

Benutzerhandbuch

EDU33210 Trueform Arbiträrgeneratoren



Distributed by:

Sie haben Fragen oder wünschen eine Beratung? Angebotsanfrage unter **07121 / 51 50 50** oder über **info@datatec.de**

dataTec

Hinweise	6
Urheberrechtsschutzvermerk	6
Handbuchteilenummer	6
Ausgabe	6
Veröffentlicht von	6
Garantie	6
Technologielizenzen	6
Rechte der US-Regierung	7
Drittlizenzen	7
Richtlinie über die Abfallentsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten (WEEE)	7
Technischer Support	8
Konformitätserklärung	8
Sicherheitsinformationen	8
Informationen zu Sicherheit und rechtlichen Bestimmungen	9
Sicherheitshinweise	9
Sicherheitssymbole	11
Aufsichtsrechtliche Kennzeichnungen	12
Südkoreanische EMV-Erklärung der Klasse A:	12
Sicherheits- und EMV-Anforderungen	13
Umgebungsbedingungen	13
1 Einführung in das Gerät	14
Das Gerät auf einen Blick	15
Die Frontplatte auf einen Blick	16
Das Display an der Frontplatte auf einen Blick	17
Zahleneingabe auf der Frontplatte	19
Die Rückseite auf einen Blick	19
Geräteabmessungen	20
2 Erste Schritte	22
Vorbereiten des Geräts für den Einsatz	23
Dokumentation und Firmware-Prüfungen	23
Empfohlenes Kalibrierungsintervall	23
Einrichten des Geräts	23
Einstellen der Ausgangsfrequenz	24
Einstellen der Ausgangsamplitude	25
Einstellen der DC-Offsetspannung	27
Einstellen des High-Level- und Low-Level-Werts	28
Ausgabe einer DC-Spannung	31
Einstellen des Tastgrades eines Rechtecksignals	32
Konfigurieren eines Pulssignals	33
Auswählen eines gespeicherten Arbiträrsignals	36
Verwenden des integrierten Hilfesystems	37
Aufrufen der Hilfeinformationen zu einer Taste oder einem Softkey	38
Aktualisieren der Firmware	38
Remoteschnittstellen-Verbindungen	39
Anschluss an das Gerät über USB	39
Anschluss an das Gerät über LAN (Standort- und Privat-LAN)	39
Konfiguration der Remoteschnittstellen	41
Keysight IO Libraries Suite	42
LAN-Konfiguration	42
SCPI-Socket-Dienste	50

Weitere Informationen zu IP-Adressen und zur Punktnotation	50
3 Bedienung des Frontplattenmenüs	51
Lastwiderstand wählen	52
Gerät zurücksetzen	53
Ausgabe eines modulierten Signals	53
Ausgabe eines FSK-Signals	55
Ausgabe eines PWM-Signals	58
Ausgabe einer Frequenzwobbelung	60
Ausgabe eines Burst-Signals	63
Auslösen einer Wobbelung oder eines Burst	66
Speichern oder Abfragen des Gerätezustands	66
Einstellungen speichern	67
Abrufeinstellungen (Recall Settings)	70
Menüreferenz des Bedienfelds	71
Taste [Waveform]	71
Taste [Parameter]	71
Taste [Units]	72
Taste [Modulate]	73
Taste [Sweep]	73
Taste [Burst]	73
Taste [Trigger]	73
Taste [System]	74
Kanal [Setup] und Taste [On / Off]	75
4 Merkmale und Funktionen	76
Ausgangskonfiguration	77
Ausgangsfunktion	77
Ausgangsfrequenz	79
Ausgangsamplitude	80
DC-Offsetspannung	82
Ausgangseinheiten	84
Lastwiderstand	85
Tastgrad (Rechteckwellen)	86
Symmetrie (Rampensignale)	87
Automatische Spannungsbereichswahl	88
Ausgangskontrolle	89
Signalpolarität	90
Sync-Ausgangssignal	91
Pulssignale	93
Periode	94
Pulsbreite	95
Tastgrad eines Pulssignals	95
Flankenzeiten	96
Amplitudenmodulation (AM) und Frequenzmodulation (FM)	98
Auswahl von AM oder FM	98
Trägersignalfom	99
Trägerfrequenz	100
Form des Modulationssignals	101
Frequenz des Modulationssignals	102
Modulationsgrad (AM)	102
Zweiseitenband-AM mit unterdrücktem Träger	103
Frequenzabweichung (FM)	104

Modulationsquelle	105
Phasenmodulation (PM)	106
Auswahl der Phasenmodulation	106
Trägersignalform	107
Trägerfrequenz	107
Form des Modulationssignals	107
Frequenz des Modulationssignals	108
Phasenabweichung	109
Modulationsquelle	109
Frequenzumtastungsmodulation (FSK)	110
Auswahl der FSK-Modulation	110
FSK-Trägerfrequenz	111
FSK-„Hop“-Frequenz	111
FSK-Rate	111
FSK-Quelle	111
Pulsbreitenmodulation (PWM)	112
Auswahl von PWM	112
Form des Modulationssignals	113
Frequenz des Modulationssignals	114
Abweichung der Breite oder des Tastgrades	115
Modulationsquelle	116
Pulssignal	116
Pulsperiode	117
Summenmodulation	118
Summe aktivieren	118
Form des Modulationssignals	118
Frequenz des Modulationssignals	119
Summenamplitude	120
Modulationsquelle	121
Frequenzwobbelung	122
Wahl der Wobbelung	122
Start- und Stoppfrequenz	123
Mittenfrequenz und Frequenzspanne	124
Wobbelmodus	126
Wobbelzeit	126
Halte-/Rücklaufzeit	127
Markerfrequenz	128
Trigger-Quelle für die Wobbelung	129
Trigger-Ausgangssignal	130
Frequenzliste	131
Burst-Modus	133
Auswahl von Burst	133
Signalfrequenz	134
Burst-Anzahl	135
Burst-Periode	136
Startphase	137
Burst-Triggerquelle	138
Trigger-Ausgangssignal	139
Triggerung	140
Trigger-Überblick	141
Triggerquellen	141
Sofortige Triggerung	142

Manuelle Triggerung	142
Externe Triggerung	143
Software-Triggerung (Bus-Triggerung)	143
Timer-Triggerung	143
Trigger-Eingangssignal	143
Trigger-Ausgangssignal	144
Systembezogene Operationen	145
Speichern des Gerätezustands	145
Status Gerät einschalten	146
Fehlerbedingungen	146
Signalton-Steuerung	146
Key Click	146
Abschalten des Displays	147
Display-Helligkeit	147
Datum und Uhrzeit	147
Dateien verwalten	147
Selbsttest	148
Firmware-Versionsabfrage	148
Abfrage der SCPI-Sprachversion	149
E/A-Konfiguration	149
Zweikanalbetriebe	149
Zweikanaloperation einleiten	149
Frequenzkopplung	149
Amplitudenkopplung	150
Tracking	150
Combine	150
Informationen zum Betrieb	151
5 Eigenschaften und Spezifikationen	153
6 Übungseinheit für Messungen	154
Arbiträrsignale	155
Signalfilter	155
Quasi-Gaußsches Rauschen	155
PRBS	156
Modulation	156
Amplitudenmodulation (AM)	156
Frequenzmodulation (FM)	157
Phasenmodulation (PM)	158
Frequenzumtastungsmodulation (FSK)	158
Zweiphasen-Umtastung (BPSK)	159
Pulsbreitenmodulation (PWM)	159
Additive Modulation (Summe)	159
Burst	159
Burst mit drei Signalzyklen	160
Frequenzwobbelung	160
Eigenschaften von AC-Signalen	161
Signalfehler	163
Harmonische Verzerrung	163
Nicht-harmonische Nebenwellen	163
Phasenrauschen	163
Quantisierungsrauschen	163

Hinweise

Urheberschutzvermerk

© Keysight Technologies 2021

Gemäß US-amerikanischem und internationalem Urheberrecht darf kein Teil dieses Handbuchs in beliebiger Form oder mit beliebigen Mitteln (inklusive Speicherung und Abruf auf elektronischem Wege sowie Übersetzung in eine fremde Sprache) ohne vorherige Zustimmung und schriftliche Einwilligung von Keysight reproduziert werden.

Handbuchteilenummer

EDU33212-90004

Ausgabe

Ausgabe 1, Februar 2021

Veröffentlicht von

Keysight Technologies
Bayan Lepas Free Industrial Zone
11900 Bayan Lepas, Penang
Malaysia

Garantie

DAS IN DIESEM DOKUMENT ENTHALTENE MATERIAL WIRD IM VORLIEGENDEN ZUSTAND ZUR VERFÜGUNG GESTELLT UND KANN IN ZUKÜNFTIGEN AUSGABEN OHNE VORHERIGE ANKÜNDIGUNG GEÄNDERT WERDEN. DARÜBER HINAUS ÜBERNIMMT AGILENT IM GESETZLICH MAXIMAL ZULÄSSIGEN RAHMEN KEINE GARANTIE, WEDER AUSDRÜCKLICH NOCH STILLSCHWEIGEND, BEZÜGLICH DIESES HANDBUCHS UND BELIEBIGER HIERIN ENTHALTENER INFORMATIONEN, INKLUSIVE ABER NICHT BESCHRÄNKT AUF STILLSCHWEIGENDE GARANTIE HINSICHTLICH MARKTGÄNGIGKEIT UND EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. KEYSIGHT ÜBERNIMMT KEINE HAFTUNG FÜR FEHLER, DIE IN DIESEM DOKUMENT ENTHALTEN SIND, UND FÜR ZUFÄLLIGE SCHÄDEN ODER FOLGESCHÄDEN IM ZUSAMMENHANG MIT DER LIEFERUNG, INGEBRAUCHNAHME ODER BENUTZUNG DIESER DOKUMENTATION. FALLS ZWISCHEN KEYSIGHT UND DEM BENUTZER EINE SEPARATE SCHRIFTLICHE VEREINBARUNG MIT GARANTIEBEDINGUNGEN BEZÜGLICH DES IN DIESEM DOKUMENT ENTHALTENEN MATERIALS BESTEHT, SO GELTEN DIE GARANTIEBEDINGUNGEN IN DER SEPARATEN VEREINBARUNG.

Technologielizenzen

Die in diesem Dokument beschriebene Hardware und/oder Software wird unter einer Lizenz geliefert und darf nur entsprechend den Lizenzbedingungen genutzt oder kopiert werden.

Rechte der US-Regierung

Die Software ist eine „kommerzielle Computersoftware“ gemäß Definition der Federal Acquisition Regulation („FAR“) 2.101. Gemäß FAR 12.212 und 27.405-3 und Department of Defense FAR Supplement („DFARS“) 227.7202, erwirbt die US-Regierung betriebliche Computersoftware unter denselben Bedingungen, unter denen die Software der Öffentlichkeit angeboten wird. Demzufolge stellt Keysight die Software US-Regierungskunden mit einer standardmäßigen kommerziellen Lizenz zur Verfügung, die in der Endbenutzerlizenzvereinbarung (EULA) beschrieben ist, deren Kopie Sie unter <http://www.keysight.com/find/sweula>. Die in der EULA beschriebene Lizenz stellt die exklusive Berechtigung dar, der zufolge die US-Regierung die Software nutzen, ändern, verteilen oder offen legen darf. Die EULA und die darin festgelegte Lizenz erfordern oder erlauben unter anderem nicht, dass Keysight: (1) technische Informationen zu kommerzieller Computersoftware bzw. Dokumentation zu kommerzieller Computersoftware bereitstellt, die üblicherweise nicht öffentlich bereitgestellt werden; oder (2) Rechte an die Regierung abtritt oder der Regierung anderweitig einräumt, die diese üblicherweise öffentlich bereitgestellten Rechte zum Nutzen, Ändern, Reproduzieren, Freigeben, Ausführen, Anzeigen oder Offenlegen von kommerzieller Computersoftware bzw. Dokumentation zu kommerzieller Computersoftware übertreffen. Es gelten keine Anforderungen der Regierung, die über die in der EULA ausgeführten Anforderungen hinausgehen, ausgenommen in dem Umfang, in dem solche Bedingungen, Rechte oder Lizenzen explizit von allen Anbietern kommerzieller Computersoftware gemäß FAR und DFARS verlangt werden und ausdrücklich schriftlich an anderer Stelle in der EULA ausgeführt sind. Keysight ist in keinerlei Weise verpflichtet, die Software zu aktualisieren, zu überarbeiten oder in anderer Weise zu ändern. Hinsichtlich der technischen Daten laut Definition in FAR 2.101, gemäß FAR 12.211 und 27.404.2 und DFARS 227.7102, erwirbt die US-Regierung keine weitergehenden Rechte als die begrenzten Rechte laut Definition in FAR 27.401 oder DFARS 227.7103-5 (c), wie für beliebige technische Daten geltend.

Drittlizenzen

Teile dieser Software werden von Dritten lizenziert, einschließlich der Open-Source-Bedingungen. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an den Support von Keysight unter www.keysight.com/find/assist.

Richtlinie über die Abfallentsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten (WEEE)

Dieses Produkt erfüllt die Kennzeichnungsanforderungen der WEEE-Richtlinie. Die Produktkennzeichnung (siehe unten) gibt an, dass dieses elektrische/elektronische Produkt nicht im Hausmüll entsorgt werden darf.

Produktkategorie: Im Einklang mit den Gerätetypen in Anhang 1 der WEEE-Richtlinie ist dieses Produkt als „Überwachungs- und Kontrollinstrument“ eingestuft. Entsorgen Sie dieses Gerät nicht im Hausmüll.

Wenden Sie sich wegen der Rücknahme von ausgedienten Produkten an eine regionale Keysight Niederlassung oder lesen Sie die Hinweise unter

about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml.



Technischer Support

Wenn Sie Fragen zu Ihrer Lieferung haben oder Informationen über Garantie, Service oder technischen Support wünschen, wenden Sie sich an Keysight Technologies unter www.keysight.com/find/assist.

Konformitätserklärung

Die Konformitätserklärungen für dieses Produkt und andere Produkte von Keysight können im Internet heruntergeladen werden. Gehen Sie zu <https://regulations.about.keysight.com/DoC/default.htm>. Sie können dann nach der Produktnummer suchen, um die neueste Konformitätserklärung zu finden.

Sicherheitsinformationen

VORSICHT

Der Hinweis VORSICHT weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf Betriebsabläufe, Verfahren o. ä. aufmerksam, die bei unsachgemäßer Durchführung zur Beschädigung des Produkts oder zum Verlust wichtiger Daten führen können. Wenn ein Betriebsablauf oder ein Verfahren mit dem Hinweis VORSICHT gekennzeichnet ist, dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle aufgeführten Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

WARNUNG

Der Hinweis WARNUNG weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf Betriebsabläufe, Verfahren o. ä. aufmerksam, die bei unsachgemäßer Durchführung zu Verletzungen oder zum Tod führen können. Wenn ein Betriebsablauf oder ein Verfahren mit dem Hinweis WARNUNG gekennzeichnet ist, dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle aufgeführten Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

Informationen zu Sicherheit und rechtlichen Bestimmungen

Sicherheitshinweise

Die folgenden allgemeinen Sicherheitshinweise müssen in allen Betriebs-, Wartungs- und Reparaturphasen dieses Geräts beachtet werden. Die Nichtbeachtung dieser Sicherheitshinweise bzw. besonderer Warnhinweise an anderer Stelle dieses Handbuchs verstößt gegen Sicherheitsstandards, Herstellervorschriften und die sachgemäße Benutzung des Geräts. Keysight Technologies übernimmt bei Missachtung dieser Vorschriften durch den Kunden keine Haftung.

WARNUNG ALLGEMEINES

Setzen Sie dieses Produkt keinesfalls in einer vom Hersteller nicht angegebenen Weise ein. Die Schutzeinrichtungen dieses Produkts können in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt werden, wenn es anders als in der Betriebsanleitung beschrieben verwendet wird.

VOR DEM ANSCHLUSS AN DAS STROMNETZ

Vergewissern Sie sich, dass alle Sicherheitsvorkehrungen getroffen wurden. Stellen Sie alle Verbindungen zu der Einheit her, bevor Sie den Strom einschalten.

ERDUNG DES GERÄTS

Dieses Produkt ist mit Schutzerdungsanschlüssen versehen. Um die Gefahr eines Stromschlags zu minimieren, muss das Gerät über ein geerdetes Netzkabel an das Stromversorgungsnetz angeschlossen werden. Dabei muss der Schutzleiter fest mit dem Schutzkontakt der Steckdose verbunden sein. Bei einer Unterbrechung des Schutzleiters (Erdung) oder bei Trennung des Geräts vom Schutzerdungsanschluss besteht die Gefahr eines Stromschlags, der zu Verletzungen führen kann.

