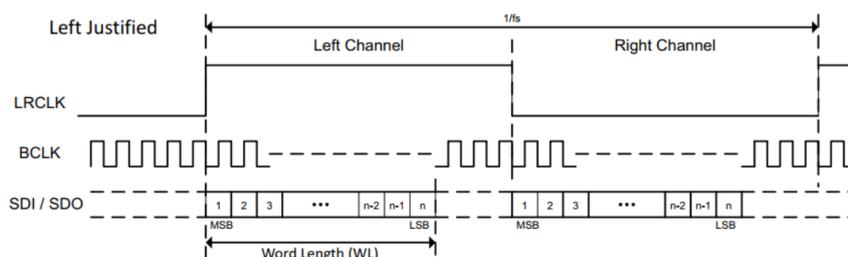
Abhängig von der Position von SD relativ zu SCK und WS hat I<sup>2</sup>S drei verschiedene Betriebsmodi: I<sup>2</sup>S, linksjustierter Modus, rechtsjustierter Modus.

### Standard I<sup>2</sup>S-Modus



Linksjustierter Modus (LJ): Die Übertragung der Daten beginnt zum gleichen Zeitpunkt, an dem der LRCLK umgedreht wird. Dieser Standard wird selten verwendet.

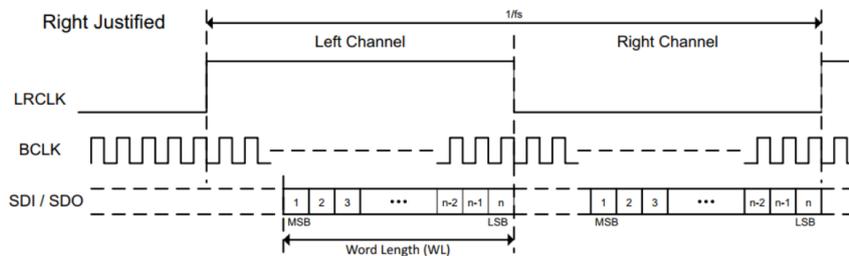
Hinweis: Wenn LRCLK den Wert 1 hat, werden die Daten des linken Audiokanals übertragen. Dies ist das Gegenteil des I<sup>2</sup>S Philips-Standards.



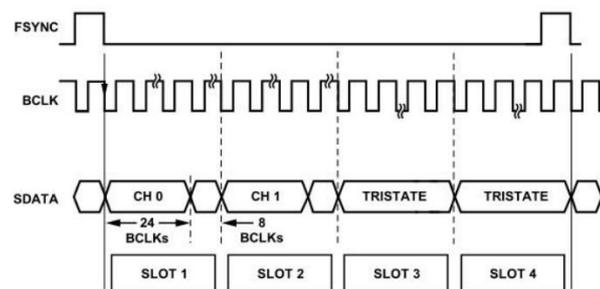
Rechtsjustierter Modus (RJ): Zur gleichen Zeit, in der das LSB der Tondaten übertragen wird, wird die

LRCLK ein zweites Mal gespiegelt (zufällig sind LSB und LRCLK rechtsbündig, daher der Name rechtsbündiger Standard).

Hinweis: Wenn LRCLK den Wert 1 hat, werden die Daten des linken Tonkanals übertragen. Dies ist das Gegenteil des I<sup>2</sup>S Philips-Standards.



TDM (Zeitmultiplexverfahren)

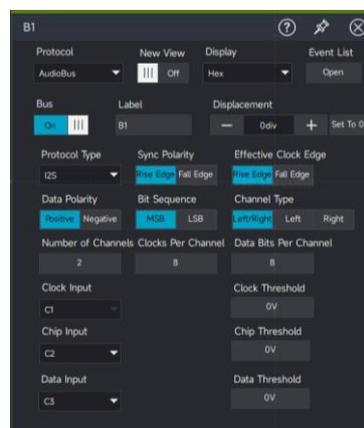


## AudioBus-Dekodierung einrichten

(1) Bus+

Klicken Sie auf Bus+ am rechten unteren Bildschirmrand oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Kontrollbereich auf der Frontplatte, um das Bus-Dekodierungsmenü einzuschalten. Wählen Sie das AudioBus-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein.

Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.



- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal,

Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.

- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie auch längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über  und  an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

(2) Protokolltyp: I<sup>2</sup>S, LJ (linksjustiert), RJ (rechtsjustiert), TDM.

(3) Die Einstellung des Signals I<sup>2</sup>S umfasst den Anschluss des Oszilloskops an die Chip-Auswahl (WS), den seriellen Takt (CLK) und das serielle Datensignal (SDO), dann die Einstellung des Schwellenwerts für jeden Eingangskanal und schließlich die Einstellung der anderen Signalparameter. Das Verfahren zur Festlegung der Signalquelle und des Schwellenwerts ist ähnlich wie bei "[6.2 I<sup>2</sup>C](#)".

(4) Synchrone Polarität: Steigende Flanke, fallende Flanke

(5) Taktfunktion

Das Taktsignal (CLK) sollte die gültige Taktflanke angeben.

- Steigende Flanke - die Daten werden mit der steigenden Flanke des Taktsignals gesperrt und gespeichert
- Fallende Flanke - die Daten werden bei der fallenden Flanke des Taktsignals gesperrt und gespeichert

(6) Geben Sie die Anzahl der Tonkanäle, Takt- und Datenbits an.

Das Chipauswahlsignal (WS) sollte die Anzahl der Tonkanäle, die Taktzyklen jedes Kanals und die Datenbits jedes Kanals angeben.

(7) Das Chip-Auswahlsignal (WS) sollte den Typ des Tonkanals angeben

Linker Tonkanal oder rechter Tonkanal: Legen Sie den Tonkanal für den linken oder rechten Tonkanal fest.

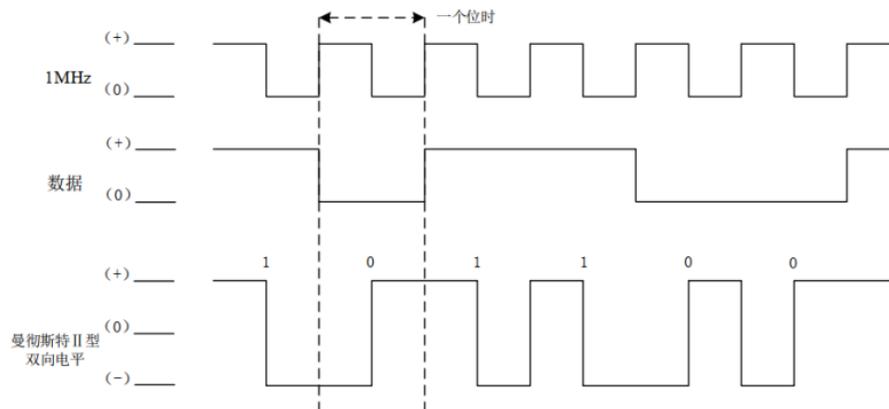
Linker Tonkanal: Geben Sie den Tonkanal für den linken Tonkanal an.

Rechter Tonkanal: Legen Sie den Tonkanal für den rechten Tonkanal fest



## 6.9 MIL-STD-1553

MIL-STD-1553 ist eine vom US-Verteidigungsministerium herausgegebene Militarnorm, die die funktionellen Eigenschaften von mechanischen, elektrischen und seriellen Datenbussen definiert. Der Busstandard MIL-STD-1553B wird häufig in integrierten Avioniksystemen für Flugzeuge, gepanzerte Fahrzeuge und Schiffe verwendet. Die Übertragungsgeschwindigkeit des 1553B-Busses beträgt in der Regel 1 Mbps, es gibt aber auch 4 Mbps mit Manchester II-Code.

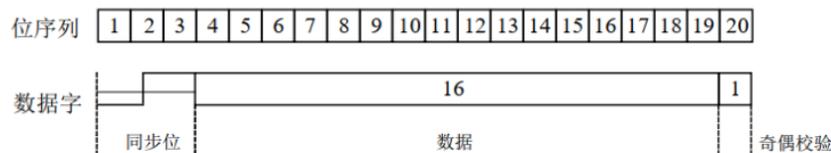


Der MIL-STD-1553-Nachrichtenstrom besteht aus einer Folge von 1553B-Nachrichten. Die 1553B-Nachricht besteht aus einem Befehlsword, einem Datenword und einem Statusword. Die kleinste Einheit einer 1553B-Nachricht ist ein Bit, wobei alle 20 Bits ein Wort bilden und jedes Wort ein gültiges Informationsbit von 16 Bits hat. Dem gültigen Informationsbit geht ein 3-Bit-Synchronisationsheader voraus (der Synchronisationsheader ist in 2 anderthalb Bits unterteilt), gefolgt von einem 1-Bit-Paritätsbit (ungerade Parität wird verwendet).

(1) Befehlswort



(2) Datenwort



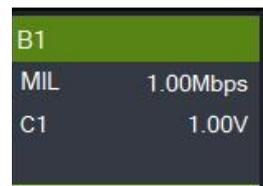
(3) Statuswort

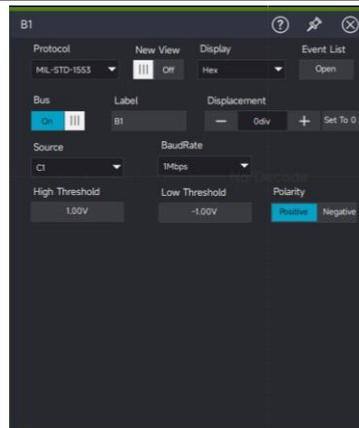


MIL-STD-1553 Dekodierung einrichten

(1) Bus+

Klicken Sie auf Bus+ rechts unten auf dem Bildschirm oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Kontrollbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdecodierung einzuschalten. Wählen Sie das MIL-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.





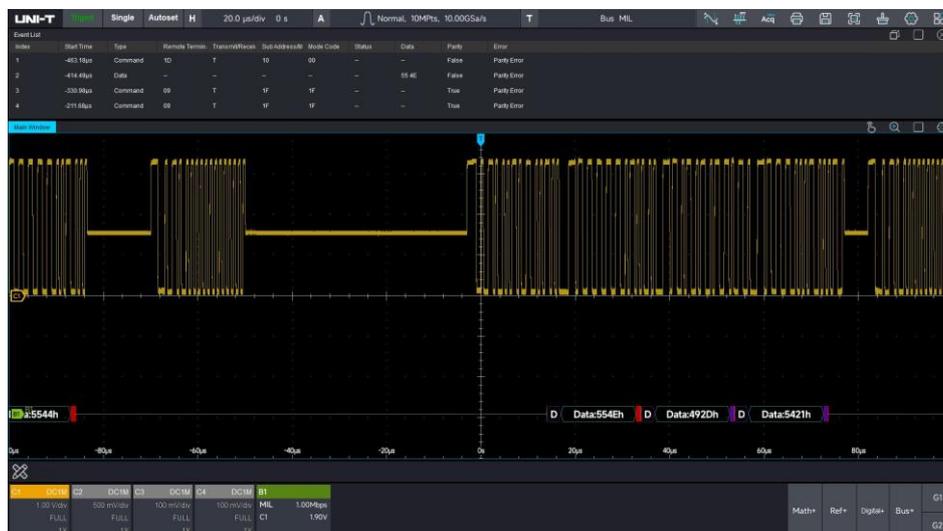
- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie auch längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über **-** und **+** an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

(2) Quelle: C1~C4 kann der Signaleingang für MIL-STD-1553 sein.

(3) Baudrate: Legen Sie die Übertragungsrate des Signals fest. Sie kann auf 1 Mbps, 10 Mbps oder benutzerdefiniert eingestellt werden.

(4) Schwellenwert für hohen/niedrigen Pegel einstellen

(5) Datenpolarität: Positive Polarität, negative Polarität



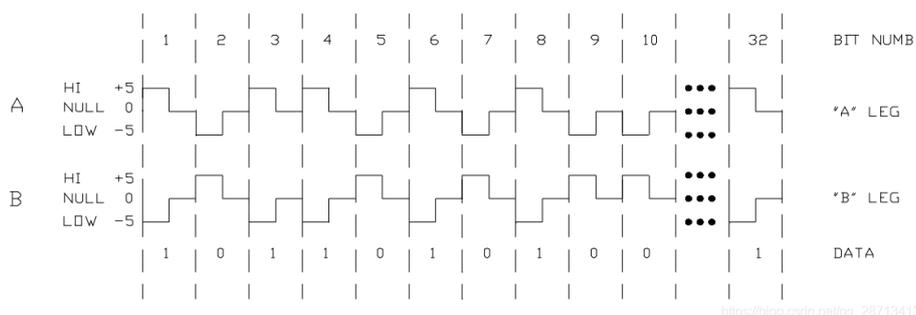
## 6.10 ARINC429

Das ARINC429 Busprotokoll wurde im Juli 1977 vom U.S. Airlines Engineering Committee (Ausschuss für Luftfahrttechnik) vorgeschlagen und genehmigt. ARINC ist die Abkürzung für Aeronautical Radio Incorporated. Der vollständige Name lautet Digital Information Transfer System (DITS). Der Protokollstandard spezifiziert die Anforderungen für die digitale Informationsübertragung zwischen der Avionik und verwandten Systemen und ist in modernen zivilen Verkehrsflugzeugen weit verbreitet.

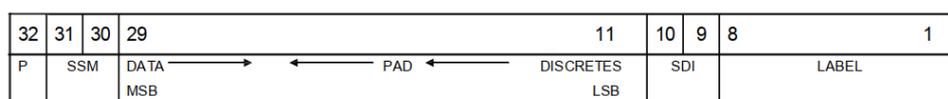
Der ARINC429-Bus besteht aus einem abgeschirmten, verdrehten Kabel, das sich durch eine einfache Struktur, stabile Leistung und starke Anti-Interferenz auszeichnet. Es handelt sich um einen unidirektionalen Datenbus, d.h. er kann Daten nur in einer Richtung empfangen. Informationen können nur vom Sendepoint des Kommunikationsgeräts über den Übertragungsbus an die Schnittstelle ausgegeben werden, an der er mit anderen Geräten verbunden ist, die die Informationen benötigen. Wenn eine bidirektionale Übertragung zwischen zwei Kommunikationsgeräten erforderlich ist, wird für jede Richtung ein eigener Übertragungsbus verwendet.

ARINC429-Übertragungsrate: Langsame Geschwindigkeit von 12,5 kb/s, hohe Geschwindigkeit von 100 kb/s. Die hohe Geschwindigkeit und die langsame Geschwindigkeit können nicht auf demselben Übertragungsbus übertragen werden.

Schwellenspannung: ARINC429 verwendet einen High-Pegel von +5 V, einen Low-Pegel von -5 V; zwischen +5 V und -5 V liegt 0 V, was Null ist. Es wird eine bipolare Null-Codemodulation mit drei Zuständen verwendet, das Modulationssignal hat drei Zustände: "Hoch", "Null" und "Niedrig".



In der Protokollschicht überträgt ein Datenpaket Daten mit 32 Bit, zuerst LSB und dann MSB.



Bit 1~Bit 8: Der Tab-Bereich zeigt den Datentyp an. Dieser Datentyp bezieht sich auf die übertragenen Daten, die sich auf das jeweilige Teilsystem des Fahrzeugs beziehen.

Bit 9~Bit 10: SDI zeigt das Datenziel oder allgemeiner die Datenquelle an.

Bit 11~Bit 29: Der Datenbereich wird als BCD-Code oder BNR-Code ausgedrückt, diese beiden Codeformate können gemischt verwendet werden.

Bit 30~Bit 31: SSM (Signal/Status Matrix) beschreibt das Datenzeichen bei einer Übertragung.

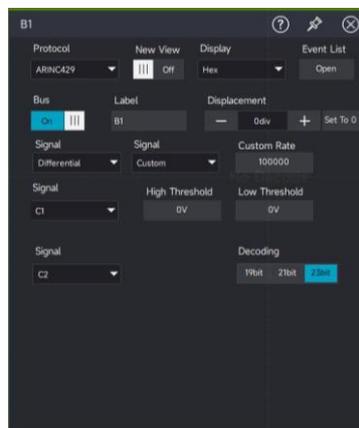
Bit 32: P, Paritätsprüfbit, ARINC429 verwendet eine ungerade Paritätsprüfung. Die Prüfmethode besteht

darin, in Bit 32 eine "1" anzuzeigen, wenn die Summe der Anzahl der Bits (d.h. die Anzahl der 1), die von Bit 1 bis Bit 31 hoch erscheinen, eine gerade Zahl ist. Wenn es sich um eine ungerade Zahl handelt, wird "0" angezeigt.

## ARINC429 Dekodierung einrichten

### (1) Bus+:

Klicken Sie auf Bus+ am rechten unteren Bildschirmrand oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Steuerbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdecodierung einzuschalten. Wählen Sie das ARINC429-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.



- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie auch längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über **-** und **+** an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

(2) Signalart: Einzelanschluss und Differenzial. Wenn das Differenzialsignal ausgewählt ist, müssen die Quellen für Signal H und Signal L festgelegt werden.

(3) Quelle: C1~C4

(4) Signalrate: 12,5 kbps, 100 kbps und benutzerdefiniert.

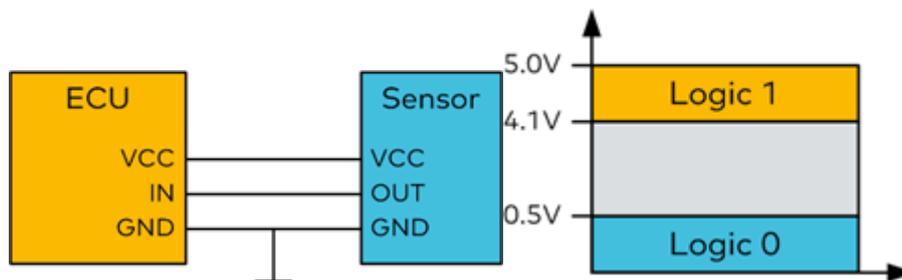
(5) Legen Sie den Schwellenwert für den Hoch-Tief-Pegel fest: ARINC429 hat drei Zustände "High", "Zero" und "Low". Daher muss der Schwellenwert für den Hoch-Tief-Pegel festgelegt werden.

(6) Dekodierungsmodus: 19-bit: Daten, 21-bit: Daten +SDI, 23-bit: Daten+SDI+SSM.

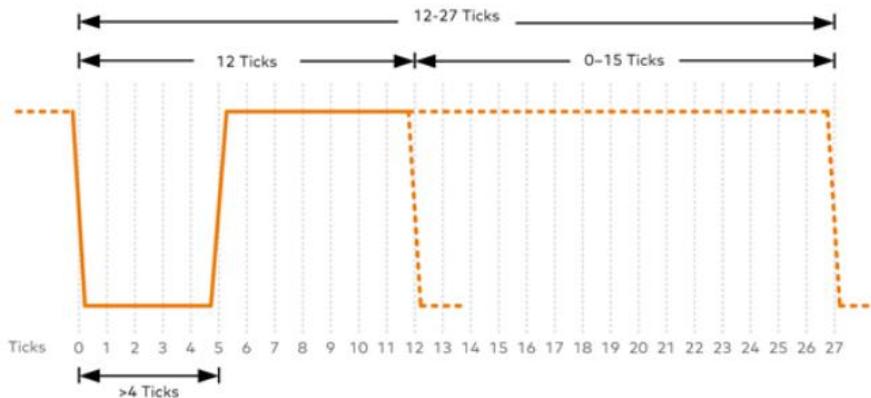
## 6.11 SENT

SENT (Single Edge Nibble Transmission) ist ein von der SAE eingeführtes, unidirektionales Punkt-zu-Punkt-Übertragungsverfahren, das für die Datenübertragung zwischen Fahrzeugsensoren und elektronischen Steuergeräten (ECU) verwendet wird.

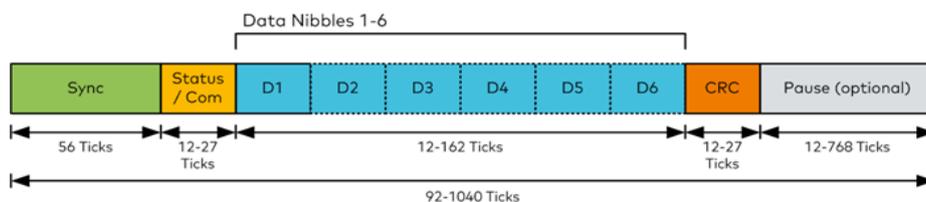
Pegelanforderung des SENT high/low Signals: Pegelanforderung für High/Low-Signal: 0~0,5V für Logikpegel 0, 4,1~5V für Logikpegel 1.



Die Daten des SENT-Protokolls bestehen aus einem Halbbyte-Nibble, d. h. 4 Bits für die Code-Definition, und ein Halbbyte-Nibble wird durch den Zeitunterschied zwischen zwei fallenden Flanken definiert.



### Rahmenstruktur



Das SENT-Protokoll ist mit Nibble als Basiseinheit kodiert; seine Grundkomponente sind Flows.

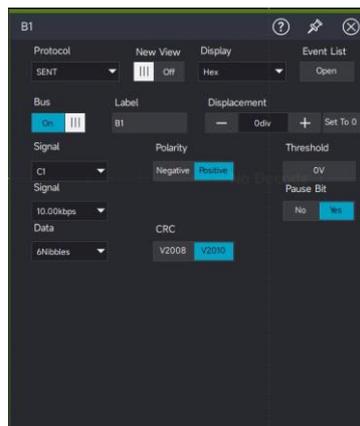
- Sync ist ein synchroner Impuls, die Anzahl ist festgelegt auf 56 Ticks
- Status/Com beschreibt den Zustand und den Kommunikationsstatus, die Anzahl beträgt 12~27 Ticks, das entspricht 1 Nibble (4bit)

- Daten ist das Datenfeld, 12~162 Ticks, das entspricht 1~6 Nibble
- CRC ist das Prüfungsfeld, 12~27 Ticks, das entspricht 1 Nibble
- Pausenimpuls, die Anzahl beträgt 12~768 Ticks. Frühere SENT-Protokolle hatten dieses Feld oder eine feste Länge der Ticks nicht. Nach SENT2010 kann ein Teil dieser Funktion dynamisch von der Anzahl der Ticks abhängig gemacht werden, so dass das gesamte SENT-Protokoll die gleiche feste Länge der Ticks hat.

## SENT-Dekodierung einrichten

### (1) Bus+:

Klicken Sie auf Bus+ am rechten unteren Bildschirmrand oder drücken Sie die Taste **Bus** im vertikalen Steuerbereich auf der Frontplatte, um das Menü zur Busdekodierung einzuschalten. Wählen Sie das SENT-Protokoll und stellen Sie die Busanzeige, das unabhängige Fenster, das Anzeigeformat, die Ereignisliste, die Registerkarte, den Offset und die Dekodierungsparameter ein. Auf der Registerkarte Bus unten rechts im Bildschirm werden der eingestellte Wert und der Status angezeigt.

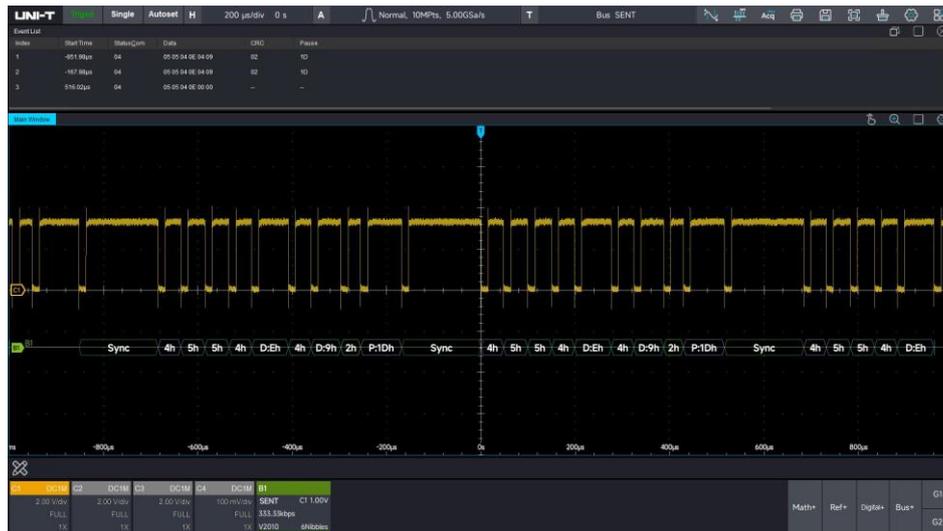


- Bus-Anzeige: Legen Sie fest, ob der Dekodierbus ein- oder ausgeschaltet werden soll.
- Anzeigeformat: Legen Sie das Anzeigeformat für den Dekodierbus fest. Es kann auf Hexadezimal, Dezimal, Binär, ASCII oder Auto eingestellt werden.
- Ereignisliste: Die Ereignisliste zeigt die dekodierten Daten, die entsprechende Zeilennummer, die Zeit, die Daten und die verifizierten Daten auf der Datenleitung im Tabellenformat an, sodass Sie auch längere dekodierte Daten leicht beobachten können.
- Registerkarte: Legen Sie den Namen der Registerkarte für den Bus fest. Nach Abschluss der Einstellung wird er auf dem Bussignal angezeigt, sodass Sie verschiedene Bustypen leicht unterscheiden können.
- Offset: Passen Sie die Position der Busanzeige über **-** und **+** an. Der Bereich beträgt -5,5~5,5 div.

### (2) Signaleingang: C1~C4

### (3) Signalpolarität: positiv/negativ

- (4) Schwellenwert: Dient zur Unterscheidung zwischen logischer "1" und "0".
- (5) Signalrate: 10 kbps, 20 kbps, 33,3 kbps, 50 kbps, 62,5 kbps, 83,3 kbps, 100 kbps, 125 kbps, 1 Mbps und benutzerdefiniert.
- (6) Datenlänge: 1 Nibble, 2 Nibble, 3 Nibble, 4 Nibble, 5 Nibble, 6 Nibble.
- (7) Einstellen, ob Stoppbit vorhanden ist
- (8) CRC heck: V2008/V2010

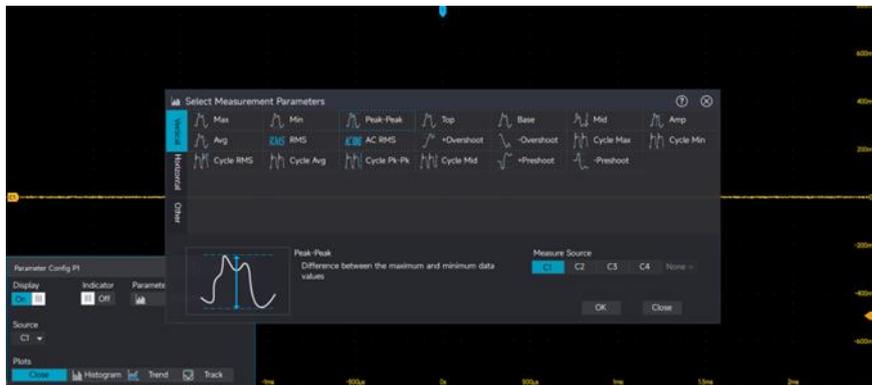


## 7. Automatische Messung

- [Parametermessung](#)
- [Parameter-Schnappschuss](#)
- [Messparameter hinzufügen](#)
- [Messstatistik](#)
- [Schwellenwertmessung](#)

### 7.1 Parametermessung

Die Oszilloskope der Serie MSO7000X können automatisch 48 verschiedene Parameter messen, wie z.B. vertikale, horizontale und andere Parameter.



#### Vertikale Parameter



Maximum (Max): Die Spannung zwischen dem höchsten Punkt der Wellenform und GND.



Minimum (Min): Die Spannung zwischen dem niedrigsten Punkt der Wellenform und GND.



Spitze-zu-Spitze (Pk-Pk): Der Spannungswert vom höchsten Punkt bis zum niedrigsten Punkt der Wellenform.



High: Der Spannungswert von der flachen Spitze der Wellenform zu GND.



Low: Der Spannungswert vom unteren Ende der Wellenform bis GND.



Mitte: Die Hälfte der Summe der Spannungswerte am oberen und unteren Ende der Wellenform



Amplitude (Amp): Die Spannung von oben nach unten in der Wellenform.



Durchschnitt (Mittelwert): Die durchschnittliche Amplitude der Wellenform auf dem Bildschirm.



Root Mean Square (RMS): Die Energie, die durch die Umwandlung eines Wechselstromsignals erzeugt wird. Sie entspricht der Gleichspannung, die die gleiche Energie erzeugt.



Standardabweichung (AC RMS): Der RMS-Wert ist die Wellenform, bei der die DC-Komponente entfernt wurde.



Positives Überschwingen (+OverSht): Die Differenz zwischen dem maximalen und dem höchsten Wert wird durch die Amplitude geteilt.



Negatives Überschwingen (-OverSht): Die Differenz zwischen dem Minimum und dem niedrigsten Wert wird durch die Amplitude geteilt.



Maximum des Zyklus (CycMax): Der maximale Wert der Wellenform in einem Zyklus



Minimum eines Zyklus (CycMin): Der minimale Wert der Wellenform in einem Zyklus



RMS der Periode (CycRMS): Die Energie, die durch die Umwandlung des Wechselstromsignals in einem Zyklus erzeugt wird, entspricht der Gleichspannung, die die gleiche Energie erzeugt.



Durchschnitt des Zyklus (CycMean): Die durchschnittliche Amplitude der Wellenform in einem Zyklus



Spitze-zu-Spitze des Zyklus (CycPK-PK): Die Spitze-zu-Spitze der Wellenform in einem Zyklus



Mitte des Zyklus (CycMid): Die Mitte der Wellenform in einem Zyklus

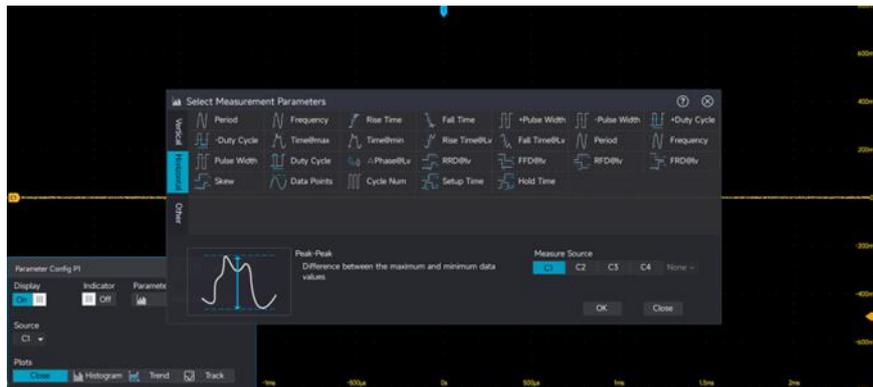


Positives Überschwingen (+PreSht): Vorschießen vor der steigenden Flanke



Negativer Überschwinger (-PreSht): Vorschießen vor der fallenden Flanke

## Horizontale Parameter



Periode: Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden, gleichpoligen Flanken einer sich wiederholenden Wellenform.



Frequenz (Freq): Der Kehrwert des Zyklus



Anstiegszeit (Rise): Zeit, die für den Anstieg der Wellenformamplitude von 10% auf 90% benötigt wird.



Abfallende Zeit (Fall): Zeit, die benötigt wird, bis die Amplitude der Wellenform von 90% auf 10% fällt.



Positive Impulsbreite (+Width): Die Impulsbreite eines positiven Impulses bei einer Amplitude von 50%.



Negative Impulsbreite (-Width): Die Impulsbreite eines negativen Impulses bei einer Amplitude von 50%.



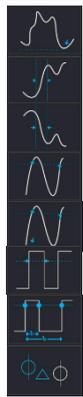
Positives Tastverhältnis (+Duty): Das Verhältnis der positiven Impulsbreite zum Zyklus.



Negatives Tastverhältnis (-Duty): Das Verhältnis der negativen Impulsbreite zum Zyklus.



Zeit @Max: Der Punkt, der dem ersten Maximum entspricht



Zeit @Min: Der Punkt, der dem ersten Minimum entspricht

Anstiegszeit @Lv: Dauer der ansteigenden Flanke zwischen benutzerdefinierten Pegeln.

Abfallende Zeit @Lv: Dauer der fallenden Flanke zwischen benutzerdefinierten Pegeln.

Periode @Lv: Die Zeit für jeden Zyklus auf dem angegebenen Level der Wellenform.

Frequenz @Lv: Die Frequenz für jeden Zyklus auf dem angegebenen Niveau.

Impulsbreite @Lv: Die Breite, gemessen am angegebenen Pegel der Wellenform

Tastverhältnis @Lv: Das Tastverhältnis der angegebenen Position.

Phasendifferenz @Lv: Berechnung der Phasendifferenz bei 50% der ersten steigenden Flanke zwischen den beiden Wellenformen.



RRD@Lv: Berechnung der Zeitdifferenz beim angegebenen Pegel der ersten steigenden Flanke zwischen den beiden Wellenformen.



FFD@Lv: Berechnung der Zeitdifferenz bei dem angegebenen Pegel der ersten fallenden Flanke zwischen den beiden Wellenformen.



RFD@Lv: Berechnung der Zeitdifferenz bei dem angegebenen Pegel von der steigenden Flanke der ersten Wellenform bis zur fallenden Flanke der zweiten Wellenform.



FRD@Lv: Berechnung der Zeitdifferenz bei dem angegebenen Pegel von der fallenden Flanke der ersten Wellenform bis zur steigenden Flanke der zweiten Wellenform.



Schräglage: Berechnung der Zeitdifferenz zwischen der ersten Flanke von 50% und der Triggerposition des Systems.



Datenanzahl: Die Anzahl der Abtastpunkte der Wellenformdaten, die an der Messung teilnehmen.



Periodenzahl: Die Anzahl der Zyklen innerhalb der periodischen Wellenform.



Burst-Breite: Berechnung der Dauer, in der der Zwischenreferenzwert mehrmals hintereinander überschritten wird.

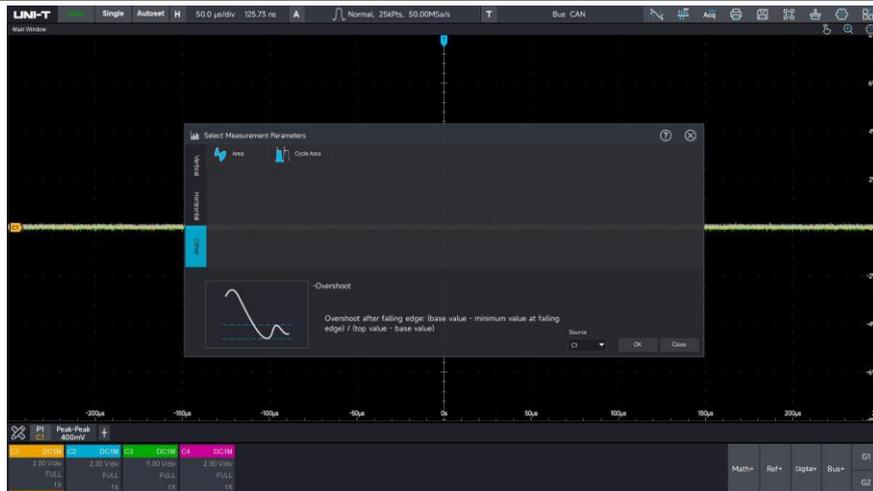


Einrichtungszeit: Zeit vom Überschreiten des angegebenen Zwischenreferenzpegels an der Datenquelle bis zum jüngsten Überschreiten des angegebenen Zwischenreferenzpegels an der Taktquelle.



Haltezeit: Zeit vom Überschreiten des angegebenen Zwischenreferenzpegels an der Taktquelle bis zum erneuten Überschreiten des angegebenen Zwischenreferenzpegels an der Datenquelle.

## Andere Parameter



Bereich: Algebraische Summe aller Punktspannungen multipliziert mit der Zeit auf dem Bildschirm.



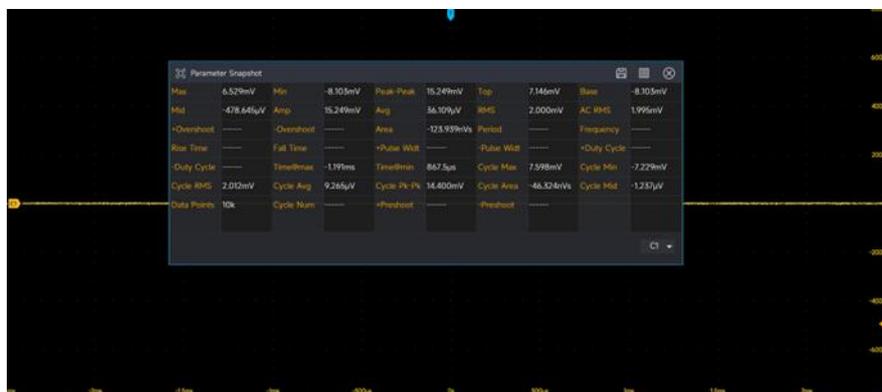
Zyklusbereich (CycArea): Algebraische Summe aller Punktspannungen multipliziert mit der Zeit innerhalb eines Zyklus der Wellenform.

## 7.2 Parameter-Schnappschuss

Drücken Sie die Taste **Quick Meas**, um diese Funktion zu öffnen und das Ergebnis aller Parametermessungen zu überprüfen. Oder klicken Sie auf das Symbol der Messleiste , um diese Funktion zu aktivieren.

Der Parameter-Snapshot ist immer mit einer Farbe markiert, die dem aktuellen Messkanal (der primären Quelle) entspricht.

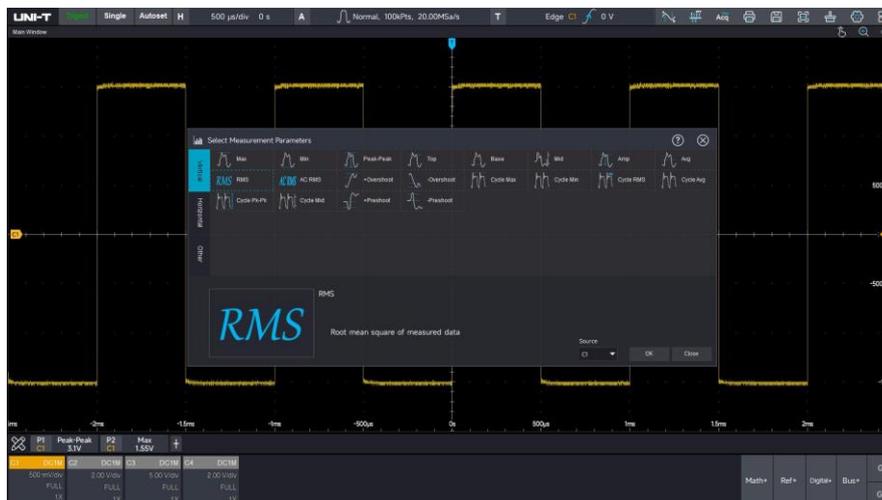
Wenn "----" angezeigt wird, bedeutet dies, dass kein Signaleingang an die Strommessquelle angeschlossen ist oder dass das Messergebnis nicht innerhalb des gültigen Bereichs liegt (zu groß oder zu klein).



## 7.3 Messparameter hinzufügen

MSO7000X unterstützt den Benutzer bei der Auswahl interessanter Parameter für die Langzeitbeobachtung. Klicken Sie auf das Messsymbol  in der unteren linken Ecke, um die Parametermessung zu öffnen. Standardmäßig wird der zuvor gemessene Parameter wiederhergestellt.