NICHT IN FEUCHTER ODER EXPLOSIVER ATMOSPHERE BETREIBEN

Betreiben Sie das Gerät nicht in einer Umgebung, in der brennbare Gase, Rauch, Dämpfe oder Feuchtigkeit vorhanden sind.

BESCHÄDIGTE ODER DEFEKTE GERÄTE NICHT IN BETRIEB NEHMEN

Geräte, von denen Sie annehmen, sie könnten beschädigt sein, müssen außer Betrieb genommen und bis zur Reparatur durch einen qualifizierten Techniker gegen jegliche Wiederinbetriebnahme gesichert werden.

KEINE TEILE ERSETZEN UND KEINE ÄNDERUNGEN AM GERÄT VORNEHMEN

Bauen Sie keine Ersatzteile ein und nehmen Sie keine unbefugten Änderungen am Gerät vor, um zusätzliche Gefahrenquellen zu vermeiden. Geben Sie das Gerät zur Wartung und zur Reparatur an eine Keysight Technologies Vertriebs- und Kundendienstniederlassung, damit die Sicherheit des Geräts weiterhin gewährleistet ist. Um mit Keysight in Bezug auf den Vertrieb und technischen Support Kontakt aufzunehmen, nutzen Sie die Support-Links auf der folgenden Keysight Website: www.keysight.com/find/assist (weltweite Kontaktinformationen für Reparatur und Service).

MITGELIEFERTES NETZKABEL VERWENDEN

Verwenden Sie das Gerät nur mit dem mitgelieferten Netzkabel.

LÜFTUNGSÖFFNUNGEN NICHT BLOCKIEREN

Die Lüftungsöffnungen des Geräts dürfen keinesfalls blockiert werden.

VOR DEM ANSCHLIESSEN DES GERÄTS ALLE KENNZEICHNUNGEN AM GERÄT BEACHTEN

Beachten Sie alle Kennzeichnungen am Gerät, bevor Sie ein Kabel an das Gerät anschließen.

SICHERSTELLEN, DASS DIE ABDECKUNG FEST ANGEBRACHT IST

Verwenden Sie das Gerät nicht, wenn die Abdeckung fehlt oder gelockert ist. Die Abdeckung des Geräts darf nur von qualifizierten Service-Technikern entfernt werden.

SICHERSTELLEN, DASS DAS GERÄT GUT AUFGESTELLT IST

Stellen Sie das Gerät nicht in einem Bereich auf, in dem es beim Trennen des Geräts vom Stromnetz zu Schwierigkeiten kommen kann.





NETZKABEL

Die Stromabschaltung des Geräts erfolgt durch Trennen des Netzkabels vom Gerät. Achten Sie auf einen ungehinderten Zugang zum Netzkabel, um eine Trennung vom Stromnetz zu ermöglichen. Verwenden Sie nur das von Keysight für das Land, in dem Sie das Gerät verwenden, angegebene Netzkabel oder eines mit gleichwertigen Leistungsdaten.







VORSICHT MIT LEICHT FEUCHTEM TUCH REINIGEN

Reinigen Sie die Außenflächen des Geräts mit einem weichen, fusselfreien und leicht angefeuchteten Tuch. Verwenden Sie keine Reinigungsmittel, flüchtigen Flüssigkeiten- oder chemische Lösungsmittel.

Sicherheitssymbole

Symbol	Beschreibung
	Vorsicht, Stromschlaggefahr (zu spezifischen Warn- und Vorsichtshinweisen siehe Handbuch)
	Schutzleiteranschluss
	Erdung
	Wechselstrom (AC)

Aufsichtsrechtliche Kennzeichnungen

Symbol	Beschreibung
	Das CE-Zeichen ist eine eingetragene Marke der Europäischen Gemeinschaft. Dieses CE-Zeichen weist darauf hin, dass das Produkt alle einschlägigen europäischen Richtlinien erfüllt. ICES/NMB-001 bedeutet, dass dieses ISM-Gerät mit der kanadischen Norm ICES-001 konform ist. Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada. ISM GRP.1 Class A weist darauf hin, dass es sich bei dem Produkt um ein Gerät der Industrial Scientific and Medical Group 1 Class A handelt.
	Das CSA-Zeichen ist eine eingetragene Marke der Canadian Standards Association.
	Das RCM-Symbol ist eine eingetragene Handelsmarke der Australian Communications and Media Authority.
	Dieses Symbol gibt den Zeitraum an, in dem bei normalem Gebrauch keine gefährlichen oder giftigen Stoffelemente austreten oder abgebaut werden. Die erwartete Nutzungsdauer dieses Produkts liegt bei vierzig Jahren.
	Dieses Symbol ist eine südkoreanische EMC-Erklärung der Klasse A. Dies ist ein Gerät der Klasse A, das zur professionellen Nutzung in elektromagnetischer Umgebung außerhalb von Wohnbereichen geeignet ist.
	Dieses Gerät erfüllt die Kennzeichnungsanforderungen der WEEE-Richtlinie. Dieses angebrachte Produktetikett weist darauf hin, dass Sie dieses elektrische/elektronische Produkt nicht im Hausmüll entsorgen dürfen.

Südkoreanische EMV-Erklärung der Klasse A:

Informationen für den Benutzer:

Diese Ausrüstung wurde im Hinblick auf ihre Konformität für die Nutzung in geschäftlichen Umgebungen beurteilt. In einem Wohnbereich kann diese Ausrüstung Funkstörungen verursachen.

- Diese EMV-Erklärung gilt für die Ausrüstung nur für die Nutzung in einem geschäftlichen Umfeld.

사 용 자 안 내 문
이 기기는 업무용 환경에서 사용할 목적으로 적합성평가를 받은 기기로서 가정용 환경에서 사용하는 경우 전파간섭의 우려가 있습니다.

- 사용자 안내문은 “업무용 방송통신기자재”에만 적용한다.

Sicherheits- und EMV-Anforderungen

Diese Stromversorgung erfüllt die folgenden Sicherheits- und EMV-Anforderungen:

- Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU
- EMV-Richtlinie 2014/30/EU

Umgebungsbedingungen

Dieses Gerät ist für den Gebrauch in Innenräumen und Bereichen mit geringer Kondensation vorgesehen. Die nachstehende Tabelle enthält die allgemeinen Anforderungen an die Umgebungsbedingungen für dieses Gerät.

Umgebungsbedingungen	Anforderung
Temperatur	Betrieb: 0 °C bis 55 °C Lagerung: -40 °C bis 70 °C
Feuchtigkeit	Betriebs- und Lagerbedingungen: Bis zu 80 % relative Luftfeuchtigkeit bei einer Temperatur von bis zu 40 °C (nicht kondensierend)
Höhe	Max. 3000 m
Verschmutzungsgrad	2
Überspannungskategorie	II
Stromversorgung und Netzfrequenz	100/120 V, 100/240 V 50/60 Hz
Energieverbrauch	< 45 W
Netzspannungsschwankungen	Netzspannungsschwankungen dürfen 10 % der nominalen Versorgungsspannung nicht übersteigen

1 Einführung in das Gerät

Das Gerät auf einen Blick

Die Frontplatte auf einen Blick

Das Display an der Frontplatte auf einen Blick

Zahleneingabe auf der Frontplatte

Die Rückseite auf einen Blick

Geräteabmessungen

Die Keysight EDU33210 Trueform Arbiträrsignalgenerator-Serie ist eine Serie von synthetisierten Signalgeneratoren mit integrierten Funktionen zum Erzeugen von Arbiträrsignalen und Pulsen.

Das Gerät auf einen Blick

Die Keysight EDU33210 Trueform Arbiträrsignalgenerator-Serie ist eine Serie von synthetisierten Signalgeneratoren mit integrierten Funktionen zum Erzeugen von Arbiträrsignalen und Pulsen.

Es sind zwei Modelle verfügbar:

- EDU33211A: 20 MHz, Trueform 1-Kanal-Arbiträrsignalgenerator
- EDU33212A: 20 MHz, Trueform 2-Kanal-Arbiträrsignalgenerator

Hauptmerkmale:

- Eingebaute Modulation und 17 gängige Signale
- 16-Bit-Arbiträrsignal mit Speicher bis zu 8 MSA/Kanal
- Zwei unabhängige Kanäle, die in Amplitude und Frequenz gekoppelt werden können (EDU33212A)
- Farbige, informationsreiche 7-Zoll-WVGA-Anzeige
- Exzellente Usability
- USB und LAN-E/A-Schnittstelle
- Webschnittstelle
- Kompatibilität mit SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments)
- Einschließlich PathWave BenchVue-Software
- 3 Jahre Standard-Garantie

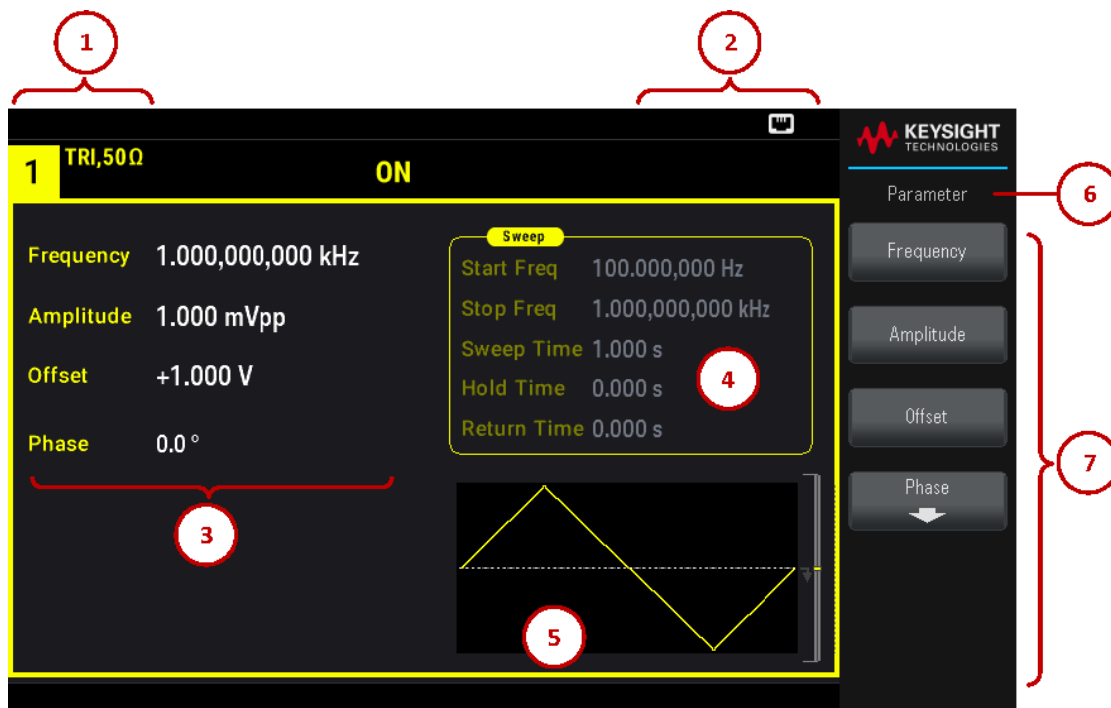
Die Frontplatte auf einen Blick



Legende	Beschreibung
1	7-Zoll-WVGA-Display – Display Kanal 1
2	Display Kanal 2 (nur EDU33212A)
3	Schalter [ON/OFF]
4	USB-Anschluss – ermöglicht den Anschluss eines externen USB-Laufwerks an das Instrument
HINWEIS Die Serie EDU33210 unterstützt USB-Laufwerke mit der folgenden Spezifikation: USB 2.0, FAT32-Format, bis zu 32 GB. Wir empfehlen die Verwendung eines SanDisk Cruzer Blade-Laufwerks für den USB-Anschluss an der Frontplatte.	
5	Taste [Back]
HINWEIS Halten Sie die Taste [Back] bei angeschlossenem externen USB-Laufwerk länger als 3 Sekunden gedrückt, um einen Screenshot des Gerätebildschirms zu erstellen. Der Screenshot wird auf dem angeschlossenen USB-Laufwerk gespeichert.	
6	Menü-Softkeys
7	CAL-Anschluss
8	Ext Trig/Gate/FSK/Burst-Anschluss
9	Sync/Trigger Out-Anschluss
10	Tasten mit festgelegten Funktionen
11	Ziffernblock
12	Drehknopf und Cursor-Pfeile
13	Anschlüsse für Kanal 1 und Kanal 2 (nur EDU33212A) und dazugehörige Tasten

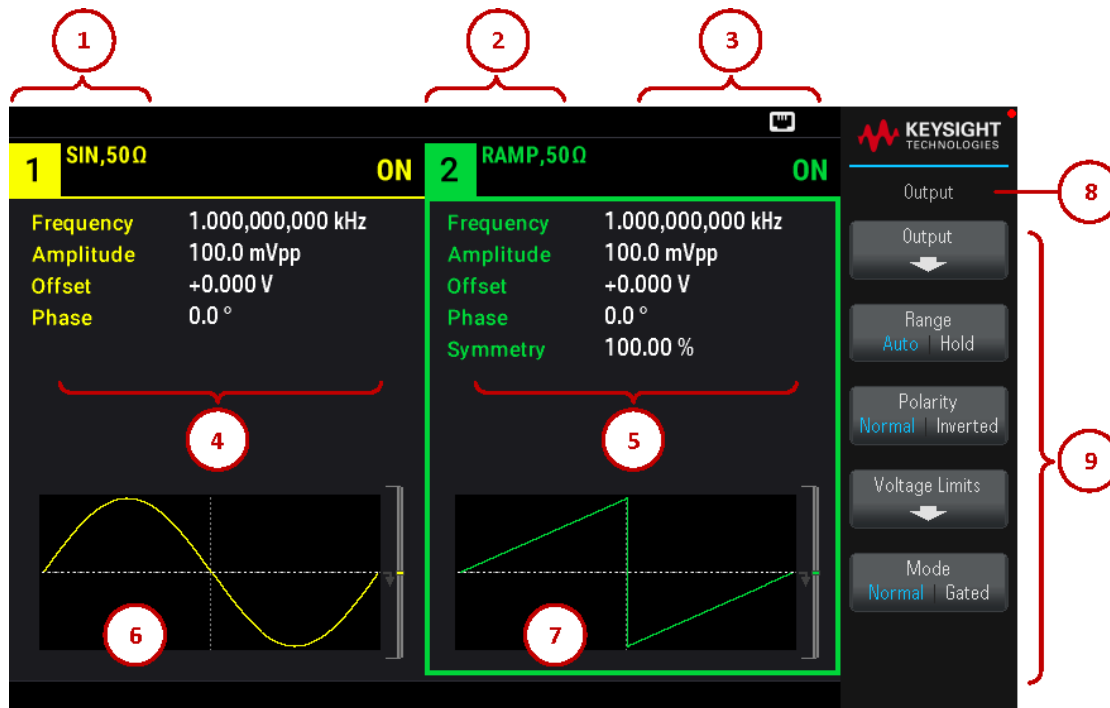
Das Display an der Frontplatte auf einen Blick

Einzelkanalansicht



Legende	Beschreibung
1	Informationen Kanal 1
2	Statusanzeigen
3	Signalparameter für Kanal 1
4	Wobbel-, Modulations- oder Burst-Parameter
5	Signalanzeige für Kanal 1
6	Bezeichnung der Funktion
7	Softkey-Funktionen

Zweikanalansicht (nur bei EDU33212A)



Legende	Beschreibung
1	Informationen Kanal 1
2	Informationen Kanal 2
3	Statusanzeigen
4	Signalparameter für Kanal 1
5	Signalparameter für Kanal 2
6	Signalanzeige für Kanal 1
7	Signalanzeige für Kanal 2
8	Bezeichnung der Funktion
9	Softkey-Funktionen

Gerätestatusanzeigen

Legende	Beschreibung
	Wird angezeigt, wenn der Remote-Modus aktiviert ist
	Wird angezeigt, nachdem der Befehl SYSTem:RWL gesendet wurde
	Ein USB-Laufwerk ist angeschlossen
	LAN ist angeschlossen
	Ein Gerätefehler ist aufgetreten

Zahleneingabe auf der Frontplatte

Sie haben zwei Möglichkeiten, um Zahlen an der Frontplatte einzugeben:



– Verwenden Sie den Drehknopf und die Cursor-Tasten, um die Zahl zu ändern. Drehen Sie den Knopf, um eine Ziffer zu ändern (im Uhrzeigersinn erhöhen sich die Zahlen). Mit den Pfeilen unterhalb des Drehknopfs bewegen Sie den Cursor.



– Verwenden Sie das Tastenfeld zur Eingabe von Zahlen und die Softkeys zur Auswahl von Einheiten. Mit der $[+/-]$ -Taste können Sie das Vorzeichen der Zahl ändern.

Die Rückseite auf einen Blick



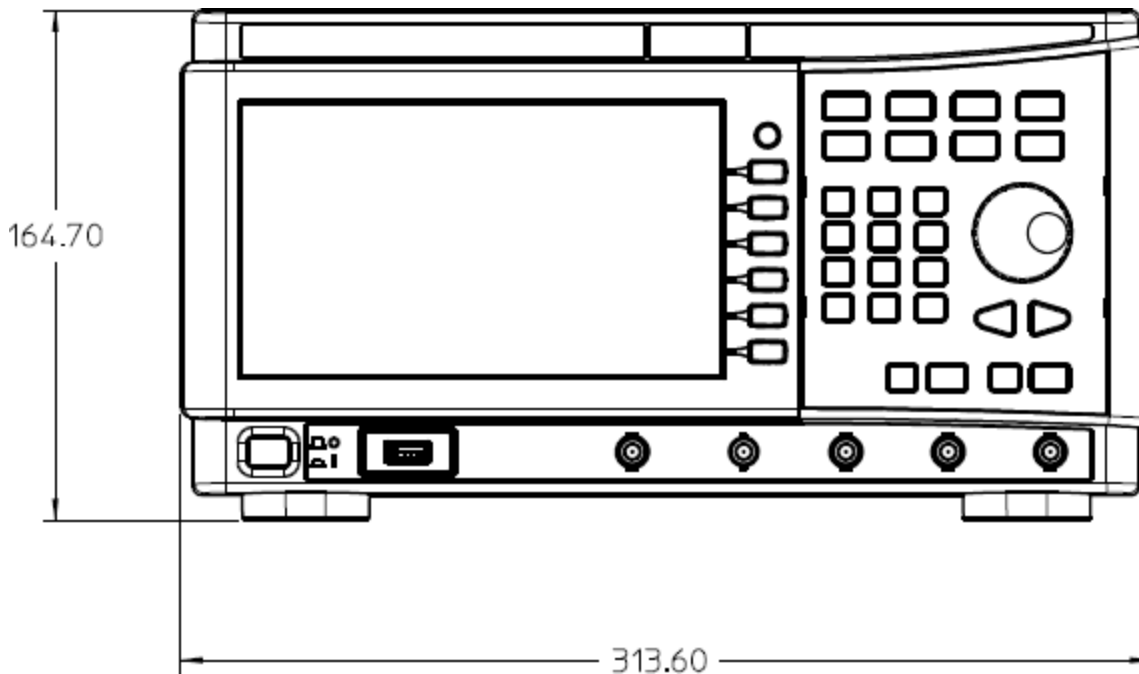
Legende	Beschreibung
1	Kensington-Schloss
2	USB-Anschluss (USB-B)
3	LAN-Anschluss (Local Area Network)
4	AC-Netzanschluss
5	Lüfter

Legende	Beschreibung
6	Seriennummer und MAC-Adresse des Instruments
7	Sicherheitshinweise und behördliche Kennzeichnungen des Instruments

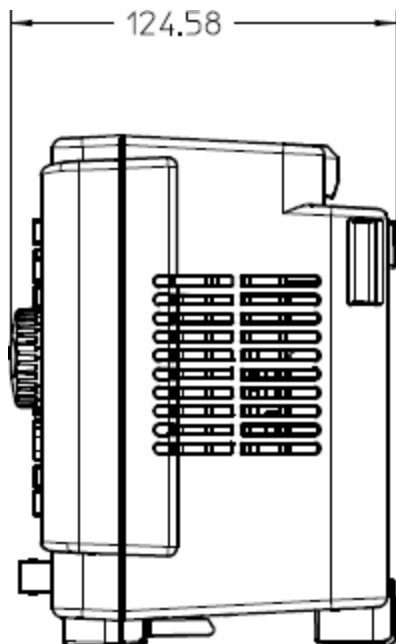
WARNUNG Dies ist ein Gerät der Schutzklasse 1 (das Gehäuse muss mit einer Schutz Erde verbunden sein). Der Netzstecker darf nur an eine Netzsteckdose mit Schutz Erdungsklemme angeschlossen werden.

Geräteabmessungen

Höhe: 164,70 mm x Breite: 313,60 mm



Länge: 124,58 mm



2 Erste Schritte

Vorbereiten des Geräts für den Einsatz

Einstellen der Ausgangsfrequenz

Einstellen der Ausgangsamplitude

Einstellen der DC-Offsetspannung

Einstellen des High-Level- und Low-Level-Werts

Ausgabe einer DC-Spannung

Einstellen des Tastgrades eines Rechtecksignals

Konfigurieren eines Pulssignals

Auswählen eines gespeicherten Arbiträrsignals

Verwenden des integrierten Hilfesystems

Aktualisieren der Firmware

Remoteschnittstellen-Verbindungen

Konfiguration der Remoteschnittstelle

Dieser Abschnitt beschreibt grundlegende Abläufe für eine schnelle Inbetriebnahme dieses Geräts.

Vorbereiten des Geräts für den Einsatz

Prüfen Sie das Gerät bei Erhalt auf offensichtliche Schäden, die während des Transports aufgetreten sein könnten. Im Falle einer Beschädigung benachrichtigen Sie sofort den Spediteur und das nächstgelegene Keysight Verkaufs- und Supportbüro. Weitere Informationen finden Sie unter www.keysight.com/find/assist.

Bewahren Sie bis zur Überprüfung des Geräts den Versandkarton und das Verpackungsmaterial für den Fall auf, dass das Gerät zurückgeschickt werden muss. Prüfen Sie anhand der nachfolgenden Liste, ob Sie diese Posten mit dem Gerät erhalten haben. Wenn etwas fehlen sollte, kontaktieren Sie bitte das nächstgelegene Keysight Technologies Sales und Service Office.

- Schnellstartanleitung
- Netzkabel (für das Bestimmungsland)
- Kalibrierzertifikat und Hinweise zur Haltbarkeit
- Keysight-Sicherheitsdatenblatt (9320-6797)
- RoHS-Anhang für Arbiträrsignalgeneratoren (China) (9320-6667)

Dokumentation und Firmware-Prüfungen

Die nachfolgend aufgeführte Dokumentation kann auf unserer Website unter www.keysight.com/find/EDU33211A-manual kostenlos heruntergeladen werden.

- Schnellstartanleitung für die Keysight EDU33210 Trueform Arbiträrsignalgenerator-Serie.
- Benutzerhandbuch für die Keysight EDU33210 Trueform Arbiträrsignalgenerator-Serie. Dieses Handbuch.
- Programmierleitfaden für die Keysight EDU33210 Trueform Arbiträrsignalgenerator-Serie.
- Wartungshandbuch für die Keysight EDU33210 Trueform Arbiträrsignalgenerator-Serie.

Die neueste Firmware-Revision und Anleitungen zur Aktualisierung der Firmware finden Sie auf www.keysight.com/find/EDU33211A-sw.

Empfohlenes Kalibrierungsintervall

Keysight Technologies empfiehlt einen einjährigen Kalibrierungszyklus für dieses Gerät.

Einrichten des Geräts

Stellen Sie den Gerätefuß auf eine flache, weiche und horizontale Oberfläche. Verbinden Sie das Stromkabel mit der Rückseite und stecken Sie den Stecker in die Stromquelle. Schließen Sie je nach Wunsch das LAN- oder USB-Kabel an. Sie können das Gerät auch mit einem Sperrkabel sichern. Schalten Sie das Gerät dann mit der **[On/Off]**-Taste an der Frontplatte ein.

Das Gerät führt einen Selbsttest durch und zeigt dann in einer Meldung Informationen zur Hilfe und die aktuelle IP-Adresse an.

Einstellen der Ausgangsfrequenz

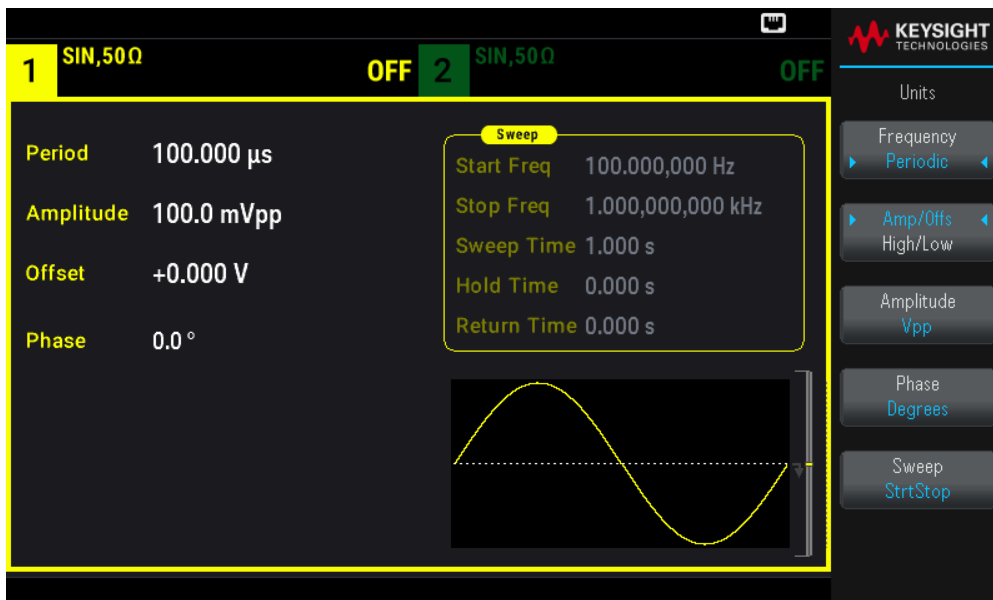
Die Standardfrequenz ist 1 kHz. Sie können die Frequenz ändern und die Frequenz in Periodeneinheiten statt in Hz angeben.

Drücken Sie **[Parameter]** > **Frequency**.



- Verwenden Sie den Drehknopf, um den numerischen Wert zu ändern, und/oder verwenden Sie die Cursor-Pfeile, um den Cursor zur nächsten oder vorherigen Ziffer zu bewegen, oder
- Geben Sie den numerischen Wert über die Zifferntasten ein. Wählen Sie ein Einheitenpräfix (μ Hz, mHz, Hz, kHz oder MHz) aus, um Ihre Änderungen zu bestätigen.

Drücken Sie **[Units]** > **Frequency Periodic**, um die Einheiten in Periode statt in Frequenz zu ändern.



Einstellen der Ausgangsamplitude

Die Standardfunktion des Geräts ist ein Sinussignal mit 1 kHz und 100 mVpp (an einem 50 Ω -Widerstand).

Die nachfolgenden Schritte zeigen, wie die Amplitude zu 50 mVpp geändert wird.

1. Drücken Sie **[Units]** > **Amp/Offs High/Low**, um die Spannung als Amplitude und Offset anzugeben.

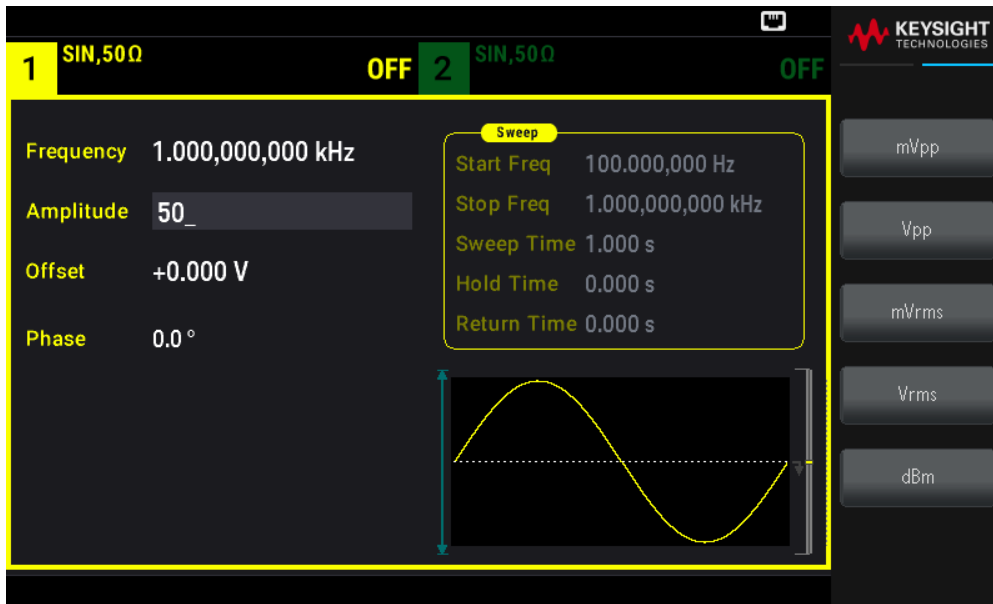
Im Display wird die beim Einschalten automatisch gewählte Amplitude bzw. die zuletzt manuell gewählte Amplitude angezeigt. Bei einer Funktionsumschaltung bleibt die Amplitudeneinstellung erhalten, sofern diese für die neue Funktion zulässig ist. Wenn Sie stattdessen die Spannung als hohe und niedrige Werte angeben möchten, drücken Sie **Amp/Offs High/Low**.

In diesem Fall ist **Amp/Offs High/Low** markiert.



2. Geben Sie den gewünschten Amplitudenwert ein.

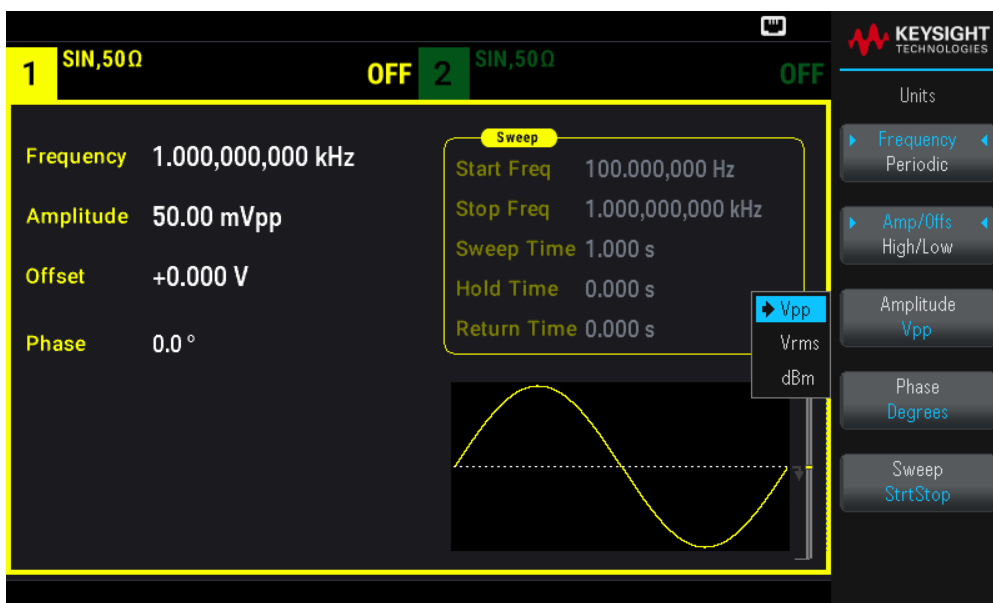
Drücken Sie **[Parameters]** > **Amplitude**. Geben Sie über die Zifferntastatur den Wert 50 ein.



3. Wählen Sie die gewünschte Maßeinheiten.

Drücken Sie den Softkey, der der gewünschten Einheit entspricht. Nach dem Wählen der Maßeinheit gibt das Gerät ein Signal mit der angezeigten Amplitude aus (sofern der Ausgang aktiviert ist). Drücken Sie in diesem Beispiel **mVpp**.

Sie können den gewünschten Wert auch mit dem Drehknopf und den Pfeiltasten einstellen. Dann benötigen Sie keinen Einheiten-Softkey. Sie können die Maßeinheiten leicht konvertieren. Drücken Sie einfach **[Units]** > **Amplitude**, und wählen Sie die gewünschten Maßeinheiten.



Einstellen der DC-Offsetspannung

Beim Einschalten des Geräts ist der DC-Offset 0 V. Nachfolgend wird gezeigt, wie der Offset zu 1,5 VDC geändert wird.