Klicken Sie auf das Symbol , um die Seite für die Parametermessung aufzurufen, und klicken Sie auf den zu beobachtenden "Parameter". Für den Messparameter können Sie "Vertikal", "Horizontal" und "Andere" auswählen. Der ausgewählte Parameter ist mit einem blau gestrichelten Kästchen markiert. Klicken Sie auf "Auswählen", um den Messparameter hinzuzufügen oder zu ändern, um ihn zu modifizieren. Nach dem Hinzufügen wird der in Echtzeit gemessene Wert des Parameters in der unteren linken Ecke angezeigt und der hinzugefügte Parameter kann für den nächsten Schritt verwendet werden, z.B. für Messstatistiken oder Histogramm- und Tendenzdiagramm-Analysen. Die bereits hinzugefügten Parameter können nicht wiederholt hinzugefügt werden.



## 7.4 Messstatistik

MSO7000X berechnet und analysiert die aktuell hinzugefügten Messparameter in Echtzeit entsprechend der Anzahl der Proben. Klicken Sie auf das Messungssymbol  in der unteren linken Ecke, um die Messungsstatistiken zu öffnen. Sie unterstützt das Maximum, das Minimum, den Durchschnitt, die Standardabweichung und die Stichprobenstatistik.

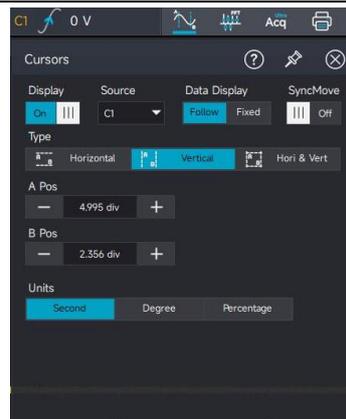


## 8. Cursor-Messung

- [Zeitbereich-Cursor](#)
- [Frequenzbereich-Cursor](#)

Drücken Sie die **Cursors**-Taste auf dem Bedienfeld oder klicken Sie auf das Symbol  in der oberen rechten Ecke, um die Cursor-Messung einzugeben.

- (1) Anzeige: "ON" zeigt an, dass die Cursor-Messung aktiviert ist. "OFF" zeigt an, dass die Cursor-Messung deaktiviert ist.
- (2) Quelle: C1, C2, C3, C4, Math, Ref
- (3) Typ: Horizontal zeigt das Messergebnis von Zeit/Frequenz an. Vertikal zeigt das Messergebnis von Spannung/Leistung an.
- (4) A-Position: Die Position des Cursors A auf dem Bildschirm, mit der Einheit div. Sie kann durch Drehen des Drehknopfes im Funktionsbereich auf der Frontplatte oder durch Anklicken von  und  eingestellt werden, um die Position von A im Cursor-Messfenster einzustellen oder durch Anklicken der Position von A, um die numerische Tastatur zur Einstellung aufzurufen.
- (5) B-Position: Die Position des Cursors B auf dem Bildschirm, mit der Einheit div. Sie kann durch Drehen des Drehknopfes im Funktionsbereich auf der Frontplatte oder durch Anklicken von  und  eingestellt werden, um die B-Position im Cursor-Messfenster einzustellen, oder durch Anklicken der B-Position, um die numerische Tastatur zur Einstellung aufzurufen.
- (6) Datenanzeige: Anhaltend oder feststehend
- (8) Synchroner Bewegung: Diese Funktion ist standardmäßig deaktiviert. Wenn Sie den Cursor A oder den Cursor B bewegen, hat dies keinen Einfluss auf die Position des anderen Cursors. Wenn die synchrone Bewegung aktiviert ist, erscheint ein Symbol  neben B. Wenn Sie den Cursor B bewegen, folgt der Cursor A der Bewegung, um den relativen Abstand beizubehalten. Wenn Sie den Cursor A bewegen, wird Cursor B nicht beeinflusst.
- (9) Horizontale Einheit: s, %
- (10) Vertikale Einheit: s, °, %



## 8.1 Zeitbereich-Cursor

Quelle: C1~C4, Mathematik, REF

### Vertikale Messung

Wählen Sie im Menü Cursor-Messung den Cursor-Typ "Vertikal".

"X" zeigt das Messergebnis der Kanalzeit an.

"Y" zeigt das Messergebnis der Spannung am Schnittpunkt des offenen Kanals und des Cursors an.

" $\Delta X$ " gibt den absoluten Wert der von den beiden Cursors A-B gemessenen Zeitdifferenz an.

" $\Delta Y$ " gibt den absoluten Wert der von den beiden Cursors A-B gemessenen Spannungsdifferenz an.

" $1/\Delta X$ " gibt den Kehrwert der von den beiden Cursors A-B gemessenen Zeitdifferenz an (und damit die Wellenformfrequenz zwischen den beiden Cursors A-B).

" $\Delta Y/\Delta X$ " gibt den absoluten Wert der Spannungsänderung an zwei Punkten A-B im Einheitsintervall an.

### Horizontale Messung

Wählen Sie als Cursor-Typ "Horizontal" im Menü Cursor-Messung.

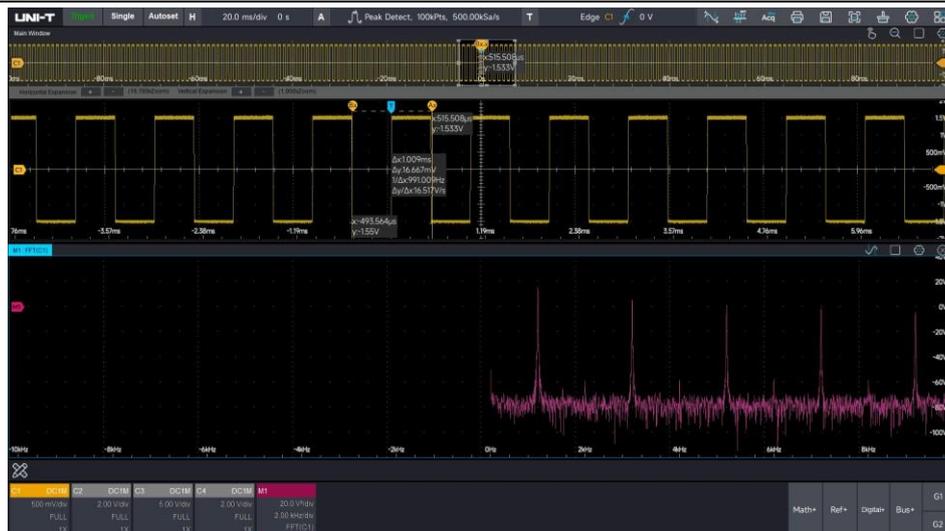
"Y" zeigt das Messergebnis der Cursor-Spannung an.

" $\Delta Y$ " gibt den absoluten Wert der von den beiden Cursors A-B gemessenen Spannungsdifferenz an.

### Vertikale & horizontale Messung

Wählen Sie im Menü Cursorfunktion den Cursortyp "Horizontal & Vertikal".

Die vertikale & horizontale Cursor-Messung ist eine Kombination aus horizontaler und vertikaler Messung. Sie können damit horizontale und vertikale Parameter gleichzeitig messen.



## 8.2 Cursor im Frequenzbereich

Quelle: Math

### Vertikale Messung

Wählen Sie im Menü Cursor-Messung den Cursor-Typ "Vertikal".

Magnitudenspektrum

"X" zeigt das Messergebnis der Kanalfrequenz an.

"Y" zeigt das Messergebnis der Amplitude/Leistung am Frequenzschnittpunkt zwischen dem offenen Kanal und dem Cursor an.

" $\Delta X$ " gibt den absoluten Wert der von den beiden Cursors A-B gemessenen Frequenzdifferenz an.

" $\Delta Y$ " gibt den absoluten Wert der Amplituden-/Leistungsdifferenz an, die von den beiden Cursors A-B gemessen wird.

" $1/\Delta X$ " gibt den Kehrwert der von den beiden Cursors A-B gemessenen Frequenzdifferenz an (und damit die Zeitdifferenz zwischen den beiden Cursors A-B).

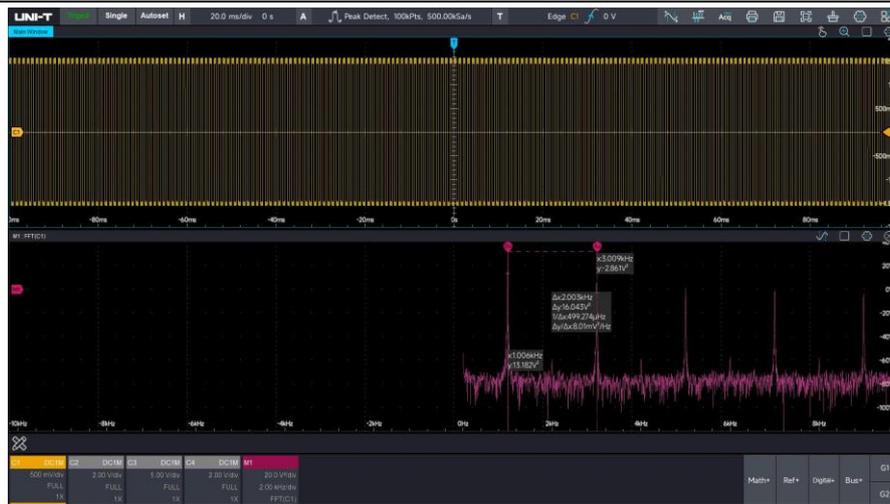
" $\Delta Y/\Delta X$ " gibt den absoluten Wert der Amplituden-/Leistungsänderung an zwei Punkten A-B im Frequenzintervall an.

### Horizontale Messung

Wählen Sie im Menü Cursor-Messung den Cursor-Typ "Horizontal".

"Y" zeigt das Messergebnis der Cursor-Amplitude/Leistung an.

" $\Delta Y$ " gibt den absoluten Wert der Amplituden-/Leistungsdifferenz an, die von den beiden Cursors A-B gemessen wird.



## 9. Mathematische Operation

- [Grundlegende Bedienung](#)
- [FFT](#)
- [Filter](#)
- [ERes](#)
- [Erweiterte Operation](#)
- [Benutzerdefinierte Operation](#)

Die Mixed-Signal-Oszilloskope der Serie MSO7000X verfügen über eine Vielzahl von mathematischen Operationen, darunter Grundoperationen, FFT, digitale Filter, erweiterte Operationen und benutzerdefinierte Operationen.

Klicken Sie auf die Registerkarte "Mathematik +", um das Funktionsmenü für die mathematischen Operationen aufzurufen. In diesem Menü können Sie die vertikale Skala, die vertikale Position, die horizontale Skala und die horizontale Position der mathematischen Wellenform einstellen. Die Registerkarte "Mathematische Wellenform" kann ebenfalls im Menü eingestellt werden, die Einheit der mathematischen Operation kann angepasst werden.

Mathematischer Operations-Cursor  markiert das Ergebnis einer mathematischen Operation.

### 9.1 Grundlegende Bedienung

Die an der Operation beteiligte Wellenform kann eine analoge Wellenform, eine mathematische Wellenform oder eine Referenzwellenform sein. Mit den Operationen "+", "-", "x" und "÷" können mathematische Operationen an den Kanalsignalformen durchgeführt werden, um die endgültige MATH-Signalform zu erhalten.

Operator: "+", "-", "x", "÷"

1. +: Die Wellenformen von Quelle 1 und Quelle 2 werden Punkt für Punkt addiert.
2. -: Die Wellenformen von Quelle 1 und Quelle 2 werden Punkt für Punkt subtrahiert.
3. x: Die Wellenform von Quelle 1 und Quelle 2 werden Punkt für Punkt multipliziert.
4. ÷: Die Wellenform von Quelle 1 und Quelle 2 wird Punkt für Punkt geteilt.

### 9.2 FFT

Mit der FFT (Fast Fourier Transform) können Sie Signale im Zeitbereich (YT) in Signale im Frequenzbereich umwandeln. Die folgenden Arten von Signalen lassen sich mit der FFT leicht beobachten.

1. Oberwellengehalt und Verzerrung im Messsystem
2. Rauschmerkmale in der Gleichstromversorgung
3. Schwingungsanalyse

### Vertikale Einheit

Die Einheit des Ergebnisses der FFT-Operation.

Magnitudenspektrum: **Vrms** und **dBm**

**Vrms** und **dBm** zeigen jeweils die vertikale Amplitudengröße in linearen und Dezibel-Volt an. Wenn das FFT-Spektrum in einem großen dynamischen Bereich angezeigt werden muss, wird dBm empfohlen.

### Frequenzbereich

- Mittlere Frequenz: Legen Sie die Frequenz für den zentralen Frequenzpunkt der FFT-Spektrumansicht fest.
- Spanne: Legen Sie den Abtastbereich des FFT-Spektrums fest. Der Mittenfrequenzpunkt wird als Referenz verwendet, und die linke und rechte Bandbreite nehmen jeweils die Hälfte des Spans ein.

### Anzahl

Die Anzahl der Punkte, die vom FFT-Spektrum verarbeitet werden. Sie können Num1k, Num2k, Num4k, Num8k, Num16k, Num32k, Num1M einstellen.

### Fenster

Wählen Sie eine geeignete Fensterfunktion, um das Problem des spektralen Lecks zu verringern, so dass das Zeitsignal die Anforderungen an die Periodizität der FFT-Verarbeitung besser zu erfüllen scheint (d.h. die Fensterfunktion muss im Spektrum der Hauptklappe so schmal wie möglich sein, die Seitenklappendämpfung ist so groß wie möglich. Beide können jedoch nicht beides haben, so dass die Fensterfunktion entsprechend dem tatsächlichen Bedarf ausgewählt werden sollte. Je schmaler die Hauptklappe ist, desto höher ist die Frequenzerkennungsgenauigkeit der Fensterfunktion; je größer die Seitenklappendämpfung der Fensterfunktion ist, desto höher ist die Amplitudenerkennungsgenauigkeit). Hamming-, Blackman-, Rechteck-, Hanning- und Flat-Top-Fenster können für verschiedene Messungen ausgewählt werden. Die Eigenschaften der Fensterfunktion sind für die Messung verschiedener Wellenformen geeignet. Daher sollte der Benutzer die Fensterfunktion entsprechend den Eigenschaften der gemessenen Wellenformen und den tatsächlichen Bedürfnissen auswählen.

1. Rechteck: Es bietet die beste Frequenzauflösung und die schlechteste Amplitudenauflösung, ähnlich wie ein Signal ohne Fenster. Es ist für die Messung der folgenden Wellenformen geeignet.
  - Transiente oder kurzer Impuls, der Signalpegel ist fast gleich wie vor und nach
  - Sinuswelle mit gleicher Amplitude und sehr ähnlicher Frequenz
  - Breitbandiges Zufallsrauschen in einem sich langsam verändernden Spektrum
2. Hanning: Im Vergleich zum Rechteckfenster hat es eine bessere Frequenzauflösung, aber eine schlechtere Amplitudenauflösung. Es eignet sich für die Messung von Sinus-, periodischen und schmalbandigen Rauschwellenformen.

3. Hamming: Die Frequenzauflösung ist etwas besser als die des Hanning-Fensters. Es eignet sich für die Messung von transienten oder kurzen Impulsen und von Wellenformen, bei denen der Signalpegel vorher und nachher stark variiert.
4. Blackman: Er hat die beste Amplitudenauflösung, aber die schlechteste Frequenzauflösung. Er eignet sich für die Messung einzelner Frequenzsignale oder die Suche nach höheren Oberwellen.
5. Fenster mit flacher Oberseite: Genaues Messsignal. Es eignet sich für die Messung des Signals ohne präzise Referenzsubstanz, erfordert aber eine genaue Messung.

### Ausgabemodus

- Magnitudenspektrum
- Leistungsspektrum
- PSD (Leistungsdichtespektrum)
- Realer Teil
- Imaginärer Teil
- Phasenspektrum

### Anzeigemodus

Öffnen Sie das separate Standardfenster von FFT und tippen Sie auf das Symbol  in der oberen rechten Ecke, um den Vollbildmodus anzuzeigen.



### FFT operative Fähigkeiten

Das Signal mit Gleichstromanteil oder Abweichungen kann Fehler oder Abweichungen in den FFT-Wellenformkomponenten verursachen. Um die Gleichstromkomponente zu reduzieren,

### Spitzenmarker

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Symbol  in der oberen rechten Ecke des FFT-Fensters, um die Spitzenmarker-Funktion zu aktivieren.

**(1) Markerquelle auswählen**

MSO7000X unterstützt 8 gleichzeitig geöffnete mathematische Kanäle. Die Quelle kann M1~M8 wählen.

**(2) Schwellenwert und Markeranzahl auswählen**

Der Schwellenwert bestimmt die Anzeigeposition der Spitzenwertmarkierung.

Die Markeranzahl bestimmt, wie viele Spitzenwerte markiert werden können. Der Markierungsbereich ist 1~11.

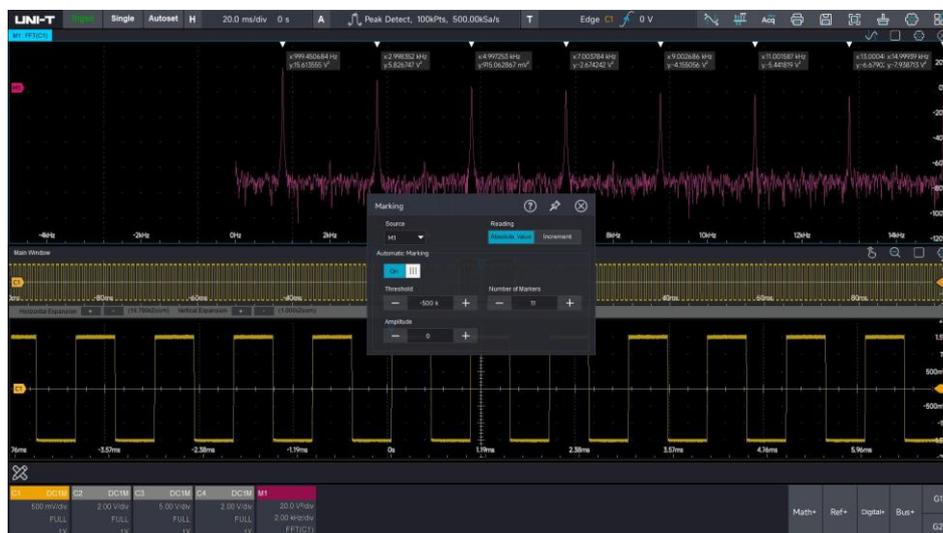
**(3) Markierungswert auswählen**

Absoluter Wert: Wählen Sie den absoluten Wert der Markierung

Inkrement: Der absolute Wert der Frequenzdifferenz vom ersten Marker zum zweiten Marker und der absolute Wert der Amplitudendifferenz, usw.

**(4) Automatische Markierung aktivieren**

Wenn der automatische Marker aktiviert ist, markiert das Oszilloskop den Peak in Echtzeit.



## 9.3 Filter

### Filter Typ

- Tiefpass: Nur Signale mit einer Quellfrequenz, die niedriger ist als die aktuelle "Grenzfrequenz 1", werden durchgelassen.
- Hochpass: Nur Signale mit einer Quellfrequenz, die höher ist als die aktuelle "Grenzfrequenz 1", werden durchgelassen.
- Bandpass: Nur Signale mit einer Quellfrequenz, die höher als die aktuelle "Grenzfrequenz 1" und niedriger als die aktuelle "Grenzfrequenz 2" ist, dürfen passieren.
- Bandbegrenzt: Nur Signale mit einer Quellfrequenz, die niedriger als die aktuelle "Grenzfrequenz 1" oder höher als die aktuelle "Grenzfrequenz 2" ist, dürfen passieren.

Grenzfrequenz 1

Sie kann durch Klicken auf **-** und **+** im Menü Mathematik oder durch Eingabe über die numerische [www.uni-trend.com](http://www.uni-trend.com)

Tastatur eingestellt werden.

Grenzfrequenz 2

Sie kann durch Klicken auf **-** und **+** im Menü Mathematik oder durch Eingabe über die numerische Tastatur eingestellt werden.

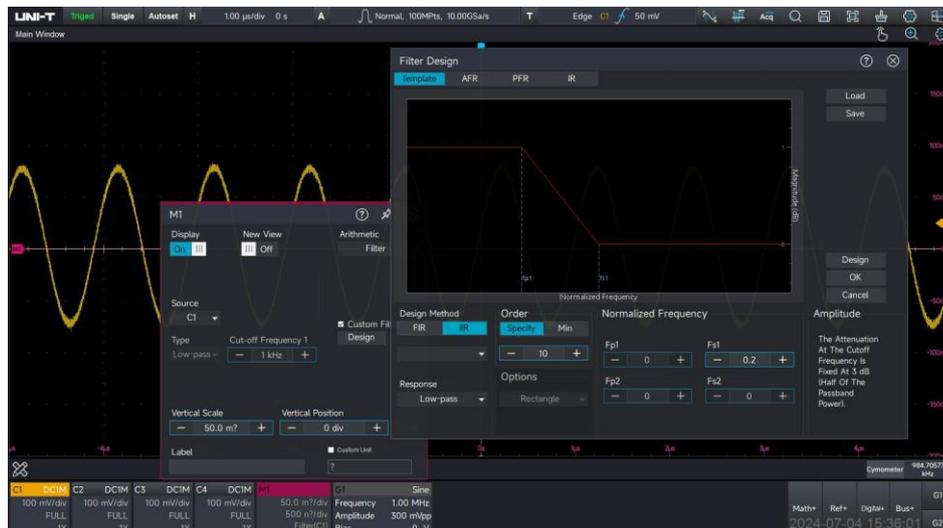
Bei Tief-/Hochpass ist die Grenzfrequenz 2 ungültig und das Menü wird ausgeblendet.

**Vorsicht:** Der Bereich der Grenzfrequenz ist abhängig von der aktuellen horizontalen Zeitbasis.



## Benutzerdefinierter Filter-Designer

Der MSO7000X ermöglicht die Erstellung benutzerdefinierter Filter, einschließlich FIR- und IIR-Filterdesignern. Durch Aktivieren des benutzerdefinierten Filters und Klicken auf „Design“ wird der benutzerdefinierte Filter-Designer geöffnet.



Einfache Einführung in die Designoberfläche:

- (1) Antworttyp: Designoptionen umfassen Tiefpass, Hochpass, Bandpass und Bandsperr.
- (2) Entwurfsmethode: Es stehen zwei Hauptkategorien zur Verfügung: IIR und FIR.
- (3) Filterordnung: Die Ordnung kann nach Bedarf festgelegt werden. FIR-Bereich: 2–50, IIR-Bereich: 2–1000. Für IIR kann auch direkt die minimale Ordnung gewählt werden.

- (4) Frequenzparameter: Die Parameter können entsprechend den Anforderungen eingestellt werden.
- (5) Filtereigenschaften: Amplitudenfrequenz, Phasenfrequenz und Impulsantwort.

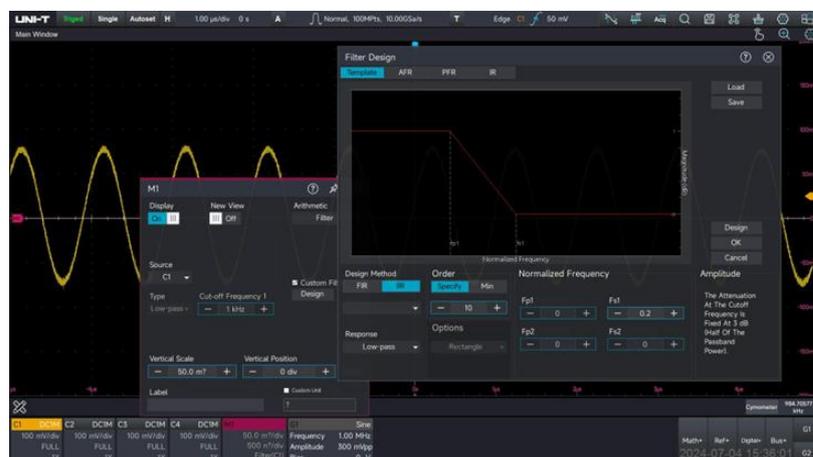
Nachfolgend wird ein Beispiel zur Einführung der Filterdesign-Parameter vorgestellt:

- (1) Entwurf eines Butterworth-Tiefpassfilters.
- (2) Filterordnung: 10.
- (3) Abtastfrequenz: 500 kHz.
- (4) Grenzfrequenz: 50 kHz.
- (5) Berechnung des normierten Frequenzkoeffizienten: Basierend auf der Formel  $f_p/f_s/2$  ergibt sich ein normierter Grenzfrequenzkoeffizient von 0,2.

Schritte zur Umsetzung:

Stellen Sie die oben genannten Parameter ein und klicken Sie auf „Design“.

Die Vorlagenreferenz lautet wie folgt:



Nach Abschluss des Designs können die Eigenschaften des entworfenen Filters überprüft werden.

Amplituden-Frequenz-Charakteristik:



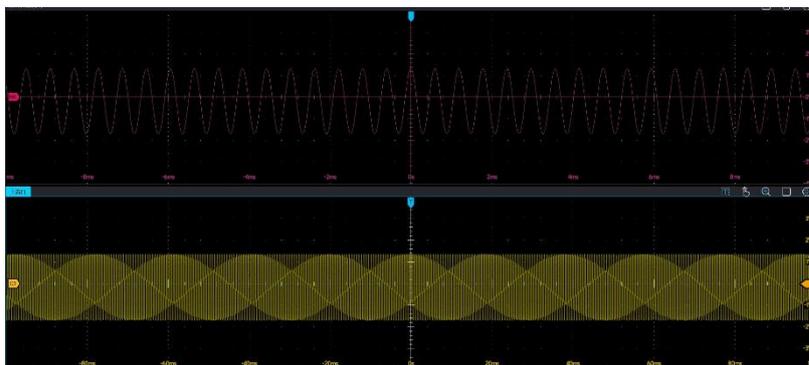
## Phasen-Frequenz-Charakteristik:



## Impulsantwort-Charakteristik:



Klicken Sie auf „OK“, um den entworfenen Filter auf die Wellenformverarbeitung anzuwenden.



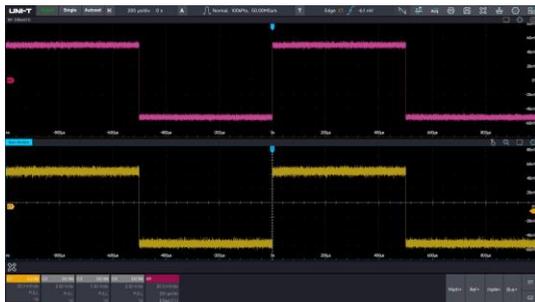
## Filterdesign speichern und laden

Sie können oben rechts im Designer auf „Speichern“ klicken, um den Filterdesigner als Skript zu speichern. Beim nächsten Gebrauch können Sie auf „Laden“ klicken, um ihn aufzurufen.

## 9.4 ERes

Der Modus "Erweiterte Auflösung" hat zwei Merkmale.

- (1) In jedem Fall verbessert jeder Filter mit einer festen Anzahl die Auflösung (d.h. die Fähigkeit, zwischen eng beieinander liegenden Spannungswerten zu unterscheiden). Dies kann die Auflösung effektiv verbessern, unabhängig davon, ob es sich um ein Signal mit Rauschen, ein Einzelsignal oder ein wiederholtes Signal handelt.
- (2) Das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) kann verbessert werden. Das hängt von der Art des Rauschens im Originalsignal ab. Durch den Modus „Erweiterte Auflösung“ wird die Bandbreite des Signals verringert, sodass ein Teil des Rauschens herausgefiltert werden kann.



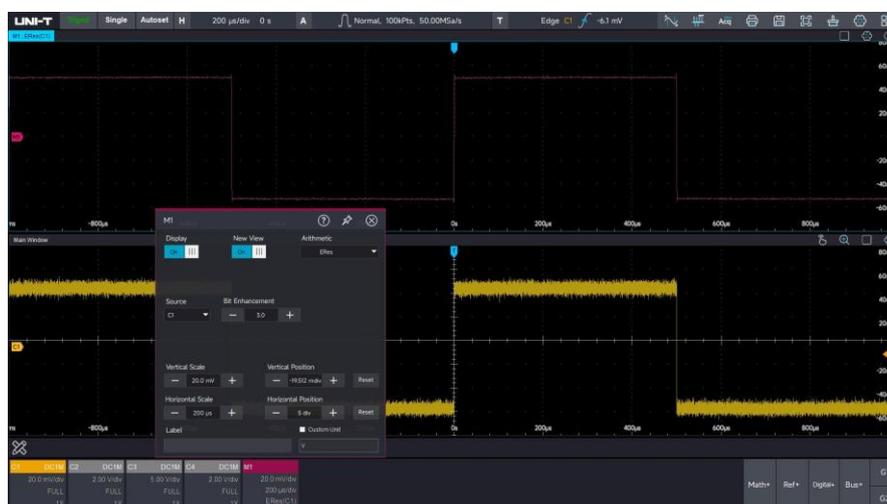
Unverarbeitete Wellenform



Erweiterte Auflösung um 3 Bits

ERes-Modus einstellen

Wählen Sie „ERes“ im Mathe-Menü aus und legen Sie die Quelle fest, um die Erweiterung der Auflösung (0,5~3 Bits) einzustellen.

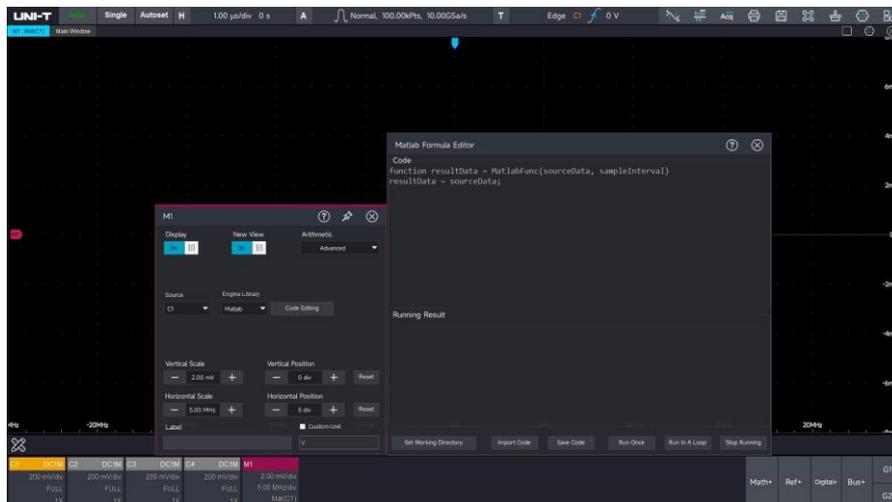


## 9.5 Erweiterte Operation

MSO7000X unterstützt eingebettete Matlab-Programme und Datendarstellung, die Programmiererergebnisse werden direkt auf dem Oszilloskop ausgeführt.

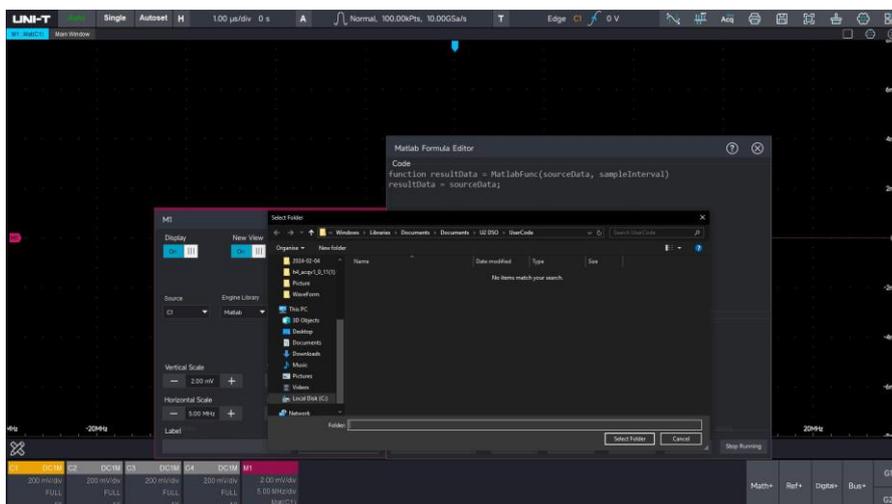
## Matlab ausführen

Wählen Sie im Mathe-Menü die Option „Erweiterte Operation“, legen Sie den Bibliothekstyp auf „Matlab“ fest, und klicken Sie auf den Code-Compiler, um den Matlab-Code-Compiler zu öffnen. Verbinden Sie die Tastatur, geben Sie den Matlab-Code direkt ein oder importieren Sie ihn. Klicken Sie anschließend auf „Ausführen“, um das Ergebnis der Programmierung zu erhalten.



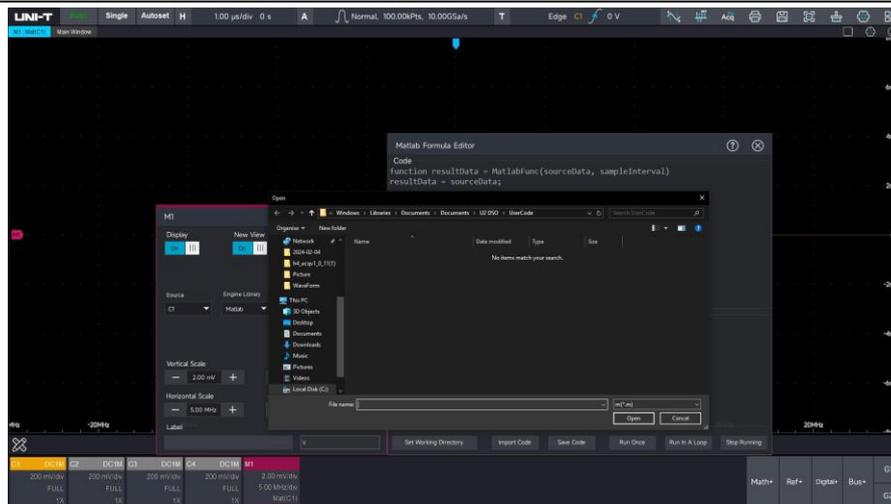
## Arbeitsverzeichnis festlegen

Der Standardpfad für den Code-Compiler zum Kompilieren von Dateien kann durch Klicken auf „+“ und „-“ angepasst werden. Klicken Sie auf das „Ordnersymbol“, um den Ordner als Arbeitsverzeichnis des Compilers auszuwählen. Das Arbeitsverzeichnis wird standardmäßig geöffnet, um Code zu speichern und zu importieren.



## Matlab importieren

Klicken Sie auf „Importieren“, suchen Sie die gespeicherte Matlab-Code-Datei mit der Endung „.m“ im Arbeitsverzeichnis, wählen Sie sie aus und klicken Sie auf „Bestätigen“, um sie in den Code-Compiler zu laden. Sie können die Datei vorab in das Arbeitsverzeichnis kopieren oder von einem anderen Wechseldatenträger (z. B. USB-Stick) importieren.

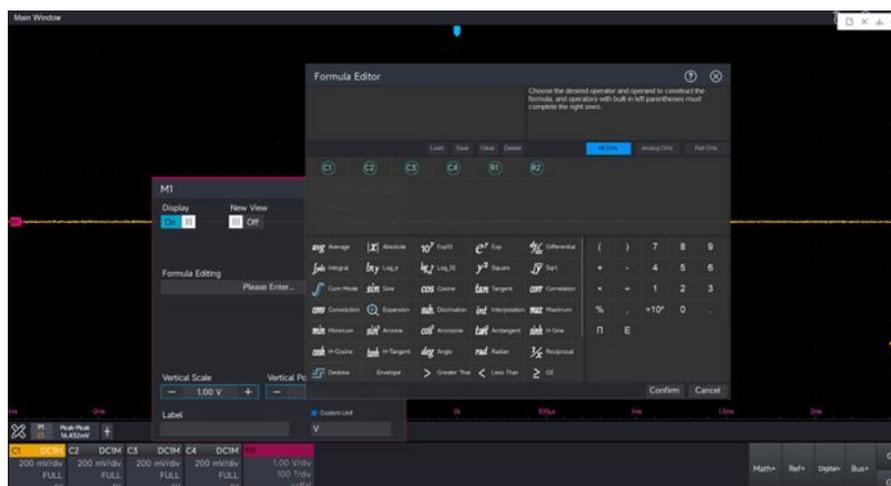


### Matlab-Datei speichern

Erstellen Sie vorab eine leere .m-Datei im Arbeitsverzeichnis, klicken Sie im Code-Compiler auf „Speichern“ und wählen Sie die erstellte leere Datei aus, um sie zu speichern. Die gespeicherte Datei kann durch Importieren des Codes erneut aufgerufen werden.

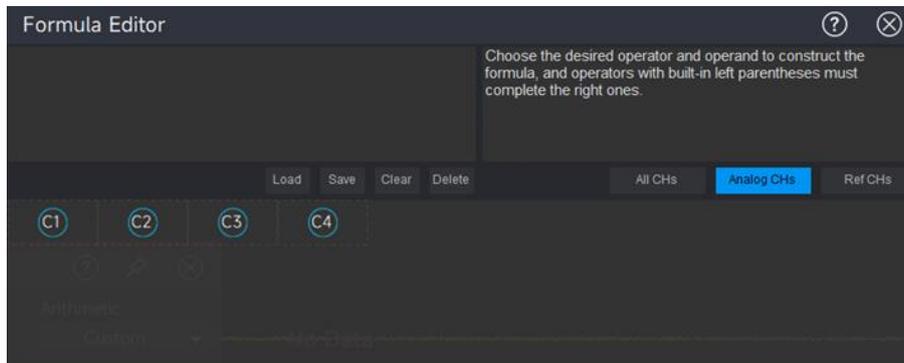
## 9.6 Benutzerdefinierte Operation

Der Betrieb jedes Signaleingangskanals kann flexibel angepasst werden, um die MATH-Wellenform mit unterschiedlichen Ergebnissen zu erzeugen. Während der Bearbeitung des Ausdrucks kann der Benutzer den Ausdruck „löschen“, „zurücksetzen“, „laden“ und „speichern“. Nach der Anwendung des Ausdrucks führt das Oszilloskop die Berechnung gemäß dem Ausdruck aus und zeigt das Ergebnis an. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis der fünffachen Mittelwertbildung des Kanals C1.

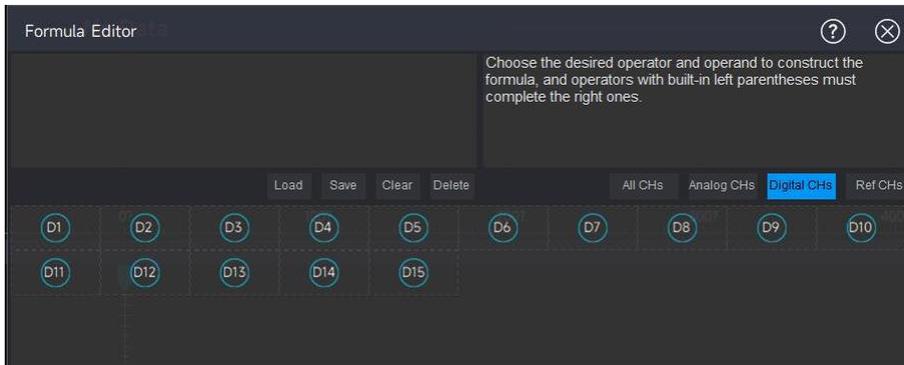


## Kanal auswählen

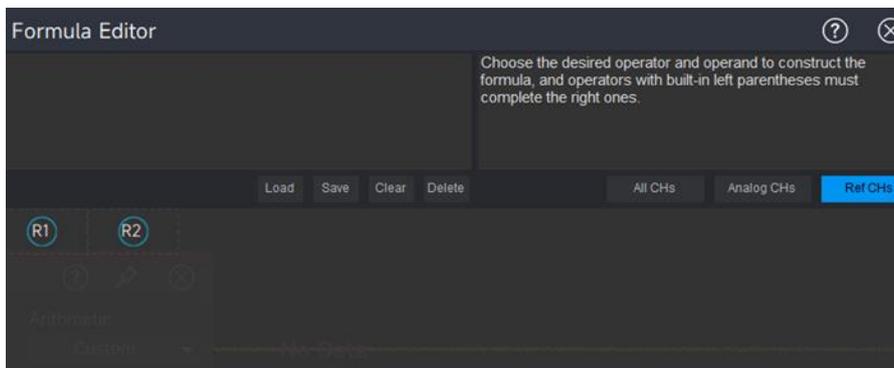
Alle Kanäle: Vier analoge Kanäle C1~C4, Vier-Kanal-Referenzwellenform R1~R4



Analoger Kanal: C1~C4



Referenzkanal: R1~R2



## Formel-Editierbereich

Wenn der Ausdruck ausgewählt ist, erscheint ein blau gestricheltes Feld und die mathematische Formelanalyse des Ausdrucks sowie die Definition der Variablen werden im Dialogfeld Ausdruck angezeigt. Bitte halten Sie sich bei der Eingabe der Variablenzuweisung streng an die Analyseanforderungen, da die Berechnung nicht durchgeführt werden kann, wenn die Eingabe nicht den Anforderungen entspricht. In der Zwischenzeit wird auf dem Oszilloskop die Meldung "Eingabeformatfehler" angezeigt.