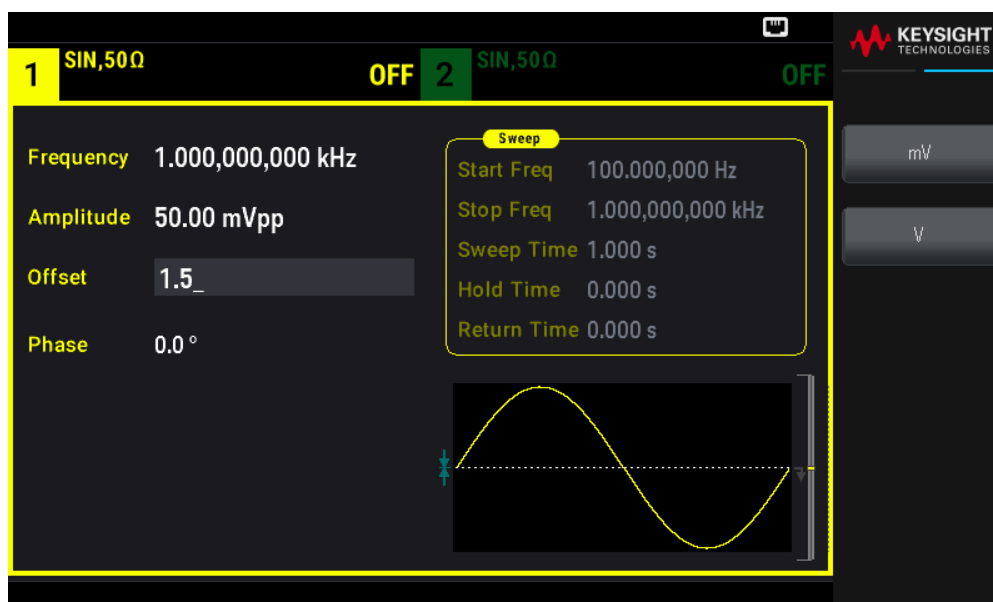
1. Drücken Sie **[Parameter]** > **Offset**.

Die angezeigte Offset-Spannung ist entweder der Einschaltwert oder der vorher ausgewählte Offset. Wenn Sie Funktionen ändern, wird derselbe Offset-Wert verwendet, wenn der voreingestellte Wert für die neue Funktion gültig ist.



2. Geben Sie den gewünschten Offsetwert ein.

In diesem Fall geben wir über die Zifferntastatur den Wert 1,5 ein.



3. Wählen Sie die gewünschte Maßeinheiten.

Drücken Sie den Softkey für die gewünschten Maßeinheiten. Wenn Sie die Maßeinheiten wählen, gibt das Gerät das Signal mit dem angezeigten Offsetwert aus (wenn der Ausgang aktiviert ist). Drücken Sie in diesem Beispiel **V**. Die Spannung wird eingestellt, wie unten gezeigt.

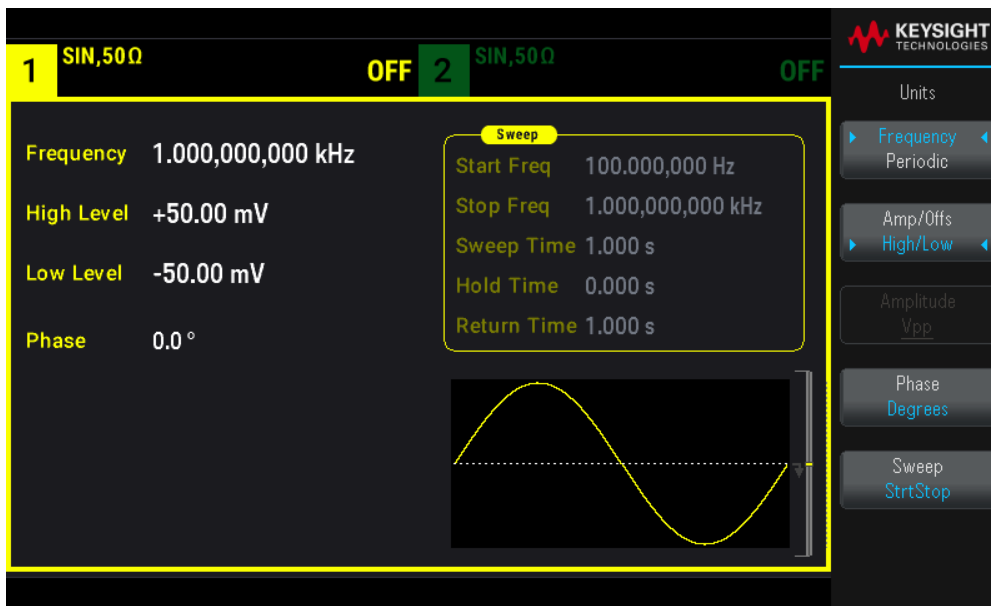


Sie können den gewünschten Wert auch mit dem Drehknopf und den Pfeiltasten einstellen.

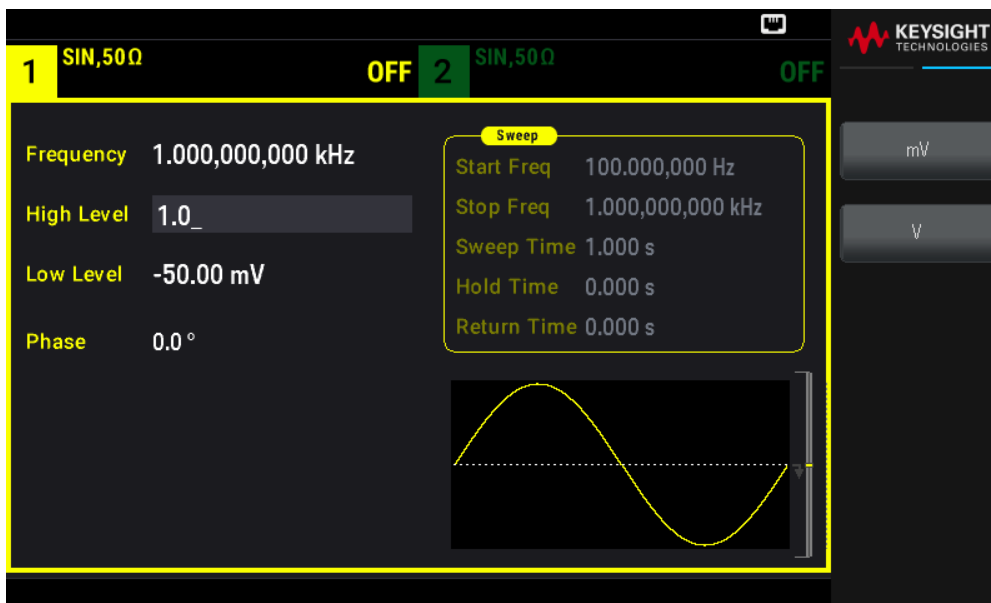
Einstellen des High-Level- und Low-Level-Werts

Sie können ein Signal definieren, indem Sie dessen Amplitude und DC-Offsetspannung wie oben beschrieben einstellen. Ein Signal kann jedoch auch definiert werden, indem Sie hohe (maximale) und niedrige (minimale) Werte einstellen. Diese Vorgehensweise bietet sich für digitale Anwendungen an. In folgendem Beispiel setzen wir den High Level-Wert auf 1,0 V und den Low-Level-Wert auf 0,0 V.

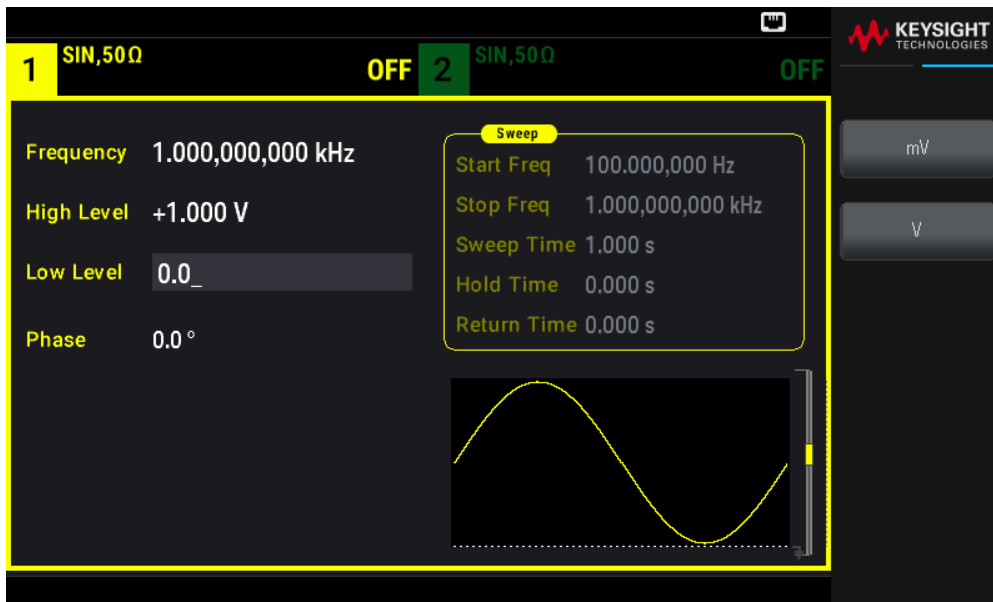
1. Drücken Sie **[Units]** > **Ampl/Offs High/Low**. Schalten Sie auf **High/Low** um, wie unten gezeigt.



- Drücken Sie [Parameter] > High Level. Wählen Sie mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen den Wert 1,0 V. (Wenn Sie die Tastatur verwenden, müssen Sie den Softkey der Einheit V wählen, um den Wert einzugeben.)



3. Drücken Sie den Softkey **Low Level** und stellen Sie den Wert ein. Verwenden Sie wieder die Zifferntastatur oder den Drehknopf, um den Wert auf 0,0 V einzustellen.

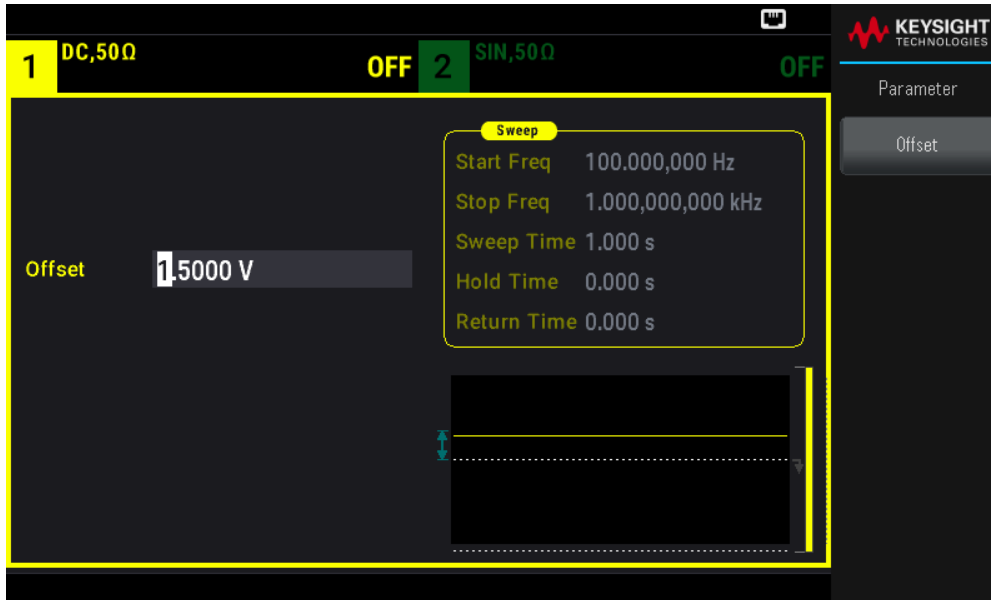


Diese Einstellungen (High-Level = 1,0 V und Low-Level = 0,0 V) entsprechen den Werten 1,0 Vpp für die Amplitude und 500 mV für den Offset.

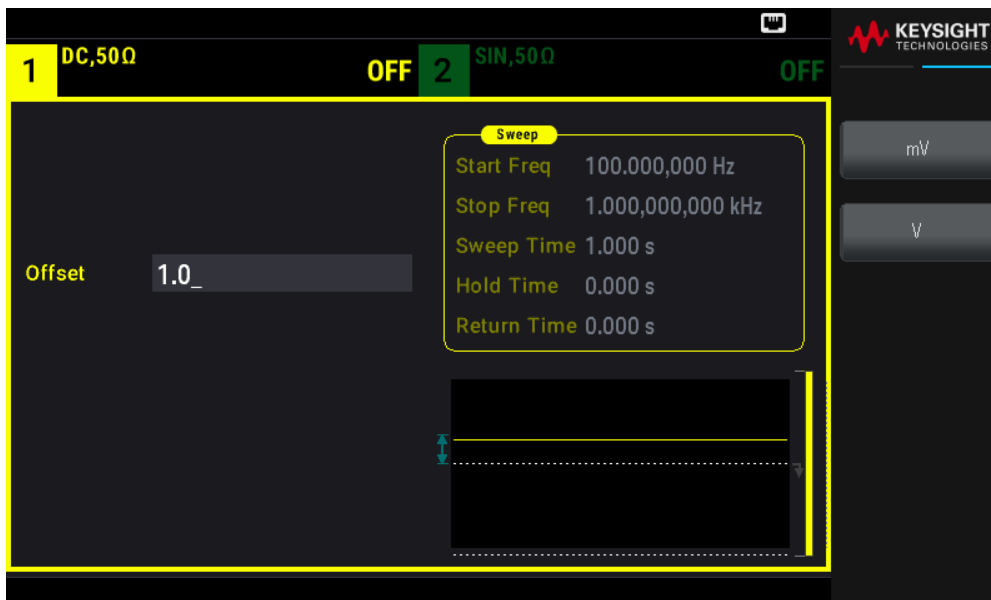
Ausgabe einer DC-Spannung

Sie können eine konstante DC-Spannung von -5 V bis +5 V (in 50 Ω) oder -10 V bis +10 V in hochohmiger Last ausgeben.

1. Drücken Sie [Waveform] > MORE 1 / 2 > DC > Offset. Der Offset-Wert wird markiert.



2. Geben Sie die gewünschte Offsetspannung ein. Geben Sie mit der Zifferntastatur oder dem Drehknopf 1,0 ein und drücken Sie den Softkey **V**, wenn Sie die Tastatur verwendet haben.



Einstellen des Tastgrades eines Rechtecksignals

Beim Einschalten des Geräts ist der Tastgrad für Rechtecksignale standardmäßig auf 50 % eingestellt. Der Tastgrad ist durch die minimale Pulsbreitenspezifikation von 16 ns begrenzt. Nachfolgend wird gezeigt, wie der Tastgrad auf 75 % geändert werden kann.

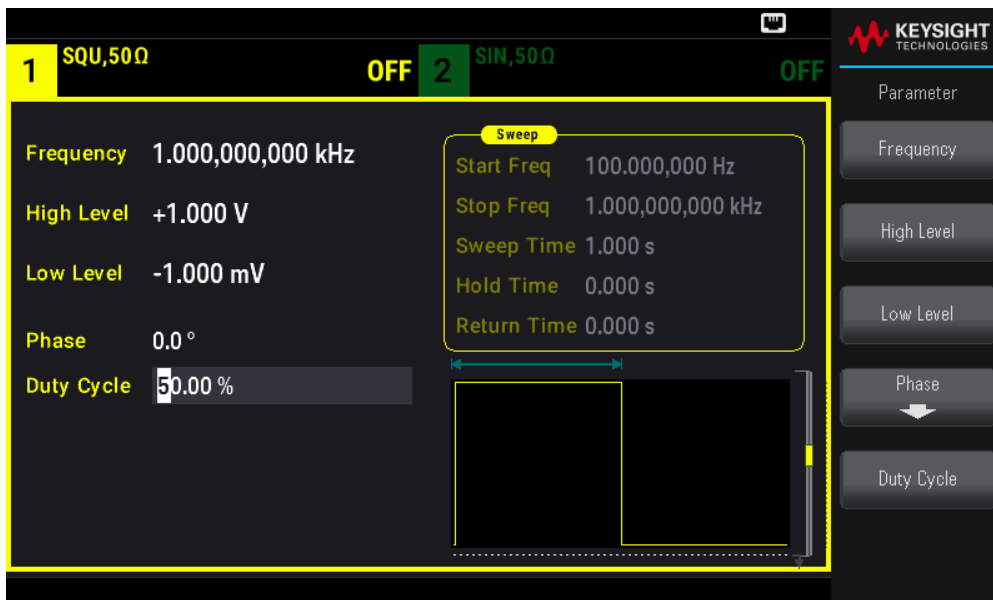
1. Wählen Sie die Signalform „Square“ (Rechteck).

Drücken Sie [Waveform] > Square.



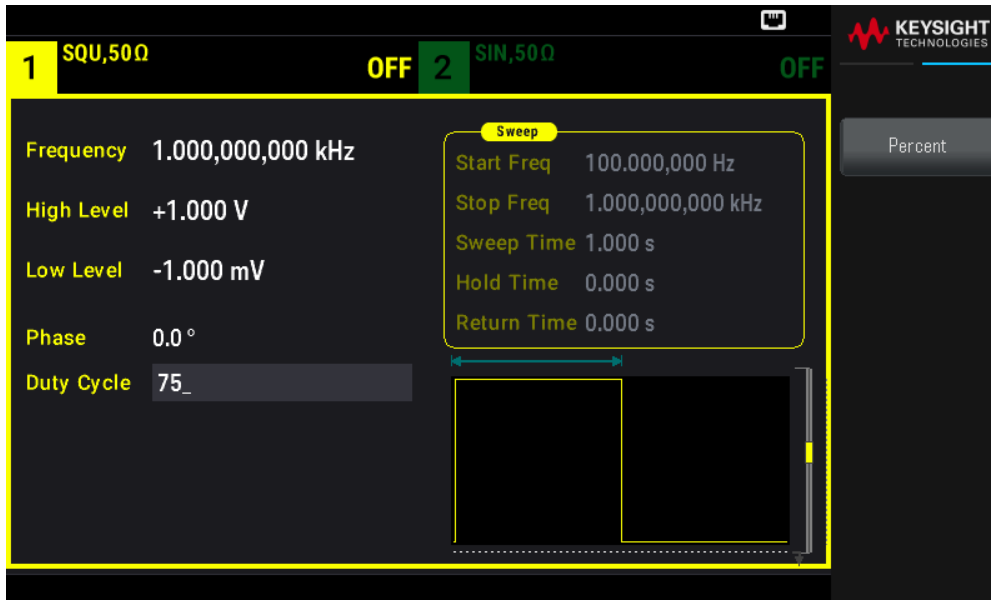
2. Drücken Sie den Softkey Duty Cycle.

Der angezeigte Tastgrad ist entweder der Einschaltwert oder der früher ausgewählte Prozentsatz. Der Tastgrad ist definiert als der Zeitabschnitt, während dem das Rechtecksignal auf hohem Level steht.



3. Geben Sie den gewünschte Tastgrad ein.

Geben Sie über die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile einen Tastgrad von 75 % ein. Bei Verwendung der Zifferntastatur drücken Sie **Percent**, um die Eingabe abzuschließen. Das Gerät passt den Tastgrad sofort an und gibt ein Rechtecksignal mit dem angegebenen Wert aus (wenn der Ausgang aktiviert ist).

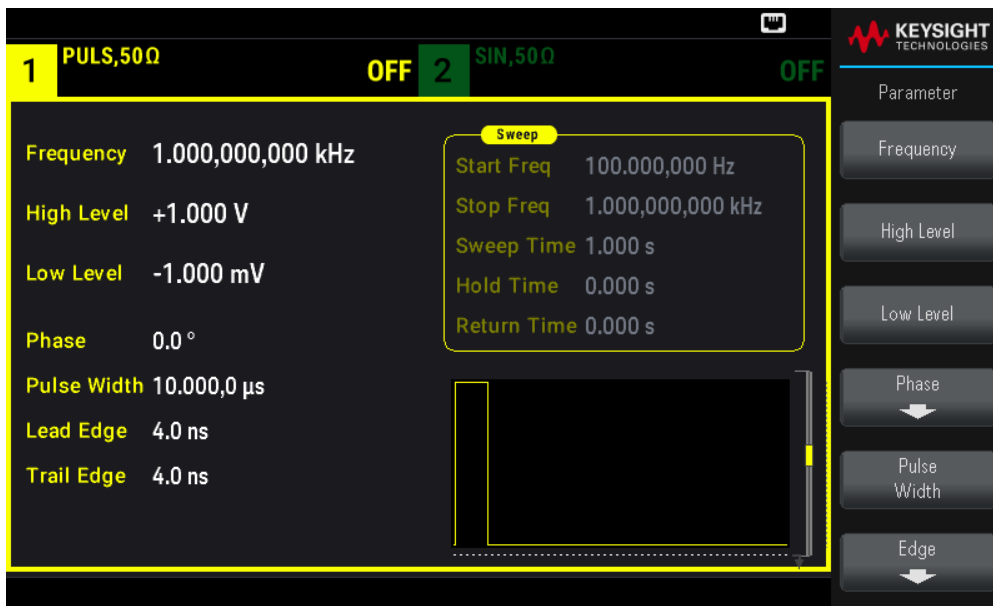


Konfigurieren eines Pulssignals

Sie können das Gerät für die Ausgabe eines Pulssignals mit variabler Pulsbreite und Flankenzeit konfigurieren. Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie das Gerät für die Ausgabe eines periodischen 500 ms-Pulssignals mit einer Pulsbreite von 10 ms und Flankenzeiten von 50 ns konfigurieren.

1. Wählen Sie die Signalform „Pulse“.

Drücken Sie **[Waveform] > Pulse**, um die Pulsfunktion auszuwählen.



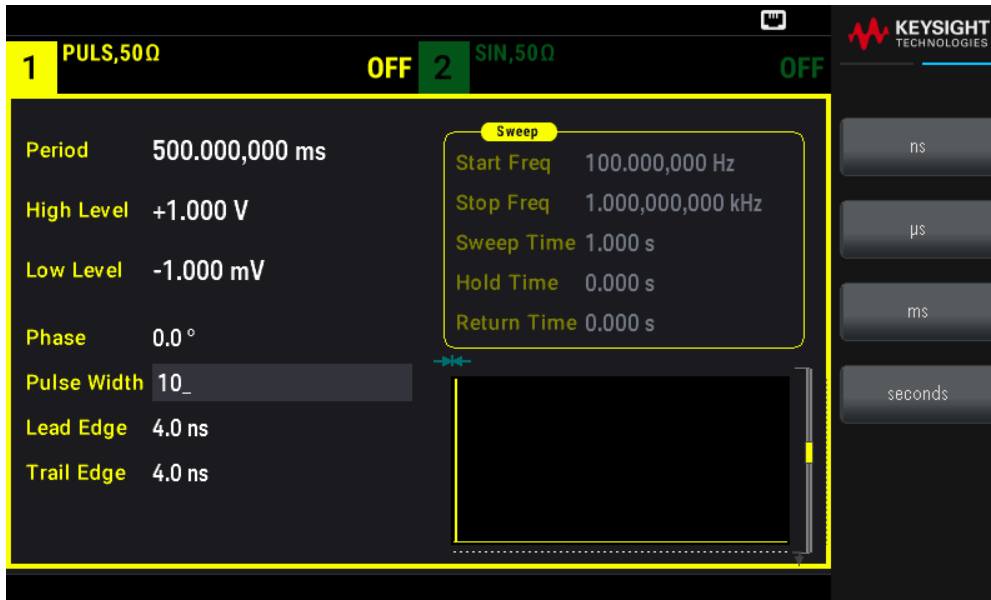
2. Stellen Sie die gewünschte Pulsperiode ein.

Drücken Sie [Units] und dann **Frequency Periodic**. Drücken Sie dann [Parameter] > Period. Stellen Sie die Periode auf 500 ms ein.



3. Stellen Sie die gewünschte Pulsbreite ein.

Drücken Sie **[Parameter]** > **Pulse Width**. Stellen Sie dann die Pulsbreite auf 10 ms ein. Die Pulsbreite ist definiert als das Zeitintervall zwischen dem 50%-Schwellenwert der steigenden Pulsflanke und dem 50%-Schwellenwert der nächstfolgenden fallenden Flanke.

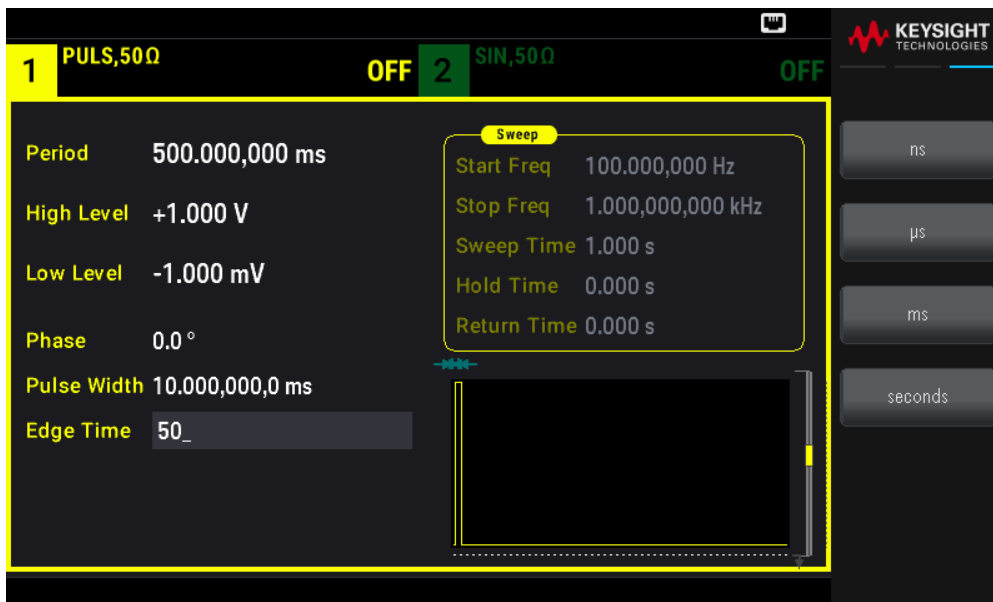


4. Stellen Sie die Flankenzeit für beide Flanken ein.

Drücken Sie **Edge** und dann **Each Both**.



Drücken Sie **Edge Time**, um die Flankenzeit für die Anstiegs- und Abfallflanke auf 50 ns festzulegen. Die Flankenzeit ist definiert als das Zeitintervall vom 10%-Schwellenwert bis zum 90 %-Schwellenwert jeder Flanke.



Auswählen eines gespeicherten Arbiträrsignals

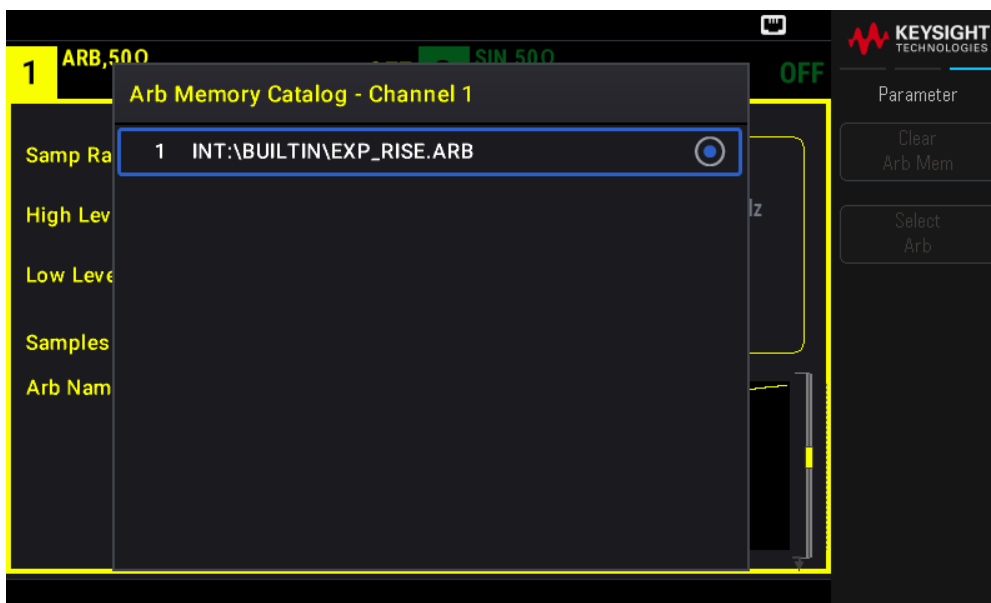
Neun verschiedene Arbiträrsignale sind in einem permanenten Speicher abgelegt. Sie heißen Cardiac, D-Lorentz, Exponential Fall, Exponential Rise, Gaussian, Haversine, Lorentz, Negative Ramp und Sync.

Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie die integrierte Signalform „exponentieller Anstieg“ über die Frontplatte auswählen.

1. Drücken Sie [Waveform] > Arb > Arb.



2. Wählen Sie **Arbs in Memory** und wählen Sie mit dem Drehknopf **EXP_RISE**. Drücken Sie **Select Arb**.

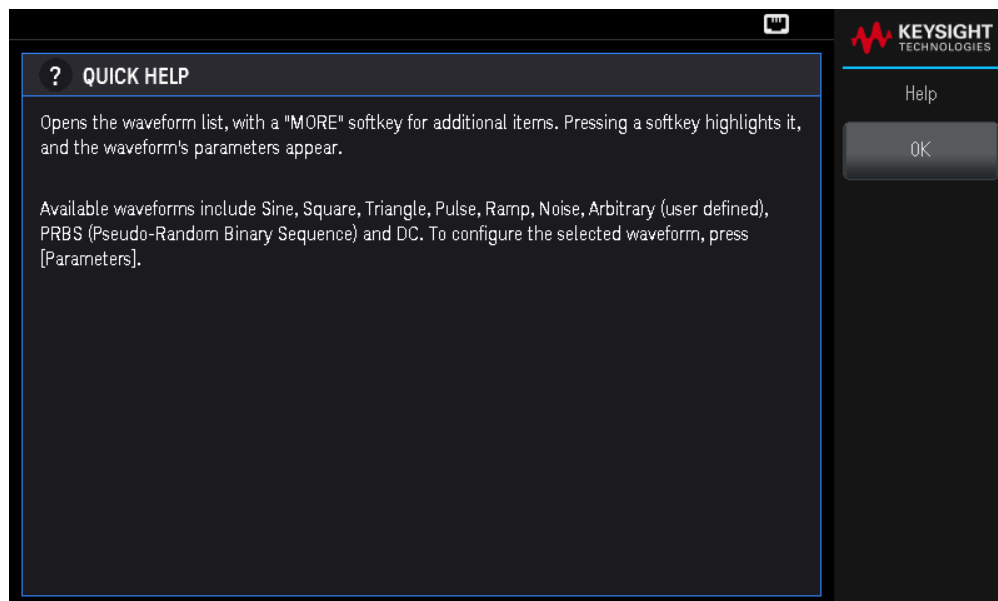


Verwenden des integrierten Hilfesystems

Das integrierte Hilfesystem bietet zu jeder Taste und jedem Softkey kontextsensitive Hilfe. Außerdem steht Ihnen eine Liste mit Hilfethemen für die manuelle Bedienung an der Frontplatte zur Verfügung.

Aufrufen der Hilfeinformationen zu einer Taste oder einem Softkey

Drücken und halten Sie einen **Softkey** oder eine Taste an der Frontplatte, wie z. B. **[Waveform]**.



Falls der Hilfetext so lang ist, dass er nicht vollständig auf dem Display angezeigt werden kann, können Sie den nicht sichtbaren Text mit dem Softkey „Down arrow“ anzeigen.

Drücken Sie zum Verlassen der Online-Hilfe den Softkey **OK**.

HINWEIS

Hilfe in Ihrer Landessprache

Alle Meldungen, die kontextsensitive Hilfe und die Hilfethemen können auf Englisch, Französisch, Deutsch, Spanisch, Chinesisch, in vereinfachtem Chinesisch, traditionellem Chinesisch, auf Japanisch, Koreanisch und Russisch angezeigt werden. Die Beschriftungen der Softkeys und die Meldungen der Statuszeile sind nicht übersetzt (d. h. sie sind immer in Englisch). Zur Auswahl der Sprache drücken Sie **[System] > User Settings > Language**. Wählen Sie dann die gewünschte Sprache.

Aktualisieren der Firmware

HINWEIS

Schalten Sie das Gerät während der Aktualisierung nicht aus.

Drücken Sie **[System] > Help > About** um die Versionsnummer der aktuell installierten Firmware des Geräts zu ermitteln.

Die neueste Firmwareversion finden Sie unter www.keysight.com/find/EDU33211A-sw. Falls diese Version mit der auf Ihrem Gerät installierten übereinstimmt, müssen Sie nicht mit diesem Verfahren fortfahren. Andernfalls laden Sie das Dienstprogramm zur Aktualisierung der Firmware und eine ZIP-Datei der Firmware herunter. Detaillierte Anweisungen zur Aktualisierung der Firmware finden Sie auf der Download-Seite.