Formula Editor

Choose the desired operator and operand to construct the formula, and operators with built-in left parentheses must complete the right ones.

Load Save Clear Delete All CHs Analog CHs Ref CHs

C1 C2 C3 C4 R1 R2

<i>avg</i> Average	<i> x </i> Absolute	$10^y$ Exp10	$e^y$ Exp	$\frac{dy}{dx}$ Differential	(	)	7	8	9
<i>int</i> Integral	<i>ln y</i> Log_e	$\lg y$ Log_10	$y^2$ Square	$\sqrt{y}$ Sqrt	+	-	4	5	6
<i>Com-Mode</i>	<i>sin</i> Sine	<i>cos</i> Cosine	<i>tan</i> Tangent	<i>corr</i> Correlation	×	÷	1	2	3
<i>conv</i> Convolution	$\oplus$ Expansion	<i>sub</i> Decimation	<i>int</i> Interpolation	<i>max</i> Maximum	%	,	$\times 10^A$	0	.
<i>min</i> Minimum	<i>sin<sup>-1</sup></i> Arcsine	<i>cos<sup>-1</sup></i> Arccosine	<i>tan<sup>-1</sup></i> Arctangent	<i>sinh</i> H-Sine	$\Pi$	E			
<i>cosh</i> H-Cosine	<i>tanh</i> H-Tangent	<i>deg</i> Angle	<i>rad</i> Radian	$\frac{1}{x}$ Reciprocal					
<i>Deskew</i>	Envelope	> Greater Than	< Less Than	$\geq$ GE					

Confirm Cancel

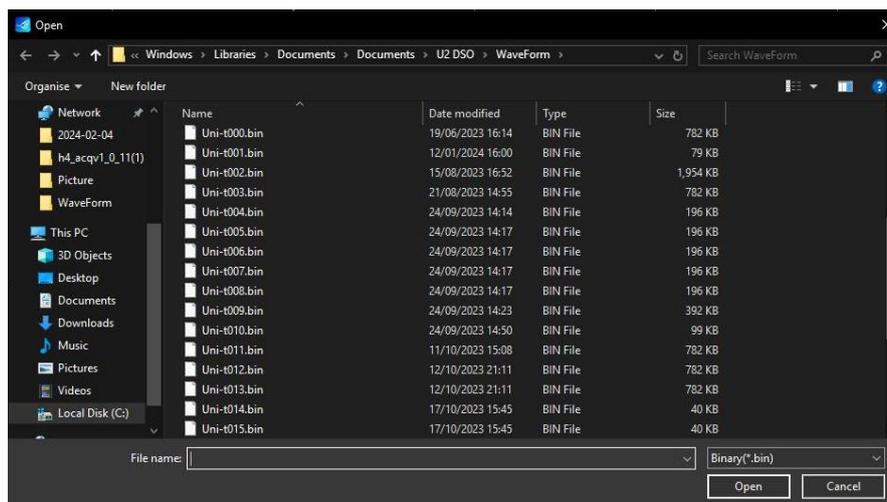
## 10. Referenz Wellenform

- [Referenzfunktion öffnen](#)
- [Referenzwellenform anpassen](#)
- [Referenzwellenform schließen](#)

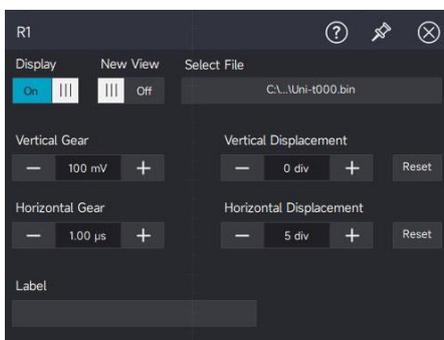
MSO7000X unterstützt das Laden der Wellenformdatei aus dem internen System oder einem externen Speicher und unterstützt das Laden von vier Referenzwellenformen zum Vergleich mit der anderen Wellenform. Vergleichen und analysieren Sie die Unterschiede zwischen den beiden, um die Ursache des Fehlers zu finden.

### 10.1 Referenzfunktion öffnen

Drücken Sie die Taste **Ref** auf dem Bedienfeld oder klicken Sie auf "Reference +" in der unteren rechten Ecke, um die Referenz-Wellenformdatei zu öffnen, wählen Sie den entsprechenden Pfad und die Wellenformdatei, um die Referenz-Wellenform zu laden.



### 10.2 Referenzwellenform anpassen



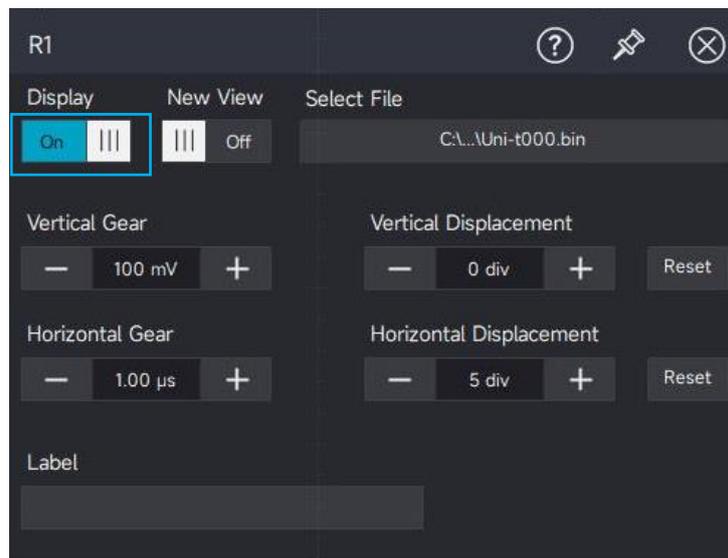
1. Öffnen oder schließen Sie die Anzeige der aktuellen Referenzwellenform.
2. Legen Sie die aktuelle Referenzwellenform fest, die in einem separaten Fenster angezeigt werden

soll.

3. Wechseln Sie die Referenzwellenformdatei.
4. Passen Sie die vertikale Skala und die Verschiebung der Referenzwellenform an.
5. Passen Sie die horizontale Skala und die Verschiebung der Referenzwellenform an.
6. Fügen Sie die Registerkarte für die aktuelle Referenzwellenform hinzu.

## 10.3 Referenzwellenform schließen

1. Schließen Sie die Anzeige der Referenzwellenform, d.h. löschen Sie die Referenzwellenform.
2. Schieben Sie die Registerkarte Kanal der Referenzwellenform mit einer Touch-Geste nach unten, um die Referenzwellenform zu schließen.



# 11. Pass/Fail-Test

- [Grenzwerttest](#)
- [Standard-Maskentest](#)

Bei der Entwicklung und Herstellung von Produkten ist es oft notwendig, die plötzliche Änderung des Signals zu überwachen oder festzustellen, ob das Produkt qualifiziert ist. Dieses Oszilloskop verfügt über eine Pass/Fail-Testfunktion, die diese Aufgabe erheblich erleichtern kann.

Durch die Beurteilung, ob das Eingangssignal innerhalb der Schablone liegt, um die Konformität des Signals zu bestimmen, kann es verwendet werden, um abnormale Wellenformen zu finden oder Tests an der Produktionslinie durchzuführen. Die Testergebnisse können auf dem Bildschirm angezeigt oder durch das Impulssignal, das von "AUX OUT" auf der Rückseite ausgegeben wird, angezeigt werden.

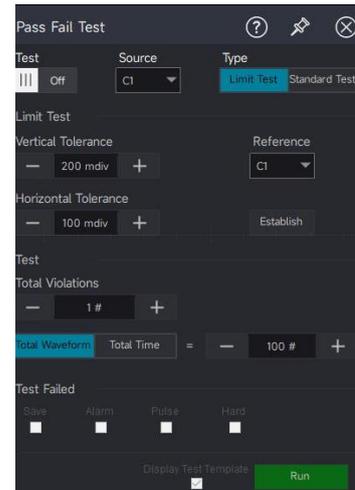
## 11.1 Grenzwerttest



## (1) Vorlage für Limit-Test erstellen

Klicken Sie auf das Startmenü >P/F-Test > Menü Pass/Fail-Test

1. Test ein-/ausschalten
2. Wählen Sie die Testquelle (C1~C4)
3. Wählen Sie den Testtyp - Grenzwerttest
4. Legen Sie die Vorlage für den Limit-Test fest
  - Wählen Sie die Referenzquelle (C1~C4)
  - Legen Sie die vertikale Toleranz fest (Bereich: 1 mdiv~1 div)
  - Legen Sie die horizontale Toleranz fest (Bereich: 1 mdiv~500 mdiv)
  - Klicken Sie auf "Erstellen".



## (2) Legen Sie die Endbedingung des Tests fest

- Legen Sie die Anzahl der Verstöße fest (Bereich:1~1 k)
- Wählen Sie die Gesamtwellenform und die Zeit des Tests

Zulässiger Testbereich der Gesamtwellenform: 1~100 k

Zulässiger Testbereich der Gesamtzeit: 100 ms~1 Ms

## (3) Legen Sie die Funktion des Fehlertests fest

Stopp: Der Test wird automatisch beendet, wenn die Anzahl der Verstöße erreicht ist.

Speichern: Speichern Sie den Wellenform-Screenshot des fehlgeschlagenen Tests

Alarm: Der Alarm wird ausgelöst, wenn die Anzahl der Verstöße erreicht wird.

Testbericht: Exportieren und speichern Sie den Testbericht, wenn der Pass/Fail-Test die Anzahl der Verstöße erreicht hat.

## (4) Legen Sie fest, ob die Testvorlage angezeigt werden soll.

bedeutet, dass die Testvorlage angezeigt wird,  bedeutet, dass die Testvorlage nicht angezeigt wird.

## (5) Klicken Sie auf "Ausführen".

## (6) P/F-Status

Die P/F-Statusleiste zeigt in jedem Feld den aktuellen Teststatus (Läuft/AUS), die aktuelle Gesamtwellenform, die Anzahl der Verstöße, die Testzeit, die Anzahl der Ziele und die Zielnummer an.

P/F Status	
Test Status	OFF
Total Waveform	0
Total Violations	0
Testing Time	0 s
Number of Hits	0
Hits Per Segment	
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0

**Vorsicht:** Klicken Sie nach der Einstellung der Vorlagenbedingung auf "Running", um den P/F-Vorlagentest durchzuführen, und auf "OFF", um den Vorgang zu beenden.

## 11.2 Standard-Maskentest

### (1) Standard-Testvorlage erstellen

Klicken Sie auf Startmenü > P/F-Test > Menü Pass/Fail-Test

1. Test ein-/ausschalten
2. Wählen Sie die Testquelle (C1~C4)
3. Wählen Sie den Testtyp - Standardtest
4. Wählen Sie den Standard: ANSI T1.102, ITU-T und USB

### (2) Legen Sie die Endbedingung des Tests fest

- Legen Sie die Anzahl der Verstöße fest (Bereich:1~1 k)
- Wählen Sie die Gesamtwellenform und die Zeit des Tests

Zulässiger Testbereich der Gesamtwellenform: 1~100 k

Zulässiger Testbereich der Gesamtzeit: 100 ms~1 Ms

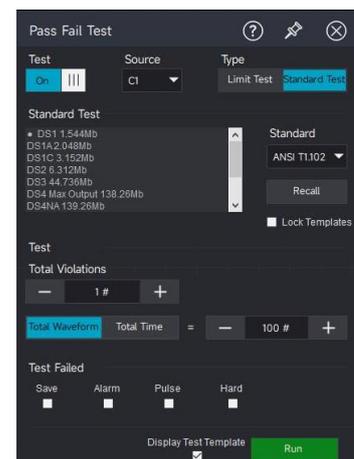
### (3) Legen Sie die Funktion des Fehlertests fest: Stopp, Speichern, Alarm und Testbericht

(4) Stellen Sie ein, ob die Testvorlage angezeigt werden soll.  bedeutet, dass die Testvorlage angezeigt wird,  bedeutet, dass die Testvorlage nicht angezeigt wird.

(5) Klicken Sie auf "Ausführen".

### (6) P/F-Status

Die P/F-Statusleiste zeigt in jedem Feld den aktuellen Teststatus (Läuft/AUS), die aktuelle Gesamtwellenform, die Anzahl der Verstöße, die Testzeit, die Anzahl der Ziele und die Zielnummer an.





P/F Status	
Test Status	OFF
Total Waveform	0
Total Violations	0
Testing Time	0 s
Number of Hits	0
Hits Per Segment:	
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0

**Vorsicht:** Klicken Sie nach der Einstellung der Vorlagenbedingung auf "Running", um den P/F-Vorlagentest durchzuführen, und auf "OFF", um den Vorgang zu beenden.

## 12. Digitaler Kanal (Option)

- [Digitalen Kanal öffnen/schließen](#)
- [Digitalen Kanal auswählen](#)
- [Wellenformgröße einstellen](#)
- [Schwellenwert und Hysterese einstellen](#)

Das Mixed-Signal-Oszilloskop der Serie MSO7000X verfügt über 4 analoge Kanäle und 16 digitale Kanäle. Bei den digitalen Kanälen vergleicht das Oszilloskop die von jeder Abtastung erhaltene Spannung mit einem voreingestellten logischen Schwellenwert. Wenn die Spannung des Abtastpunkts größer als der Schwellenwert ist, wird sie als logische 1 gespeichert, andernfalls als logische 0. Das Oszilloskop zeigt die logische 1 und die logische 0 auf grafische Weise an, um den Fehler beim Schaltungsentwurf (Hardware- und Softwareentwurf) zu erkennen und zu analysieren. In diesem Kapitel wird beschrieben, wie Sie den digitalen Kanal des MSO7000X verwenden.

Bevor Sie den digitalen Kanal benutzen, verwenden Sie bitte den Logikastkopf UT-M15, um das Oszilloskop mit dem Messobjekt zu verbinden. Weitere Einzelheiten zur Logiksonde finden Sie im UT-M15Logic Probe-Benutzerhandbuch.

### 12.1 Digitalen Kanal öffnen/schließen

#### (1) Digitalen Kanal öffnen

Drücken Sie die Taste **Digital** im vertikalen Bedienfeld auf der Frontplatte oder tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das "Logik +" in der unteren rechten Ecke, um den digitalen Kanal einzuschalten.

#### (2) Digitalen Kanal schließen

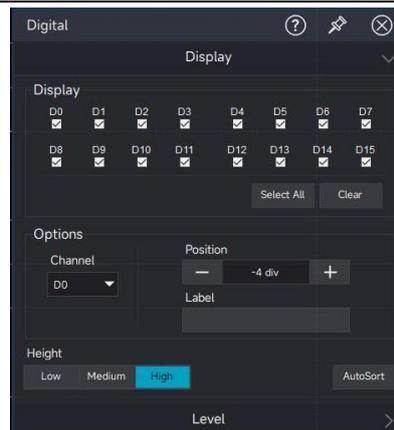
Drücken Sie die Taste **Digital** im vertikalen Steuerbereich auf der Frontplatte erneut oder gleiten Sie mit der Touch-Geste im Logikmenü nach unten, um den digitalen Kanal auszuschalten.

(3) Wenn der digitale Kanal aktiviert ist, tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Menü des Logikanalysators (blauer Teil in der folgenden Abbildung), um das Logikmenü zu öffnen.

C1	DC1M	C2	DC1M	C3	DC1M	C4	DC1M	Digital
	1.00 V/div		100 mV/div		100 mV/div		100 mV/div	0x000F
	FULL		FULL		FULL		FULL	
	1X		1X		1X		1X	

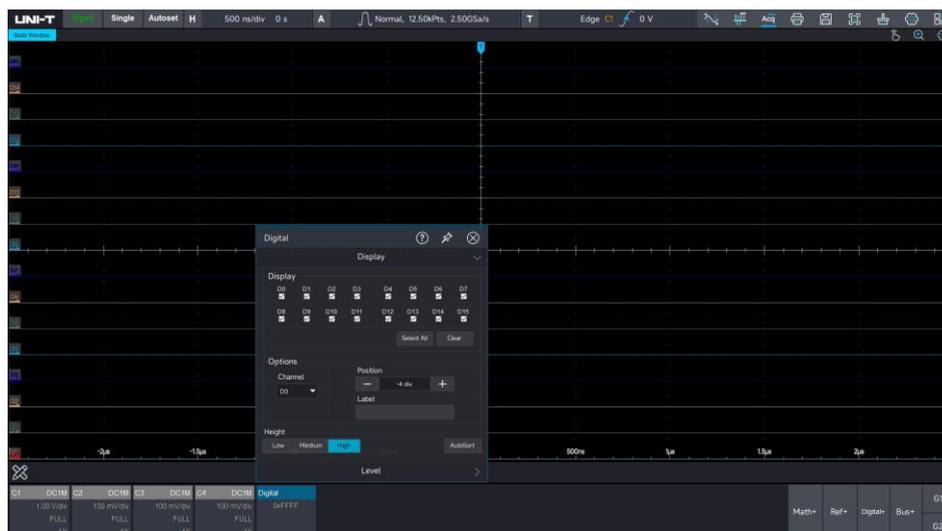
#### (4) Digitalen Kanal ankreuzen

Der digitale Kanal ist standardmäßig mit vier Kanälen von D0-D3 belegt. Wenn der digitale Kanal offen ist, meldet das System "Der digitale Kanal ist offen, der analoge Kanal ist belegt". Der Benutzer kann jeden anderen Kanal frei ankreuzen.  zeigt an, dass der Kanal aktiviert wurde,  zeigt an, dass der Kanal nicht aktiviert ist. Wählen Sie  Alle, um alle digitalen Kanäle zu aktivieren, wählen Sie  Löschen, um alle digitalen Kanäle zu löschen.



## 12.2 Digitalen Kanal auswählen

(1) Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf die Registerkarte Wellenform des digitalen Kanals, um den Kanal auszuwählen. Der ausgewählte Kanal wird rot markiert (es kann nur ein Kanal ausgewählt werden). An dieser Stelle können Sie die Position der Wellenform mit einer Touch-Geste nach oben/unten verschieben. Der Positionsbereich ist  $-4 \sim 3.5$  div.



(2) Klicken Sie auf das Logikmenü, der Kanal kann auch unter Option > Digitaler Kanal wechseln ausgewählt werden. Klicken Sie auf **-** und **+**, um die Position der Wellenform des aktuellen Kanals zu ändern.

(3) Legen Sie die Registerkarte des Kanals fest: Im Logikmenü können Sie die Registerkarte des Kanals anpassen, um verschiedene Kanäle zu unterscheiden.

## 12.3 Wellenformgröße einstellen

Die Größe der Wellenform kann auf niedrig, mittel oder hoch eingestellt werden.

**Vorsicht:** Jedes Mal, wenn Sie die Größe der Wellenform ändern, müssen Sie auf "Automatisch sortieren" klicken, damit dies wirksam wird.

## 12.4 Schwellenwert und Hysterese einstellen

Wenn die Spannung des Eingangssignals größer als der eingestellte Schwellenwert ist, wird es als logisch 1 bewertet, andernfalls ist es logisch 0.

(1) Ebenengruppe auswählen

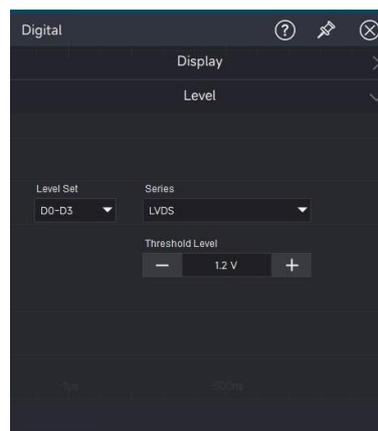
MSO7000X unterstützt 16 digitale Kanäle und kann vier Pegelgruppen auswählen (D0~D3, D4~D7, D8~D11, D12~D15).

(2) Serie

MSO7000X unterstützt eine Vielzahl von Serien zur Einstellung von Vorwahlwerten: TTL, CMOS5000, CMOS3300, CMOS2500, ECL, PECL und LVDS. Jede Serie verfügt über unterschiedliche Voreinstellungswerte in Verbindung mit den gängigen Standards. Außerdem können benutzerdefinierte Schwellenwerte und Hysterese eingestellt werden.

(3) USER (benutzerdefiniert)

Der Benutzer kann den Schwellenwert und die Hysterese einstellen. Der Schwellenwertbereich ist -60 V~+40 V und der Hysteresebereich ist -6 V~4 V.



## 13. Digitales Voltmeter und Frequenzzähler

- [Digitales Voltmeter](#)
- [Frequenzzähler](#)

Die MSO7000X Serie verfügt über einen eingebauten 4-stelligen digitalen Spannungsmesser und einen 8-stelligen hochpräzisen Frequenzmesser für genaue Messungen. In diesem Kapitel erfahren Sie, wie Sie das Digitalvoltmeter und den Frequenzmesser verwenden.

### 13.1 Digitales Voltmeter

Die Digitalvoltmeter-Messungen in den Oszilloskopen der Serie MSO7000X sind asynchron mit dem Erfassungssystem des Oszilloskops und werden immer erfasst.

(1) Schalten Sie das digitale Voltmeter ein/aus

Tippen Sie mit der Touch-Geste auf die Messleiste unten links > klicken Sie auf das Voltmeter, oder drücken Sie die DVM-Taste im Bereich "Funktion" auf der Frontplatte, um das digitale Voltmeter ein-

/auszuschalten. Die Messergebnisse des Digitalvoltmeters  werden in der unteren rechten Ecke des Bildschirms angezeigt. Klicken Sie auf das Menü "Digitale Messung", um den Schalter für die Anzeige des digitalen Voltmeters einzustellen (EIN/AUS).

**Vorsicht:** Das Digitalvoltmeter hat die gleichen Messfühler wie das Oszilloskop, so dass die Einheit des Digitalvoltmeters mit der Einheit des Kanals übereinstimmt.

(2) Quelle wählen

Die Messquelle kann C1~C4 wählen.

(3) Wählen Sie den Messmodus: DC, AC RMS und DC+AC RMS

DC: Anzeige des Durchschnitts der erfassten Daten

AC RMS: Anzeige des Effektivwerts der erfassten Daten, die DC-Komponente wurde entfernt

DC+AC RMS: RMS der erfassten Daten anzeigen

### 13.2 Frequenzzähler

Die Zählung des Frequenzzählers kann auf dem analogen Kanal von C1~C4 durchgeführt werden.

Frequenzzähler ein-/ausschalten

Tippen Sie mit der Touch-Geste auf die Registerkarte Messung in der unteren linken Ecke > klicken Sie auf den Frequenzzähler, um die Messfunktion ein- oder auszuschalten

Der Frequenzzähler wird in der unteren rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.



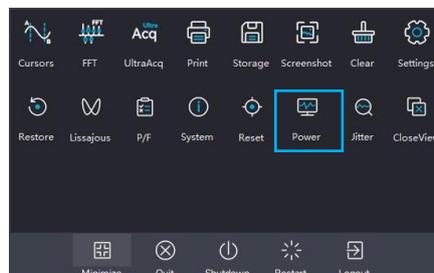
## 14. Leistungsanalyse (Option)

- [Analyse der Stromqualität](#)
- [Harmonische Analyse](#)
- [Restwelligkeitsanalyse](#)
- [Schaltverluste](#)
- [Sicherer Arbeitsbereich \(SOA\)](#)
- [Regelkreis-Analyse](#)

Die MSO7000X Serie unterstützt die Analyse von Stromversorgungen, die Ingenieuren hilft, die Effizienz und Zuverlässigkeit von Schaltnetzteilen zu analysieren. Die MSO7000X Serie unterstützt die Analyse der Netzqualität, der Oberschwingungen, der Restwelligkeit, der Schaltverluste, des Sicherheitsbetriebsbereichs und der Regelkreis-Analyse.

Für die Leistungsanalysefunktion benötigen Sie eine Differenzspannungssonde (z.B. die Hochspannungsdifferenzsonde der UT-PXX-Serie), eine Stromsonde (UT-P4X-Serie), eine Prüfvorrichtung und die Option für die erweiterte Messung und Analyse des Oszilloskops (MSO7000X-PWR). Die Einzelheiten zu den Optionen finden Sie im Datenblatt zum Mixed-Signal-Oszilloskop der MSO7000-Serie.

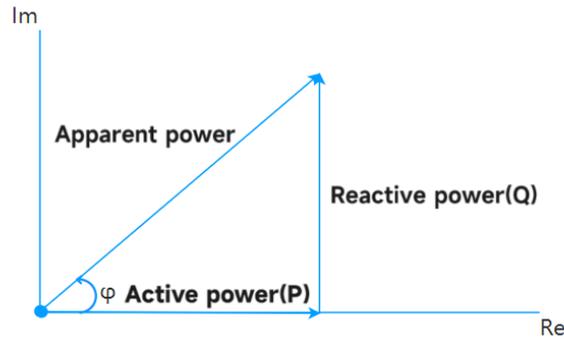
Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Symbol des Startmenüs  in der oberen rechten Ecke des Bildschirms, um das Funktionsmenü aufzurufen, und klicken Sie auf "Leistungsanalyse".



### 14.1 Analyse der Stromqualität

Durch die Messung der Eingangsspannung und des Stroms sowie der erzeugten Leistung spiegeln die Testergebnisse die Qualität der Eingangswechselstromleitung wider.

Die Analyseparameter umfassen Spannung RMS, Spannungsscheitelfaktor, Spannungsfrequenz, Strom RMS, Stromscheitelfaktor, Wirkleistung, Scheinleistung, Blindleistung, Leistungsfaktor und Phasenwinkel.



### Spannung: Messung der Spannung der Stromeingangsklemme

Spannung RMS: Die RMS-Spannung der AC-Eingangsleistung

Spannungsscheitelfaktor: Das Verhältnis zwischen dem Spitzenwert der Eingangsspannung und dem Effektivwert der Spannung. Der Scheitelfaktor beeinflusst die Genauigkeit der Wechselstrommessung.

Spannungsfrequenz: Die Spannungsfrequenz der AC-Eingangsleistung

### Strom: Messung des Stroms der Stromeingangsklemme

Strom RMS: Der RMS-Strom der AC-Eingangsleistung

Stromscheitelfaktor: Das Verhältnis zwischen dem Spitzenwert des AC-Eingangsstroms und dem RMS-Strom. Der Scheitelfaktor beeinflusst die Genauigkeit der AC-Messung.

### Leistung: Messung der Leistung der Stromeingangsklemme

Wirkleistung: Die tatsächliche Menge an Strom, die von einer Stromversorgung pro Zeiteinheit verbraucht wird, die elektrische Leistung, die elektrische Energie in andere Formen von Energie umwandelt, die Einheit ist W.

Scheinleistung: Das Produkt aus der Eingangsspannung (RMS) und dem Eingangsstrom (RMS), es stellt die an das Schaltnetzteil abgegebene Leistung dar, die Einheit ist V/A;

Blindleistung: In Wechselstromkreisen mit Reaktanzkomponenten (Kondensatoren und Induktoren) die elektrische Leistung, die zum Aufbau eines magnetischen Wechselfeldes und eines induzierten Flusses erforderlich ist. Dieser Teil der Energie wird in der Stromversorgung und dem induktiven Element umgewandelt, aber es wird keine mechanische oder thermische Energie erzeugt. Die Einheit ist VAR;

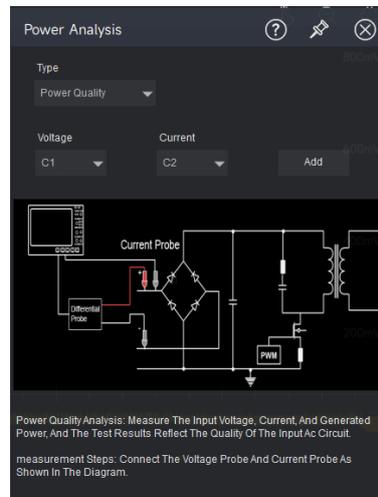
Leistungsfaktor: Das Verhältnis von Wirkleistung und Scheinleistung. Er stellt die Nutzungseffizienz der Schalleistung dar. Je niedriger die Leistung, desto höher die Blindleistung. Zusätzlich zur Blindleistung, die durch die Reaktanzkomponenten erzeugt wird, tragen auch die hochfrequenten harmonischen Komponenten der nichtlinearen Geräte einen Teil zur Blindleistung bei.

Phasenwinkel  $\varphi$ : Der Arbeitszustand der Schalleistung, die Phasendifferenz zwischen Spannung und Strom in der Wechselstromleitung.

#### (1) Signaleinstellung der Leistungsanalyse

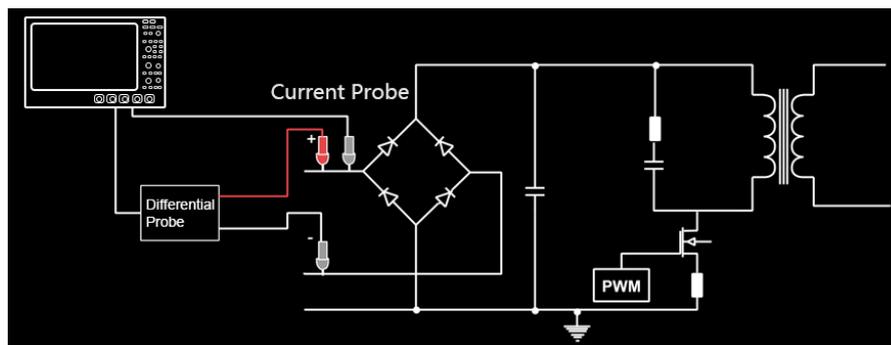
Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Symbol des Startmenüs  in der oberen rechten Ecke, um

das Funktionsmenü aufzurufen und klicken Sie auf "Netzanalyse". Wählen Sie "Netzqualität" als Analysetyp, legen Sie die Eingangsspannungsquelle und den Eingangsstromkanal fest und klicken Sie auf "Hinzufügen".



## (2) Schematische Darstellung der Signalverbindung

Schließen Sie die Differenzsonde und die Stromsonde an den zu prüfenden Stromkreis an, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



## (3) Frequenzreferenz

Die Eingangsspannungsquelle und die Frequenz des Eingangsstroms können die Frequenzreferenz für die Berechnung des Phasenwinkels  $\varphi$  sein.

## (4) Leistung

Das Oszilloskop zeigt die Spannungs- und Stromwellenform an, außerdem wird die berechnete Leistungswellenform angezeigt.



(5) Tabelle der gemessenen Ergebnisse

Das Ergebnis der Eingabeprüfung umfasst den aktuellen Wert, den Durchschnitt, das Maximum und das Minimum.

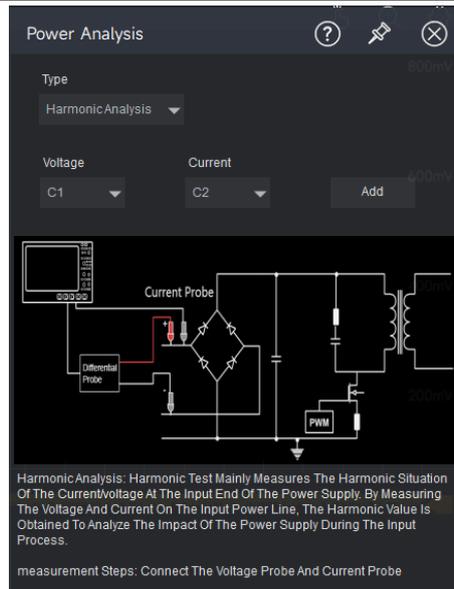
Power Quality	Value	Average	Maximum	Minimum
RMS of Voltage	168.99 V	168.81 V	169.28 V	168.06 V
Voltage Crest Factor	1.4595	1.4590	1.4677	1.4198
Frequency	49.996 Hz	49.983 Hz	50.092 Hz	49.910 Hz
RMS of Current	78.545 mA	77.990 mA	79.135 mA	76.366 mA
Current Crest Factor	4.0316	3.9344	4.2613	3.7992
Effective Power	132.74 W	131.65 W	133.79 W	129.08 W
Apparent Power	13.274 VA	13.165 VA	13.379 VA	12.908 VA
Invalid Power	0 Var	0 Var	0 Var	0 Var
Power Factor	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Phase Angle	0°	-----	-----	-----

## 14.2 Harmonische Analyse

Die Oberwellenanalyse misst die Oberwellen des Stroms/der Spannung am Eingang des Netzteils. Die Oberschwingungswerte werden durch Prüfung des Stroms und der Spannung auf der Eingangsstromleitung ermittelt (zur Ermittlung der Oberschwingungskomponenten wird eine FFT des Signals durchgeführt).

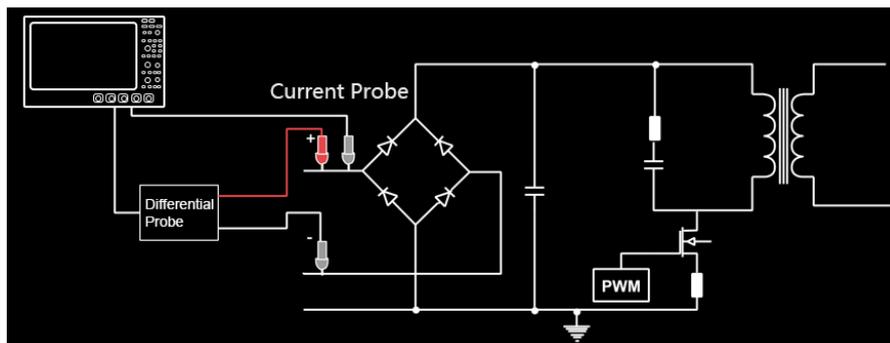
(1) Signaleinstellung der harmonischen Analyse

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Symbol des Startmenüs  in der rechten oberen Ecke, um das Funktionsmenü aufzurufen und klicken Sie auf "Leistungsanalyse". Wählen Sie "Oberschwingungsanalyse" als Analysetyp, stellen Sie die Eingangsspannungsquelle und den Eingangsstromkanal ein und klicken Sie auf "Hinzufügen".



(2) Schematische Darstellung der Signalverbindung

Schließen Sie die Spannungs- und Stromsonde an den zu prüfenden Stromkreis an, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



(3) Oberwellenquelle

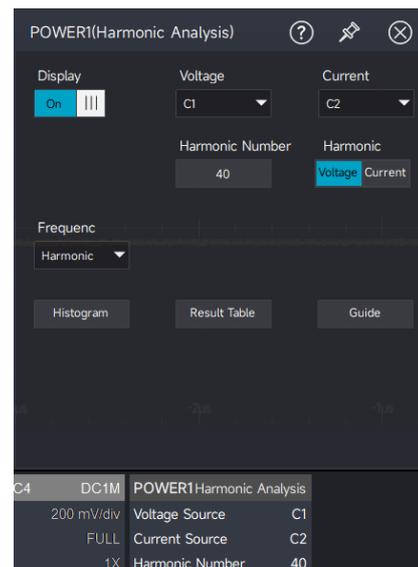
Er kann Spannungsquelle/Stromquelle einstellen

(4) Anzahl der Oberschwingungen

Wählen Sie die Anzahl der Oberschwingungen, die angezeigt werden sollen. Nachdem Sie die Anzahl ausgewählt haben, werden die Tabelle der Messergebnisse und das Histogramm mit den Messergebnissen aktualisiert.

(5) Frequenzreferenz

Oberwellenquellen, Spannungsquellen, Stromquellen, fest.



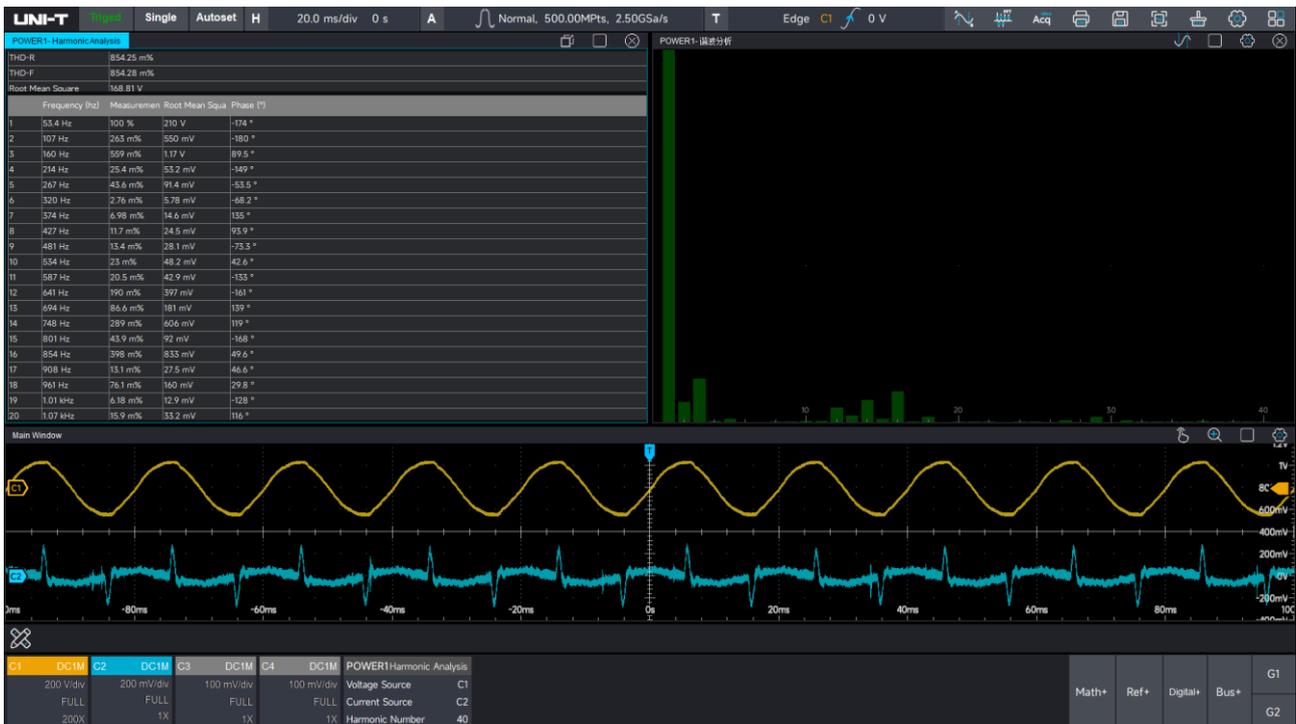
(6) Ergebnistabelle

Zu den Parametern der Oberwellenanalyse gehören die Frequenz, das Maß, der quadratische Mittelwert und die Phase.

POWER1-HarmonicAnalysis				
THD-R	854.25 m%			
THD-F	854.28 m%			
Root Mean Square	168.81 V			
	Frequency (Hz)	Measuremen	Root Mean Squa	Phase (°)
1	53.4 Hz	100 %	210 V	-174 °
2	107 Hz	263 m%	550 mV	-180 °
3	160 Hz	559 m%	1.17 V	89.5 °
4	214 Hz	25.4 m%	53.2 mV	-149 °
5	267 Hz	43.6 m%	91.4 mV	-53.5 °
6	320 Hz	2.76 m%	5.78 mV	-68.2 °
7	374 Hz	6.98 m%	14.6 mV	135 °
8	427 Hz	11.7 m%	24.5 mV	93.9 °
9	481 Hz	13.4 m%	28.1 mV	-73.3 °
10	534 Hz	23 m%	48.2 mV	42.6 °
11	587 Hz	20.5 m%	42.9 mV	-133 °
12	641 Hz	190 m%	397 mV	-161 °
13	694 Hz	86.6 m%	181 mV	139 °
14	748 Hz	289 m%	606 mV	119 °
15	801 Hz	43.9 m%	92 mV	-168 °
16	854 Hz	398 m%	833 mV	49.6 °
17	908 Hz	13.1 m%	27.5 mV	46.6 °
18	961 Hz	76.1 m%	160 mV	29.8 °
19	1.01 kHz	6.18 m%	12.9 mV	-128 °
20	1.07 kHz	15.9 m%	33.2 mV	116 °

(7) Harmonisches Histogramm:

FFT das Signal, um jede harmonische Komponente zu erhalten.



## 14.3 Restwelligkeitsanalyse

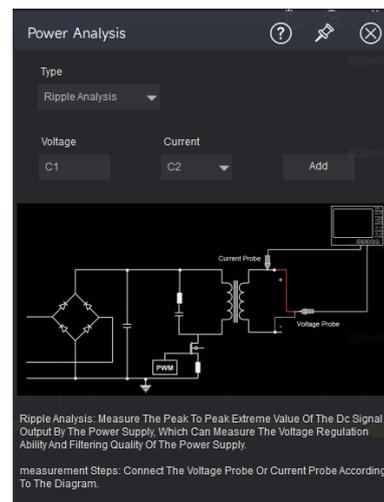
Die Restwelligkeit der Stromversorgung ist ein wichtiger Parameter für die Bewertung von DC-Netzteilen. Durch die Messung des Spitze-Spitze-Wertes des Gleichstromsignals, das von einem Netzteil ausgegeben wird, können die Fähigkeit zur Spannungsregulierung und die Qualität der Filterung des Gleichstromnetzteils gemessen werden. Zu den Parametern der Welligkeitsanalyse gehören der aktuelle Wert, der Durchschnittswert, der Maximal- und der Minimalwert und so weiter.

### (1) Signaleinstellung der Welligkeitsanalyse

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Symbol

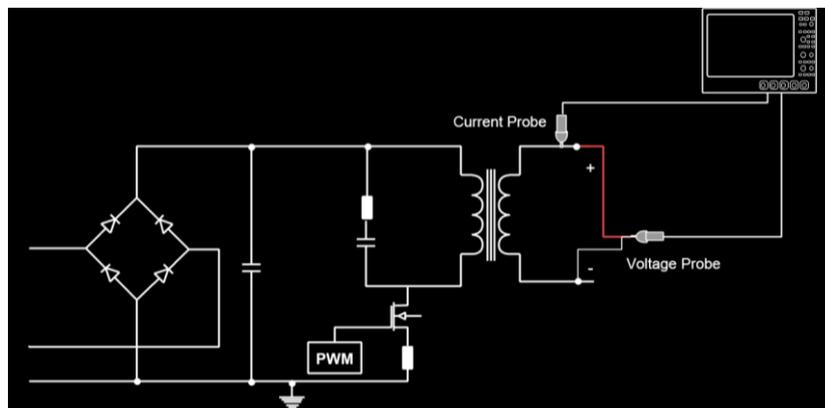


in der rechten oberen Ecke, um das Funktionsmenü aufzurufen und klicken Sie auf "Leistungsanalyse". Wählen Sie als Analysetyp "Ripple Analysis", stellen Sie die Eingangsspannungsquelle und den Eingangsstromkanal ein und klicken Sie auf "Hinzufügen".



### (2) Schematische Darstellung der Signalverbindung

Schließen Sie die Spannungs- und Stromsonde wie in der folgenden Abbildung gezeigt an den zu prüfenden Stromkreis an.



### (3) Quelle der Welligkeit

Er kann Spannungsquelle/Stromquelle einstellen.

### (4) Ergebnistabelle

Das Ergebnis der Ripple-Analyse umfasst den Stromwert, den Durchschnitt, das Maximum und das Minimum.

UNI-T	Auto	Single	Autoset	H	500 $\mu$ s/div	6.2695 $\mu$ s
Ripple Analysis						
	Value	Average	Maximum	Minimum		
Ripple	266.66 mV	281.32 mV	333.33 mV	266.66 mV		

## 14.4 Schaltverluste

Interne Verluste der Schallleistung können in Schaltverluste, Leitungsverluste, zusätzliche Verluste und Widerstandsverluste unterteilt werden. Diese Verluste treten normalerweise gleichzeitig in verlustbehafteten Komponenten auf. Und Leistungsschalter sind eine der beiden wichtigsten Verlustquellen in einem typischen Schaltnetzteil.

Die Schaltverlustanalyse misst die Leistungs- und Energieverluste eines Schaltgeräts während der Schalt- und Leitungsphasen eines Transistors. Zu den Parametern der Analyse der Schaltverluste gehören die offene Verlustleistung, die leitende Verlustleistung, die geschlossene Verlustleistung, die nichtleitende Verlustleistung, die gesamte Verlustleistung, die offene Verlustenergie, die leitende Verlustenergie, die geschlossene Verlustenergie, die nichtleitende Verlustenergie, die gesamte Verlustenergie und die Anzahl der Schaltzyklen.

### (1) Sondenentmagnetisierung

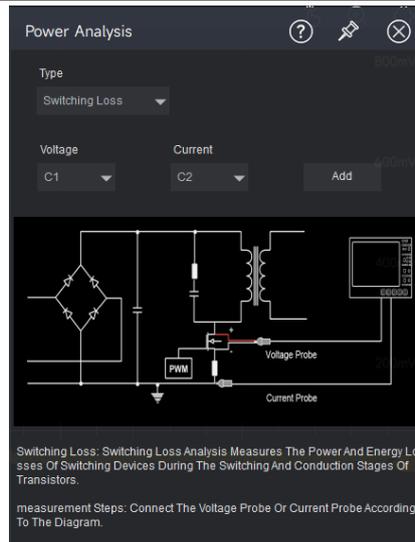
Bevor Sie die Analyse der Schaltverluste durchführen, sollten Sie die Stromsonde entmagnetisieren und den Nullabgleich durchführen.

### (2) Zeitverzögerte Kalibrierung

Eine kleinere Zeitverzögerung führt zu größeren Fehlern bei der Messung der Schaltverluste. Die Zeitverzögerungskalibrierung kann die Zeitverzögerung des Oszilloskops oder der Sonde korrigieren. Die Zeitverzögerungs-Kalibrierung sollte einmal durchgeführt werden und erneut, wenn ein Teil der Hardware-Einrichtung geändert wird (z.B. Wechsel der Sonden, Wechsel der Oszilloskopkanäle) oder wenn sich die Temperaturumgebung ändert.

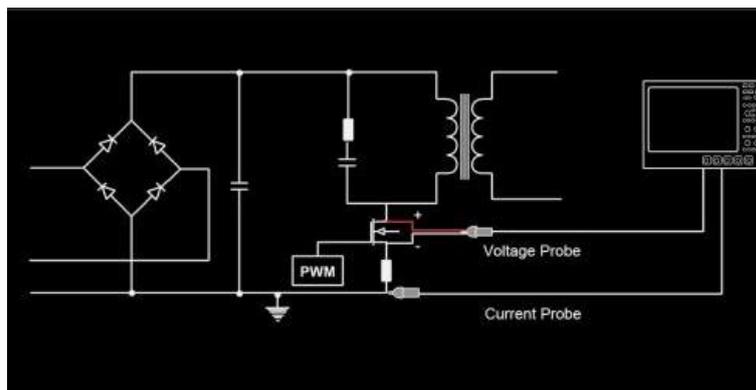
### (3) Signaleinstellung der Leistungsanalyse

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Symbol des Startmenüs  in der oberen rechten Ecke, um das Funktionsmenü aufzurufen und klicken Sie auf "Leistungsanalyse". Wählen Sie "Schaltverlust" als Analysetyp, stellen Sie die Eingangsspannungsquelle und den Eingangsstromkanal ein und klicken Sie auf "Hinzufügen".



(4) Schematische Darstellung der Signalverbindung

Schließen Sie die Spannungs- und Stromsonde wie in der folgenden Abbildung gezeigt an den zu prüfenden Stromkreis an.



(5) Leistung

Das Oszilloskop zeigt die Spannungs- und Stromwellenform an, außerdem wird die berechnete Leistungswellenform angezeigt.



## (6) Ergebnistabelle

Das Ergebnis des Schaltverlustes umfasst den aktuellen Wert, den Durchschnitt, das Maximum und das Minimum.

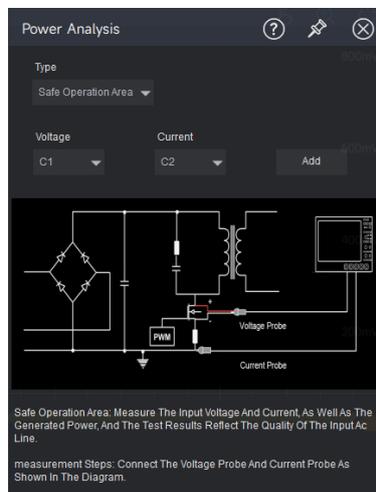
Switching Loss				
	Value	Average	Maximum	Minimum
Turn-on Power Loss	68.506 mW	40.456 mW	835.88 mW	0 W
Conduction Power Loss	471.95 mW	389.99 mW	8.2927 W	537.50 $\mu$ W
Shutdown Power Loss	57.351 mW	31.934 mW	578.37 mW	1.7024 mW
Total Power Loss	597.81 mW	462.38 mW	8.4608 W	11.190 mW
Turn-on Energy Loss	1.3701 $\mu$ J	2.5599 $\mu$ J	41.737 $\mu$ J	0 J
Conduction Energy Loss	9.4390 $\mu$ J	4.4518 $\mu$ J	92.225 $\mu$ J	15.136 nJ
Shutdown Energy Loss	11.470 $\mu$ J	17.310 $\mu$ J	300.05 $\mu$ J	11.962 nJ
Total Energy Loss	22.279 $\mu$ J	24.322 $\mu$ J	300.69 $\mu$ J	29.832 nJ

## 14.5 Sicherer Arbeitsbereich (SOA)

Der sichere Arbeitsbereich ist der X-Y-Modus von Spannung und Strom des Schaltgeräts. Der SOA-Template-Test liefert Pass/Fail-Testergebnisse, und Verletzungen der Leistungsgeräte bei verschiedenen Lasten können direkt im sicheren Arbeitsbereich beobachtet werden.

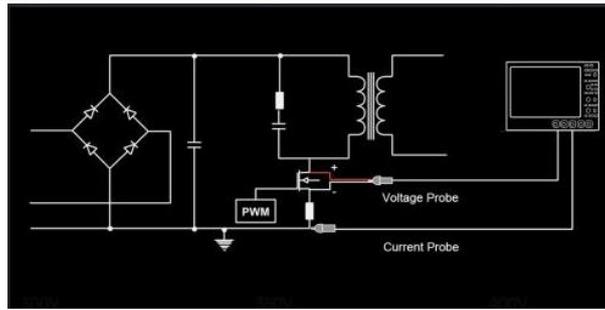
## (1) Signaleinstellung der Leistungsanalyse

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Symbol des Startmenüs  in der oberen rechten Ecke, um das Funktionsmenü aufzurufen und klicken Sie auf "Leistungsanalyse". Wählen Sie "SOA" als Analysetyp, stellen Sie die Eingangsspannungsquelle und den Eingangsstromkanal ein und klicken Sie auf "Hinzufügen".



## (2) Schematische Darstellung der Signalverbindung

Schließen Sie die Spannungs- und Stromsonde wie in der folgenden Abbildung gezeigt an den zu prüfenden Stromkreis an.



### (3) Anhalten und zurücksetzen

Stellen Sie bei SOA-Tests ein, dass der Test automatisch gestoppt und fortgesetzt wird, wenn die Verletzung auftritt.

### (4) SOA-Achsentyp

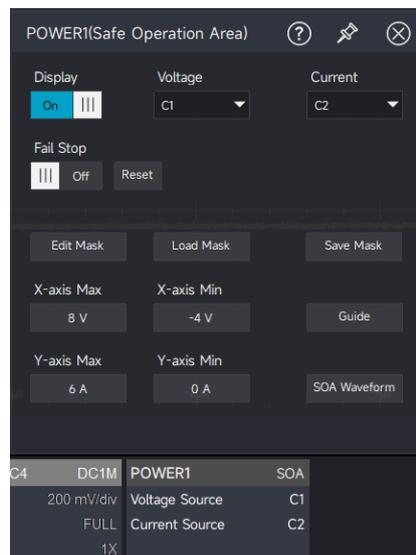
Es kann linear/logarithmisch eingestellt werden

### (5) SOA-Vorlage

Stellen Sie die maximale Spannung, Stromstärke und Leistung ein

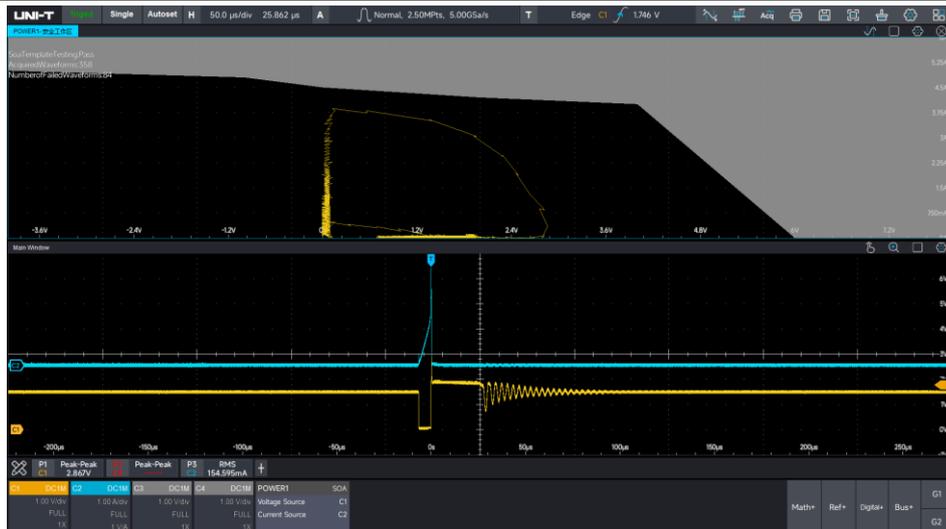
### (6) SOA-Vorlage anzeigen

Maximale Spannung der X-Achse, minimale Spannung der X-Achse, maximale Spannung der Y-Achse und minimale Spannung der Y-Achse einstellen



### (7) Abbildung der SOA-Wellenform

Wenn sie eingeschaltet ist, werden SOA-Wellenformen im Bereich für den Vorlagentest angezeigt. Sie können sehen, ob die SOA-Wellenformen die Vorlage drücken oder nicht, sowie die Ergebnisse des SOA-Vorlagentests, die Anzahl der erfassten Wellenformen und die Anzahl der fehlgeschlagenen Wellenformen.



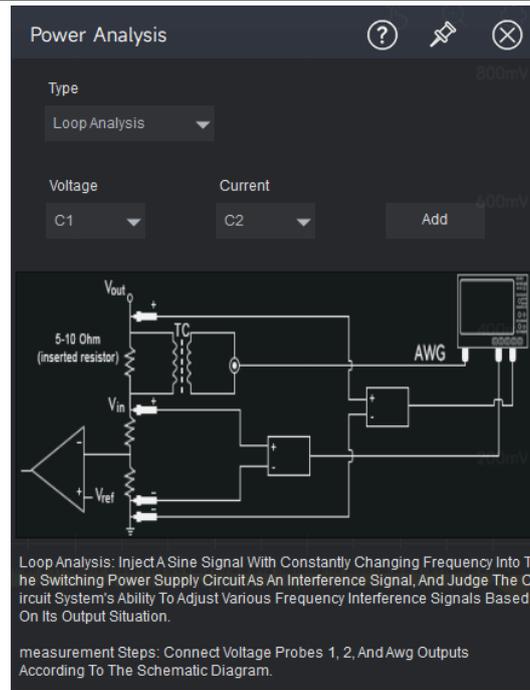
## 14.6 Regelkreis-Analyse

Die Regelkreis-Analyse besteht darin, ein positives Wellensignal mit wechselnder Frequenz als Interferenzsignal in den Schaltnetzteilkreis einzugeben und die dynamische Anpassungsfähigkeit des Schaltungssystems an jedes Frequenzinterferenzsignal entsprechend seiner Ausgabe zu beurteilen. Dieser Test erfordert die Option MSO7000X-AWG (Funktions-/Arbiträr-Signal-Generator), um das Interferenzsignal mit unterschiedlicher Frequenz auszugeben. Außerdem wird ein Signalinjektor oder ein Trenntransformator benötigt, um das Signal in das Schaltungssystem einzuspeisen, und zwei Spannungssonden werden verwendet, um das Eingangs- und Ausgangssignal in der Schleifenschaltung zu ermitteln.

Während der Abtastung konfiguriert das Oszilloskop automatisch das Ausgangssignal des Funktions-/Arbiträrgenerators und verbindet es mit dem Prüfling. Dann vergleicht es das Eingangssignal des Prüflings mit dem Ausgangssignal, misst "Gain" und "Phase" bei jeder Frequenz und zeichnet das Bode-Diagramm.

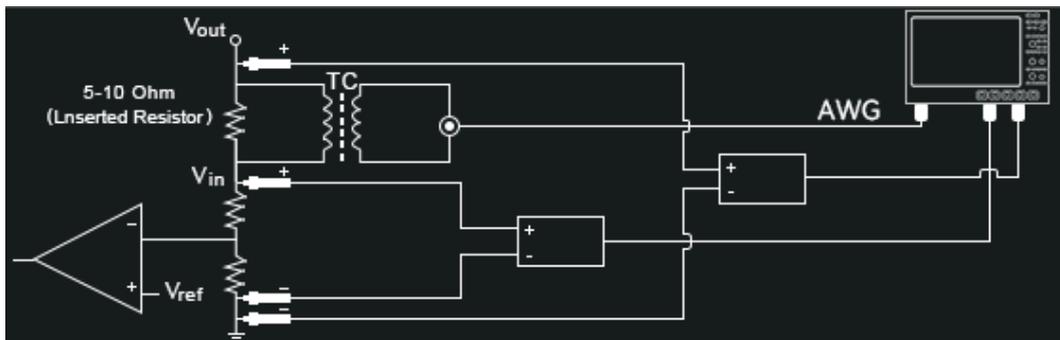
### (1) Signaleinstellung der Leistungsanalyse

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Symbol des Startmenüs  in der oberen rechten Ecke, um das Funktionsmenü aufzurufen und klicken Sie auf "Leistungsanalyse". Wählen Sie als Analysetyp "Regelkreis-Analyse", legen Sie die Eingangsquelle und den Ausgangskanal fest und klicken Sie auf "Hinzufügen".



## (2) Schematische Darstellung der Signalverbindung

Verbinden Sie die Spannungssonde 1, die Spannungssonde 2 und das AWG-Ausgangssignal mit dem zu prüfenden Stromkreis wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



## (3) Scanning-Modus

Sie können kontinuierliches Scannen und einzelnes Scannen einstellen.

## (4) Impedanz

Sie können  $50 \Omega$  und einen hohen Widerstand einstellen. Die Einstellung hängt von dem Widerstandswert der Schleife ab.

Das Grundprinzip: Der Injektionswiderstand wird in die Schleife eingefügt und darf den stabilen Wert der Schleife nicht beeinflussen.

## (5) Start-/Abschaltfrequenz

Die Startfrequenz und die Grenzfrequenz sollten die Ausgangsfrequenz des Funktionssignalgenerators nicht überschreiten. Es wird empfohlen, die Grenzfrequenz des Schleifensystems auf  $1/20$  bis  $1/6$  der Schaltfrequenz einzustellen. In diesem Bereich lässt sich in der Regel die Kreuzungsfrequenz der Schleife finden. Die Übergangsfrequenz sollte nicht zu niedrig sein, da die Schleife sonst nicht in der

Lage ist, auf hochfrequente Lastschwankungen zu reagieren, was zu Rauschen in der Ausgangsspannung führt.

#### (6) Anzahl der Scans

Die Anzahl der Scans kann auf 1~1000 eingestellt werden. Je höher die Anzahl, desto langsamer die Scan-Geschwindigkeit.

#### (7) Ausgangsamplitude des Signals

Die Ausgangsamplitude des Signals kann auf konstante Amplitude oder einstellbare Amplitude eingestellt werden. Die Amplitude des eingespeisten Signals kann auf 5% der Ausgangsspannung eingestellt werden. Bei einer zu kleinen Amplitude kann das Oszilloskop das Signal möglicherweise nicht erkennen, bei einer zu großen Amplitude kann es zu Nichtlinearitäten im System kommen, die zu Messverzerrungen führen.

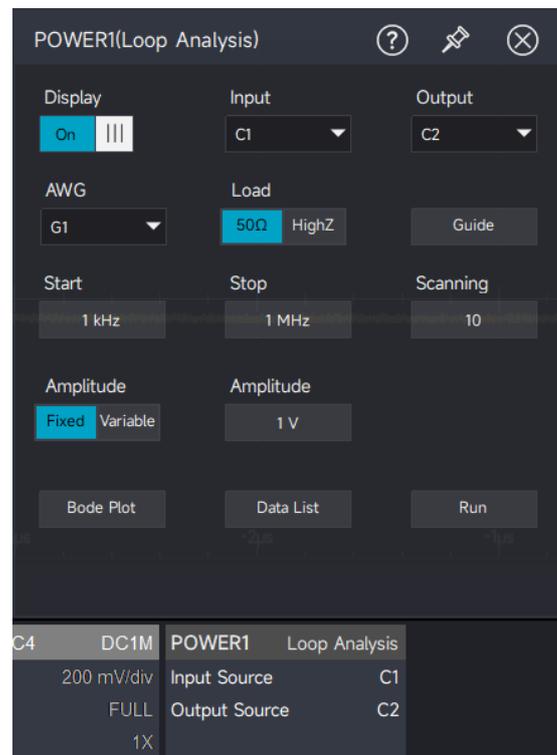
#### (8) Klicken Sie auf die laufende Analyse

#### (9) Bode-Diagramm

Das Bode-Diagramm liefert die Frequenzgangkurve des Prüflings.

#### (10) Datenliste

Die Daten umfassen die Anzeige von Frequenz, Amplitude, Verstärkung und Phase.



## 15. Jitter-Analyse und Augendiagramm (Option)

- [Augendiagramm](#)
- [Messparameter des Augendiagramms](#)
- [Jitter-Analyse](#)
- [Taktrückgewinnung](#)
- [Jitter-Auflösung](#)
- [Messparameter des Jitters](#)
- [Einfluss des Testsystems auf die Jitter-Messung](#)

Die Augendiagramm- und Jitter-Analyse ist eine Reihe von Tools für die Analyse der Signalintegrität von Hochgeschwindigkeits-Verbindungssystemen, die eine Vielzahl von Informationen enthält.

Das Augendiagramm ist ein statistisches Verteilungsdiagramm, das durch Stapeln der Datenbits an verschiedenen Positionen von digitalen Hochgeschwindigkeitssignalen entsprechend den Taktintervallen gebildet wird. Ein Augendiagramm spiegelt die allgemeinen Eigenschaften aller digitalen Signale in der Übertragungsstrecke wider.

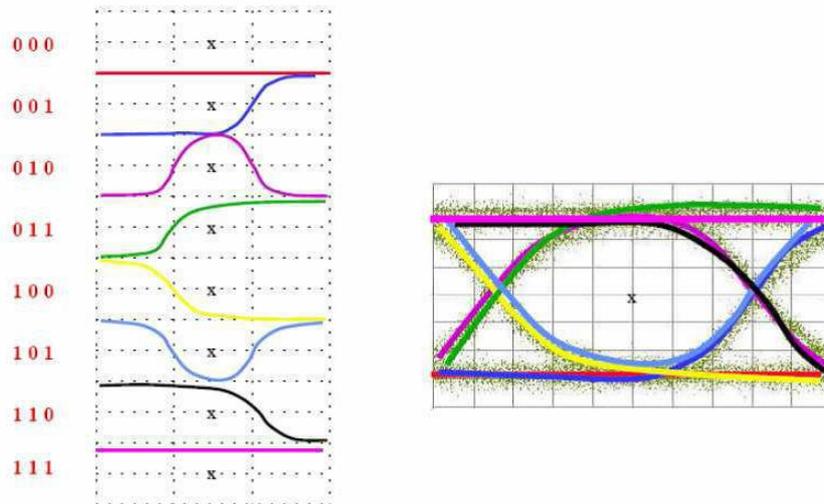
Unter Jitter-Analyse versteht man das Rauschen und die Phasenänderungen, die an den Flanken eines Signals auftreten und Timing-Fehler im Signal verursachen können. Mit der Verbesserung der Signalrate nehmen die Störfaktoren in der Datenübertragungsstrecke zu, so dass der Signalverlust und die Übertragungsqualität mehr Beachtung finden sollten. Daher muss der Entwickler die Signalqualität im Signalübertragungsprozess vom TX zum RX beherrschen. Die Jitter-Analyse ist ein Werkzeug, das Ingenieuren bei dieser Art von Tests hilft.

Die MSO7000X Serie bietet eine Reihe von Tools für die visuelle Jitter-Analyse und Augendiagramm-Tests, die eine vollständige Analyse der Signalqualität im Zeit-, Frequenz- und Statistikbereich ermöglichen. Durch den Augendiagrammtest kann der Benutzer die vollständigen Eigenschaften des digitalen Signals erkennen. Das TIE-Histogramm zeigt Ihnen die Verteilung des Jitters an. Das TIE-Tendenzdiagramm zeigt den Trend des Jitters an. Anhand des TIE-Spektrogramms können Sie den Jitter an einem bestimmten Punkt bestätigen und so ein gezieltes Design erstellen. Darüber hinaus verfügt das Programm über eine Badewannenkurve und eine Q-Faktor-Kurve, die Ihnen bei der Beurteilung des Jitters helfen.

In diesem Kapitel werden Jitter- und Augendiagrammtests im Detail vorgestellt.

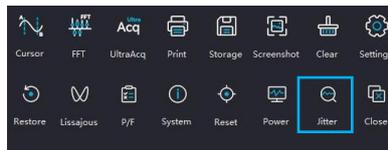
### 15.1 Augendiagramm

Das Augendiagramm ist eine Methode zur Analyse von digitalen Hochgeschwindigkeitssignalen. Das Oszilloskop trennt alle Codeelemente eines digitalen Signals und überlagert sie in Taktintervallen auf der Bildschirmanzeige, wodurch ein augenähnlicher Effekt entsteht.



### Schnelles Erstellen eines Augendiagramms

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Startmenü  in der oberen rechten Ecke, um das Funktionsmenü aufzurufen und klicken Sie auf "Jitter-Analyse".



(1) Klicken Sie auf, um das Messmenü der Jitter-Analyse aufzurufen, um die Jitter-Analyse zu aktivieren und das digitale Signal mit dem Kanal des Oszilloskops zu verbinden.

(2) Wählen Sie die Analysequelle: C1~C4

(3) Wählen Sie das Analysesignal: Datensignal/Taktsignal

(4) Stellen Sie den Vergleich von Schwellenwert, Hysterese und Dauer des Datenmodus ein.

Vergleich der Schwellenwerte: zwischen 45%~55%, der Standardwert ist 50%.

Hysterese: zwischen 0%~30%, die Standardeinstellung ist 20%.

Dauer des Datenmodus: 0~4.295 Gbit, die Voreinstellung ist 127 Bits.

(5) Abbildung: Augendiagramm

(6) Suchen Sie nach der Bitrate oder geben Sie die Bitrate manuell ein (die Suche nach der Bitrate kann aufgrund der Komplexität des Signals ungenau sein, daher wird empfohlen, sie manuell einzugeben).

(7) Taktrückgewinnung

Konstanter Takt: Die Methode der kleinsten Quadrate wird verwendet, um die erfassten Daten linear anzupassen, und die wiederhergestellte Taktfrequenz ist konstant.

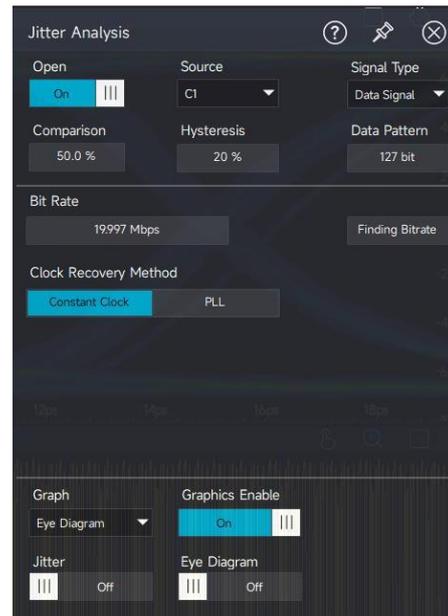
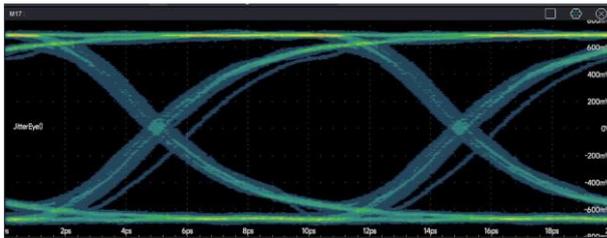
PLL: Basierend auf einer softwarebasierten Phase-Locked-Loop (PLL) zur Berechnung der Position jeder Referenztaktflanke hat der Phase-Locked-Loop eine gewisse Fähigkeit zur Nachverfolgung von Taktänderungen, er kann die niederfrequenten Komponenten von Jitter entfernen und unterstützt Typ 1 und Typ 2.

Typ 1 wird auch als Golden PLL erster Ordnung bezeichnet. Er erfordert die Konfiguration der Grenzfrequenz und des Grenzkoeffizienten der phasenstarrten Schleife, um die Bandbreite der Schleife

festzulegen. Wenn der Cut-Off-Koeffizient weniger als 5 Gbit/s beträgt, wird er in der Regel auf 1667 (empirischer Wert) eingestellt; wenn der Cut-Off-Koeffizient größer als 5 Gbit/s ist, wird er auf 2500 (empirischer Wert) eingestellt.

Typ 2 wird auch als Goldene PLL zweiter Ordnung bezeichnet. Er sollte die Eigenfrequenz und den Dämpfungsfaktor einstellen.

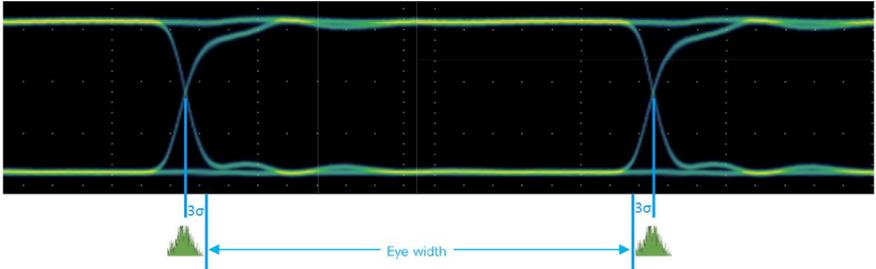
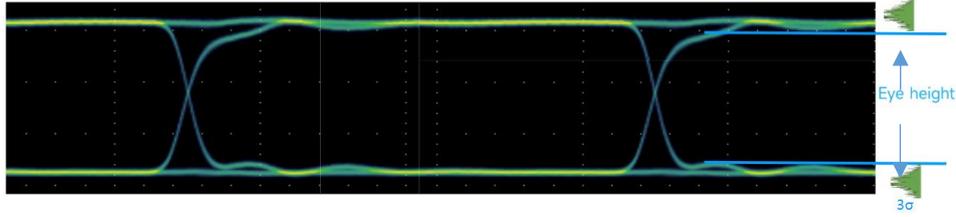
- (7) Öffnen Sie das Augendiagramm. Das Augendiagramm wird durch Überlagerung langer Datenbits gezeichnet, so dass sich die Speichertiefe und die Abtastrate auf die Qualität des Augendiagramms auswirken und auch die Dauer des Zeichnens beeinflussen.



## 15.2 Messparameter des Augendiagramms

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf den Parameter des Augendiagramms, um es zu aktivieren. Öffnen Sie die Gesamtliste des Augendiagramms. In diesem Abschnitt werden die Parameter des Augendiagramms im Detail vorgestellt.

Eye Diagram	
Measurement Items	Current Value
0 Level	80.867 mV
1 Level	1.528 V
Eye Amplitude	1.447 V
Eye Height	1.355 V
Eye Width	28.119 ns
Extinction Ratio	24.277
Eye-crossing Ratio	48.85 %
Q-factor	47.597

Parameter	Beschreibung
Augenbreite	<p>Die Breite des in horizontaler Richtung geöffneten Augendiagramms. Sie wird auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Augenüberschneidung in horizontaler Richtung geschätzt.</p> 
Augenhöhe	<p>Die Höhe des in vertikaler Richtung geöffneten Augendiagramms. Geschätzt auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitsverteilung von 1-Level und 0-Level in vertikaler Richtung über das 40% ~ 60% UI-Intervall Sie wird auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitsverteilung von 1-Level und 0-Level innerhalb des UI-Intervalls von 40% ~ 60% in vertikaler Richtung geschätzt.</p> 

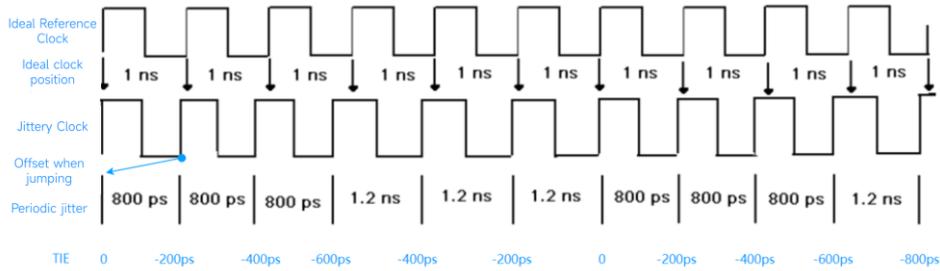
1-stufig	Die Ebene des Augendiagramms "1". Nehmen Sie die mittleren 20% der UI, die auf der Vertikalen gezählt werden, und berechnen Sie den Durchschnitt der hohen Stelle.
0-Ebene	Die Ebene des Augendiagramms "0". Nehmen Sie die mittleren 20% der UI, die auf der Vertikalen gezählt werden, und berechnen Sie den Durchschnitt der niedrigen Stelle.
Auge Amplitude	Augenamplitude, der Differenzwert zwischen 1-Level und 0-Level.
Kreuzverhältnis des Auges	Das Verhältnis der Amplitude des Schnittpunkts mit der 0-Ebene zur Augenamplitude.
Extinktionsverhältnis	Er spiegelt die Störfestigkeit des übertragenen Signals wider, definiert als das Verhältnis des Leistungsmittelwerts "1" zum Leistungsmittelwert "0".
Q-Faktor	Das Verhältnis der Augenamplitude zur Rauschamplitude bei 1-Pegel und 0-Pegel.

## 15.3 Jitter-Analyse

Die Jitter-Analysefunktion wird hauptsächlich zur Analyse der Signalintegrität von seriellen Hochgeschwindigkeitssystemen verwendet. Der TIE-Jitter ist ein gängiger Indikator für Jitter-Messungen. MSO7000X bietet ein TIE-Tendenzdiagramm/TIE-Spektrogramm, ein Histogramm und eine Badewannenkurve für die Jitter-Visualisierung, um Jitter-Bedingungen besser zu lokalisieren. Die Jitter-Analyse entspricht dem Zeichnen eines Augendiagramms. Lesen Sie dazu bitte den Abschnitt "[Augendiagramm](#)".

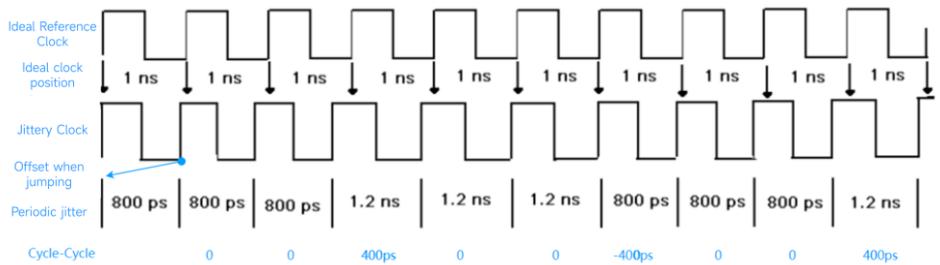


TIE (Time Interval Error) ist der Zeitfehler des Signals relativ zum Referenztakt. TIE ist Jitter in digitalen Hochgeschwindigkeitssystemen, TIE in diesem Oszilloskop bezieht sich auf  $TIE_{Peak-Peak}$ . Die Flanke des gemessenen Signals wird mit der idealen Flanke verglichen, die durch die Taktrückgewinnung ermittelt wird, und alle Signalintervalle werden entsprechend der idealen Datenrate gemessen.



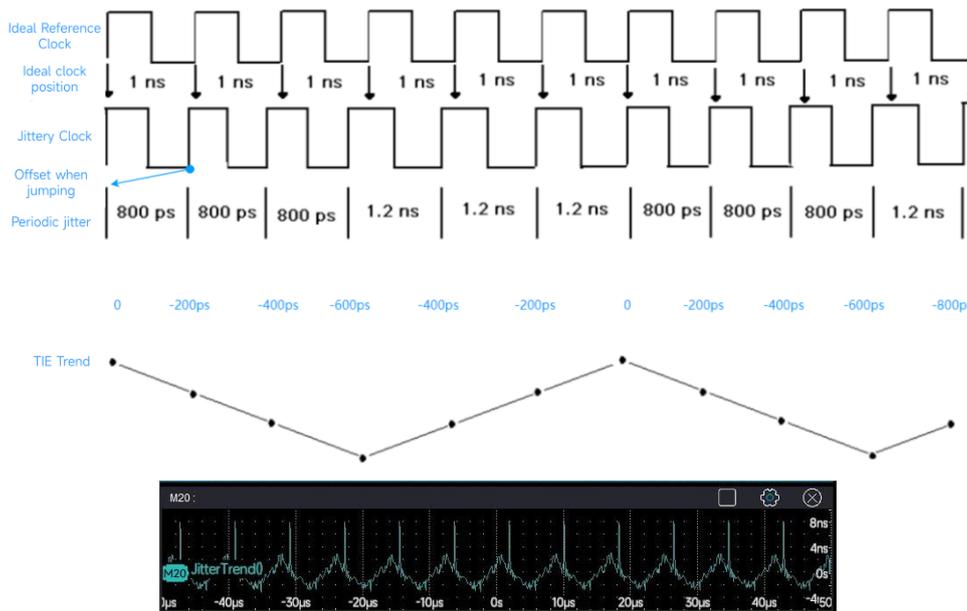
Zyklus-Zyklus

Messen Sie den Zyklus des ersten Signals und verwenden Sie den Zyklus des zweiten Signals, um den Zyklus des ersten Signals zu verringern, und so weiter.