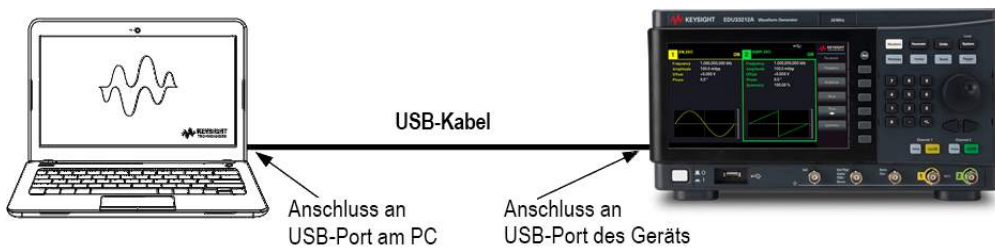
Remoteschnittstellen-Verbindungen

In diesem Kapitel werden die Anschlüsse an die verschiedenen Kommunikationsschnittstellen Ihres Geräts erläutert. Weitere Informationen über die Konfiguration der Remoteschnittstellen finden Sie unter **Konfiguration der Remoteschnittstellen**.

HINWEIS Wenn Sie das noch nicht getan haben, installieren Sie die Keysight IO Libraries Suite, die Sie unter www.keysight.com/find/iolib finden. Nähere Informationen über Schnittstellenverbindungen finden Sie im *Konktivitätsleitfaden für USB-/LAN-/GPIB-Schnittstellen von Keysight Technologies* in der Keysight IO Libraries Suite.

Anschluss an das Gerät über USB

Die folgende Abbildung zeigt ein typisches System für USB-Schnittstellen.



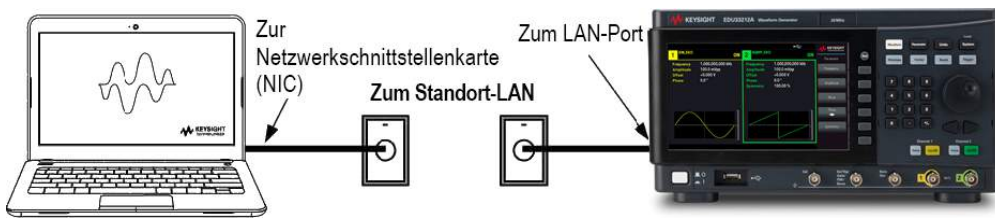
1. Schließen Sie das Gerät mit einem USB-Kabel an den USB-Anschluss des Computers an.
2. Mit dem Dienstprogramm Connection Expert in der Keysight IO Libraries Suite erkennt der Computer das Gerät automatisch. Dieser Vorgang kann einige Sekunden in Anspruch nehmen. Sobald das Gerät erkannt wurde, zeigt der Computer das VISA Alias, den IDN String und die VISA-Adresse an. Die VISA-Adresse des Geräts wird ebenfalls im Bedienfeldmenü angezeigt.
3. Sie können nun Interactive IO im Connection Expert verwenden, um mit dem Gerät zu kommunizieren, oder das Gerät mit den verschiedenen Programmierumgebungen programmieren.

HINWEIS Von der Verwendung eines USB-Kabels, das länger als 3 Meter ist, wird abgeraten.

Anschluss an das Gerät über LAN (Standort- und Privat-LAN)

Standort-LAN

Ein **Standort-LAN** ist ein lokales Netzwerk, in dem LAN-kompatible Geräte und Computer mit Routern, Hubs und Switchen an das Netzwerk angeschlossen werden. Es handelt sich hierbei um üblicherweise große, zentral verwaltete Netzwerke mit Services wie DHCP und DNS Server. Die folgende Abbildung zeigt ein typisches Standort-LAN-System.



1. Verbinden Sie das Gerät mit einem LAN-Kabel mit dem Standort-LAN oder Ihrem Computer. Die LAN-Einstellungen des Geräts im Auslieferungszustand sind so konfiguriert, dass automatisch eine IP-Adresse über einen DHCP-Server vom Netzwerk bezogen wird (DHCP ist standardmäßig eingeschaltet). Der DHCP-Server registriert den Hostnamen des Geräts über den dynamischen DNS-Server. Sowohl der Hostname als auch die IP-Adresse können nun verwendet werden, um mit dem Gerät zu kommunizieren. Die **LAN**-Anzeige am Bedienfeld wird angezeigt, wenn der LAN-Anschluss konfiguriert wurde.

HINWEIS Wenn Sie die LAN-Einstellungen manuell konfigurieren müssen, finden Sie unter **Konfiguration der Remoteschnittstelle** Informationen darüber, wie Sie LAN-Einstellungen vom Bedienfeld des Geräts aus konfigurieren können.

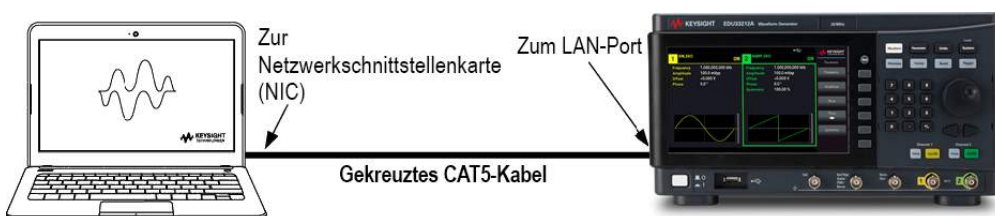
2. Mit dem Dienstprogramm Connection Expert in der Keysight IO Libraries Suite können Sie das Gerät hinzufügen und eine Verbindung überprüfen. Sie können das Gerät hinzufügen, indem Sie mit Hilfe des Connection Expert nach dem Gerät suchen. Falls das Gerät nicht gefunden werden kann, fügen Sie das Gerät unter Verwendung des Hostnamens oder der IP-Adresse hinzu.

HINWEIS Wenn das nicht funktioniert, sehen Sie im *Konnektivitätsleitfaden für USB-/LAN-/GPIB-Keysight Technologies von Keysight Technologies* unter „Problemlösungen“ nach. Dieser Leitfaden ist Teil der Keysight IO Libraries Suite.

3. Sie können nun Interactive IO im Connection Expert verwenden, um mit dem Gerät zu kommunizieren, oder das Gerät mit den verschiedenen Programmierungsumgebungen programmieren.

Privates LAN

Ein **privates LAN** ist ein Netzwerk, in dem LAN-kompatible Geräte und Computer direkt angeschlossen werden und nicht an ein Standort-LAN. Es handelt sich hierbei um üblicherweise kleine Netzwerke ohne zentral verwaltete Ressourcen. Die folgende Abbildung zeigt ein typisches privates LAN-System.



1. Schließen Sie das Gerät mit einem gekreuzten LAN-Kabel an den Computer an. Alternativ können Sie den Computer und das Gerät unter Verwendung von normalen LAN-Kabeln mit einem frei stehenden Hub oder Switch verbinden.

HINWEIS Stellen Sie sicher, dass der Computer so konfiguriert ist, dass die Adresse vom DHCP-Server bezogen wird, und dass NetBIOS über TCP/IP aktiviert ist. Wenn der Computer an einen Standort-LAN angeschlossen war, können noch vorherige Netzwerkeinstellungen des Standort-LAN vorhanden sein. Nachdem Sie den Computer vom Standort-LAN getrennt haben, warten Sie eine Minute, bevor Sie ihn an ein privates LAN anschließen. Windows muss zunächst erkennen, dass es auf einem anderen Netzwerk arbeitet und die Netzwerkkonfiguration neu starten.

2. Die LAN-Einstellungen des Geräts sind werkseitig so konfiguriert, dass die IP-Adresse automatisch von dem Netzwerk bezogen wird, das den DHCP-Server verwendet. Sie können diese Einstellungen unverändert lassen. Die meisten Keysight-Produkte und Computer wählen die IP-Adresse automatisch mit Auto-IP, wenn kein DHCP-Server vorhanden ist. Jedes weist sich selbst eine IP-Adresse aus dem Block 169.254.nnn zu. Beachten Sie, dass dieser Vorgang bis zu einer Minute in Anspruch nehmen kann. Die LAN-Anzeige am Bedienfeld wird angezeigt, wenn der LAN-Anschluss konfiguriert wurde.

HINWEIS Durch Abschalten der DHCP-Funktion wird die Zeit verkürzt, die benötigt wird, um eine Netzwerkverbindung vollständig zu konfigurieren, wenn die Stromversorgung eingeschaltet ist. Um die LAN-Einstellungen manuell zu konfigurieren, finden Sie unter **Konfiguration der Remoteschnittstelle** Informationen darüber, wie Sie LAN-Einstellungen vom Bedienfeld des Geräts aus konfigurieren können.

3. Mit dem Dienstprogramm „Connection Expert“ aus der Keysight IO Libraries Suite können Sie die Stromversorgung hinzufügen und eine Verbindung überprüfen. Sie können das Gerät hinzufügen, indem Sie mit Hilfe des Connection Expert nach dem Gerät suchen. Falls das Gerät nicht gefunden werden kann, fügen Sie das Gerät unter Verwendung des Hostnamens oder der IP-Adresse hinzu.

HINWEIS Wenn das nicht funktioniert, sehen Sie im *Konnektivitätsleitfaden für USB-/LAN-/GPIB-Keysight Technologies von Keysight Technologies* unter „Problemlösungen“ nach. Dieser Leitfaden ist Teil der Keysight IO Libraries Suite.

4. Sie können nun Interactive IO im Connection Expert verwenden, um mit dem Gerät zu kommunizieren, oder das Gerät mit den verschiedenen Programmierumgebungen programmieren.

Konfiguration der Remoteschnittstellen

Das Gerät unterstützt die Remoteschnittstellenkommunikation über zwei Schnittstellen: USB und LAN. Beide werden beim Einschalten des Geräts aktiviert.

- USB-Schnittstelle: Verwenden Sie den USB-Anschluss an der Rückseite, um mit Ihrem PC zu kommunizieren. Für die USB-Schnittstelle ist keine Konfiguration notwendig. Verbinden Sie das Gerät einfach über ein USB-Kabel mit Ihrem PC.
- LAN-Schnittstelle: Verwenden Sie den LAN-Anschluss an der Rückseite, um mit Ihrem PC zu kommunizieren. DHCP ist standardmäßig aktiviert; dadurch kann auch die LAN-Kommunikation bereits aktiviert sein. Die Abkürzung DHCP steht für Dynamic Host Configuration Protocol, ein Protokoll für die Zuordnung dynamischer IP-Adressen zu Netzwerkgeräten. Bei der dynamischen Adressierung kann ein Gerät bei jeder Verbindung mit dem Netzwerk über eine andere IP-Adresse verfügen.

Keysight IO Libraries Suite

HINWEIS Achten Sie darauf, dass die Keysight IO Libraries Suite installiert ist, bevor Sie mit der Konfiguration der Remoteschnittstelle fortfahren.

Keysight IO Libraries Suite ist eine Sammlung von gratis Gerätesteuerungssoftware, mit der Geräte automatisch erkannt werden und mit der Geräte über LAN, USB, GPIB, RS-232 und sonstige Schnittstellen gesteuert werden können. Weitere Informationen und einen Downloadlink für die IO Libraries finden Sie unter www.keysight.com/find/iosuite.

LAN-Konfiguration

In den folgenden Abschnitten werden die LAN-Konfigurationsfunktionen der Frontplattenmenüs beschrieben.

DHCP ist in der werkseitigen Standardeinstellung aktiviert, wodurch auch die LAN-Kommunikation bereits aktiviert sein kann. Die Abkürzung DHCP steht für „Dynamic Host Configuration Protocol“, ein Protokoll zur Zuweisung dynamischer IP-Adressen an Geräte eines Netzwerks. Bei der dynamischen Adressierung kann ein Gerät bei jeder Verbindung mit dem Netzwerk über eine andere IP-Adresse verfügen.

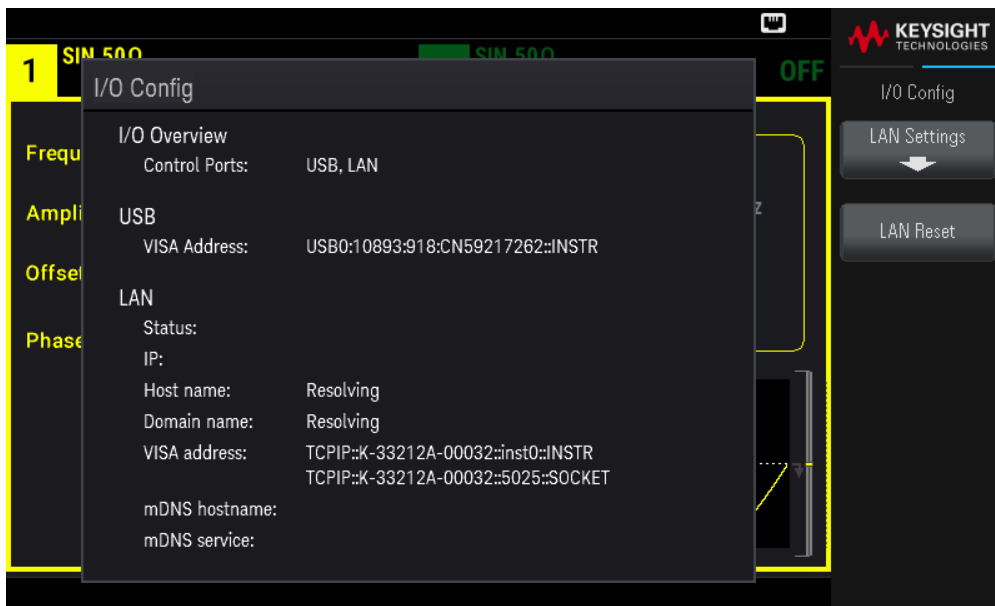
Einige LAN-Einstellungen erfordern zur Aktivierung das Aus- und wieder Einschalten des Geräts. Das Gerät zeigt in diesem Fall eine Meldung an, daher müssen Sie den Bildschirm aufmerksam beobachten, wenn Sie LAN-Einstellungen ändern.

HINWEIS Nach Änderung der LAN-Einstellungen müssen Sie die Änderungen speichern. Drücken Sie auf **Apply**, um die Einstellungen zu speichern. Wenn Sie die Einstellung nicht speichern, werden Sie beim Verlassen des Menüs „I/O Config“ außerdem aufgefordert, **Yes** zu drücken, um die LAN-Einstellung zu speichern, oder **No**, um das Menü ohne Speichern zu verlassen. Durch Drücken auf **Yes** wird das Gerät aus- und wieder eingeschaltet, um die Einstellungen zu aktivieren. LAN-Einstellungen sind permanent und werden durch Ein- und Ausschalten oder *RST nicht geändert. Wenn Sie Ihre Änderungen nicht speichern möchten, drücken Sie auf **No**, um alle Änderungen zu verwerfen.

Anzeige der LAN-Einstellungen

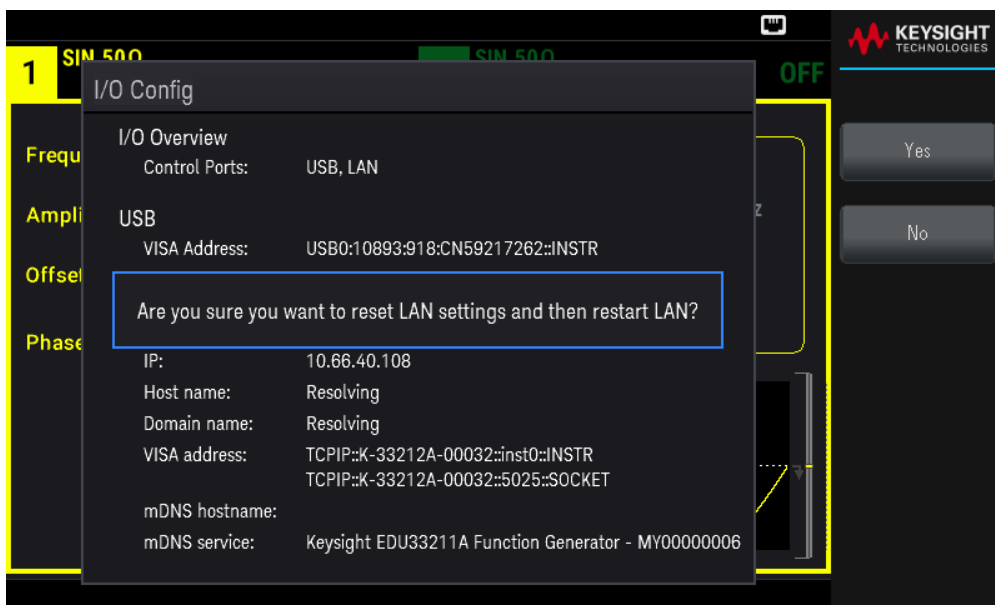
Drücken Sie **[System]** > **I/O Config**, um die LAN-Einstellungen anzuzeigen.