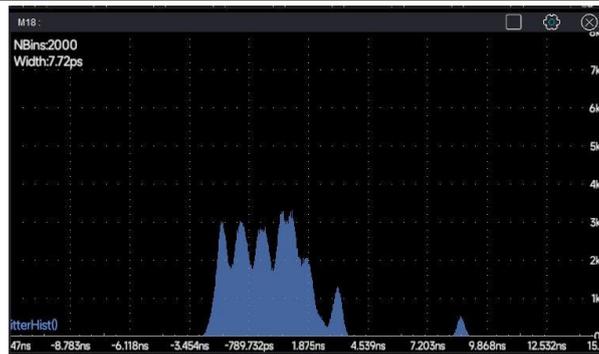


TIE-Tendenzdiagramm: Das Diagramm, das aus der Zeittrendstatistik der TIE-Jitter-Messungen gewonnen wird, gehört zur Zeitbereichsanalyse des Jitters. Die Horizontale zeigt den Zeitpunkt der Messung an, die Vertikale den Wert der TIE-Jitter-Messung.

Das TIE-Tendenzdiagramm kann den Jitter-Offset für jeden Zyklus darstellen und so den zeitlichen Trend des Signaljitters verstehen.



Jitter-Histogramm: Durch die statistische Analyse des Jitter-Offsets kann das Histogramm die Verteilung der verschiedenen Jitter-Offsets darstellen und so die Verteilung des Jitters im Taktsignal verstehen. Die Horizontale steht für den Jitter-Offset und die Vertikale für die Anzahl der Messungen, die bei einem beliebigen Offset gesammelt wurden.

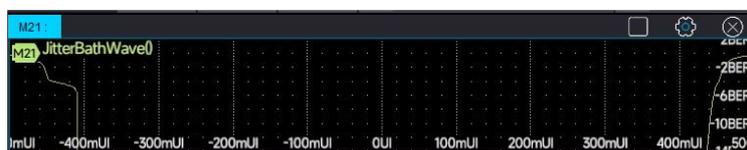


TIE-Spektrogramm: Das Spektrum des Jitters wird durch die Durchführung einer FFT mit dem Jitter erhalten, und die Verteilung des Jitters im Frequenzbereich wird genau lokalisiert. Die Horizontale steht für die Signalfrequenz und die Vertikale für den gemessenen Wert des Signal-Jitters.



Badewannenkurve: Diese Kurve zeigt die Variation der BER (Bitfehlerrate) mit dem Beurteilungszeitpunkt. Diese Kurve zeigt die BER und die kumulative Anzahl der Male, so dass der Grad der Öffnung des Augendiagramms unter BER leicht analysiert werden kann. In der Regel wird der Öffnungsgrad des Augendiagramms bei BER-12 beobachtet, und Jitter muss von BER begleitet werden, um aussagekräftig zu sein.

Die Horizontale stellt den Grad der Öffnung des Augendiagramms dar, die Einheit ist UI. Die Vertikale steht für die Anzahl der akkumulierten Bits.

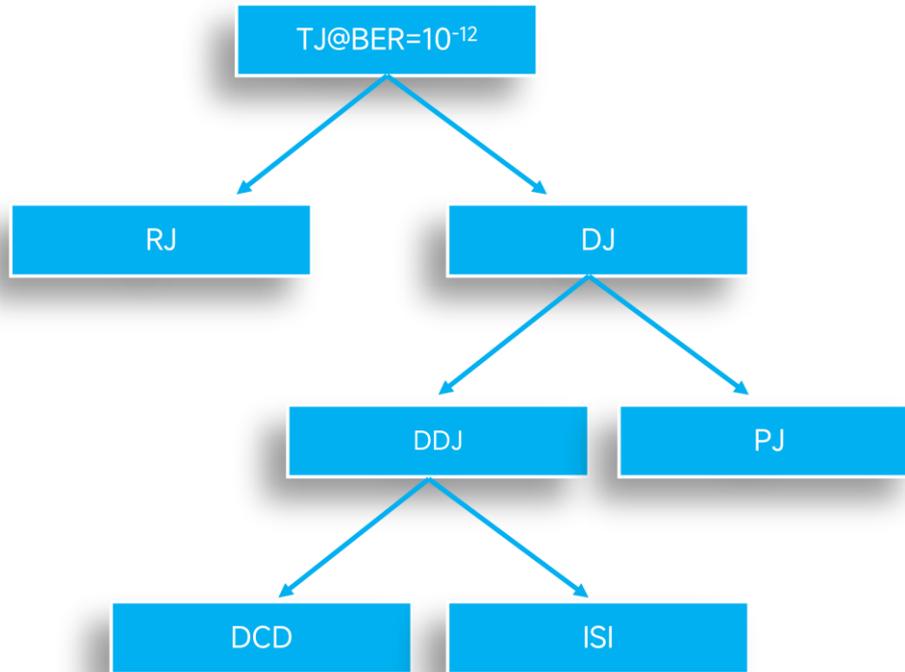


## 15.4 Taktrückgewinnung

Die Methode zur Einstellung der Taktrückgewinnung entspricht dem Augendiagramm, siehe Abschnitt "[Augendiagramm](#)".

## 15.5 Jitter-Auflösung

Bei der Jitter-Auflösung werden die verschiedenen Komponenten des Jitters (wie in der folgenden Abbildung dargestellt) auf der Grundlage der erfassten TIE-Messdaten zerlegt.



Parameter von Jitter	Beschreibung
TJ@BER=e <sup>-12</sup>	Der Gesamt-Jitter (TJ) wird anhand der BER geschätzt. $TJ = DJ + 2Q_B \cdot \sigma_{RJ}$ $Q_B$ wird je nach BER unterschiedlich sein. Wenn $BE = 10^{-12}$ , $Q_B = 7,05$
RJ (Zufälliger Jitter)	Im Allgemeinen entspricht die PDF (Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion) des zufälligen Jitters der Gaußschen Normalverteilung. Theoretisch gilt: Je größer die Anzahl der Stichproben, desto breiter ist der Verteilungsbereich des Tests. Wenn die Stichprobe groß genug ist, tendiert der Verteilungsbereich gegen unendlich, ist also unbegrenzt. Die Größe wird durch die Standardabweichung $\sigma$ ausgedrückt. RJ wird hauptsächlich durch interne thermische Phänomene, Vibrationen von thermischen Molekülen und Atomen, mechanisches Rauschen, externe kosmische Strahlung usw. verursacht, die nicht eliminiert werden können.
DJ (Deterministischer Jitter)	Die Verteilung des deterministischen Jitters ist begrenzt.
DCD (Verzerrung des Tastverhältnisses)	Die Verzerrung des Tastverhältnisses ist die Unsymmetrie der Sprungflanke (steigende und fallende Flanke). Das Tastverhältnis beträgt nicht 50 %, steigende und fallende Flanken sind nicht gleich, und der Referenzpegel ist nicht richtig gewählt, was alles zu Tastverhältnisverzerrungen führen kann.



Fünffache des zu messenden Signals betragen, damit die fünfte Harmonische des Signals aufgelöst werden kann. Das Prüfkabel und die Prüfvorrichtung müssen den Anforderungen der Norm und des Codes entsprechen. Wenn sie den Anforderungen des Codes nicht entsprechen, führt dies zu zusätzlichem ISI-Jitter.

#### (2) Echtzeit-Abtastrate des Oszilloskops

Höhere Abtastraten haben in der Regel eine höhere Auflösung und Flankenauflösung. Diese Effekte spiegeln sich in den Ergebnissen der Jitter-Analyse wider, höhere Abtastraten bedeuten eine höhere Genauigkeit.

#### (3) Grundrauschen und intrinsischer Jitter des Instruments

Der Jitter ist ein Zeitfehler, und die Testergebnisse werden durch den inhärenten Jitter des Geräts beeinflusst.

#### (4) Nummer der Abtastung der Wellenform

Die Speichertiefe des Oszilloskops ist ein wichtiger Indikator für die Jitter-Analyse. Sie wirkt sich direkt auf die Anzahl der Samples für den Jitter- und Augendiagrammtest aus. Ausreichend lange Wellenformdaten bedeuten auch, dass Jitter mit niedrigeren Frequenzen erfasst werden kann, und bieten darüber hinaus eine längere Taktperiode oder Daten-UI für eine genauere Jitter-Analyse. Dies ist auch einer der wichtigen Werte der langen Speicherdauer des Oszilloskops

#### (5) Taktrückgewinnung

Unterschiedliche Methoden der Taktrückgewinnung beeinflussen die Überlagerung der Augendiagramme. Die Taktfrequenz ist nach der konstanten Taktrückgewinnung konstant, so dass sie nur für die Analyse von Signalen mit konstantem Takt verwendet werden kann. Wenn Taktsprünge auftreten, ist die Messleistung nicht gut. Daher ist es notwendig, die PLL-Taktrückgewinnung (Phase-Locked Loop) zu wählen.

## 16. Sequenz-Modus

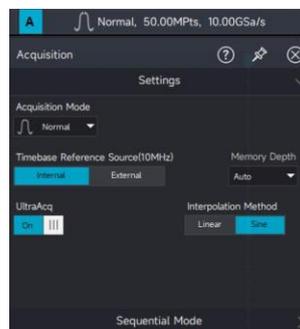
- [Sequenzmodus einstellen](#)
- [Einzelbildmodus](#)
- [Folgebild](#)

Der Sequenzmodus ist ein schneller Erfassungsmodus, der auf der UltraAcq®-Technologie basiert. Er unterteilt die Speichertiefe des Oszilloskops in mehrere Segmente, wobei in jedem Segment nur eine einzige getriggerte Wellenform gespeichert wird. Wenn die Anzahl der gespeicherten Wellenformen nicht die eingestellte Anzahl von Frames erreicht, führt das Oszilloskop nur die Erfassung und Speicherung durch, nicht aber die Anzeige und Datenverarbeitung. Im Sequenzmodus wird die Totzeit des Triggerereignisses des Oszilloskops minimiert, wodurch die Aktualisierungsrate der Wellenform deutlich gesteigert wird. Im UltraAcq®-Modus kann das Oszilloskop ein minimales Triggerintervall von 1  $\mu$ s erreichen, was einer Wellenformerrfassungsrate von 800.000 wfms/s entspricht.

### 16.1 Sequenzmodus einstellen

(1) Sequenzmodus einschalten

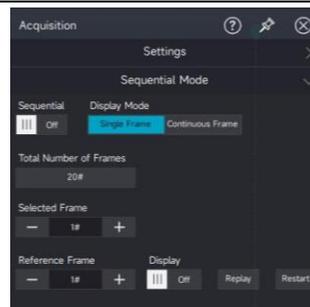
Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf die Beschriftung von Erfassung, Speichertiefe und Abtastrate und wählen Sie den Sequenzmodus im Menü für die Abtastung.



(2) Anzeigemodus wählen: Einzel-/Folgebild

Einzelbild: Wählen Sie ein Bild der Wellenform aus, das auf dem Bildschirm angezeigt werden soll.

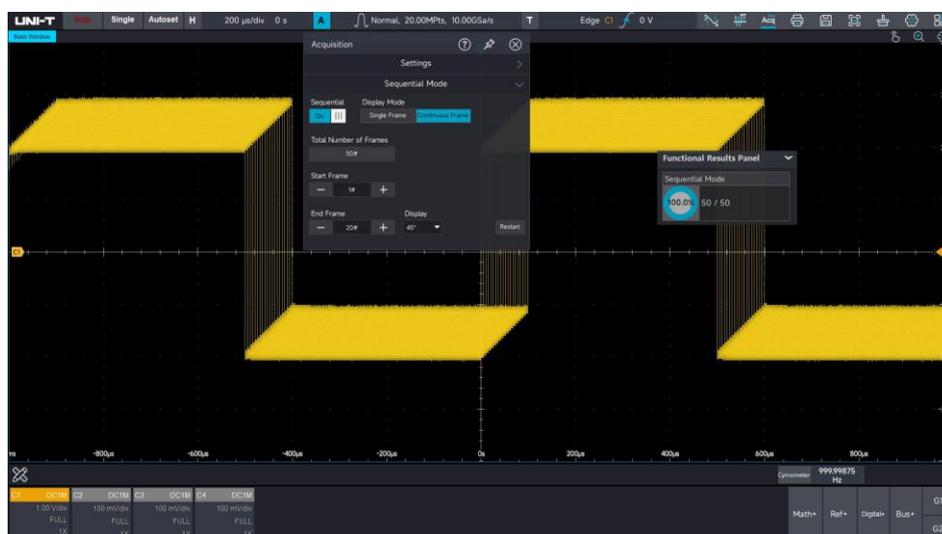
Folgebild: Der Bereich der Bildnummern (maximal 20 Bilder) kann eingestellt und gleichzeitig auf dem Bildschirm angezeigt werden.



### (3) Gesamtrahmen einstellen

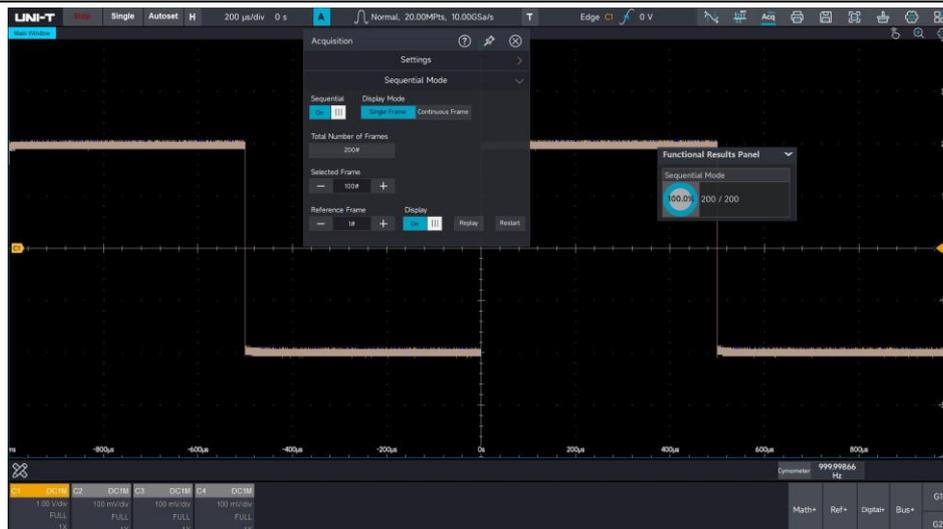
Der Gesamtrahmen steht im Zusammenhang mit der Speichertiefe. Das Oszilloskop teilt die Speichertiefe in Segmente gleicher Länge auf, und je höher die Speichertiefe, desto weniger Segmente werden aufgeteilt.

### (4) Sequenzmodus aktivieren



## 16.2 Einzelbildmodus

Im Einzelbildmodus kann das Referenzbild angezeigt werden, die erfasste Wellenform kann wiedergegeben werden und die Erfassung kann erneut durchgeführt werden. Wenn der Gesamtrahmen eingestellt ist oder sich der Gesamtrahmen ändert, wird die erfasste Wellenform erneut erfasst. Das Oszilloskop geht in den Stoppzustand über, nachdem die Erfassung den eingestellten Gesamtrahmen erreicht hat. An diesem Punkt kann ein Frame innerhalb des erfassten Bereichs als Referenz-Frame ausgewählt und wiedergegeben werden. Der Referenzrahmen wird in einer anderen Farbe angezeigt, um ihn von den anderen Wellenformrahmen zu unterscheiden. Während der Wiedergabe können Sie jederzeit anhalten, wenn Sie etwas Ungewöhnliches gefunden haben, und Sie können auf  oder  klicken, um die Bildnummer einzugeben und die Wellenform zu überprüfen.

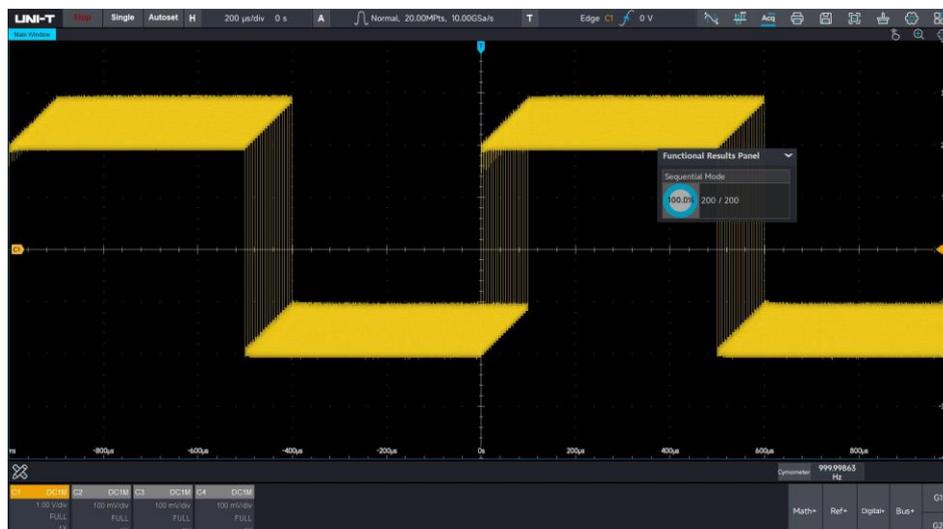


## 16.3 Folgebild

Im Folgebildmodus können der Anzeigebereich und die Anzeigeart der Wellenform eingestellt werden. Der Anzeigebereich der Wellenform kann auf 1#-20# festgelegt werden, und der Anzeigemodus bietet die Optionen 45°, Stapeln, Überlagerung und Zusammenfügen. Als Beispiel wird ein Anzeigebereich von maximal 20 Bildern verwendet, um die Wellenform in den verschiedenen Anzeigetypen zu demonstrieren.

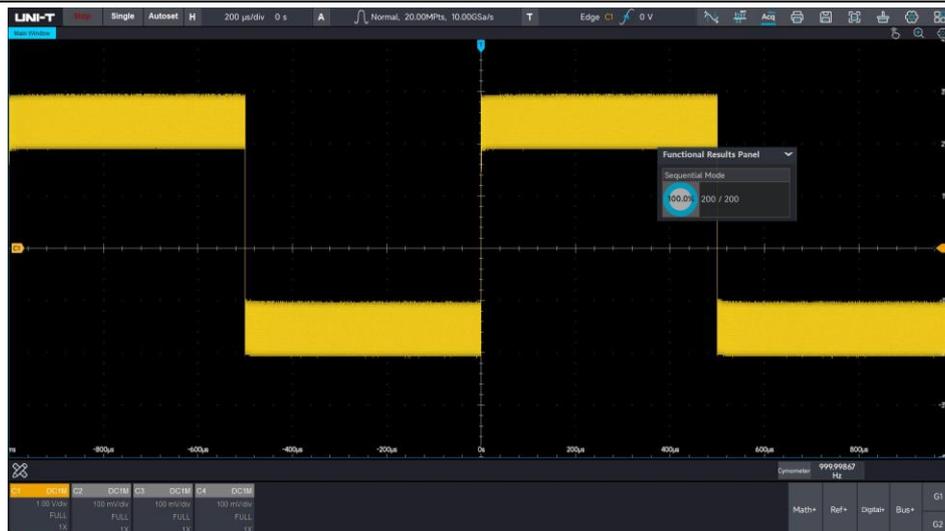
45°

Die Wellenform in diesem Bereich wird unter einem Winkel von 45° schräg nach oben angezeigt.



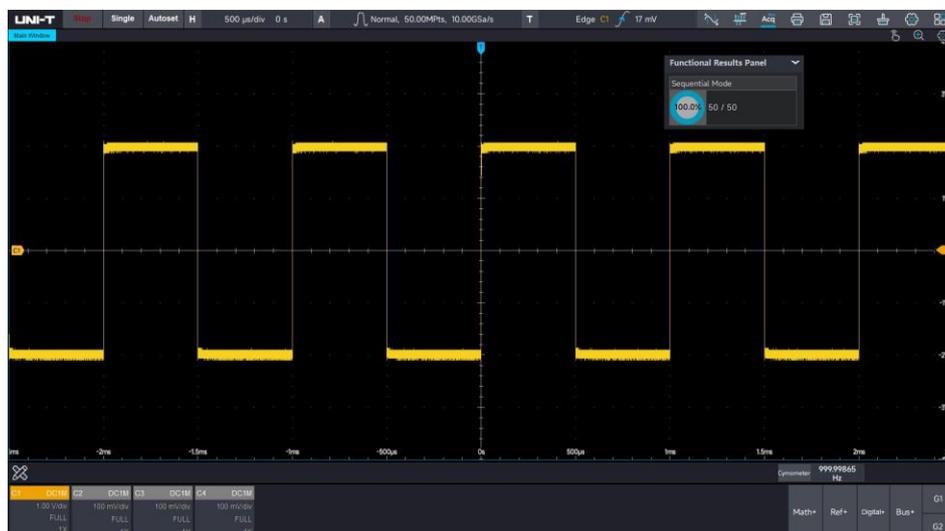
Stapeln

Die Wellenform im Bereich wird zur Anzeige vertikal gestapelt.



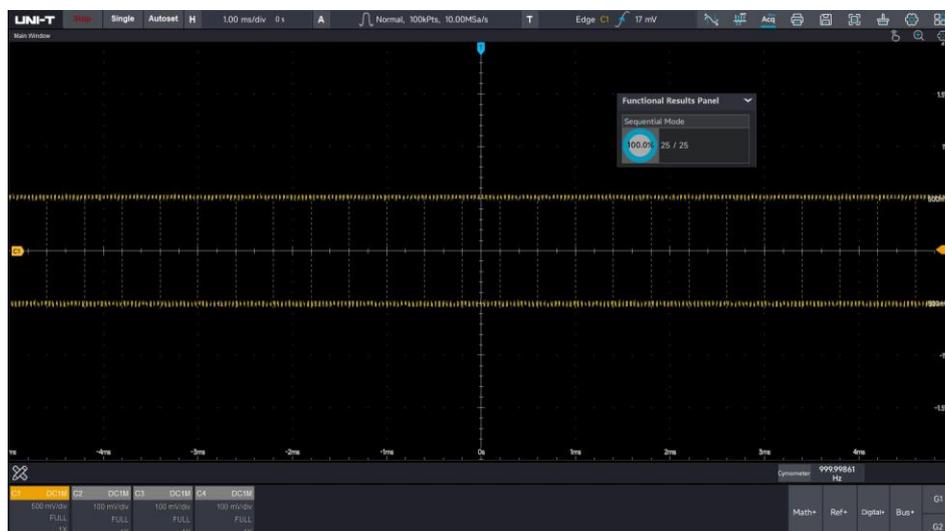
### Überlagerung

Die Wellenform im Bereich wird einer Wellenform zur Anzeige überlagert.



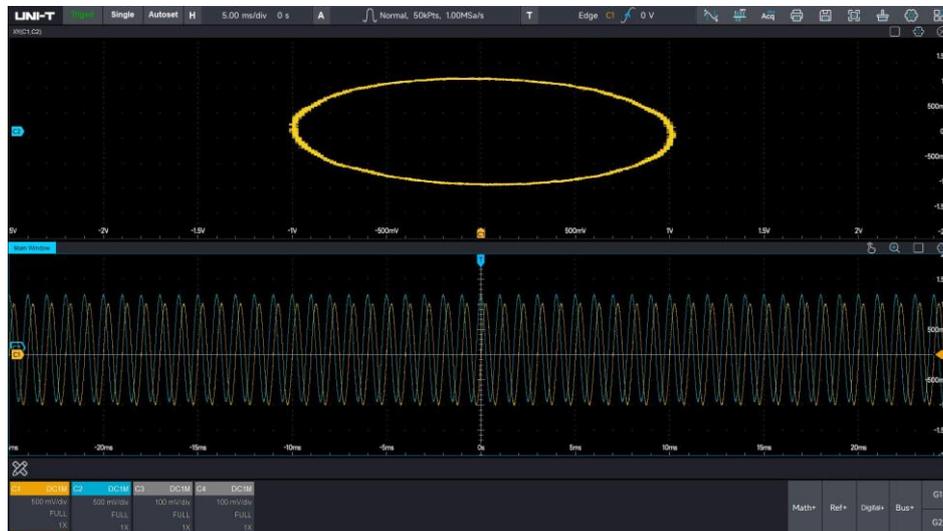
### Zusammenfügen

Die Wellenform im Bereich wird im ersten Abschnitt der Verknüpfung angezeigt.



## 17. XY-Modus

Die im XY-Modus angezeigte Wellenform wird auch Lissajous-Kurve genannt.



### (1) Schnell eine Lissajous-Kurve erzeugen

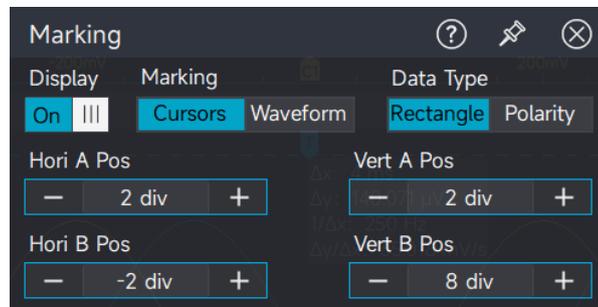
Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Symbol  im Startmenü und klicken Sie auf das Menü Lissajous-Kurve, um schnell eine Lissajous-Kurve zu erstellen. Vor der Erstellung sollten Sie das Eingangssignal auf der horizontalen Achse (X-Achse) und das Eingangssignal auf der vertikalen Achse (Y-Achse) einstellen. (Die X-Achse wird z.B. auf C1 gesetzt, die Y-Achse auf C2).

### (2) Lissajous-Wellenform anpassen

- Wenn die X-Achse ausgewählt ist (C1), verwenden Sie den Drehknopf "Position" im vertikalen Steuerbereich, um die Lissajous-Kurve in horizontaler Richtung zu bewegen.
- Wenn die Y-Achse ausgewählt ist (C2), verwenden Sie den Drehknopf "Position" im vertikalen Steuerbereich, um die Lissajous-Kurve in vertikaler Richtung zu bewegen.
- Wenn die X-Achse ausgewählt ist (C1), können Sie mit dem Drehknopf "Skalieren" im vertikalen Kontrollbereich die Lissajous-Kurve in horizontaler Richtung verkleinern.
- Wenn die Y-Achse ausgewählt ist (C2), können Sie mit dem Drehknopf "Skalieren" im vertikalen Kontrollbereich die Lissajous-Kurve in vertikaler Richtung verkleinern.
- Drücken Sie den Drehknopf "Position" im vertikalen Kontrollbereich, um die Lissajous-Kurve in die Mitte zu verschieben, um einen besseren Anzeigeeffekt der Lissajous-Kurve zu erzielen.

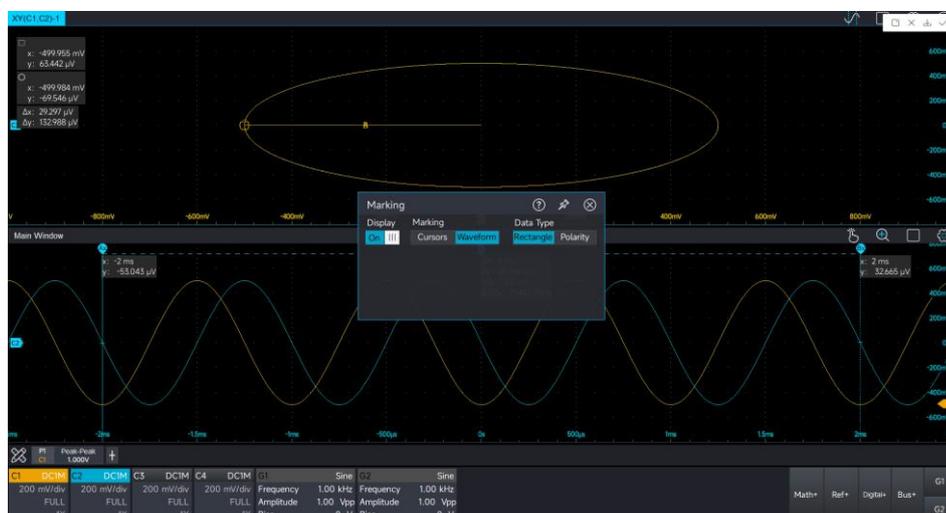
### (3) X-Y-Markierung

Klicken Sie auf das Markierungssymbol  in der oberen rechten Ecke des X-Y-Modus, um die Markierungsfunktion von X-Y zu aktivieren. Diese unterstützt die Markierung von Wellenformen und Cursorsn. Nach der Aktivierung der Markierungsfunktion wird die Cursorfunktion automatisch mit aktiviert.



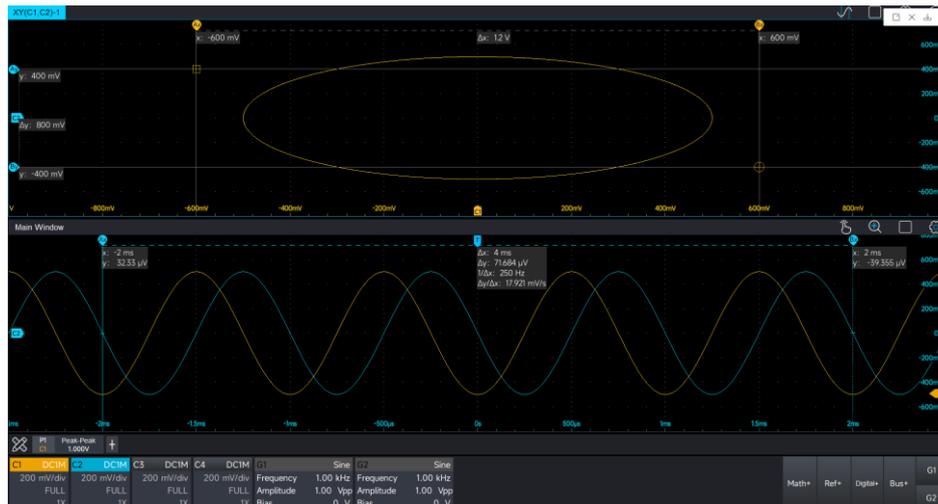
### Wellenformmarkierung

Wählen Sie als Markierungstyp "Wellenform". Zu diesem Zeitpunkt befindet sich die Skalenmarkierung auf der erzeugten Lissajous-Figur. Die Position der Markierung kann durch Einstellen der vertikalen Skala/vertikalen Verschiebung, der horizontalen Skala/horizontalen Verschiebung oder durch direktes Bewegen des Cursors geändert werden. Dabei zeigt A die Markierungsposition von Cursor A und B die Markierungsposition von Cursor B an (die Wellenformmarkierung unterstützt nur horizontale Cursor).



### Cursor-Markierung

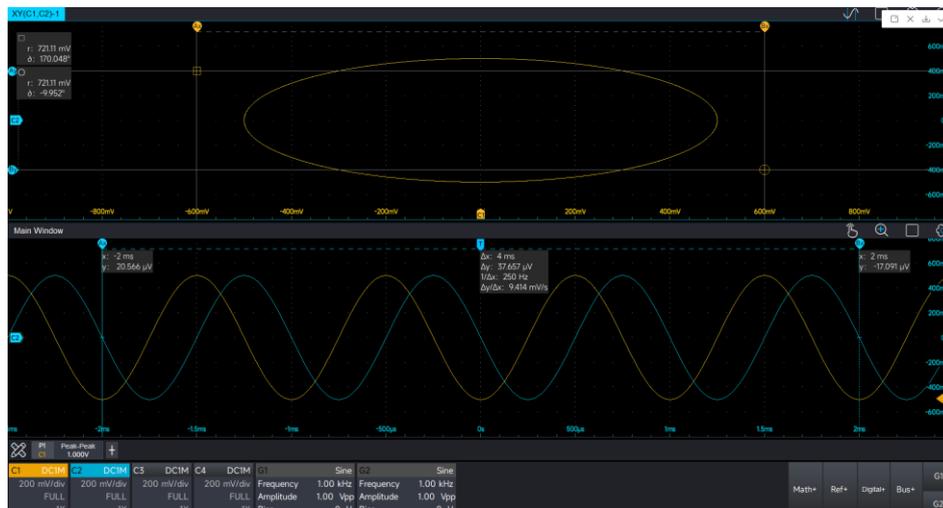
Wählen Sie die Markierungsart „Cursor“. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich die Skalenmarkierung auf dem Cursor der erzeugten Lissajous-Figur. Die Markierung kann neu positioniert werden, indem die horizontalen Cursor Ax und Bx sowie die vertikalen Cursor Ay und By verschoben werden. Gleichzeitig können Cursor-Messungen durchgeführt werden.



### X-Y-Datentyp

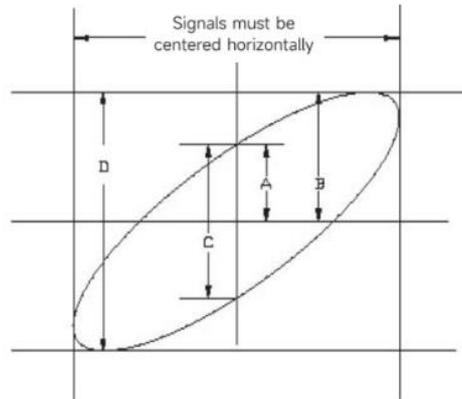
Rechteck: Stellt den Amplitudenwert der normalen Cursor-Messung dar. Cursor A misst den Spannungswert der horizontalen Achse, die die Lissajous-Figur bildet, und Cursor B misst den Spannungswert der vertikalen Achse, die die Lissajous-Figur bildet.

Polarität: Misst die Werte im Polarkoordinatensystem.



(4) Anwendung des XY-Modus

Die Phasendifferenz zwischen zwei Signalen mit gleicher Frequenz kann anhand der Lissajous-Kurve einfach festgestellt werden.



Basierend auf  $\sin\theta=A/B$  oder  $C/D$  ist  $\theta$  der Phasenwinkel zwischen den Kanälen, die Definition von A, B, C, D siehe obige Abbildung. Daher ist der Phasenwinkel  $\theta=\pm\arcsin(A/B)$  oder  $\theta=\pm\arcsin(C/D)$ .

Wenn sich die Hauptspindel der Ellipse in den Quadranten I oder III befindet, sollte der erfasste Phasenwinkel in den Quadranten I oder IV liegen, also im Bereich von  $(0 \sim \pi/2)$  oder  $(3\pi/2 \sim 2\pi)$ .

Wenn die Hauptspindel der Ellipse in den Quadranten II oder IV liegt, sollte der erfasste Phasenwinkel im Bereich von  $(\pi/2 \sim \pi)$  oder  $(\pi \sim 3\pi/2)$  liegen.

Wenn die Frequenz oder die Phasendifferenz der beiden zu messende Signale ganzzahlige Zeiten sind, können Sie außerdem die Frequenz- und Phasenbeziehung der beiden Signale anhand der Abbildung berechnen.

相位差角 频率比	0	$\frac{1}{4}\pi$	$\frac{1}{2}\pi$	$\frac{3}{4}\pi$	$\pi$
1:1					
1:2					
1:3					
2:3					

# 18. Histogramm

- [Statistisches Histogramm](#)
- [Regionales Histogramm](#)

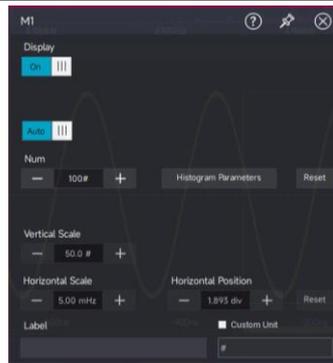
Die MSO7000X Serie unterstützt die Histogramm-Analyse zur Tendenzbeurteilung. So können Sie die Wellenform und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Messparameter bequem beobachten und mögliche Signalanomalien schnell finden. Das Histogramm umfasst ein statistisches Histogramm und ein regionales Histogramm. Das statistische Histogramm zählt die Anzahl der Stichproben der Messparameter der Wellenform. Regionale Histogramme zählen die Wellenformdaten in vertikaler und horizontaler Richtung. In diesem Kapitel erfahren Sie, wie Sie die Histogramm-Analysefunktion verwenden.

## 18.1 Statistisches Histogramm



Statistisches Histogramm ein-/ausschalten

- (1) Statistisches Histogramm einschalten: Tippen Sie mit der Touch-Geste auf den zu zählenden Parameter (die Parametermessung muss aktiviert werden) und wählen Sie das Histogramm in der Amplitudenanzeige aus.
- (2) Statistisches Histogramm ausschalten: Verwenden Sie die Touch-Geste, um den Histogramm-Kanal am unteren Bildschirmrand nach unten zu verschieben, oder wählen Sie „Nein“ in der Amplitudenanzeige, um das statistische Histogramm zu deaktivieren.



### Einstellen der Zylinderanzahl des Histogramms

Wenn das Histogramm geöffnet ist, tippen Sie mit einer Touch-Geste auf den Histogramm- Bedienkanal am unteren Bildschirmrand und stellen Sie die Zylinderanzahl im Einstellungs Menü ein. Der Bereich kann auf 2~2k eingestellt werden.

### Einstellen der vertikalen und horizontalen Skala

Die vertikale und horizontale Skala des Histogramms stellt die vertikale und horizontale Achse des statistischen Histogramms dar. Die Einheit der horizontalen Achse steht für die Einheit des aktuellen Messparameters. Wenn zum Beispiel die Frequenz gezählt wird, ist die Einheit Hz; wenn die Amplitude gezählt wird, ist die Einheit V. Die vertikale Achse stellt die Anzahl der Zylinder dar, je mehr Zylinder, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit ihrer Einheit.

**Vorsicht:** Das Oszilloskop kann die vertikale und horizontale Skala des Histogramms automatisch einstellen, wenn „Automatisch“ ausgewählt ist.

### Vertikale und horizontale Position festlegen

Die vertikale und horizontale Position des Histogramms kann durch Klicken auf  und  angepasst werden. Die Einheit ist div.

### Liste der Histogramm-Parameter

Die Histogramm-Parameterliste kann im Einstellungs Menü geöffnet werden. Zu den Parametern gehören: Mittelwert, Standardabweichung, Median, Maximum, Minimum, Modus, Spitze-Spitze,  $\mu \pm 1\sigma$ ,  $\mu \pm 2\sigma$ ,  $\mu \pm 3\sigma$ , Spitzenanzahl und Gesamtanzahl der Proben.

Parameters  	
Average	24.015 V
Standard Devi	28.221 V
Median	10.141 V
Maximum	137.002 V
Minimum	1.887 V
Mode	1.887 V
Peak-Peak	135.115 V
$M \pm 1\sigma$	85.73%
$M \pm 2\sigma$	99.18%
$M \pm 3\sigma$	100.00%
Peak Points	820 #
Total Sample	5 k#

Histogrammbeschriftung und die benutzerdefinierte Einheit festlegen

### (1) Histogrammbeschriftung

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Einstellungsfeld unter „Beschriftung“. Auf dem Bildschirm erscheint eine numerische Tastatur, mit der Sie die Beschriftung benennen können. Die Farbe der Beschriftung entspricht den Einstellungen im Histogramm-Menü.

### (2) Benutzerdefinierte Einheit

Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das weiße Feld vor „Benutzerdefinierte Einheit“ und klicken Sie anschließend auf das Einstellungsfeld unter „Benutzerdefinierte Einheit“. Auf dem Bildschirm erscheint eine numerische Tastatur, mit der Sie die benutzerdefinierte Einheit eingeben können.

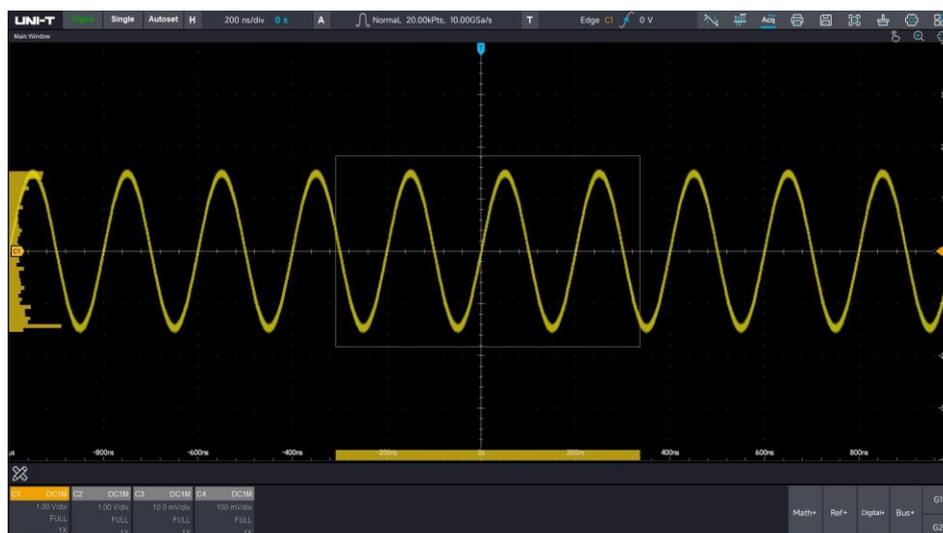
## 18.2 Regionales Histogramm

Das regionale Histogramm führt Wahrscheinlichkeitsstatistiken in der vertikalen und horizontalen Richtung der Wellenform durch und unterstützt Benutzer bei der schnellen Analyse potenzieller Anomalien im Signal.

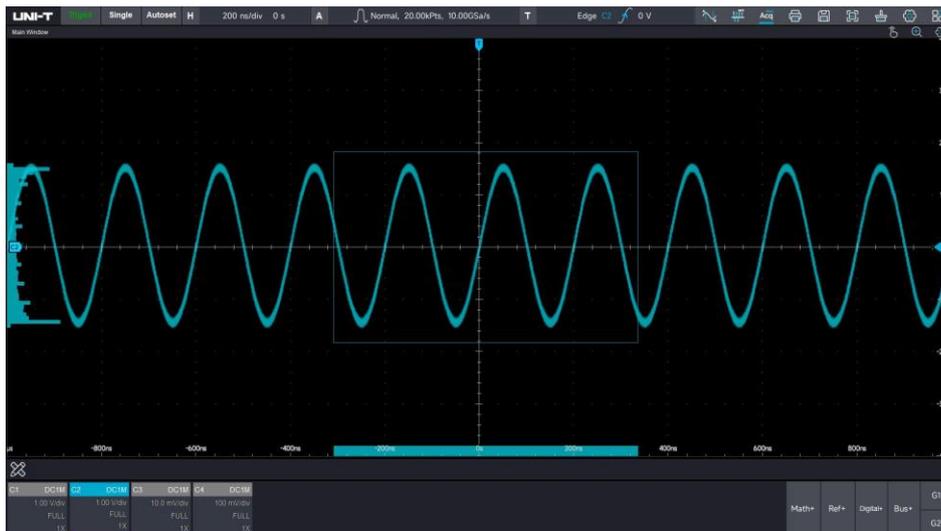
Durch Tippen mit der Touch-Geste auf das Rechtecksymbol in der oberen rechten Ecke des Kanalfensters können Sie ein Rechteck auf dem Oszilloskop-Bildschirm erstellen. Mit einer Touch-Geste können Sie eine beliebige Linie des Rechtecks auswählen und diese ziehen, um den Bereich des Rechtecks anzupassen. Während das Histogramm aktiviert ist, erscheinen die Histogrammspalten sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung. Je größer der Rechteckbereich, desto umfassender ist der statistische Bereich.

Die Farbe des regionalen Histogramms jedes Kanals stimmt mit der Kanalfarbe überein.

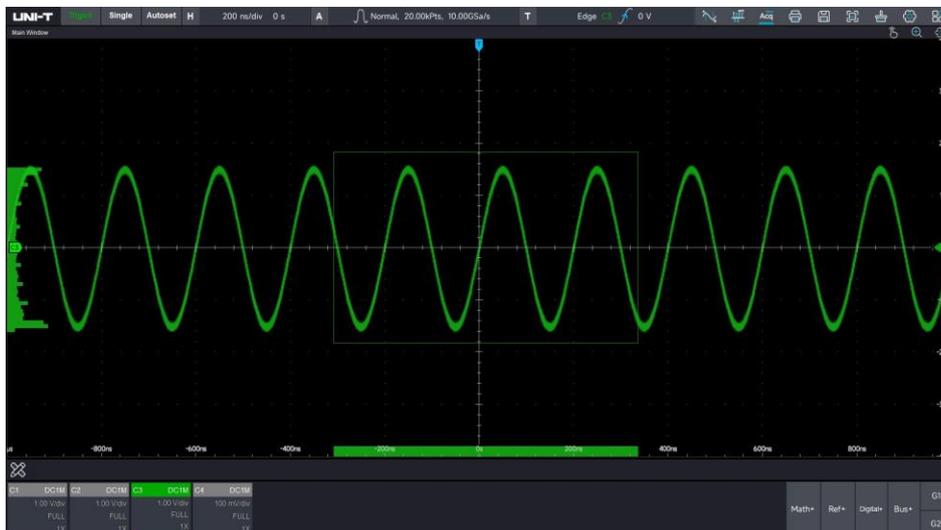
C1: gelb



C2: blau



C3: grün



C4: lila



## 19 Funktions-/Arbiträr-Signal-Generator (Option)

- [Funktion/Arbitrary Waveform Generator ein-/ausschalten](#)
- [Ausgabe eines kontinuierlichen Signals](#)
- [Ausgabe eines Modulationssignals](#)
- [Ausgabe eines Wobelfrequenzsignals](#)

Die MSO7000X Serie verfügt über einen eingebauten Zweikanal Funktions-/Arbiträr-Wellenformgenerator mit einer maximalen Ausgangsfrequenz von bis zu 60 MHz, der eine direkte digitale Synthesetechnologie verwendet, um eine genaue und stabile Wellenformausgabe zu erzeugen. Die beiden Kanäle des Funktions-/Arbiträr-Signal-Generators sind gleich leistungsfähig. In diesem Kapitel wird der G1-Kanal als Beispiel verwendet, die Funktionsweise des G2-Kanals ist die gleiche wie die des G1-Kanals.

### 19.1 Funktion/Arbitrary Waveform Generator ein-/ausschalten

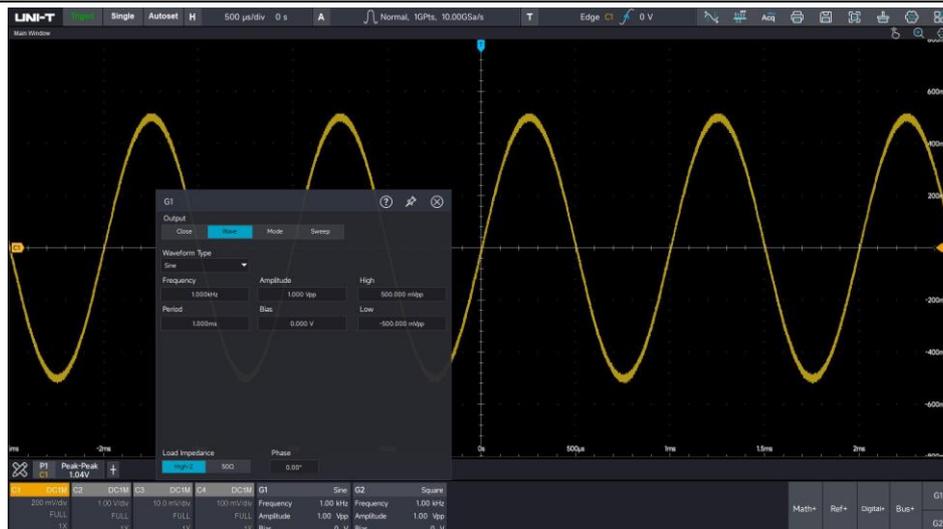
- **Berührungsmethode**

EIN: Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf die Beschriftung der "G1/G2"-Funktion/des arbiträren Wellenformgenerators in der rechten unteren Ecke , um "G1/G2" einzuschalten, und klicken Sie auf den Kanal, um das Menü für die Signalausgabe aufzurufen.

AUS: Schalten Sie den Signalgenerator-Kanal mit einer nach unten gerichteten Touch-Geste aus.
- **Tastenmethode**

EIN: Drücken Sie die Taste **Gen** im Bereich "Funktion" auf der Frontplatte des Geräts, um den zweikanaligen Funktions-/Arbiträr-Signal-Generator direkt zu öffnen.

AUS: Drücken Sie im geöffneten Zustand die Taste **Gen** im Bereich "Funktion" auf der Frontplatte erneut, um den Funktions-/Arbiträr-Signal-Generator zu schließen.



## 19.2 Ausgabe eines kontinuierlichen Signals

(1) Dauerstrichausgabe einschalten

Klicken Sie im Menü zur Einstellung der Signalausgabe auf, um auf kontinuierliche Welle umzuschalten.

(2) Wellenform-Parameter einstellen

Bei der kontinuierlichen Welle können Sie zwischen Sinuswelle, Rechteckwelle, Impulswelle, Dreieckswelle, Sägezahnwelle, Rauschen, DC(Gleichstrom), Sinc, exponentiell steigend, exponentiell fallend, Lorentz, Haversinus, Gauß, EKG (Elektrokardiogramm) und Arbiträrwelle wählen.

Für die Arbiträrwelle können Sie eine beliebige Wellenformdatei auswählen, um die Wellenform auszugeben und zu speichern.

Die folgende Tabelle zeigt alle Wellentypen und deren Parameter.

Sinuswelle	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset
Rechteckwelle	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset
Impulswelle	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset, Tastverhältnis, Anstiegszeit, Abfallzeit
Dreieckige Welle	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset
Sägezahnwelle	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset, Symmetrie
Rauschen	Amplitude, Offset, Hoch-Tief-Pegel
DC (Gleichstrom)	Offset
Sinc	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset
Exponentiell steigend	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset
Exponential fallend	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset
Lorentz	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset
Haversinus	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset

Gauß	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset
EKG (Elektrokardiogramm)	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset
Arbiträrwelle	Frequenz, Zyklus, Amplitude, Hoch-Tief-Pegel, Offset, Arbiträrwelle auswählen, Punkt-für-Punkt-Ausgabe

#### ■ Ausgangsfrequenz

Tippen Sie im Menü für die Signaleinstellung mit einer Touch-Geste auf "Frequenz", um die numerische Tastatur aufzurufen, und stellen Sie dann die Frequenz und die Einheit ein. Es können verschiedene Wellenformen mit unterschiedlichen Frequenzbereichen eingestellt werden. Den genauen Frequenzbereich entnehmen Sie bitte dem Datenblatt für Mixed-Signal-Oszilloskope der MSO7000X-Serie.

#### ■ Zyklus

Tippen Sie im Signaleinstellungsmenü mit einer Touch-Geste auf "Zyklus", um die numerische Tastatur aufzurufen, und stellen Sie dann den Zyklus und die Einheit ein. Den spezifischen Frequenzbereich entnehmen Sie bitte dem Datenblatt für Mixed-Signal-Oszilloskope der MSO7000X-Serie.

**Vorsicht:** Die Beziehung zwischen Frequenz und Zyklus ist reziprok, d.h. der Zyklus wird geändert, nachdem die entsprechende Frequenz eingestellt wurde; im Gegensatz dazu wird die Frequenz geändert, nachdem die Periode eingestellt wurde.

#### ■ Amplitude

Tippen Sie im Menü "Signaleinstellungen" mit einer Touch-Geste auf "Amplitude", um die numerische Tastatur aufzurufen und dann die Amplitude und die Einheit einzustellen.

Der Amplitudenbereich kann auf 20 mV~6 V eingestellt werden.

#### ■ Hoch-Tief-Pegel

Tippen Sie im Signaleinstellungsmenü mit einer Touch-Geste auf "Hoch-Tief-Pegel", um die numerische Tastatur aufzurufen, und stellen Sie dann den Hoch-Tief-Pegel und die Einheit ein.

**Vorsicht:** Der Bereich des Hoch-Tief-Pegels kann auf -3 V~3 V eingestellt werden. Amplitude = |Hochpegel| + |Tiefpegel|, wenn Sie den Hoch- oder Tiefpegel anpassen, ändert sich die Amplitude entsprechend.

#### ■ Offset

Tippen Sie im Menü für die Signaleinstellungen mit einer Touch-Geste auf "Offset", um die numerische Tastatur aufzurufen, und stellen Sie dann den Offset und die Einheit ein.

Offset-Bereich: -3 V~3 V

#### ■ Tastverhältnis der Impulswelle

Tippen Sie im Menü "Signaleinstellungen" mit einer Touch-Geste auf "Tastverhältnis", um die numerische Tastatur aufzurufen, und stellen Sie dann das Tastverhältnis ein.

Bereich des Tastverhältnisses: 0.01% ~ 99.99%

**Vorsicht:** Das Tastverhältnis ist nur bei Impulswellen wirksam.

### ■ Steigende/fallende Zeit der Impulswelle

Tippen Sie im Menü für die Signaleinstellungen mit einer Touch-Geste auf "Anstiegs-/Abfallzeit", um die numerische Tastatur aufzurufen, und stellen Sie dann die Anstiegs-/Abfallzeit ein.

Bereich der Anstiegs-/Abfallzeit: 5 ns~2 s.

**Vorsicht:** Die steigende/fallende Zeit ist nur bei Impulswellen wirksam.

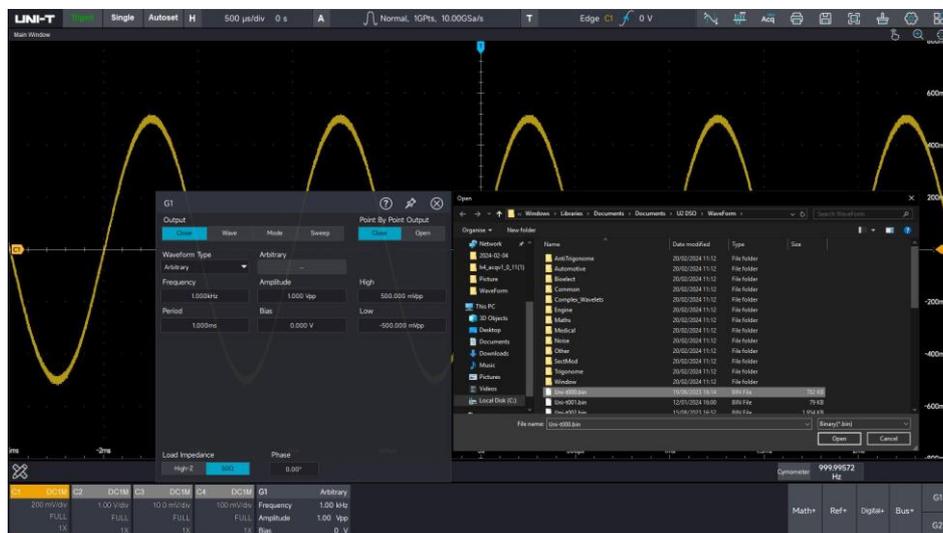
### ■ Symmetrie der Sägezahnwelle

Tippen Sie im Menü für die Signaleinstellungen mit einer Touch-Geste auf "Symmetrie", um die Zahlentastatur aufzurufen und dann die Symmetrie einzustellen.

Bereich der Symmetrie: 0.01% ~ 99.99%

### ■ Ausgabe von Arbiträrwellen

Tippen Sie im Menü "Signaleinstellungen" mit einer Touch-Geste auf "Arbiträrwelle" und wählen Sie dann die Arbiträrwellendatei im Ordner für gespeicherte Dateien der Arbiträrwelle aus.



Nachdem Sie die Arbiträrwelle geladen haben, können Sie die Ausgangsfrequenz und die Amplitude der Arbiträrwelle einstellen.

**Punkt-für-Punkt-Ausgabe:** In diesem Modus berechnet der Signalgenerator automatisch die Frequenz des Ausgangssignals entsprechend der Wellenformlänge und der Abtastrate. Der Signalgenerator gibt die Wellenform nacheinander mit dieser Frequenz aus. Dieser Modus verhindert, dass wichtige Wellenformpunkte verloren gehen, und die Standardeinstellung ist "NEIN". In diesem Fall verwendet die Wellenform automatisch von der Software interpolierte oder extrahierte Punkte, um eine beliebige Wellenform mit einer festen Länge und Frequenz in der Parameterliste auszugeben.

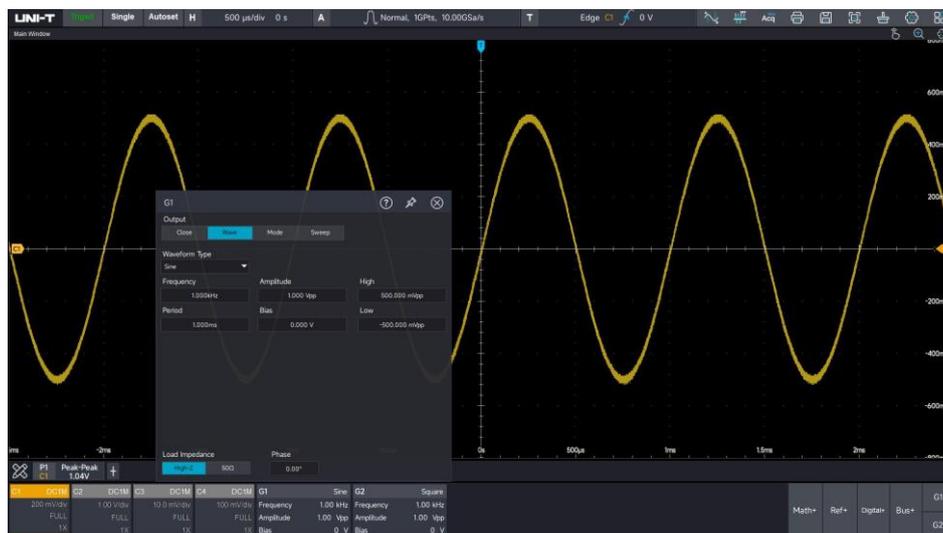
### ■ Impedanz

Die Lastimpedanz kann zwischen "High-Z" und "50Ω" umgeschaltet werden. Im Zustand "High-Z" beträgt die Ausgangsamplitude des Signalgenerators das Doppelte von "50Ω". Um einen Fehler bei der Amplitudenmessung zu vermeiden, der dadurch entsteht, dass der Signalgenerator nicht mit der Impedanz eines anderen Testgeräts übereinstimmt, nutzen Sie bitte die folgende Formel zum Umschalten der Impedanz.

$$VBNC = VHighz * \frac{R(external)}{50\Omega + R(external)}$$

## ■ Startphase

Öffnen Sie G1 und G2 und geben Sie jeweils ein Signal in die beiden analogen Kanäle C1 und C2 ein. Einer der Kanäle wird als Referenzkanal verwendet, um die Startphase des anderen Kanals einzustellen.



## 19.3 Ausgabe eines Modulationssignals

### ■ AM-Signalausgabe

Im AM-Modus besteht die modulierte Wellenform aus einer Trägerwelle und einer Modulationswelle. Die Amplitude der Trägerwelle ändert sich mit der Amplitude der Modulationswelle. Die Modulationsmodi der beiden Kanäle sind unabhängig voneinander.

In diesem Abschnitt wird eine Grundwelle (Sinuswelle von 10 kHz, 1 Vpp) und eine Modulationswelle (Sinuswelle, Modulationsfrequenz von 1 kHz, Modulationstiefe von 100%) als Beispiel verwendet.

(1) Klicken Sie im Menü zur Einstellung der Signalausgabe auf, um zur modulierenden Welle zu wechseln.

(2) Wellenformtyp auswählen

Die Modulationsquelle kommt aus dem Gerät. Für die Grundwelle können Sie zwischen Sinuswelle, Rechteckwelle, Impulswelle, Sägezahnwelle und Arbiträrwelle wählen. Für die Einstellung der Wellenformparameter lesen Sie bitte den Abschnitt "[Ausgabe eines kontinuierlichen Signals](#)". Die Wellenform ist auf eine Sinuswelle mit 10 kHz und einer Amplitude von 1 V eingestellt.

(3) Modulationsart als AM auswählen

(4) Modulationswelle auswählen

Für die Modulationswelle können Sie zwischen Sinuswelle, Rechteckwelle, Impulswelle, Sägezahnwelle und Arbiträrwelle wählen. Die modulierende Welle ist auf Sinuswelle eingestellt.

(5) Modulationsfrequenz auswählen

Bereich der Modulationsfrequenz: 2 mHz~200 kHz. Die Modulationsfrequenz ist auf 1 kHz eingestellt.

(6) Modulationstiefe auswählen

Bereich der Modulationstiefe: 0%~120%. Die Modulationstiefe ist auf 100% eingestellt.

Die Modulationstiefe gibt die Veränderung der Amplitude an, die in Prozent ausgedrückt wird. Der Bereich der AM-Modulationstiefe beträgt 0% ~ 120%, die Standardeinstellung ist 100%. Wenn die Modulationstiefe auf 0% eingestellt ist, wird eine konstante Amplitude ausgegeben (die die Hälfte der Trägeramplitude ist). Wenn die Modulationstiefe auf 100% eingestellt ist, ändert sich die Ausgangsamplitude mit der modulierenden Welle. Wenn die Modulationstiefe größer als 100% ist, wird die Ausgangsamplitude des Geräts 3 V nicht überschreiten (bei einer Last von 50  $\Omega$ ).



### ■ FM-Signalausgabe

Im FM-Modus besteht die modulierte Wellenform aus einer Trägerwelle und einer Modulationswelle. Die Frequenz der Trägerwelle ändert sich mit der Amplitude der Modulationswelle.

In diesem Abschnitt wird eine Grundwelle (Sinuswelle von 10 kHz, 100 mV) und eine Modulationswelle (Rechteckwelle, Modulationsfrequenz von 2 kHz, Frequenzoffset von 5 kHz) als Beispiel verwendet.

(1) Klicken Sie im Menü zur Einstellung der Signalausgabe auf, um zur modulierenden Welle zu wechseln.

(2) Wellenformtyp auswählen

Bei der Grundwelle können Sie zwischen Sinuswelle, Rechteckwelle, Impulswelle, Sägezahnwelle und Arbiträrwelle wählen. Für die Einstellung der Wellenformparameter lesen Sie bitte den Abschnitt "[Ausgabe eines kontinuierlichen Signals](#)". Die Wellenform ist auf eine Sinuswelle mit 10 kHz und einer Amplitude von 100 mV eingestellt.

(3) Modulationsart als FM auswählen

(4) Modulationswelle auswählen

Für die Modulationswelle können Sie zwischen Sinuswelle, Rechteckwelle, Impulswelle, Sägezahnwelle und Arbiträrwelle wählen. Die modulierende Welle ist auf Sinuswelle eingestellt.

(5) Modulationsfrequenz auswählen

Bereich der Modulationsfrequenz: 2 mHz~200 kHz. Die Modulationsfrequenz ist auf 1 kHz eingestellt.

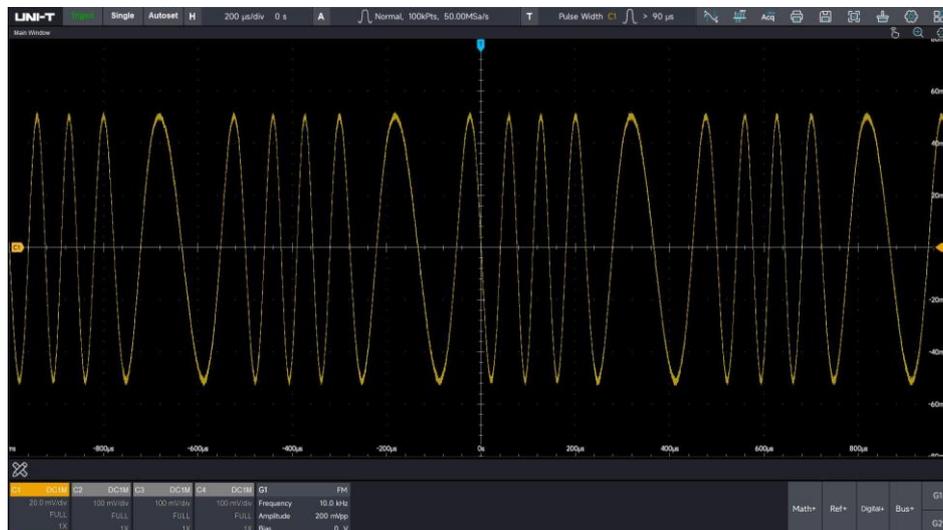
(6) Frequenz-Offset einstellen

Der Frequenz-Offset gibt die Abweichung der Frequenz der FM-modulierten Wellenform in Bezug auf die

Trägerfrequenz an.

Bereich des FM-Frequenz-Offsets:  $0 \leq \text{Frequenz der Grundwelle} \pm \text{Modulationsfrequenz} \leq \text{Systembandbreite}$

Der Frequenzversatz ist auf 5 kHz eingestellt.



### ■ PM-Signalausgabe

Im PM-Modus besteht die modulierte Wellenform aus einer Trägerwelle und einer modulierenden Welle. Die Phase der Trägerwelle ändert sich mit der Amplitude der modulierenden Welle.

In diesem Abschnitt wird eine Grundwelle (Sinuswelle von 500 kHz, 1 Vpp) und eine Modulationswelle (Rechteckwelle, Modulationsfrequenz von 50 kHz, Phasenversatz von 5 kHz) als Beispiel verwendet.

(1) Klicken Sie im Menü zur Einstellung der Signalausgabe auf, um zur modulierenden Welle zu wechseln.

(2) Wellenformtyp auswählen

Bei der Grundwelle können Sie zwischen Sinuswelle, Rechteckwelle, Impulswelle, Sägezahnwelle und Arbiträrwelle wählen. Für die Einstellung der Wellenformparameter lesen Sie bitte den Abschnitt "[Ausgabe eines kontinuierlichen Signals](#)". Die Wellenform ist auf eine Sinuswelle mit 50 kHz und einer Amplitude von 1 V eingestellt.

(3) Modulationstyp als PM auswählen

(4) Modulationswelle auswählen

Für die Modulationswelle können Sie zwischen Sinuswelle, Rechteckwelle, Impulswelle, Sägezahnwelle und Arbiträrwelle wählen. Die modulierende Welle ist auf Sinuswelle eingestellt.

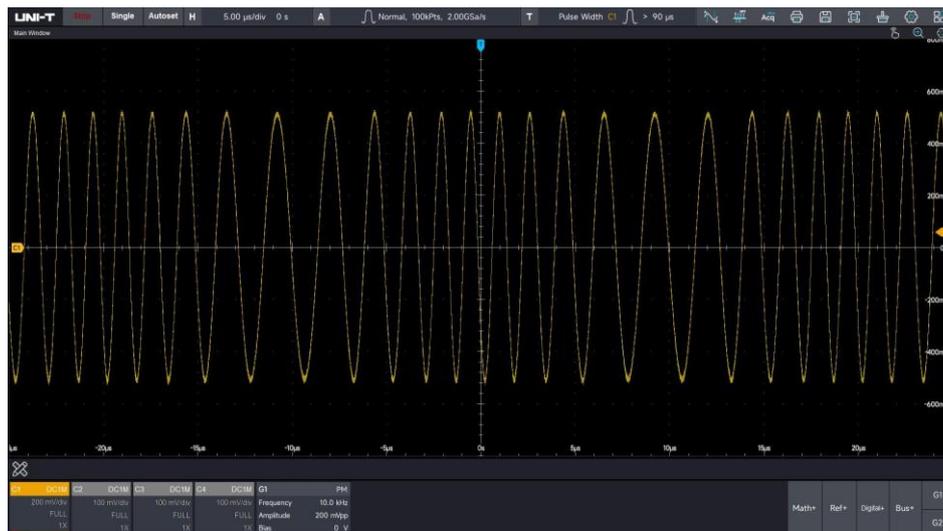
(5) Modulationsfrequenz auswählen

Bereich der Modulationsfrequenz: 2 mHz~200 kHz. Die Modulationsfrequenz ist auf 50 kHz eingestellt.

(6) Phasenversatz einstellen

Der Phasenversatz gibt die Abweichung der Phase der PM-modulierten Wellenform in Bezug auf die Trägerfrequenz an.

Bereich des PM-Phasenversatzes:  $0^\circ \sim 360^\circ$ , die Standardeinstellung ist  $180^\circ$ .



## 19.4 Ausgabe eines Wobelfrequenzsignals

Im Wobelfrequenzmodus ändert das Gerät die Ausgangsfrequenz innerhalb der angegebenen Wobelfrequenzzeit, und die Ausgangsfrequenz ändert sich von der Startfrequenz bis zur Stoppfrequenz im Linearitäts- oder Logarithmusverfahren.

Die Sinuswelle, Rechteckwelle, Sägezahnwelle und Arbiträrwelle können Wobelfrequenz erzeugen (außer DC).

In diesem Abschnitt wird eine Rechteckwelle mit 1 Vpp und einem Tastverhältnis von 50% als Wobbelwelle verwendet (der Wobbelmodus ist linear, die Startfrequenz beträgt 1 kHz, die Stoppfrequenz 50 kHz, die Wobbelzeit beträgt 2 ms).

(1) Klicken Sie im Menü zur Einstellung des Signalausgangs auf, um zur Wobelfrequenz zu wechseln.

(2) Wellenformtyp auswählen

Für die Grundwelle können Sie zwischen Sinuswelle, Rechteckwelle, Sägezahnwelle und Arbiträrwelle wählen. Für die Einstellung der Wellenformparameter lesen Sie bitte den Abschnitt "[Ausgabe eines kontinuierlichen Signals](#)". Die Grundwelle ist auf eine Rechteckwelle mit 1 V und einem Tastverhältnis von 50% eingestellt.

(3) Wobelfrequenz-Typ auswählen

Linearität: Änderung der Ausgangsfrequenz in linearer Weise, d.h. "Hz/Sekunde".

Logarithmus: Änderung der Ausgangsfrequenz auf logarithmische Weise, d. h. "Oktave/Sekunde" oder "10-fach/Sekunde".

(4) Wobelfrequenzzeit auswählen

Verwenden Sie die numerische Tastatur, um die Wobelfrequenzzeit einzustellen. Der Bereich liegt zwischen 1 ms und 500 s. Die Wobelfrequenzzeit ist auf 2 ms eingestellt.

(5) Triggerquelle einstellen

Intern: Der eingebaute Taktgeber des Oszilloskops wird als Triggerquelle verwendet, um die Wobelfrequenz zu starten.

Extern: Der externe Taktgeber muss angeschlossen werden, und die Wobelfrequenz wird gestartet, wenn die steigende/fallende Flanke des externen Taktgebers erkannt wird. Der externe Taktgeber wird über den 10M Ref IN-Anschluss auf der Rückseite angeschlossen.

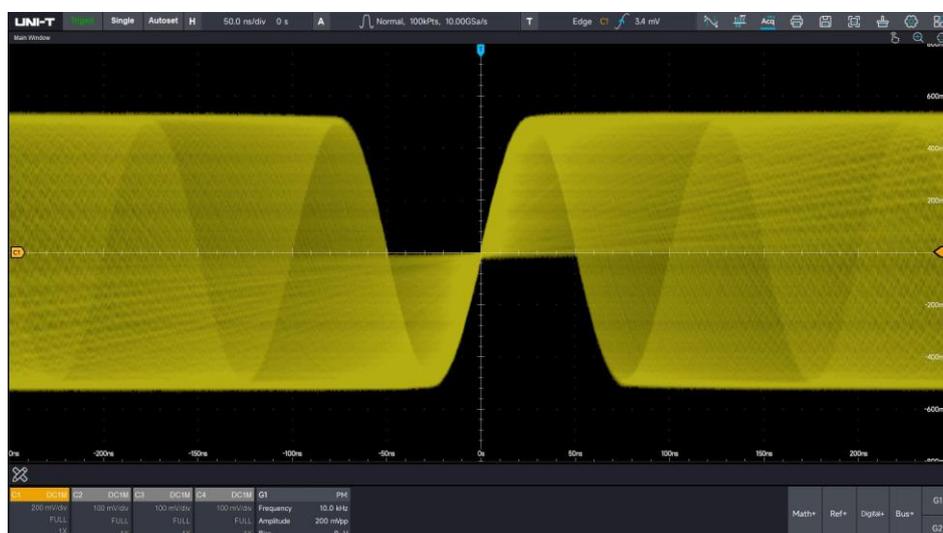
Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt "[Rückseite](#)".

Die Triggerquelle ist auf intern eingestellt.

#### (6) Start-/Stoppfrequenz einstellen

Die Startfrequenz und die Stoppfrequenz sind die obere und untere Grenze der Wobelfrequenz. Der Arbiträr-Signal-Generator tastet die Ausgabe von der angegebenen "Startfrequenz" bis zur "Stoppfrequenz" und zurück zur "Startfrequenz" ab. Die Startfrequenz ist auf 1 kHz und die Stoppfrequenz auf 50 kHz eingestellt.

- Startfrequenz < Stoppfrequenz, der Arbiträr-Signal-Generator tastet die Ausgabe von der niedrigen zur hohen Frequenz ab.
- Startfrequenz > Stoppfrequenz, der Arbiträr-Signal-Generator tastet die Ausgabe von hoher Frequenz zu niedriger Frequenz ab.
- Startfrequenz = Stoppfrequenz, der Arbiträr-Signal-Generator wird mit einer festen Frequenz ausgegeben.



## 20 Suche und Navigation

Mit der Suchfunktion können Sie die betreffenden Ereignisse schnell finden und markieren. Anschließend können Sie die markierten Signale mit Hilfe der Ereignis-Navigation schnell auffinden und betrachten. Zu den Suchbedingungen, die für die Wellenformsuche eingestellt werden können, gehören Flanke und Pulsbreite. Mit der Navigationsfunktion können Sie Wellenformen schnell anzeigen und lokalisieren. Sie können auf das Symbol  in der oberen rechten Ecke des Bildschirms klicken, um die Suchfunktion aufzurufen.

Suchtyp einstellen:

Als Suchtyp können „Flanke“ und „Pulsbreite“ eingestellt werden. Im Folgenden wird die Flankensuche als Beispiel verwendet, um die vollständige Suchfunktion zu erläutern.

Quelle einstellen:

Die Suchquelle kann ausgewählt werden: C1-C4, EXT, AC, AuxIn, D0-D15.

Flanke einstellen:

Die Flanke kann gewählt werden: Anstiegsflanke/Fallflanke/beliebige Flanke

Suchebene einstellen:

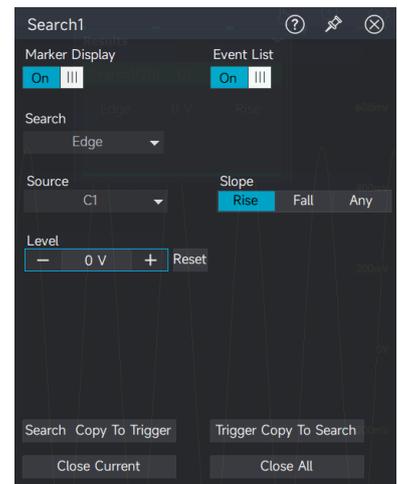
Bestimmte Pegelwerte können über die numerische Tastatur eingegeben werden, oder die Pegelwerte können über geändert werden.

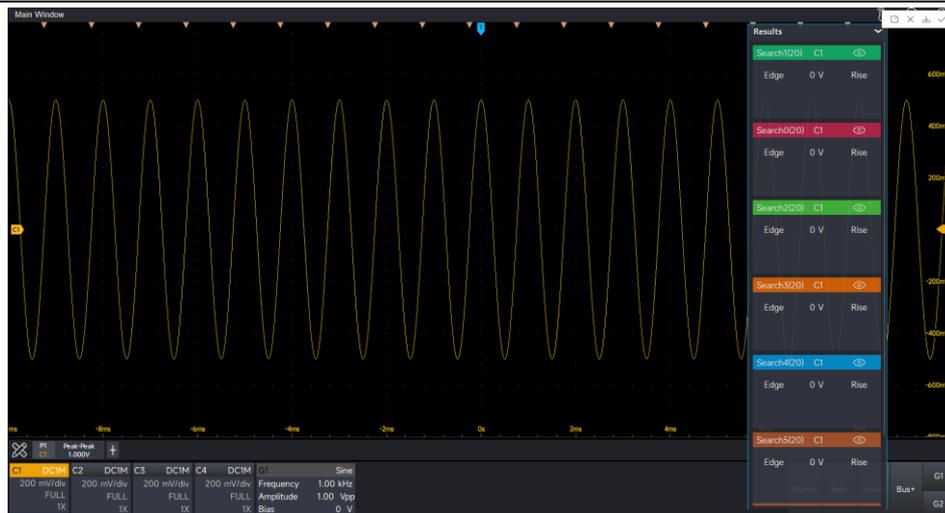
Suche in Trigger kopiert: Kopieren Sie die eingestellten Suchbedingungen in den Trigger und verwenden Sie die Suchbedingungen zum Auslösen.

Trigger in die Suche kopiert: Kopieren Sie die Triggerbedingungen in die Suche und verwenden Sie die Triggerbedingungen für die Suche.

Mehrfachsuche hinzufügen:

Klicken Sie erneut auf das Symbol oben rechts auf dem Bildschirm, um mehrere Suchen hinzuzufügen. Der MSO7000X unterstützt bis zu 10 Suchvorgänge.



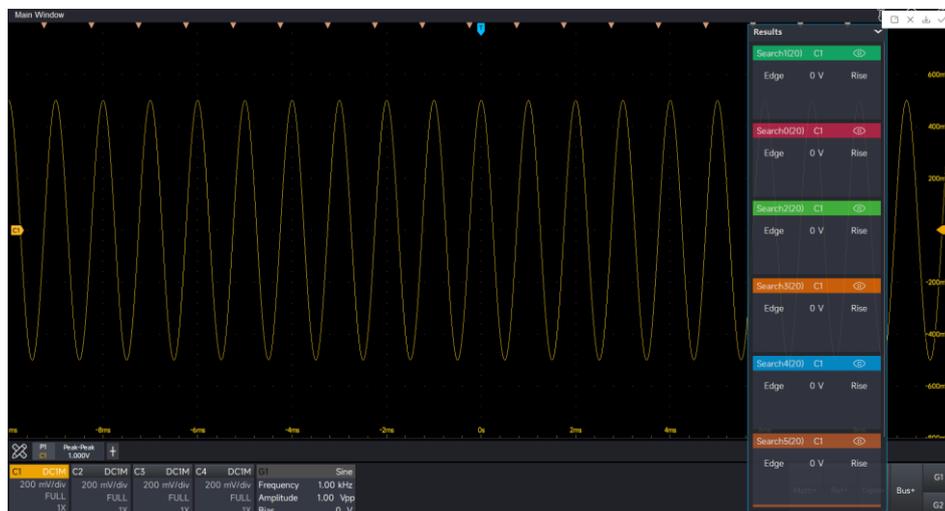


Suche schließen:

Indem Sie auf das Suchelement nach rechts wischen, können Sie das aktuelle Suchelement direkt schließen. Alternativ können Sie im Menü „Sucheinstellungen“ den aktuellen Eintrag oder alle Einträge schließen, um die Suche zu beenden.