Der LAN-Status kann sich von den Bedienfeld-Konfigurationsmenüereinstellungen unterscheiden – je nach Konfiguration des Netzwerks. Wenn die Einstellungen sich unterscheiden, liegt dies daran, dass das Netzwerk die eigenen Einstellungen automatisch zugeordnet hat.



Drücken Sie **LAN Setting**, um auf das Menü mit den LAN-Einstellungen zuzugreifen. Weitere Informationen finden Sie unter **Ändern der LAN-Einstellungen**.

Drücken Sie **LAN Reset**, um die LAN-Einstellungen auf die Standardwerte zurückzusetzen.

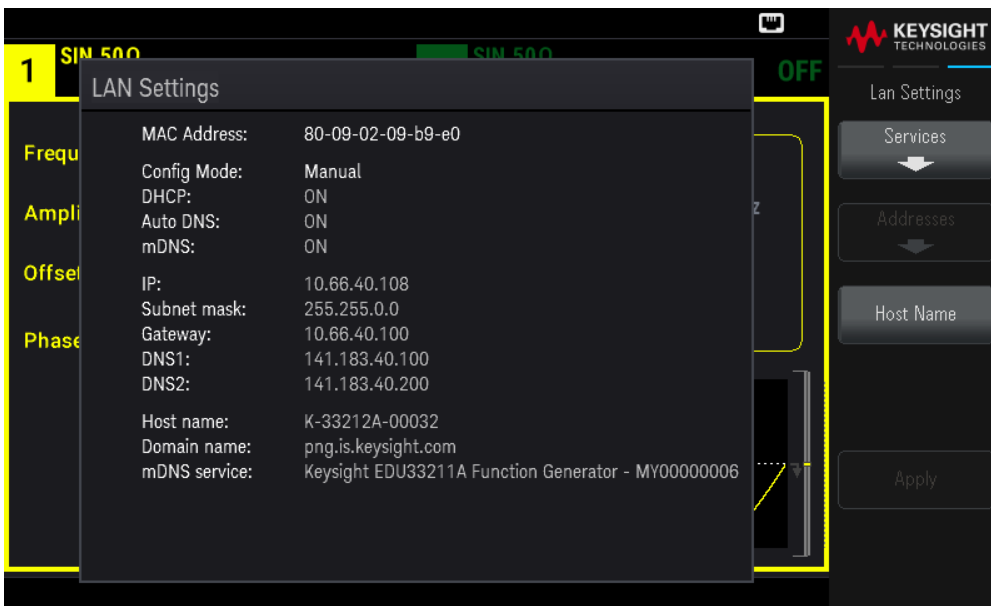


Ändern der LAN-Einstellungen

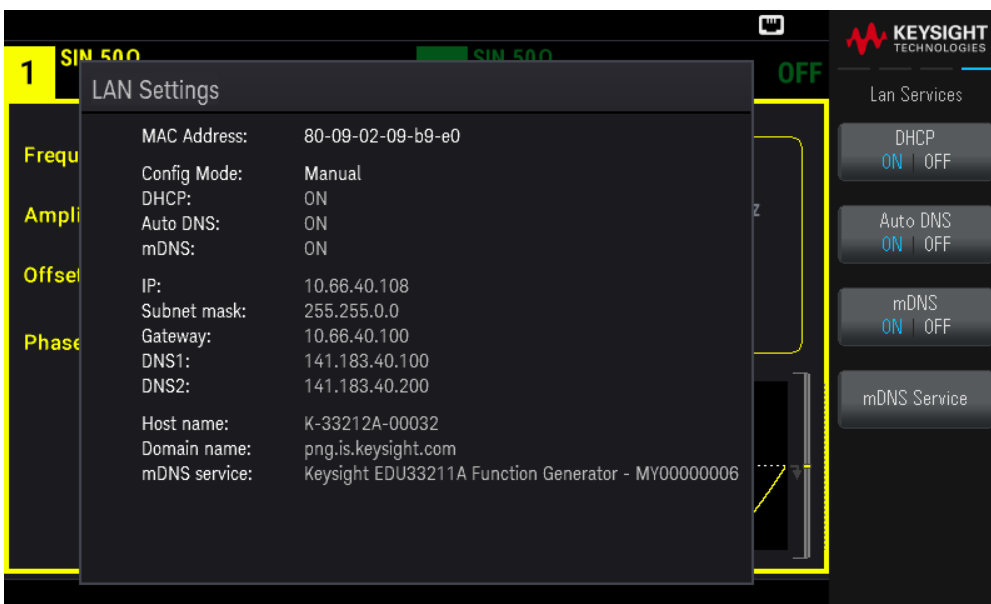
Die werkseitig vorkonfigurierten Einstellungen des Geräts können für die meisten LAN-Umgebungen übernommen werden. Informationen zu den werkseitigen LAN-Standardeinstellungen sind im Abschnitt „Permanente Einstellungen“ im *Programmierhandbuch* zu finden.

1. Zugriff auf das Menü für LAN-Einstellungen.

Drücken Sie den Softkey **LAN Settings**.



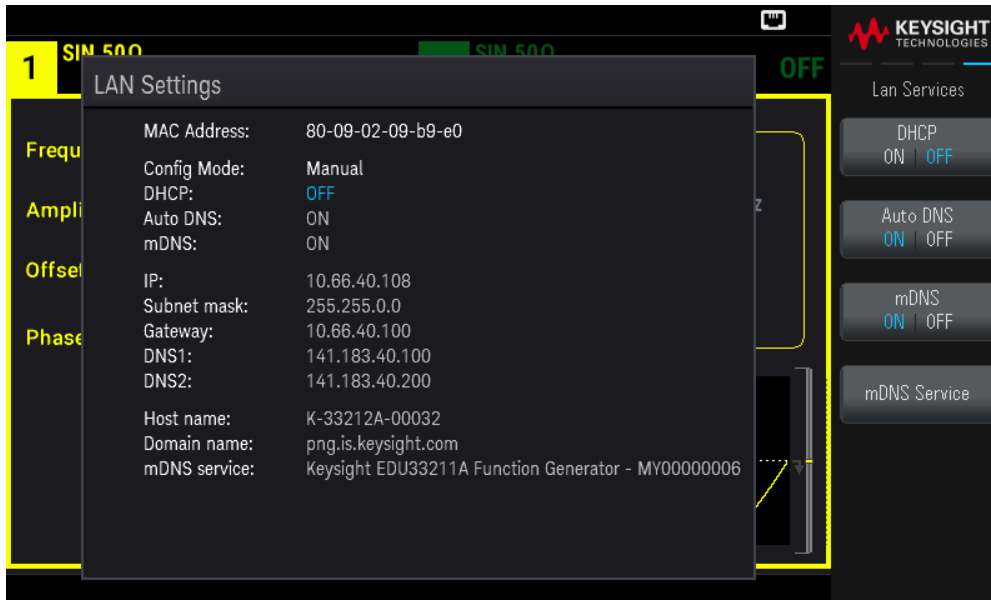
Wählen Sie **Services**, um die verschiedenen LAN-Dienste ein- oder auszuschalten.



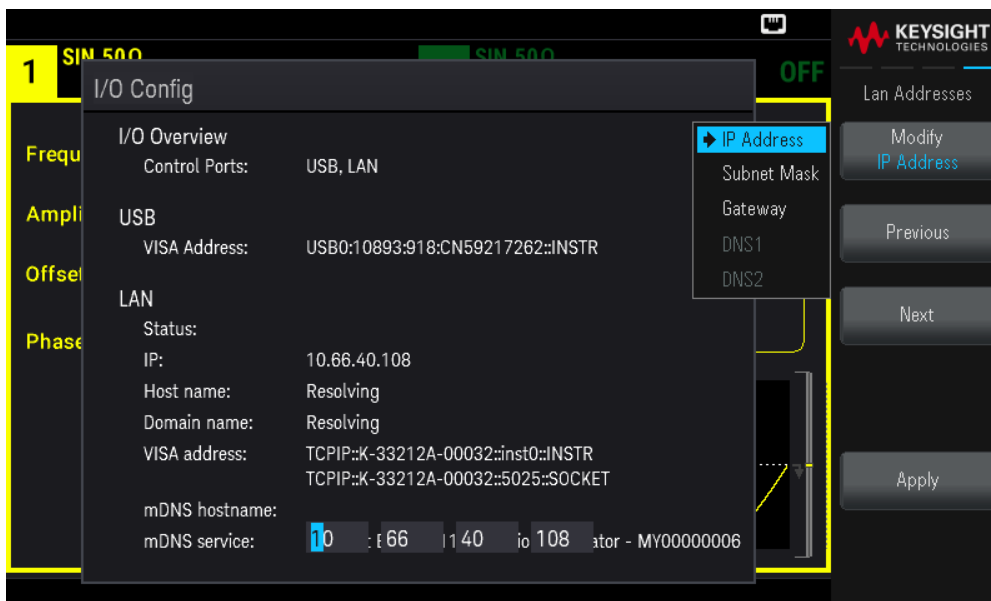
Ist DHCP aktiviert, erstellt das DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) automatisch eine IP-Adresse, wenn Sie das Gerät an das Netzwerk anschließen, vorausgesetzt, der DHCP-Server wird gefunden und ist dazu fähig. DHCP richtet, falls erforderlich, auch automatisch die Subnetzmaske und die Gateway-Adresse ein. Dies ist im Allgemeinen der einfachste Weg, eine LAN-Kommunikation für Ihr Gerät einzurichten. Sie müssen lediglich DHCP eingeschaltet lassen. Einzelheiten erfahren Sie von Ihrem LAN-Administrator.

2. Einrichten eines Internet-Protokolls („IP Setup“).

Wenn Sie kein DHCP verwenden (mit dem Softkey **Service** kann das **DHCP** auf **OFF** gestellt werden), müssen Sie zuerst einen IP-Setup, einschließlich einer IP-Adresse, durchführen und möglicherweise zusätzlich eine Subnetzmaske und eine Gateway-Adresse einrichten.



Drücken Sie **[Back]** > **Addresses** > **Modify**, um IP Adresse, Subnetzmaske und Gateway-Adresse zu konfigurieren.



Wenden Sie sich an Ihren Netzwerkadministrator, um Informationen über die IP-Adresse, Subnetzmaske und das zu verwendende Gateway zu erhalten.

IP-Adresse: Alle IP-Adressen haben die Punktnotationsform „nnn.nnn.nnn.nnn.“, wobei „nnn“ jeweils ein Bytewert im Bereich von 0 bis 255 ist. Sie können eine neue IP-Adresse über die Zifferntastatur eingeben (nicht über den

Drehknopf). Geben Sie die Zahlen über die Tastatur und die Cursortasten ein. Drücken Sie **Previous** oder **Next**, um den Cursor in das nächste oder vorhergehende Feld zu bewegen. **Geben Sie keine führenden Nullen ein.**

Subnetzmaske: Durch die Unterteilung in Subnetze kann ein LAN-Administrator ein Netzwerk in kleinere Einheiten aufteilen, was die Verwaltung vereinfacht und den Netzwerkverkehr reduziert. Die Subnetzmaske gibt an, welcher Teil der Host-Adresse zur Kennzeichnung des Subnetzes dient. Geben Sie die Zahlen über die Tastatur und die Cursortasten ein. Drücken Sie **Previous** oder **Next**, um den Cursor in das nächste oder vorhergehende Feld zu bewegen.

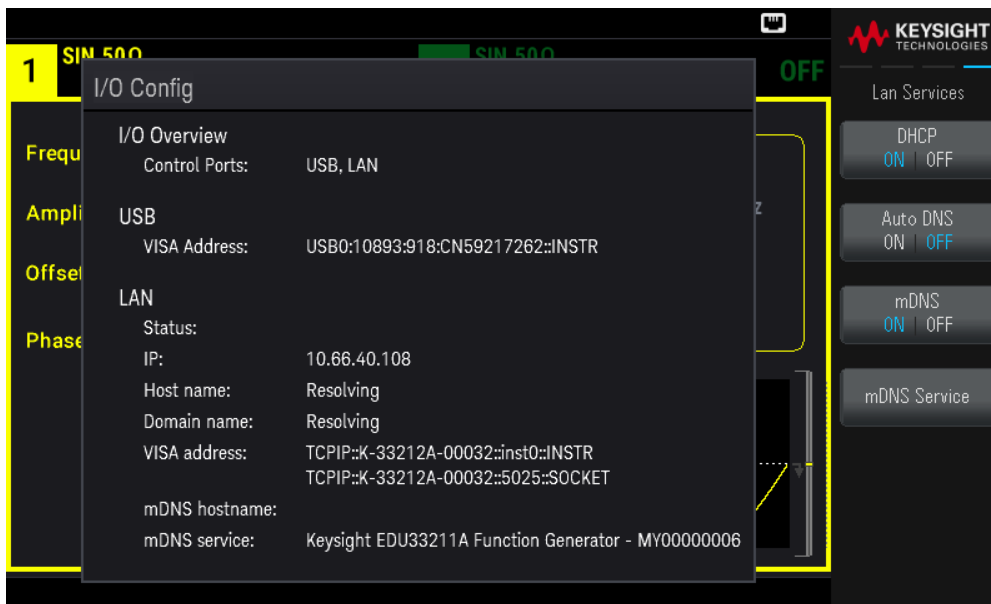
Gateway: Ein Gateway ist ein Netzwerkgerät, das die Verbindungen zwischen verschiedenen Netzwerken herstellt. Die Standardeinstellung des Gateway ist die IP-Adresse des Geräts. Geben Sie die Zahlen über die Tastatur und die Cursortasten ein. Drücken Sie **Previous** oder **Next**, um den Cursor in das nächste oder vorhergehende Feld zu bewegen.

Drücken Sie auf **Apply**, um Ihre Änderungen zu speichern.

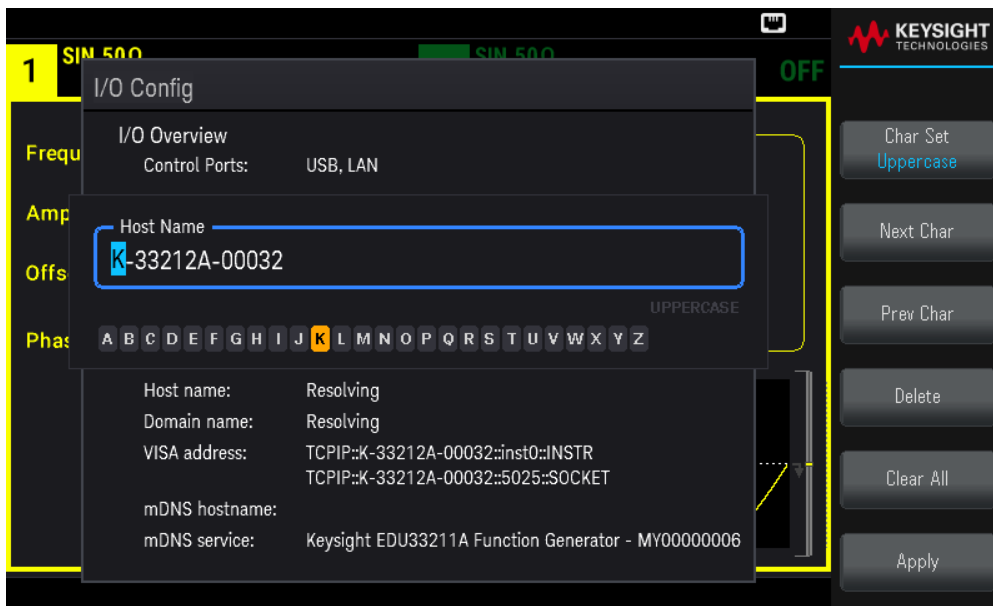
3. Konfigurieren des „DNS Setup“ (optional)

DNS (Domain Name Service) ist ein Internet-Dienst, der die Namen von Domains in IP-Adressen übersetzt. Fragen Sie Ihren Netzwerkadministrator, ob ein DNS in Verwendung ist und falls ja, welcher Name für den Host und für die Domain und welche Adresse für den DNS-Server verwendet werden sollen.

Normalerweise erkennt DHCP die DNS-Adressinformation. Sie müssen dies nur ändern wenn DHCP nicht verwendet wird oder nicht funktionsbereit ist. Um die Adressierung des Geräts manuell zu konfigurieren, verwenden Sie den Softkey **Services** und stellen Sie **Auto DNS** auf **OFF**.