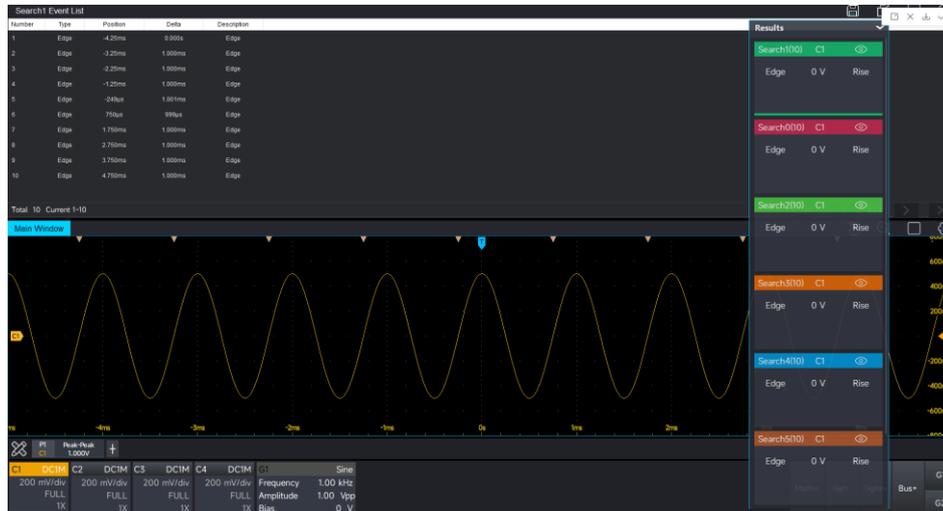
### Suchmarkierung

Die verschiedenen Suchelemente sind mit invertierten Dreiecken in unterschiedlichen Farben markiert. Klicken Sie auf das Augensymbol in der oberen rechten Ecke des Suchelements, um festzulegen, ob die Suchmarkierung angezeigt werden soll oder nicht.



## Ereignisliste durchsuchen

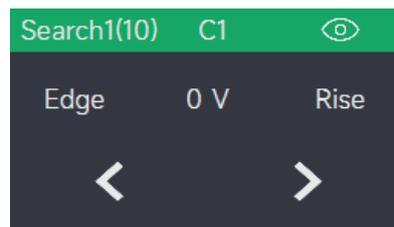
In der Ereignisliste werden alle auf dem Bildschirm gefundenen Wellenforminformationen angezeigt. Die Anzahl der Suchvorgänge wird oben links neben dem Suchelement eingeblendet. Die Ereignisliste enthält Informationen wie Ereignisnummer, Suchtyp, Position (mit Zeitstempel), Interpolation und Beschreibung. Klicken Sie auf verschiedene Suchelemente, um zur entsprechenden Ereignisliste zu wechseln.

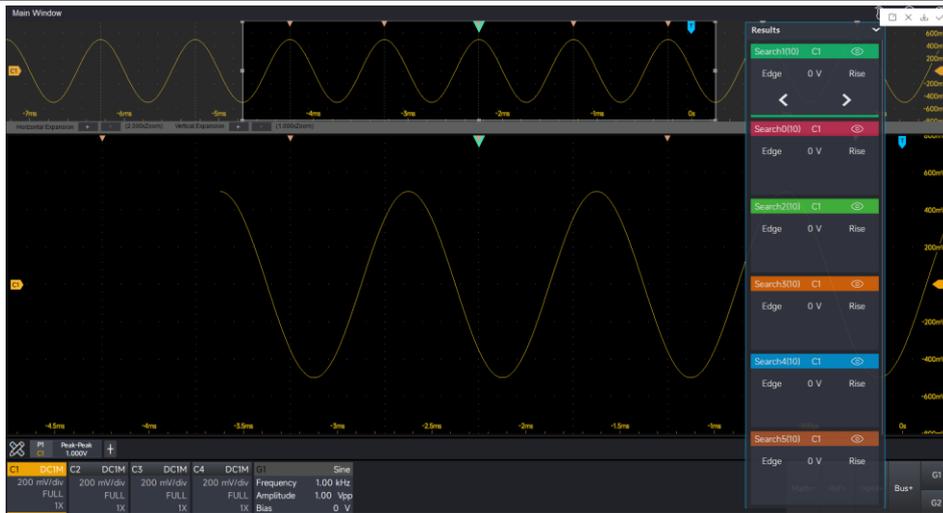


## Sequentielle Navigation

Im angehaltenen Zustand kann die Navigation in den gefundenen Wellenformen durchgeführt werden.

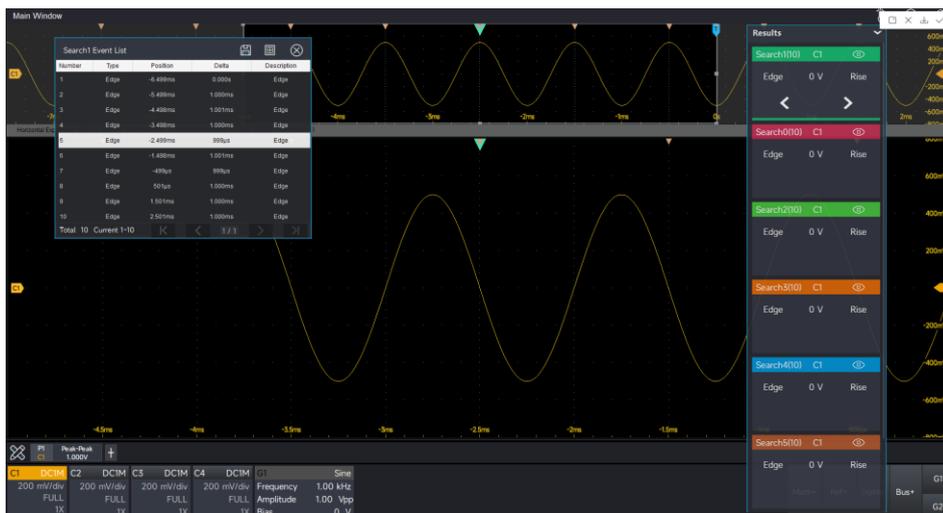
Klicken Sie auf die Symbole  und  am unteren Ende des Suchelements im angehaltenen Zustand für eine sequenzielle Navigation. Während der Navigation öffnet das Oszilloskop automatisch die Fenstererweiterung, um die Wellenform maximal anzuzeigen.





### Ereignisnavigation

Im angehaltenen Zustand können Sie auf ein bestimmtes Ereignis in der Suchereignisliste klicken, um in der gefundenen Wellenform zu navigieren. Während der Navigation öffnet das Oszilloskop automatisch die Fenstererweiterung, um die Wellenform maximal anzuzeigen.



## 21. Einstellungen der Fensteranzeige

- [Markierungsanzeige](#)
- [Nachleuchtdauer](#)
- [Rastertyp](#)
- [Wellenformtyp](#)
- [Helligkeit](#)

Im primären Fenster können die Markerposition der Wellenform, die Persistenz, der Rastertyp, der Wellentyp und die Helligkeit eingestellt werden.

**Vorsicht:** In anderen unabhängigen Fenstern kann die Nachleuchtdauer nicht eingestellt und der UltraAcq®-Modus nicht aktiviert werden.

### 21.1 Markierungsanzeige

(1) Markierungsanzeige aktivieren

Aktivieren Sie im Menü „Fensteranzeige“ die Markierungsanzeige und schalten Sie die vertikale Markierungsanzeige ein oder aus.

(2) Markerposition einstellen

Vertikale Markerposition: Kann auf der linken oder rechten Seite angezeigt werden.

Horizontale Markerposition: Kann an der oberen oder unteren Seite angezeigt werden.

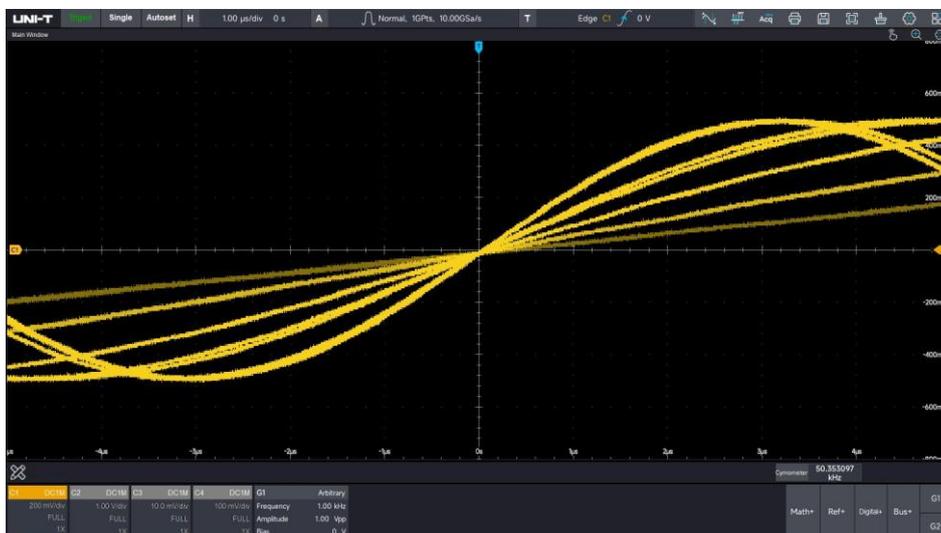


## 21.2 Nachleuchtdauer

Die Nachleuchtanzeige kann die Wellenformveränderungen bei hoher Bildwiederholrate visualisieren, was für die vorläufige Analyse von abnormalen Wellenformveränderungen hilfreich ist.

Die MSO7000X-Serie verfügt über zwei Nachleuchtmodi: automatisch und unendlich.

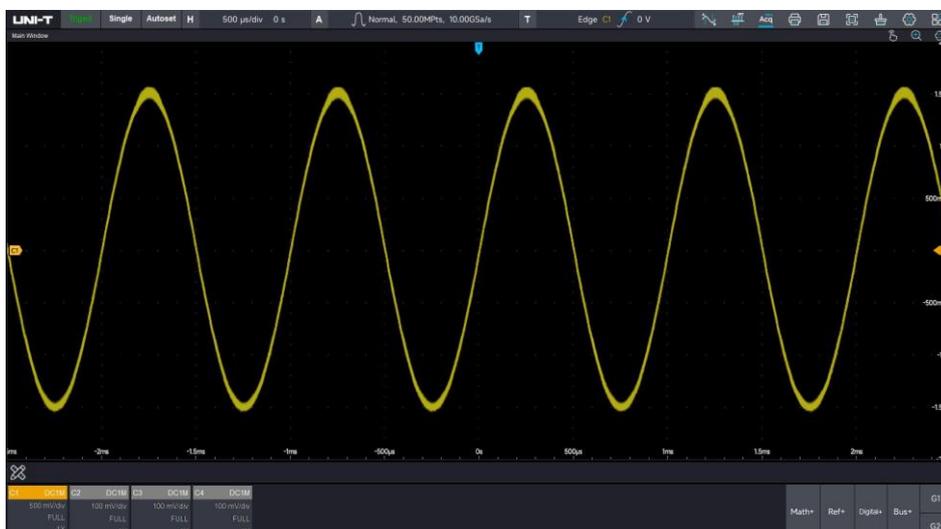
- **Automatisch:** Die Nachleuchtdauer der Wellenform wird automatisch vom Oszilloskop eingestellt.
- **Unendlich:** Wenn das Oszilloskop eine neue Wellenform erfasst, wird die alte Wellenform nicht gelöscht, die neu erfasste Wellenform hat eine höhere Helligkeit und die erfasste Wellenform hat eine etwas geringere Helligkeit. Mit der unendlichen Nachleuchtdauer kann der ungefähre Bereich des Rauschens und des Jitters schnell analysiert und das Wahrscheinlichkeitsereignis im Zustand der hohen Aktualisierung effektiv erfasst werden.



## 21.3 Rastertyp

Die MSO7000X-Serie unterstützt drei Rastertypen: Einfach, Voll und ohne.

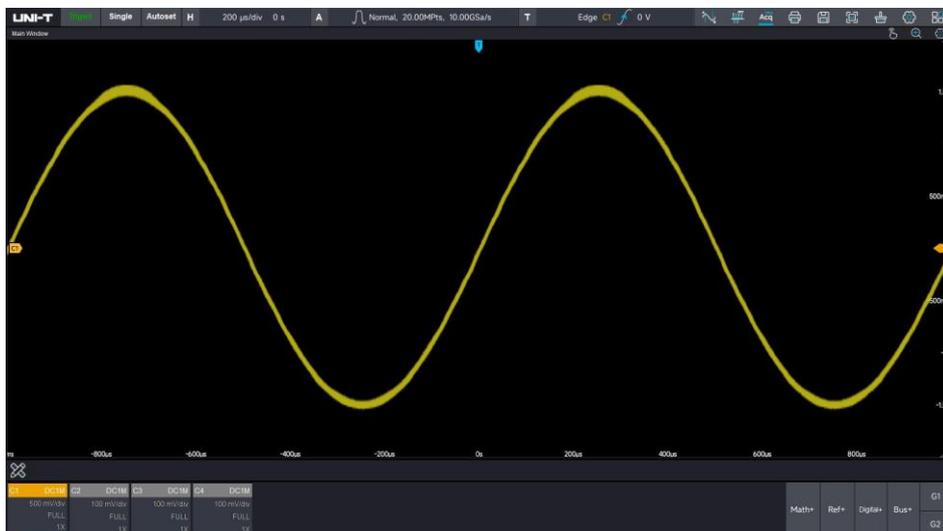
Einfach



Voll



Ohne

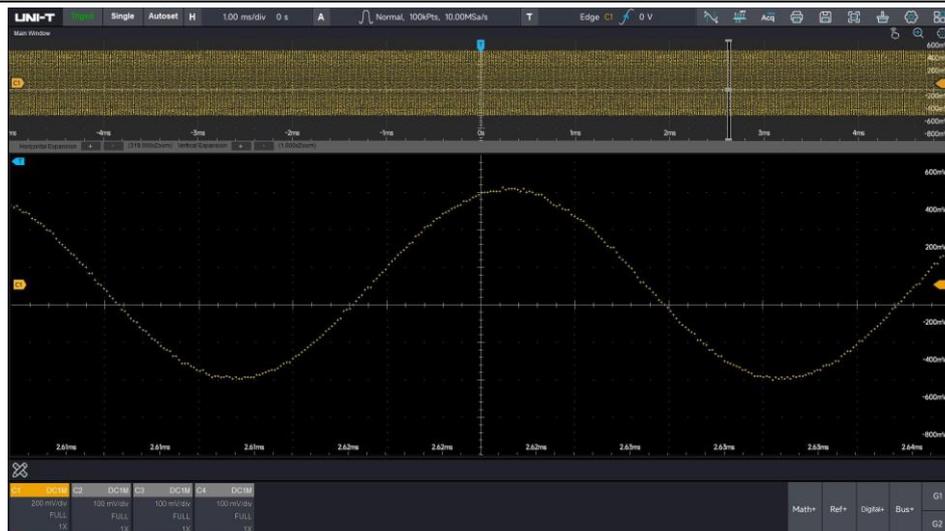


## 21.4 Wellenformtyp

Im Menü „Fensteranzeige“ können Sie für die Wellenform zwischen Vektor und Punkt wählen.

Vektor: In den meisten Fällen liefert dieser Modus die realistischsten Wellenformen und erleichtert das Erkennen der scharfen Flanken von Wellenformen (z. B. Rechteckwellen).

Punkt: Die Abtastpunkte können direkt angezeigt werden.



## 21.5 Helligkeit

Helligkeit der Wellenform einstellen

Die Helligkeit der Wellenform kann durch Schieben der Helligkeitsleiste mit einer Touch-Geste nach rechts oder links eingestellt werden.

Der Fortschrittsbalken zeigt den aktuellen Wert 1~100 an.



Rasterhelligkeit einstellen

Die Helligkeit des Gitters kann durch Schieben der Gitterhelligkeitsleiste mit einer Touch-Geste nach rechts oder links eingestellt werden.

Der Fortschrittsbalken zeigt den aktuellen Wert 1~100 an.

## 22. Speicherung und Druck

- [Speicherung und Wiederherstellung von Wellenformen](#)
- [Bildschirmbild speichern](#)
- [Speichereinstellung und Lesen](#)
- [Externe Speicherung und Laden](#)
- [Datenexport](#)

Die Speicherfunktion dient dazu, die Wellenform und das Bild des Oszilloskops entweder im internen Speicher oder auf einem externen USB-Gerät zu speichern. Die MSO7000X-Serie verfügt über vier USB-Host-Anschlüsse zum Anschluss externer Speichergeräte. Gespeicherte Einstellungen und Wellenformen können bei Bedarf wieder geladen werden. Klicken Sie dazu auf das Speichersymbol  in der oberen rechten Ecke des Bildschirms, um das Menü der Speicherfunktion aufzurufen.

### 22.1 Speicherung und Wiederherstellung von Wellenformen

Wellenformspeicherung

(1) Speicherformat

Die MSO7000X-Serie unterstützt sieben Wellenformformate: Binär (.bin), Text (.txt), Matlab (.mat), Excel (.xlsx), CSV (.csv), TSV (.tsv) und DAT (.dat).

Das Textformat (.txt) umfasst fünf Varianten: ASCII, GB2312, UTF8, UTF32 und Unicode.

(2) Speichern der Wellenform eines Kanals aus einer anderen Quelle

MSO7000X unterstützt nur die Speicherung der Wellenform von vier analogen C1~C4 Kanälen.

(3) Dateiname der Eingabe speichern

Klicken Sie auf den Namen, um die Softtastatur zur Eingabe des Dateinamens zu öffnen und ihn zu speichern.

Datumsuffix: Es wird die Datei gespeichert, die mit dem aktuellen Systemdatum benannt ist, z. B. Uni-t00120231010163554902.bin

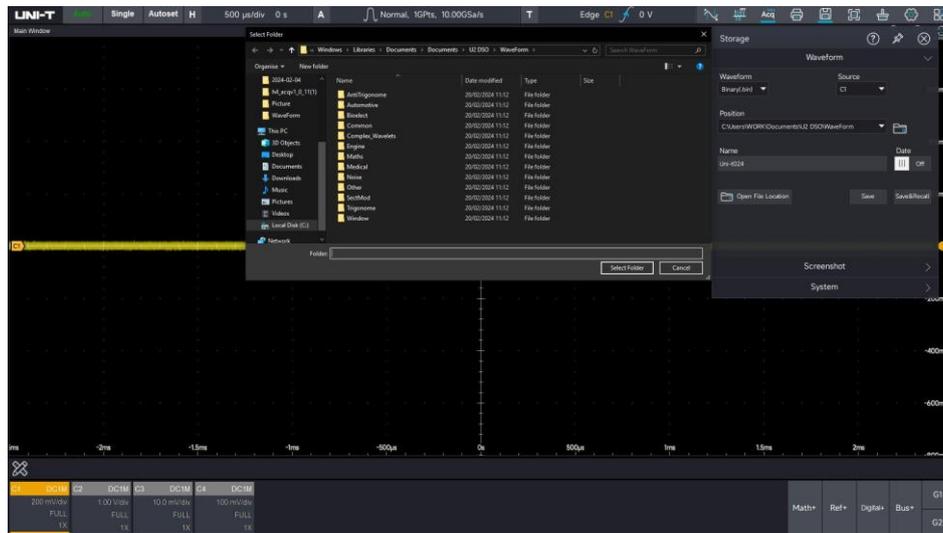
(4) Lagerort

Klicken Sie auf das Symbol , um den Speicherort zu wählen. Wenn Sie auf "Speichern" klicken, ist der Dateiname bereits vorhanden und es erscheint ein Hinweisfeld "Datei bereits vorhanden, soll sie überschrieben werden?". Der Benutzer kann den Dateinamen der gespeicherten Datei überschreiben oder neu eingeben.

(5) Speicherort der Datei öffnen

Das Oszilloskop wechselt in das Verzeichnis der Bildspeicherung.

Die MSO7000X-Serie unterstützt nur das Nachladen von Wellenformen im Format .bin/.csv. Wenn Sie auf „Speichern & Nachladen“ klicken, wird die Wellenform nachgeladen und gleichzeitig gespeichert.



## 22.2 Bildschirmbilder speichern

Klicken Sie im Menü für die Speichereinstellungen auf "Screenshot", um die Seite für die Speicherung von Bildschirmfotos aufzurufen.

(1) Screenshot-Bereich auswählen

MSO7000X unterstützt zwei Arten von Bereichs-Screenshots: Bildschirmaufnahme und Raster.

(2) Bildfarbe auswählen

MSO7000X unterstützt drei Arten der Bildverarbeitung: Standard, Schwarz und Inverse Farbe.

Beschreibung der Bildspeicherung

Funktion	Einstellung	Beschreibung
Farbe	Standard	Der Screenshot des Oszilloskops wird in den Farben gespeichert, die auf der Oberfläche angezeigt werden.
	Inverse Farbe	Der Oszilloskop-Screenshot wandelt den dunklen Hintergrund in eine helle Farbe um, um Tinte zu sparen, wenn Sie den Screenshot drucken.
	Schwarz und weiß	Der Oszilloskop-Screenshot wandelt das Farbbild zum Speichern in ein Graustufenbild um.
Bereich	Bildschirm	Der Screenshot des Oszilloskops wird mit vollständigen Bildschirminformationen gespeichert.
	Raster	Der Screenshot des Oszilloskops wird nur mit den Gitterinformationen gespeichert.

### (3) Speichertyp des Bildes auswählen

MSO7000X unterstützt fünf Bildformate (.bmp, .tiff, .gif, .png, .jpeg).

### (4) Lagerort

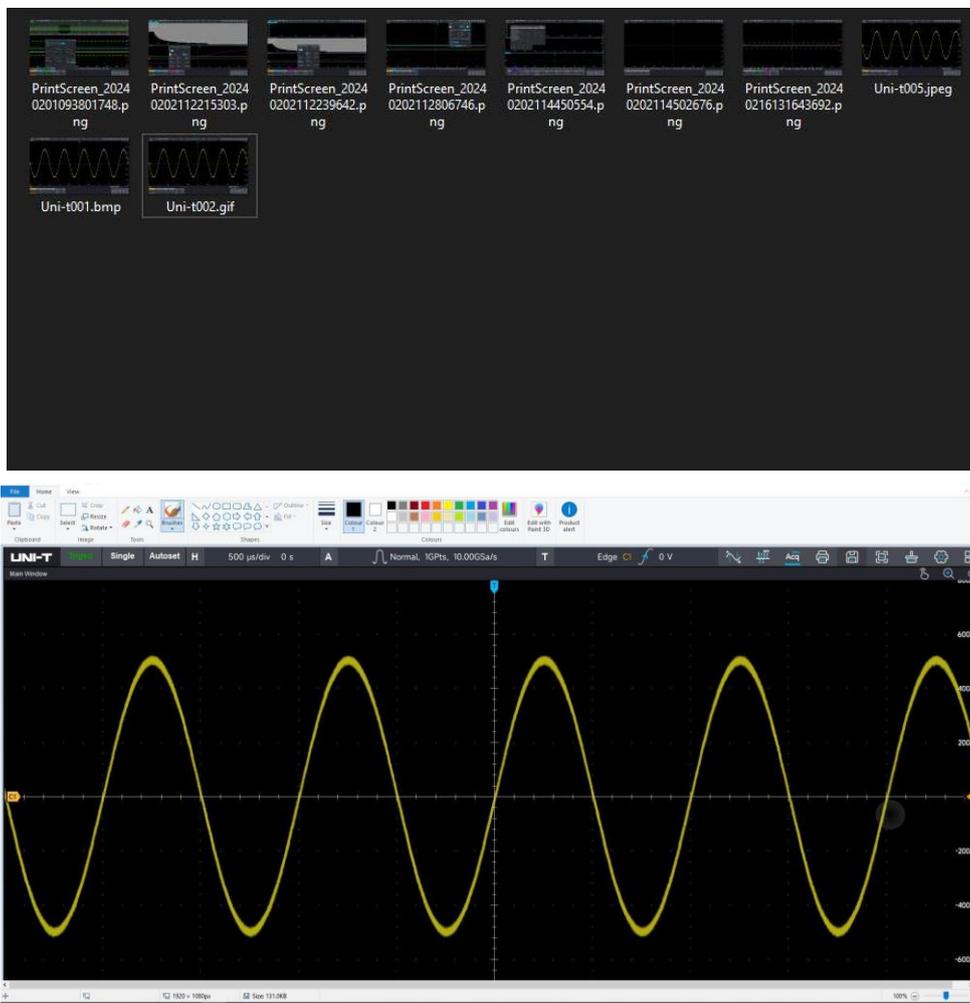
Klicken Sie auf das Symbol , um den Speicherort zu wählen. Wenn Sie auf "Speichern" klicken, ist der Dateiname bereits vorhanden und es erscheint ein Hinweisfeld "Datei bereits vorhanden, soll sie überschrieben werden?". Der Benutzer kann den Dateinamen der gespeicherten Datei überschreiben oder neu eingeben.

### (5) Speichern & Überspringen

Klicken Sie auf „Speichern & Überspringen“. Nach dem Speichern des Bildes wechselt das Oszilloskop in das Verzeichnis der Bildspeicherung.

### (6) Dateispeicherort öffnen

Das Oszilloskop wechselt in das Verzeichnis der Bildspeicherung.



**Hinweis:** Die MSO7000X-Serie unterstützt die Schnellspeicherung. Drücken Sie die Taste  auf der Frontplatte, das Oszilloskop speichert das Bild standardmäßig im festgelegten Pfad.

## 22.3 Speichereinstellung und Lesen

Klicken Sie im Speichereinstellungsmenü auf die Systemeinstellung, um die Systemeinstellungsseite aufzurufen. Das Oszilloskop speichert die Setup-Datei des Oszilloskops im .set-Format, was für den Benutzer bequem ist, um die gespeicherte Setup-Datei das nächste Mal abzurufen, und hilfreich, um das Oszilloskop schnell in den letzten Betriebszustand zurückzusetzen (z.B. QC-Test).

### (1) Lagerort

Klicken Sie auf das Symbol , um den Speicherort zu wählen. Wenn Sie auf "Speichern" klicken, ist der Dateiname bereits vorhanden und es erscheint ein Hinweisfeld "Datei bereits vorhanden, soll sie überschrieben werden?". Der Benutzer kann wählen, ob er die Datei überschreiben oder den Dateinamen der gespeicherten Datei neu eingeben möchte.

### (2) Speichern & Überspringen

Klicken Sie auf Speichern & Überspringen. Das Oszilloskop wechselt nach dem Speichern des Bildes in das Verzeichnis der Bildspeicherung.

### (3) Dateispeicherort öffnen

Das Oszilloskop wechselt in das Verzeichnis der Bildspeicherung.

### (4) Lesen

Das Oszilloskop liest die gespeicherte Setup-Datei, um den vorherigen Zustand wiederherzustellen.

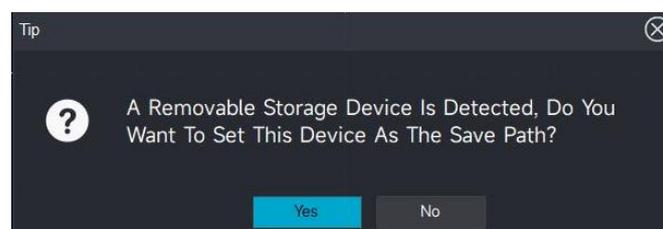
**Hinweis:** Die MSO7000X-Serie kann die Setup-Datei aus dem lokalen Verzeichnis lesen und auch auf einem externen Speichermedium speichern und lesen.

## 22.4 Externe Speicherung und Laden

Die MSO7000X-Serie unterstützt das Speichern von Wellenformen, Screenshots und Konfigurationsdateien auf einem externen Datenträger über USB sowie das Laden von Wellenformen und Einstellungen von USB.

### (1) Erkennen von Wechseldatenträgern (z.B. USB)

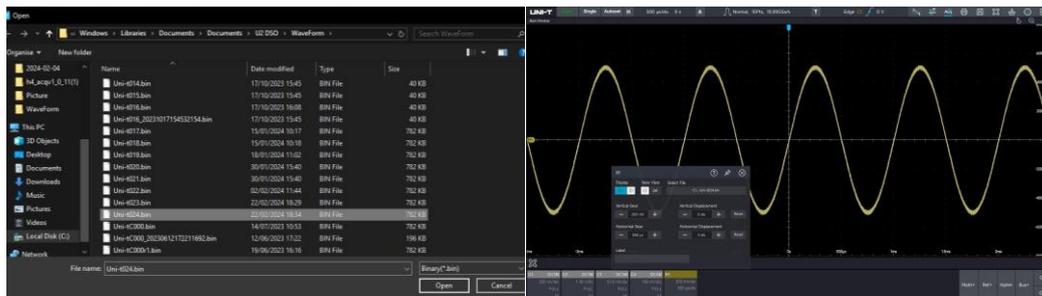
Wenn ein USB-Gerät eingesteckt wird, erkennt das Oszilloskop diesen und zeigt ein Hinweisfeld an: "Es gibt einen Wechseldatenträger, soll dieser als Speicherpfad ausgewählt werden?" Wenn Sie "Nein" wählen, wählt das Oszilloskop standardmäßig den lokalen Speicher als Speicherpfad. Wenn das externe Speichermedium als Speicherpfad ausgewählt wird, werden der Wellenform-Screenshot und die Setup-Datei in diesem Dateiverzeichnis gespeichert.



**Hinweis:** Die Speicherdatei kann nicht auf der Bedienseite des Oszilloskops erstellt werden. Wenn Sie die Wellenform, den Screenshot und die Setup-Datei auf einem externen Speichermedium speichern möchten, erstellen Sie bitte im Voraus einen Ordner auf dem Wechseldatenträger und benennen Sie ihn.

(2) Laden der Referenzwellenform aus einem externen Speicher

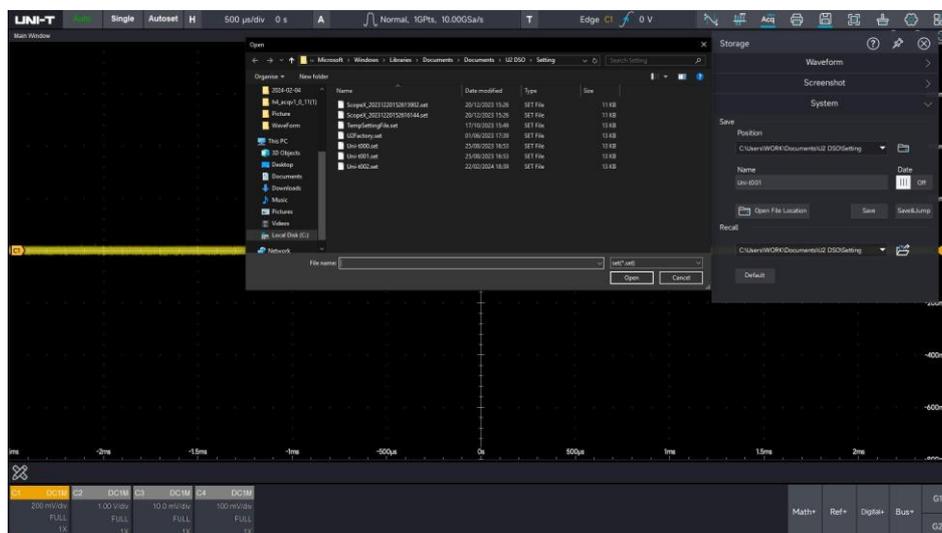
Klicken Sie auf "Referenz +" in der unteren rechten Ecke, um den Speicherpfad der Wellenform zu öffnen, wählen Sie die gespeicherte .bin-Datei aus und klicken Sie auf "Bestätigen", um die Referenzwellenform erneut zu laden.



**Vorsicht:** Die Standardfestplatte für den lokalen Speicher des Oszilloskops ist die Festplatte C. MSO7000X unterstützt vier Wechselspeichergeräte.

(3) Laden des Einstellungsformulars aus einem externen Speicher

Speichereinstellungen > Systemeinstellungen > Speicherpfad der Lesedatei > Wählen Sie die gespeicherte .set-Datei aus und klicken Sie auf Bestätigen, um die gespeicherte Einstellung zu lesen.



## 22.5 Datenexport

Die MSO7000X-Serie unterstützt den Export von Messparameter-Statistikdaten. Zu den statistischen Daten gehören der aktuelle Wert, der Maximalwert, der Minimalwert, der Durchschnittswert, die Standardabweichung, die Datenanzahl usw. Es werden zwei Formate unterstützt: CSV und TXT. Darüber hinaus unterstützen auch die in der Liste angezeigten Messdaten, wie z. B. die Messliste der Leistungsanalyseparameter und die Messparameter der Jitter-Analyse, den Datenexport. Klicken Sie zum Exportieren einfach auf „Daten exportieren“ in der Benutzeroberfläche.

## 23. Systemeinstellungen

- [Anzeigeeinstellungen](#)
- [Automatische Einstellung und Kalibrierung](#)
- [Kommunikation](#)
- [Hilfseingang und -ausgang](#)
- [Sonstige Einstellungen](#)

Systemeinstellung aufrufen

- (1) Tippen Sie mit einer Touch-Geste auf das Einstellungssymbol  in der oberen rechten Ecke oder rufen Sie das Startmenü auf und klicken Sie auf das Symbol , um die Systemeinstellungen aufzurufen.
- (2) Klicken Sie auf den Funktionssteuerungsbereich auf der Frontplatte und drücken Sie die **Utility**-Taste, um die Systemeinstellungen aufzurufen.

### 23.1 Anzeigeeinstellungen

Helligkeit des Bildschirms

Die Helligkeit des Bildschirms kann durch Ziehen der Bildschirmhelligkeit angepasst werden. Der Bereich ist 5~100.

Die Standardhelligkeit beträgt 90%.

Kontrastverhältnis des Bildschirms

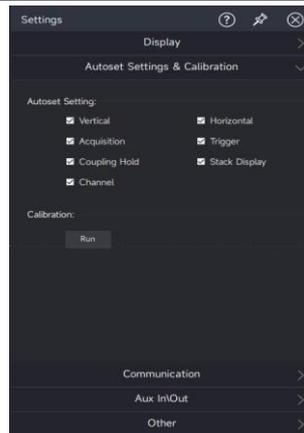
Das Kontrastverhältnis des Bildschirms kann durch Ziehen an der Bildschirmhelligkeit angepasst werden. Der Bereich ist 50~100.

Die Standardhelligkeit beträgt 70%.

### 23.2 Automatische Einstellung und Kalibrierung

Automatische Einstellung

MSO7000X verfügt über einen schnellen Autoset-Modus. Autoset stellt automatisch die vertikalen Einstellungen, die horizontalen Einstellungen, die Erfassungseinstellungen, die Triggereinstellungen, die Kopplungseinstellungen, die Kanaleinstellungen und die gestapelte Anzeige entsprechend der Eingangssignale ein, so dass die Wellenformen stabil auf dem Bildschirm angezeigt werden. Sie können diese Einstellungen mit einem Häkchen auf  (Häkchen) oder  (kein Häkchen) versehen, damit das Oszilloskop einen schnellen Autoset nach Ihren Wünschen durchführt.



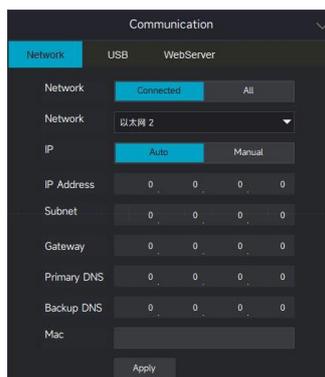
## Kalibrierung

Die Kalibrierungsfunktion ermöglicht es dem Oszilloskop, die optimalen Arbeitsbedingungen zu erreichen, um den genauesten Messwert zu erhalten. Der Benutzer kann diese Funktion jederzeit ausführen, insbesondere wenn die Umgebungstemperatur um 5°C oder mehr schwankt. Bevor Sie die automatische Kalibrierung durchführen, stellen Sie bitte sicher, dass das Oszilloskop eingeschaltet ist und seit mehr als 20 Minuten läuft.

## 23.3 Kommunikation

### (1) Netzwerk

Bevor Sie den LAN-Bus verwenden, schließen Sie das Oszilloskop über ein Netzwerkkabel an das LAN an. Der Netzwerkanschluss des Oszilloskops befindet sich auf der Rückseite des Geräts. Der Benutzer kann die aktuelle Netzwerkeinstellung und die konfigurierten Netzwerkparameter auf der Systemeinstellungsseite überprüfen.



### Netzwerk-Auswahl

- IP-Adresse

Das Format der IP-Adresse ist nnn.nnn.nnn.nnn. Das erste "nnn" kann auf 0~255 (außer 127) eingestellt werden, und der gültige Bereich ist 0~223, und die anderen drei "nnn" liegen im Bereich 0~255.

- Subnetzmaske

Das Format der Subnetzmaske ist nnn.nnn.nnn.nnn, der Bereich von "nnn" ist 0~255.

### ■ Gateway

Im statischen IP-Modus kann das Gateway eingestellt werden. Das Format des Gateways ist nnn.nnn.nnn.nnn. Das erste "nnn" kann auf 0~223 eingestellt werden, und die anderen drei "nnn" liegen im Bereich 0~255.

### ■ DNS (Domain Name System)

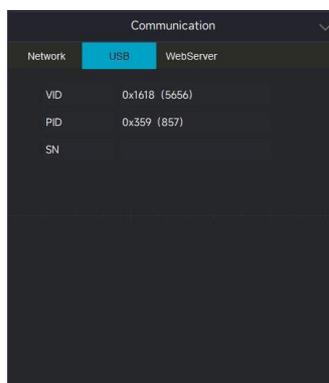
Im statischen IP-Modus kann DNS eingestellt werden. Das Format von DNS ist nnn.nnn.nnn.nnn. Das erste "nnn" kann auf 0~223 eingestellt werden, und die anderen drei "nnn" liegen im Bereich 0~255. In der Regel muss der Benutzer DNS nicht im Netzwerk einstellen.

### ■ MAC-Adresse

Für ein Oszilloskop ist die MAC-Adresse immer eindeutig. Wenn Sie einem Gerät eine IP-Adresse zuweisen, wird das Gerät immer über seine MAC-Adresse identifiziert. Nachdem Sie die Netzwerkinformationen konfiguriert haben, klicken Sie auf "IP", um die IP-Adresse zu ändern, oder auf "DHCP", um die IP-Adresse automatisch zu erhalten.

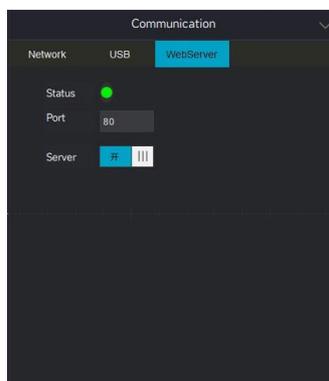
## (2) USB

USB kann die Hersteller-ID, Produkt-ID, Seriennummer und die aktuell verwendete VISA-Adresse anzeigen. Das Oszilloskop kann über USB DEVICE auf der Rückseite direkt mit einem PC verbunden werden, um ohne Konfigurationsparameter zu kommunizieren.



## (3) WebServer

Der WebServer zeigt den Schaltzustand des aktuellen Netzwerks an. Der Standardnetzwerkport ist 80.



Für die Fernsteuerung des WebServers lesen Sie bitte das Kapitel ["WebServer"](#).

## 23.4 Hilfseingang und -ausgang

Die MSO7000X-Serie verfügt über mehrere Schnittstellen und ist mit einem zusätzlichen Eingang und Ausgang für Signale ausgestattet. Diese Funktionen können im Systemeinstellungsmenü eingestellt werden.

### Hilfseingangssignal

Trigger-Synchronisation: Stellen Sie das Taktsignal eines externen Eingangs als Trigger-Synchronisation ein. Das Signal wird über den Aux-In-Anschluss auf der Rückseite des Geräts eingespeist.

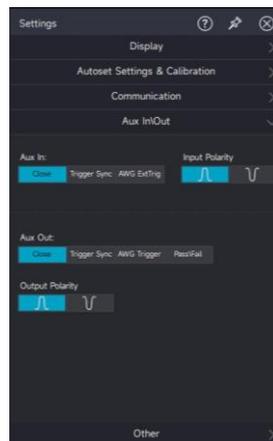
AWG externer Trigger: Legen Sie das externe Eingangssignal als AWG externes Trigger-Signal fest. Das Signal wird über den Aux-In-Anschluss auf der Rückseite des Geräts eingespeist.

### Hilfsausgangssignal

Trigger-Synchronisation: Stellen Sie den 10-MHz-Takt des Geräts als Trigger-Synchronisation ein. Das Signal wird über den Aux-In-Anschluss auf der Rückseite des Geräts eingespeist.

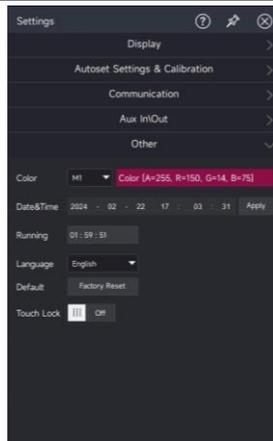
AWG externer Trigger: Legen Sie das externe Eingangssignal als externes AWG-Triggersignal fest. Das Signal wird über den Aux-In-Anschluss auf der Rückseite des Geräts eingespeist.

Pass/Fail-Test: Das Ergebnis des Pass/Fail-Tests wird durch ein Impulssignal ausgegeben. Das Signal wird über den Aux-Out-Anschluss ausgegeben. Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt ["Pass/Fail-Test"](#).



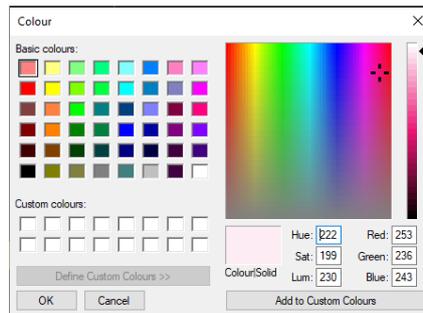
## 23.5 Sonstige Einstellung

Zu den weiteren Einstellungen gehören das Ändern der Kanalfarbe, das Einstellen der Uhrzeit, die Sprachwahl, das Wiederherstellen der Werkseinstellungen und die Touch-Sperre.



**Ändern der Kanalfarbe**

- (1) Wählen Sie den Kanal, dessen Farbe Sie ändern möchten: M1~M8, D0~D15, B1~B2, AWG1~AWG2
- (2) Klicken Sie auf "Farbe" auf der rechten Seite, um das Farbauswahlfenster zu öffnen. Ändern Sie die Farbe des Kanals über das Farbfeld. Sie können eine Standardfarbe oder eine benutzerdefinierte Farbe auswählen.



**Zeit einstellen**

Das Zeitformat ist "Jahr: Monat: Tag: Stunde: Minute: Sekunde".

**Sprache einstellen**

MSO7000X unterstützt vereinfachtes Chinesisch und Englisch.

**Standardeinstellung**

Klicken Sie auf "Zurücksetzen", um das Gerät auf die Werkseinstellungen zurückzusetzen, oder drücken Sie die Taste "Standard" im Funktionsbereich, um es zurückzusetzen. Nachdem Sie die Taste gedrückt haben, erscheint die Frage "Soll das Gerät auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt werden?" auf dem Bildschirm.

Der Status der Werkseinstellung des Mixed-Signal-Oszilloskops der Serie MSO7000X ist in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Modul	Funktion	Einstellung
Einstellung der Zeitbasis	Horizontale Skala	1us/DIV
	Verzögerung	0 (d. h. der Mittelpunkt der Horizontalen)
	Erfassungsmodus	Normal

Einstellungen für die Akquisition	Durchschnitt - Zeiten	8
	Umschlag - Zeiten	8
	Umschlag - Umschlagskurve	Top
	10MHz Eingangstakt	Intern
	Speichertiefe	Auto
	Interpolationsmethode	Sinus
	UltraAcq	Aus
	Sequenz-Modus	Aus
	Sequenzmodus-Anzeigemodus	Einzelner Rahmen
	Sequenzmodus-Start-Frame	1
	Sequenzmodus-Referenzrahmen	1
	Sequenzmodus-aktueller Rahmen	1
	Sequenzmodus-Anzeigetyp	Keine
	Einstellung des Triggers	Trigger Typ
Trigger-Modus		Auto
Quelle		C1
Ebene		0
Kupplung		DC
Typ Flanke		Anstiegsflanke
Edge-EXT-Eingangsimpedanz		1M $\Omega$
Impulsbreite-Quelle		C1
Impulsbreite-Pegel		0
Impulsbreite-Polarität		Positiv
Pulsbreitenbedingung		>
Impulsbreite - Untere Grenze der Impulsbreite		3,2ns

Impulsbreite - Obere Grenze der Impulsbreite	3,6ns
Video - Quelle	C1
Video - Standard	PAL
Video - Polarität	Positiv
Video - Synchronisierung	Gleichmäßiges Feld
Video - Linie	1
Video - Niveau	0
Steigung - Quelle	C1
Neigung - Neigung	Aufsteigen
Neigung - Zustand	>
Steigung - Niedriges Niveau	0V
Steigung - Hohe Stufe	0,1V
Steigung - Untere Zeitgrenze	3,2ns
Steigung - Obere Zeitgrenze	3,6ns
Zwerg - Quelle	C1
Runt - Polarität	Positiv
Zwerg - Zustand	>
Runt - Niedriges Niveau	0V
Runt - Hohes Niveau	0,1V
Runt - Untere Zeitgrenze	3,2ns
Verzögerung - Rand der Quelle 1	Anstiegsflanke
Verzögerung - Rand der Quelle 2	Abfallflanke
Verzögerung - Quelle 1	C1
Verzögerung - Quelle 2	C2
Verzögerung - Bedingung	>

Verzögerung - Untere Zeitgrenze	3,2ns
Verzögerung - Obere Zeitgrenze	3,6ns
Verzögerung - Quelle 1 Level	0V
Verzögerung - Quelle 2 Level	0V
Zeitüberschreitung - Quelle	C1
Zeitüberschreitung - Rand	Aufsteigen
Zeitüberschreitung - Level	0V
Zeitüberschreitung - Dauer	3,2ns
Zeitüberschreitung - Bedingung	>
Dauer - Untere Zeitgrenze	3,2ns
Dauer - Obere Zeitgrenze	3,6ns
Einrichten & Halten - Taktquelle	C1
Einrichten & Halten - Datenquelle	C2
Einrichten & Halten - Taktflanke	Anstiegsflanke
Einrichten & Halten - Taktpegel	0V
Einrichten & Halten-Muster einstellen	H
Einrichten & Halten - Datenpegel	0V
Einrichten & Halten - Bedingung	Einrichtung
Einrichten & Halten - Einrichtungszeit	3,2ns
Einrichten & Halten - Haltezeit	3,2ns
N-te Flanke- Quelle	C1
N-te Flanke-Flankentyp	Anstiegsflanke
Nth Flanke - Leerlaufzeit	3,2ns

	N-te Flanke- Nummer der Flanke	1
	N-te Flanke- Level	0V
	Vorhaltezeit	6,4ns
Cursor-Einstellung	Anzeige	Aus
	Quelle	C1
	Datenanzeige	Pause
	Synchrone Bewegung	Aus
	Typ	Horizontal
	Position A der horizontalen Ebene	-3,2div
	Position B der horizontalen Ebene	3,2div
	Position A der vertikalen Ebene	1div
	Position B der vertikalen Ebene	9div
	Horizontale Einheit	Basis
	Vertikale Einheit	Zweite
Einstellung drucken	Richtung	horizontal
	Bereich	Voller Bildschirm
	Farbe	Standard
Einstellung speichern	Speichern-Waveform- Waveform-Format	bin
	Wellenform-Quelle speichern	C1
	Save-Waveform-Adresse	C:\Benutzer\Administrator\ Dokumente\U2 DSO\WaveForm
	Save-Waveform-Name	Uni-t000
	Save-Waveform- Datumssuffix	Aus
	Speichern-Screenshot- Bereich	Bildschirm

	Speichern - Bildschirmfoto - Farbe	Standard
	Speichern-Bildschirmfoto-Typ	.png
	Speichern-Screenshot- Adresse	C:\Benutzer\Administrator\ Dokumente\U2 DSO\Bild
	Speichern-Bildschirmfoto- Name	Uni-t000
	Speichern-Screenshot- Datumssuffix	Aus
	Speichern - Systemeinstellungen - Speichern - Adresse	C:\Benutzer\Administrator\ Dokumente\U2 DSO\Einstellung
	Speichern - Systemeinstellungen - Speichern - Name	Uni-t000
	Speichern - Systemeinstellungen - Speichern - Datumssuffix	Aus
	Speichern - Systemeinstellungen - Lesen - Adresse	C:\Benutzer\Administrator\ Dokumente\U2 DSO\Einstellung
Einstellung	Einstellung - Anzeige - Helligkeit des Bildschirms	100
	Einstellungen - Anzeige - Bildschirmkontrast	100
	Einstellungen - Automatische Einstellungen und Korrekturen - Selbsteinstellungen	Vertikale Einstellungen, Horizontale Einstellungen, Erfassungseinstellungen, Triggereinstellungen, Kanaleinstellungen
	Einstellung- Aux in/out-Aux in	Aus

	Einstellung- Aux in/out- Eingangspolarität	Aufsteigen
	Einstellung- Aux in/out-Aux out	Aus
	Einstellung- Aux in/out- Ausgangspolarität	Aufsteigen
Test bestanden/nicht bestanden	Test	Aus
	Quelle	C1
	Typ	Grenzwerttest
	Vertikale Toleranz	200mdiv
	Horizontale Toleranz	100mdiv
	Ref Quelle	C1
	Total Ausfallzeiten	1
	Gesamtzahl der Wellenformen	100
	Zeit insgesamt	1s
	Test fehlgeschlagene Operation	Speichern, Alarm
	Testmaske anzeigen	Ein
	Standard	ANSI T1.102
	Sperrn Sie die Maske	Aus
	Jitter-Analyse	Öffnen Sie
Quelle		C1
Signalart		Datensignal
Vergleichsschwelle		50%
Hysterese		30%
Länge des Datenmodus		127bit
Bitrate		(Nan bps) ---
Methode zur Taktrückgewinnung		Konstant
PLL		Bestellung I
Grenzfrequenz		(Nan bps) ---

	Grenzkoeffizient	1667
	Grafische Auswahl	Spurensuche
	Spektrum Entscheidungsschwelle	50%
	Die Anzahl der Histogrammspalten	Num250
	Eigenfrequenz	(Nan bps) ---
	Dämpfungsfaktor	0,707
DVM	Anzeige	AUS
	Quelle	C1
	Auto Reichweite	AUS
	Modus	DC
Frequenzzähler	Anzeige	AUS
Schnell messen	Anzeige	AUS
	Quelle	C1
Parameter Messung	Anzeige	AUS
	Schwellenwert für die Messung	Bildschirm
	Messstatistiken	AUS
Einstellung des analogen Kanals	Vertikal - Anzeige	C2, C3, C4 AUS
	Vertikal - Invers	AUS
	Vertikal - Kopplung	DC1M
	Vertikal - Vertikale Skala	200mV/Div
	Vertikal - Bandbreitenbegrenzung	FULL
	Vertikal - Position	0
	Vertikal - Einheit	V
	Vertikal - Versatz	0V
Vertikal - Etikett	""	

	Eingang - Sondeneinheit	V
	Eingabe - Taste Probe	Scheinwerfer
	Eingabe - Sondenvergrößerung	1X
	Benutzerdefinierte Vergrößerung	1X
Referenzeinstellung	Anzeige	AUS
Logische Einstellung	Anzeige	AUS
	Anzeigeeinstellungen - Optionen - Kanal	D0
	Anzeigeeinstellungen - Optionen - Etikett	""
	Display-Einstellungen - Höhe	Niedrig
BUS	Anzeige	AUS
AWG	Funktion	AUS
	Ausgabe	AUS
Mathematik	Anzeige	AUS
	Operationstyp	Grundlegende Bedienung
	Mathematik-Grundoperationen- Quelle 1	C1
	Mathematik-Grundoperationen- Quelle 1	C2
	Mathematik-Grundoperationen- Operator	+
	Mathematik-Grundoperationen- Vertikale Skala	Standardmäßig die letzte Gangposition
	Mathematik-Grundoperationen- Vertikale Position	0div
	Mathematik-Grundoperationen - Etikett	""

	Mathematik-Grundoperationen- Benutzerdefinierte Einheit	V
Anzeigeeinstellungen des Hauptfensters	Marke anzeigen	Ein
	Nachglühen	AUS
	Vertikale Position der Markierung	Rechts
	Horizontale Position der Markierung	Unten
	Wellenform-Stil	Vektor
	Gitternetz-Stil	Voll
	Gitter-Helligkeit	50
	Wellenform Helligkeit	50

#### Tastensperre

Tippen Sie auf „Tastensperre“, um diese Funktion zu aktivieren. Sie erlangt Administratorrechte.

## 24. Fernsteuerung

- [Benutzerdefinierte Programmierung](#)
- [PC-Software Steuerung](#)
- [Webserver](#)

Die Mixed-Signal-Oszilloskope der Serie MSO7000X unterstützen eine Vielzahl von Fernsteuerungsmethoden. In diesem Kapitel wird detailliert beschrieben, wie Sie das Oszilloskop mit der NI-MAX-Software über verschiedene Schnittstellen fernsteuern können.

**Vorsicht:** Bevor Sie das Kommunikationskabel anschließen, müssen Sie das Gerät ausschalten, um Schäden an der Kommunikationsschnittstelle des Geräts zu vermeiden.

### 24.1 Benutzerdefinierte Programmierung

Der Benutzer kann die Programmierung des Oszilloskops über SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) steuern. Detaillierte Beschreibungen der Befehle und der Programmierung finden Sie im MS07000X Series Mixed Signal Oscilloscope-Programming Manual.

### 24.2 PC-Software Steuerung

Der Benutzer kann Befehle senden, um das Oszilloskop über die PC-Software fernzusteuern. Die Oszilloskope der Serie MSO7000X benötigen eine NI-VISA-Verbindung.

Arbeitsschritte

- (1) Einrichten der Kommunikation zwischen dem Gerät und dem PC.
- (2) Öffnen Sie die NI-MAX-Software und suchen Sie die Gerätequelle.
- (3) Öffnen Sie das Fernsteuerungspanel und senden Sie den Befehl.

Das Oszilloskop kann über die folgende Schnittstelle mit einem PC kommunizieren.

#### LAN-Steuerung

- (1) Gerät anschließen

Verbinden Sie das Oszilloskop über das Netzkabel mit dem LAN.

- (2) Konfigurieren Sie die Netzwerkparameter

Siehe "[Kommunikation](#)", um die Netzwerkparameter des Oszilloskops einzustellen.

- (3) Gerät prüfen

Öffnen Sie NI-MAX, klicken Sie auf "Gerät und Schnittstelle", um den Namen von VISA anzuzeigen, der der Kommunikationsadresse des Netzwerks in den Geräteeinstellungen entspricht.

- (4) Fernsteuerung

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen der Quelle und wählen Sie "VISA-Testpanel öffnen", um das Bedienfeld der Fernsteuerung zu öffnen, so dass dieses Panel Befehle senden und Daten lesen

kann.

#### (5) LXI-Seite laden

Dieses Oszilloskop kann auf die LXI-Webseite zugreifen, indem Sie die IP-Adresse des Geräts in einen Webbrowser eingeben. Die Webseite zeigt eine Reihe wichtiger Informationen über das Gerät an, darunter das Gerätemodell, den Hersteller, die MAX-Adresse und die IP-Adresse.

### USB-Steuerung

#### (1) Gerät anschließen

Anschluss des Oszilloskops an einen PC über ein USB-Typ-B-Kabel.

#### (2) Gerät prüfen

Öffnen Sie NI-MAX, klicken Sie auf "Gerät und Schnittstelle", um den Namen von VISA anzuzeigen, der der Kommunikationsadresse von USB in den Geräteeinstellungen entspricht.

#### (3) Fernsteuerung

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen der Quelle und wählen Sie "VISA-Testpanel öffnen", um das Bedienfeld der Fernsteuerung zu öffnen, so dass dieses Panel Befehle senden und Daten lesen kann.

## 24.3 Webserver

Der Webserver zeigt den Schaltzustand des aktuellen Netzwerks an. Der Standardnetzwerkport ist 80.

### PC-Zugang

Der Computer und das Oszilloskop müssen sich im selben LAN befinden und können sich gegenseitig anpingen. Das Oszilloskop kann auf die lokale IP-Adresse über "Utility" oder durch Klicken auf das Einstellungssymbol  zugreifen, und dann kann der Browser auf das Oszilloskop zugreifen, indem er auf Port IP: 80 zugreift.

#### Beispiel

PC IP: 192.168.137.101, Oszilloskop IP: 192.168.137.100, Gateway: 192.168.137.1

Der Browser greift über die IP-Adresse 192.168.137.100:80 auf das Oszilloskop zu, um die Geräteinformationen und die Fernsteuerung (wie in der folgenden Abbildung gezeigt), die SCPI-Steuerung, den Export von Wellenformen und den Export von Dokumenten anzuzeigen.

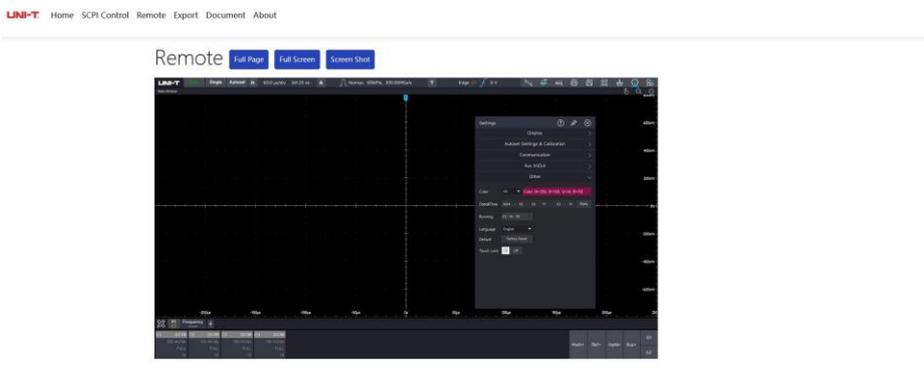
Startseite: Produktmodell, Hersteller, Seriennummer, Firmware-Version, Netzwerk und Kommunikation.



WebServer-Startseite

Fernsteuerung

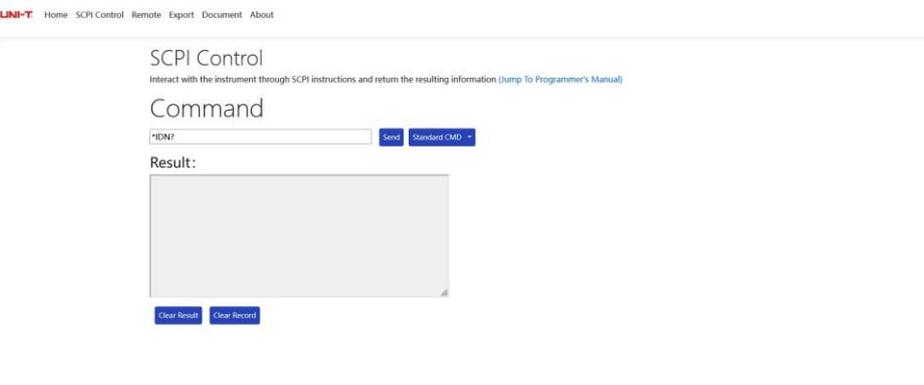
Die Reaktion des Geräts kann über die Webseite gesteuert werden, was dem realen Betrieb des Geräts entspricht. Sie können eine Vollanzeige und einen Screenshot erstellen.



Seite der Fernsteuerung

SCPI-Steuerung

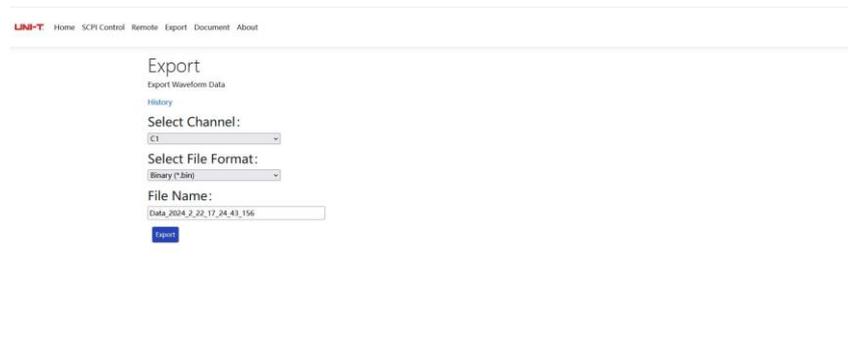
Das Oszilloskop kann durch Senden von SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) gesteuert werden. Einzelheiten zu den SCPI-Programmierbefehlen finden Sie im MSO7000X Series Mixed Signal Oscilloscopes-Programming Manual.



## Datei exportieren

Die Wellenformdatei kann auf der Webseite in verschiedenen Formaten exportiert werden. Die Schritte sind wie folgt.

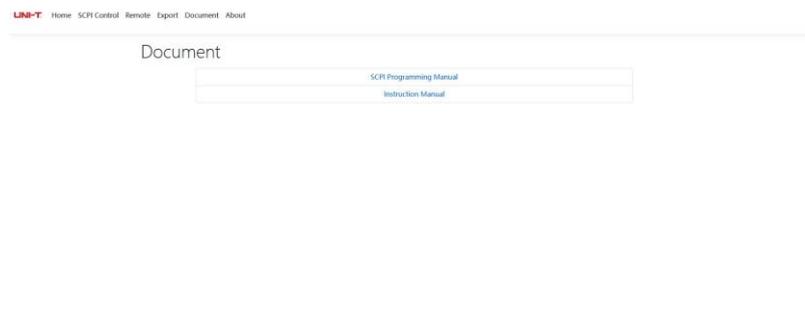
- (1) Wählen Sie einen Kanal: C1~C4
- (2) Wählen Sie das Format: Die Wellenformdatei von Binary (.bin), Text (.txt), Matlab (.mat), Excel (.xlsx), CSV (.csv), TSV (.tsv)
- (3) Benennen Sie die Exportdatei



The screenshot shows the 'Export' section of the UNI-T web interface. The 'Select Channel' dropdown menu is set to 'C1'. The 'Select File Format' dropdown menu is set to 'Binary (.bin)'. The 'File Name' input field contains the text 'Data\_2024\_2\_22\_17\_24\_43\_156'. Below the input fields is a blue 'Export' button.

## Datei

Das Programmierhandbuch und das Benutzerhandbuch für die Mixed-Signal-Oszilloskope der MSO7000X-Serie sind in den WebServer integriert. Der Benutzer kann auf die entsprechenden Handbücher klicken, um die Bedienungsanleitung des Geräts anzuzeigen.



The screenshot shows the 'Document' section of the UNI-T web interface. There are two links displayed: 'SCP Programming Manual' and 'Instruction Manual'.

## Zugang über das Mobiltelefon

Es ist erforderlich, dass sich das Mobiltelefon und das Oszilloskop im selben LAN befinden (normalerweise im selben WLAN-Band). Das Oszilloskop kann die lokale IP über das Einstellungsmenü anzeigen, und dann kann der Browser auf das Oszilloskop zugreifen, indem er auf den Port **IP: 80** zugreift. Die Funktionen von Handy und Computer sind die gleichen, nur das Layout ist anders.



Webserver-Startseite



Fernsteuerung

## 25. Fehlersuche

Dieser Abschnitt beschreibt eine Liste von Fehlern und deren Behebungsmethoden, die bei der Verwendung des Oszilloskops auftreten können. Wenn Sie auf diese Fehler stoßen, befolgen Sie bitte die entsprechenden Schritte, um sie zu beheben. Falls das Problem nicht behoben werden kann, wenden Sie sich bitte an UNI-T und geben Sie die Geräteinformationen Ihres Geräts an.

- (1) Wenn das Oszilloskop beim Drücken des Softkeys Power schwarz bleibt und keine Anzeige erfolgt.
  - ① Prüfen Sie, ob der Netzstecker richtig eingesteckt ist und die Stromversorgung normal ist.
  - ② Prüfen Sie, ob der Netzschalter eingeschaltet ist. Wenn der Netzschalter eingeschaltet ist, sollte der Power-Softkey auf der Frontplatte orange leuchten. Wenn der Power-Softkey aktiviert ist, sollte der Power-Softkey blau leuchten und das Oszilloskop macht einen aktiven Ton. Wenn ein Ton zu hören ist und der Bildschirm angezeigt wird, bedeutet dies, dass das Oszilloskop normal funktioniert.
  - ③ Wenn das Produkt immer noch nicht ordnungsgemäß funktioniert, wenden Sie sich bitte an das UNI-T Service Center, um Hilfe zu erhalten.
- (2) Nach der Signalerfassung wird die Wellenform des Signals nicht auf dem Bildschirm angezeigt.
  - ① Prüfen Sie, ob Sonde und Prüfling richtig verbunden sind.
  - ② Prüfen Sie, ob die Signalanschlussleitung mit dem analogen Kanal verbunden ist.
  - ③ Prüfen Sie, ob der analoge Eingangsanschluss des Eingangssignals mit dem offenen Oszilloskopkanal übereinstimmt.
  - ④ Schließen Sie das Sondenende an die Sondenkompensationssignalklemme auf der Frontplatte des Oszilloskops an, um zu prüfen, ob die Sonde normal funktioniert.
  - ⑤ Prüfen Sie, ob der Prüfling ein Signal erzeugt (der Kanal, der das Signal erzeugt, kann mit dem problematischen Kanal verbunden werden, um das Problem zu ermitteln).
  - ⑥ Drücken Sie die Taste **Autoset**, um die automatische Einstellung zu starten, damit das Oszilloskop die Signalerfassung neu starten kann.
- (3) Der gemessene Wert der Spannungsamplitude ist 10-mal größer oder 10-mal kleiner als der tatsächliche Wert.

Prüfen Sie, ob die Einstellungen des Dämpfungskoeffizienten der Kanalsonde mit der verwendeten Dämpfungsrate der Sonde übereinstimmen.

- (4) Es gibt eine Wellenformanzeige, die aber nicht stabil ist.
  - ① Prüfen Sie, ob die Triggereinstellungen im Triggermenü mit dem tatsächlichen Signaleingangskanal übereinstimmen.
  - ② Überprüfen Sie den Triggertyp: allgemeine Signale sollten den "Edge"-Trigger verwenden.

- ③ Versuchen Sie, die Triggerkopplung auf HF-Unterdrückung oder NF-Unterdrückung umzustellen, um das hoch- oder niederfrequente Rauschen, das den Trigger stört, herauszufiltern.
- (5) Die Touch-Funktion kann nicht verwendet werden.
- ① Prüfen Sie, ob die Touch-Funktion aktiviert ist. Wenn diese Funktion nicht aktiviert ist, drücken Sie die Taste **Touch Lock** auf dem Bedienfeld, um sie einzuschalten.
  - ② Prüfen Sie, ob sich das Oszilloskop in der Nähe eines starken Magnetfeldes befindet. Wenn dies der Fall ist, entfernen Sie sich von dem Feld, um die Auswirkungen des Magnetfelds zu beseitigen.
  - ③ Prüfen Sie, ob sich auf dem Bildschirm und Ihren Fingern Öl befindet. Wenn dies der Fall ist, reinigen Sie Ihre Finger und den Bildschirm.
  - ④ Wenn das Produkt immer noch nicht ordnungsgemäß funktioniert, wenden Sie sich bitte an das UNI-T Service Center, um Hilfe zu erhalten.
- (6) Die Aktualisierung der Wellenform ist sehr langsam.
- ① Prüfen Sie, ob die Erfassungsmethode durchschnittlich ist und die Durchschnitszeiten groß sind.
  - ② Wenn Sie die Aktualisierungsgeschwindigkeit beschleunigen möchten, können Sie die durchschnittliche Zeit verringern oder andere Erfassungsmethoden wählen.

## 26. Anhang

### 26.1 Anhang A Zubehör und Optionen

#### Bestellinformationen

##### Produktmodell

MSO7204X	Bandbreite von 2GHz, maximale Abtastrate von 10GSa/s (Einzelkanal: 10GSa/s; Zweikanal: 5GSa/s; Vierkanal: 2,5GSa/s); 4-Kanal-Oszilloskop
MSO7104X	Bandbreite von 1GHz, maximale Abtastrate von 10GSa/s (Einzelkanal: 10GSa/s; Zweikanal: 5GSa/s; Vierkanal: 2,5GSa/s); 4-Kanal-Oszilloskop

##### Standardoption

UT-D30	USB 3.0 Kabel x1
UT-P07	Passiver hochohmiger Tastkopf 500MHz x 4 Set
UT-L45	BNC-BNC x2
--	Schutzhülle für Frontplatte x1
--	Nationales Standard-Netzkabel x1
--	Kalibrierungszertifikat

##### Option

MSO7000X-RM	Rack-Montagekit
-------------	-----------------

##### Bandbreiten-Upgrade

MSO7000X-BW-10T20	Bandbreite von 1GHz Upgrade auf Bandbreite von 2GHz
-------------------	---

##### Option

MSO7000X-AWG	Zweikanaliger 60MHz Arbiträr-Signal-Generator (optional)
MSO7000X-LA	16-Kanal-Logikanalyse und Logiksonde (optional)
MSO7000X-JITTER	Erweiterte Jitter- und Augendiagramm-Analyse (optional)
MSO7000X-PWR	Erweiterte Leistungsanalyse (optional)

MSO7000X-CANFD	Auslösung und Analyse des seriellen Automobilbusses (CAN-FD)
MSO7000X-FLEX	Trigger und Analyse des seriellen Autobusses (FlexRay)
MSO7000X-SENT	Auto-Sensorauslösung und Analyse (SENT)
MSO7000X-AUDIO	Auslösung und Analyse des seriellen Audiobusses (I <sup>2</sup> S, LJ, RJ, TDM)
MSO7000X-AREO	Auslösung und Analyse von seriellen Bussen in der Luft- und Raumfahrt (MIL-STD-1553, ARINC 429)
MSO7000X-BND	Aufrüstsatz (JITTER, PWR, CANFD, FLEX, SENT, AUDIO, AERO)
<b>Sonde</b>	
UT-P07A	Passive hochohmige Sonde (1X: 8MHz; 10X: 500MHz)
UT-PA2000	Quellensonde mit einem Ende (2GHz)
UT-P20	Passive Hochspannungssonde (100MHz; Sondenkoeffizient 100:1; 1,5kVrms)
UT-V23	Passive Hochspannungssonde (100 MHz; 2kVpp)
UT-P21	Passive Hochspannungssonde (50MHz; maximale Betriebsspannung DC 15kVrms)
UT-P40	Stromsonde (100kHz; 0,4A ~ 60A)
UT-P41	Stromsonde (100kHz; 0,4A ~ 100A)
UT-P42	Stromsonde (150kHz; 0,4A ~ 200A)
UT-P43	Stromsonde (25MHz; maximaler Messstrom 20A)
UT-P44	Stromsonde (50MHz; maximaler Messstrom 40A)
UT-P4030D	Stromsonde (100MHz; maximaler Messstrom 30A)
UT-P4150	Stromsonde (12MHz; maximaler Messstrom 150A)
UT-P4500	Stromsonde (5MHz; maximaler Messstrom 500A)
UT-4100A	Stromsonde (600kHz; maximaler Messstrom 100A)
UT-4100B	Stromsonde (2MHz; maximaler Messstrom 100A)
UT-P30	Hochspannungs-Differenzsonde (100MHz; ±800Vpp)
UT-P31	Hochspannungs-Differenzsonde (100MHz; ±1,5kVpp)

---

UT-P32	Hochspannungs-Differenzsonde (50MHz; $\pm 3\text{kVpp}$ )
UT-P33	Hochspannungs-Differenzsonde (120MHz; $\pm 14\text{kVpp}$ )
UT-P35	Hochspannungs-Differenzsonde (50MHz; 1,3kV)
UT-P36	Hochspannungs-Differenzsonde (50MHz; 5,6kV)
UT-M15	16-Kanal-Logikanalysator-Sonde

---

Hinweise: Bitte bestellen Sie alle Hauptgeräte, Zubehörteile und Optionen bei Ihrem örtlichen UNI-T-Händler.

---

## 26.2 Anhang B Wartung und Reinigung

### (1) Allgemeine Wartung

Halten Sie das Gerät von direktem Sonnenlicht fern.

**Vorsicht:** Halten Sie Sprays, Flüssigkeiten und Lösungsmittel vom Gerät oder der Sonde fern, um eine Beschädigung des Geräts oder der Sonde zu vermeiden.

### (2) Reinigung

Überprüfen Sie das Gerät regelmäßig je nach Betriebszustand. Führen Sie die folgenden Schritte aus, um die äußere Oberfläche des Geräts zu reinigen.

Bitte verwenden Sie ein weiches Tuch, um den Staub von der Außenseite des Geräts abzuwischen.

Achten Sie bei der Reinigung des LCD-Bildschirms darauf, den transparenten LCD-Bildschirm zu schützen.

Verwenden Sie zum Reinigen des Staubschutzes einen Schraubendreher, um die Schrauben der Staubabdeckung zu entfernen, und nehmen Sie dann den Staubschutz ab. Setzen Sie das Staubschutzgitter nach der Reinigung in der richtigen Reihenfolge ein.

Trennen Sie das Gerät von der Stromversorgung und wischen Sie es dann mit einem feuchten, aber nicht tropfenden weichen Tuch ab. Verwenden Sie keine scheuernden chemischen Reinigungsmittel für das Gerät oder die Sonden.

**Warnung:** Bitte vergewissern Sie sich, dass das Gerät vor der Verwendung vollständig trocken ist, um elektrische Kurzschlüsse oder sogar Verletzungen durch Feuchtigkeit zu vermeiden.

## 26.3 Anhang C Garantieübersicht

UNI-T (UNI-TREND TECHNOLOGY (CHINA) CO., LTD.) gewährleistet die Herstellung und den Verkauf von Produkten, die ab dem Lieferdatum des autorisierten Händlers drei Jahre lang keine Material- und Verarbeitungsfehler aufweisen. Sollte sich das Produkt innerhalb dieses Zeitraums als fehlerhaft erweisen, wird UNI-T das Produkt gemäß den detaillierten Bestimmungen der Garantie reparieren oder

ersetzen.

Um eine Reparatur zu veranlassen oder ein Garantiefeld zu erhalten, wenden Sie sich bitte an die nächstgelegene UNI-T Vertriebs- und Reparaturabteilung.

Zusätzlich zu der durch diese Zusammenfassung oder eine andere anwendbare Versicherungsgarantie gewährten Erlaubnis gibt UNI-T keine andere ausdrückliche oder stillschweigende Garantie, einschließlich, aber nicht beschränkt auf den Produkthandel und den besonderen Zweck für jegliche stillschweigende Garantien. In jedem Fall trägt UNI-T keine Verantwortung für indirekte, besondere oder Folgeschäden.

## 26.4 Anhang D Kontakt

Wenn Ihnen die Verwendung dieses Produkts Unannehmlichkeiten bereitet hat, können Sie sich direkt an UNI-T wenden, wenn Sie sich auf dem chinesischen Festland befinden.

Service-Unterstützung: 8 Uhr bis 17.30 Uhr (UTC+8), Montag bis Freitag oder per E-Mail. Unsere E-Mail-Adresse lautet [infosh@uni-trend.com.cn](mailto:infosh@uni-trend.com.cn).

Für Produktunterstützung außerhalb des chinesischen Festlandes wenden Sie sich bitte an Ihren lokalen UNI-T Händler oder Ihr Vertriebszentrum. Für viele UNI-T Produkte besteht die Möglichkeit, die Garantie- und Kalibrierungsdauer zu verlängern. Bitte wenden Sie sich an Ihren UNI-T Händler oder Ihr Vertriebszentrum vor Ort.

Eine Liste der Adressen unserer Servicezentren finden Sie auf unserer Website unter URL: <http://www.uni-trend.com>

## Optionen bestellen und installieren

1. **Optionen kaufen:** Je nach Ihren Anforderungen kaufen Sie bitte die angegebenen Funktionsoptionen beim Uni-t-Vertriebspersonal und geben die Seriennummer des Geräts an, auf dem die Option installiert werden soll.
2. **Zertifikat erhalten:** Sie erhalten das Lizenzzertifikat an die in der Bestellung angegebene Adresse.
3. **Registrieren und Lizenz erhalten:** Besuchen Sie zur Registrierung die offizielle Uni-t-Website zur Lizenzaktivierung. Verwenden Sie den Lizenzschlüssel und die Seriennummer des Geräts, die auf dem Zertifikat angegeben sind, um den Optionslizenzcode und die Lizenzdatei zu erhalten.
4. **Option installieren:** Laden Sie die Lizenzdatei der Option in das Stammverzeichnis eines USB-Speichergeräts herunter und schließen Sie das USB-Speichergerät an das Gerät an. Sobald das USB-Speichergerät erkannt wird, wird das Menü Option installieren aktiviert. Drücken Sie diese Menütaste, um die Installation der Option zu starten.

## Eingeschränkte Garantie und Haftung

UNI-T garantiert, dass das Instrument innerhalb von drei Jahren nach dem Kaufdatum frei von Material- und Verarbeitungsfehlern ist. Diese Garantie gilt nicht für Schäden, die durch Unfall, Fahrlässigkeit, Missbrauch, Modifikation, Verunreinigung oder unsachgemäße Handhabung verursacht wurden. Wenn Sie innerhalb der Garantiezeit Garantieleistungen benötigen, wenden Sie sich bitte direkt an Ihren Verkäufer. UNI-T übernimmt keine Verantwortung für besondere, indirekte, zufällige oder nachfolgende Schäden oder Verluste, die durch die Verwendung dieses Geräts entstehen. Für die Sonden und das Zubehör beträgt die Garantiezeit ein Jahr. Besuchen Sie [instrument.uni-trend.com](http://instrument.uni-trend.com) für vollständige Garantieinformationen.

Erfahren Sie mehr unter: [www.uni-trend.com](http://www.uni-trend.com)



Registrieren Sie Ihr Produkt, um Ihren Besitz zu bestätigen. Sie erhalten außerdem Produktbenachrichtigungen, Update-Benachrichtigungen, exklusive Angebote und alle aktuellen Informationen, die Sie wissen müssen.

**UNI-T** ist die lizenzierte Marke von UNI-TREND TECHNOLOGY CO., Ltd. Die Produktinformationen in diesem Dokument können ohne vorherige Ankündigung aktualisiert werden. Für weitere Informationen über UNI-T Test & Measure Instrument Produkte, Anwendungen oder Service, wenden Sie sich bitte an UNI-T instrument. Das Support Center ist verfügbar unter [www.uni-trend.com](http://www.uni-trend.com) -> [instruments.uni-trend.com](http://instruments.uni-trend.com)

<https://instruments.uni-trend.com/ContactForm/>

### Hauptsitz

Adresse: No6, Gong Ye Bei  
1st Road. Songshan Lake  
National High-Tech Industrial  
Development Zone,  
Dongguan City, Guangdong  
Province, China  
Tel: (86-769) 8572 3888

### Europa

UNI-TREND TECHNOLOGY  
EU GmbH  
Adresse: Affinger Str. 12  
86167 Augsburg Deutschland  
Tel: +49 (0)821 8879980

### Nord-Amerika

Uni-Trend Technology US  
INC.  
Adresse: 3171 Mercer Ave  
STE 104, Bellingham, WA  
98225  
Tel: +1-888-668-8648