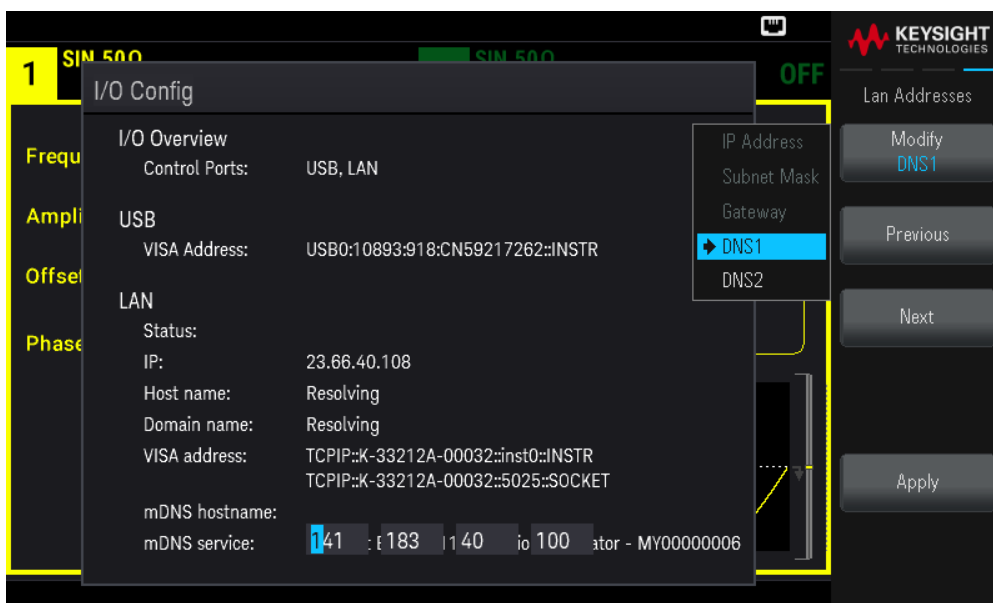
a. Einrichten des Hostnamens. Drücken Sie **[Back]** > **Host Name** und geben Sie den Hostnamen ein. Beim Hostnamen handelt es sich um den Host-Anteil des Domain-Namens, der anschließend in eine IP-Adresse übersetzt wird. Der Hostname wird als String über die vorgesehenen Softkeys eingegeben. Der Hostname kann Buchstaben, Ziffern und Bindestriche („-“) enthalten.



Das Gerät wird mit einem Standard-Hostnamen in folgendem Format versandt: K-{Modellnummer}-{Seriennummer}, wobei {Modellnummer} der 6-stelligen Modellnummer (z. B. 33212A) und {Seriennummer} den letzten fünf Ziffern der Seriennummer des Geräts entspricht (z. B. 45678, wenn die Seriennummer MY12345678 lautet).

b. Einrichten der DNS-Serveradressen. Drücken Sie **[Back]**. Drücken Sie **Addresses > Modify**, um die DNS-Serveradressen zu konfigurieren.

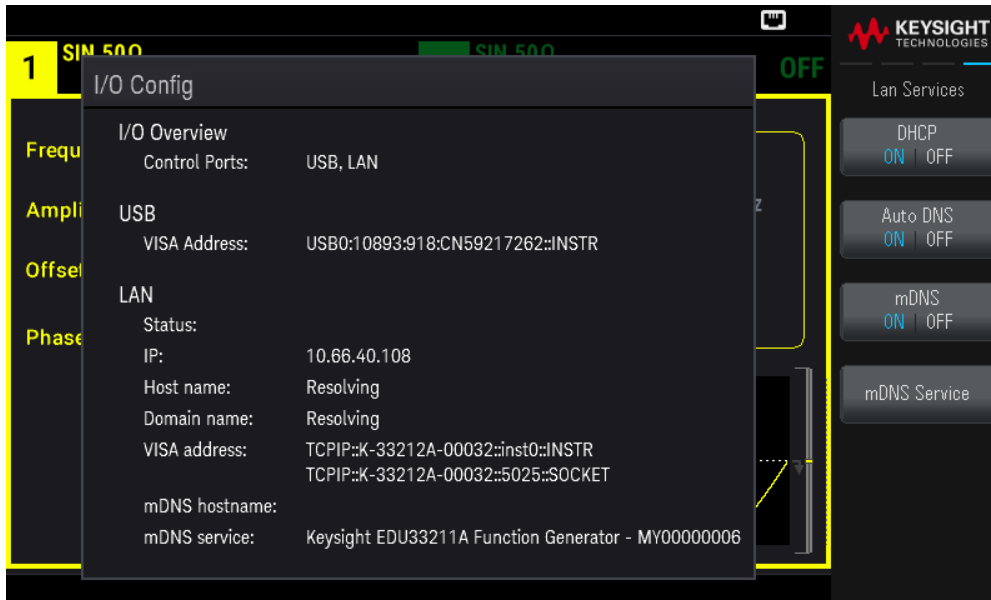
Gehen Sie in das primäre DNS (**DNS1**) und das sekundäre DNS (**DNS2**). Geben Sie die Zahlen über die Tastatur und die Cursortasten ein. Drücken Sie **Previous** oder **Next**, um den Cursor in das nächste oder vorhergehende Feld zu bewegen. Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrem Netzwerkadministrator.



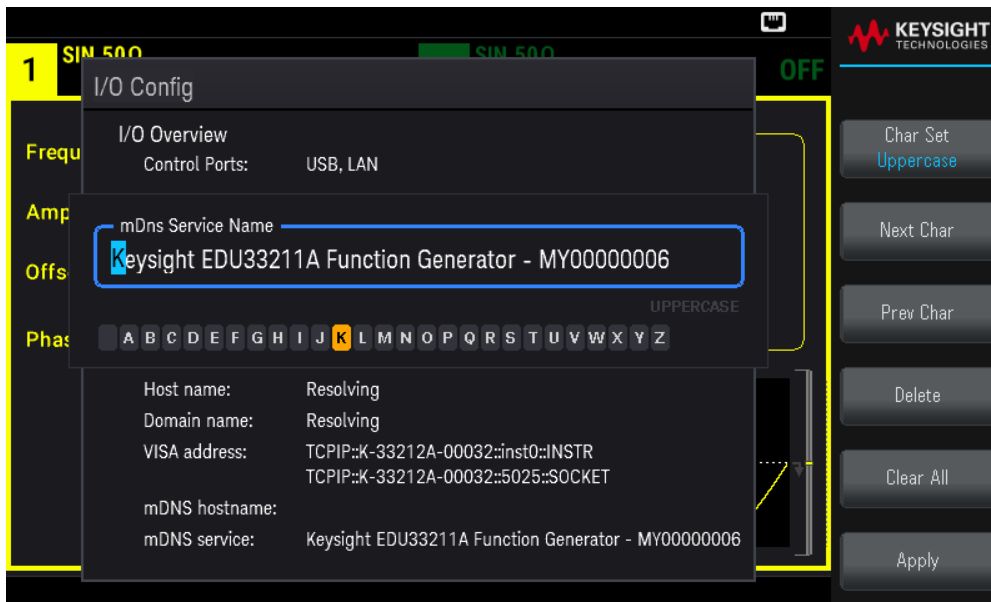
4. Konfigurieren des mDNS-Service (optional).

Werkseitig wird Ihrem Gerät ein eindeutiger mDNS-Dienstname zugeordnet, den Sie jedoch ändern können. Der mDNS-Dienstname muss im LAN einmalig sein.

Um den Dienstnamen des Geräts manuell zu konfigurieren, verwenden Sie den Softkey **Services** und stellen Sie **Auto DNS** auf **ON**.



Drücken Sie **mDNS Service**.



Verwenden Sie die angezeigten Softkeys, um einen gewünschten Dienstnamen einzugeben. Der Name muss mit einem Buchstaben beginnen; weitere Zeichen können Groß- und Kleinbuchstaben, numerische Ziffern oder Bindestriche („-“) sein. Drücken Sie auf **Apply**, um Ihre Änderungen zu speichern.

SCPI-Socket-Dienste

Dieses Gerät ermöglicht jede Kombination von bis zu zwei gleichzeitigen Datensocket-, Steuerungssocket- und Telnetverbindungen.

Bei Keysight Geräten wird für die SCPI-Socket-Dienste standardmäßig Port 5025 verwendet. Verwenden Sie bei diesem Port einen Datensocket, um ASCII/SCPI-Befehle, Abfragebefehle und -antworten zu senden und zu erhalten. Für die zu parsende Meldung muss bei allen Befehlen jede Zeile durch einen Zeilenvorschub abgeschlossen werden. Bei allen Abfrageantworten wird ebenfalls jede Zeile durch einen Zeilenvorschub abgeschlossen.

Die Socket-Programmierungsschnittstelle ermöglicht ebenfalls eine Verbindung mit dem Steuerungssocket. Mit dem Steuerungssocket kann der Kunde die Kommunikationsschnittstelle zurücksetzen und Serviceabfragen empfangen. Im Gegensatz zum Datensocket, das eine festgelegte Portnummer verwendet, variiert die Portnummer für das Steuerungssocket, die durch das Senden des folgenden SCPI-Abfragebefehls an den Datensocket bezogen werden muss: `SYSTem:COMMunicate:TCPIp:CONTRol?`

Nachdem die Portnummer bezogen wurde, kann eine Verbindung zum Steuerungssocket geöffnet werden. Wie beim Datensocket muss bei allen Befehlen für das Steuerungssocket jede Zeile durch einen Zeilenvorschub abgeschlossen werden. Bei allen Abfrageantworten, die an das Steuerungssocket zurückgeschickt werden, wird jede Zeile durch einen Zeilenvorschub abgeschlossen.

Um die Kommunikationsschnittstelle zurückzusetzen, schicken Sie den String „DCL“ an das Steuerungssocket. Wenn die Stromversorgung die Kommunikationsschnittstelle zurückgesetzt hat, schickt sie den String „DCL“ an das Steuerungssocket zurück.

Die Serviceabfragen für Steuerungssockets werden im Register Service Request Enable aktiviert. Sobald die Serviceabfragen aktiviert sind, erfasst das Client-Programm die Steuerungsverbindung. Wenn die Serviceabfrage das Ergebnis TRUE anzeigt, sendet das Gerät den String „SRQ +nn“ an den Client. Der Statusbytewert „nn“ kann vom Client für die Festlegung der Quelle der Dienstabfrage verwendet werden.

Weitere Informationen zu IP-Adressen und zur Punktnotation

Adressen in Punktnotation („nnn.nnn.nnn.nnn“, wobei „nnn“ einem Byte-Wert von 0 bis 255 entspricht) müssen sorgfältig angegeben werden, da die meisten PC-Web-Softwareprogramme Byte-Werte mit führenden Nullen als Zahlen im Oktalformat (mit Basis 8) interpretieren. So entspricht z. B. "192.168.020.011" tatsächlich dem Dezimalwert „192.168.16.9“, da „020“ als „16“ im Oktalformat interpretiert wird, und „011“ als „9“. Um Missverständnisse auszuschließen, empfiehlt es sich, ausschließlich Dezimalwerte (von 0 bis 255) ohne führende Nullen zu verwenden.

3 Bedienung des Frontplattenmenüs

Lastwiderstand wählen

Gerät zurücksetzen

Ausgabe eines modulierten Signals

Ausgabe eines FSK-Signals

Ausgabe eines PWM-Signals

Ausgabe einer Frequenzwobbelung

Ausgabe eines Burst-Signals

Auslösen einer Wobbelung oder eines Burst

Speichern oder Abfragen des Gerätezustands

Menüreferenz des Bedienfelds

In diesem Abschnitt erhalten Sie eine Einführung zu den Tasten und Menüs der Frontplatte. Siehe **Merkmale und Funktionen** für weitere Informationen zur manuellen Bedienung.

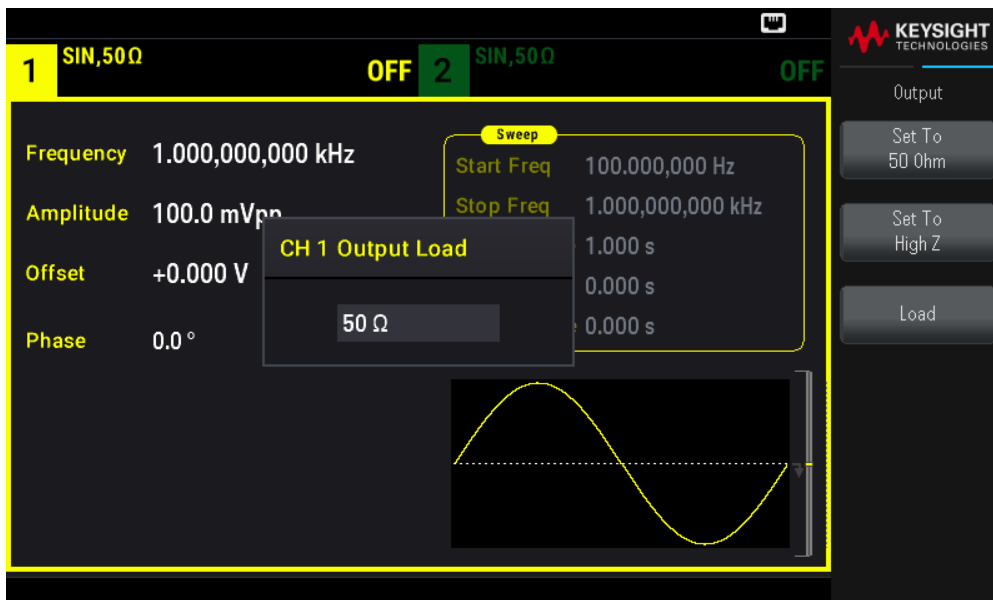
Lastwiderstand wählen

Das Gerät verfügt über eine unveränderliche Ausgangsimpedanz von $50\ \Omega$ für die Kanalschlüsse an der Frontplatte. Falls die tatsächliche Lastimpedanz vom angegebenen Wert abweicht, werden falsche Amplituden- und Offsetwerte angezeigt. Der Lastimpedanzwert dient lediglich zur Überprüfung, dass die angezeigten Spannungswerte der erwarteten Last entsprechen.

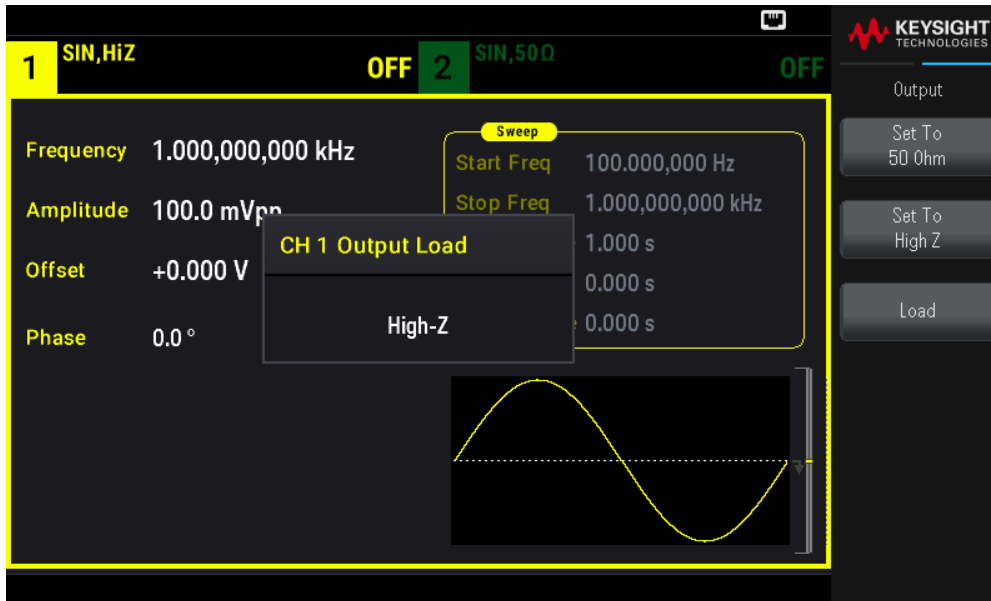
1. Drücken Sie eine Kanal-[Setup]-Taste, um den Bildschirm zur Kanalkonfiguration zu öffnen. Beachten Sie, dass die aktuellen Lastwiderstandswerte (in diesem Fall zweimal $50\ \Omega$) in den Registerkarten oben im Bildschirm angezeigt werden.



2. Geben Sie zunächst den Lastwiderstand an, indem Sie **Output** drücken.

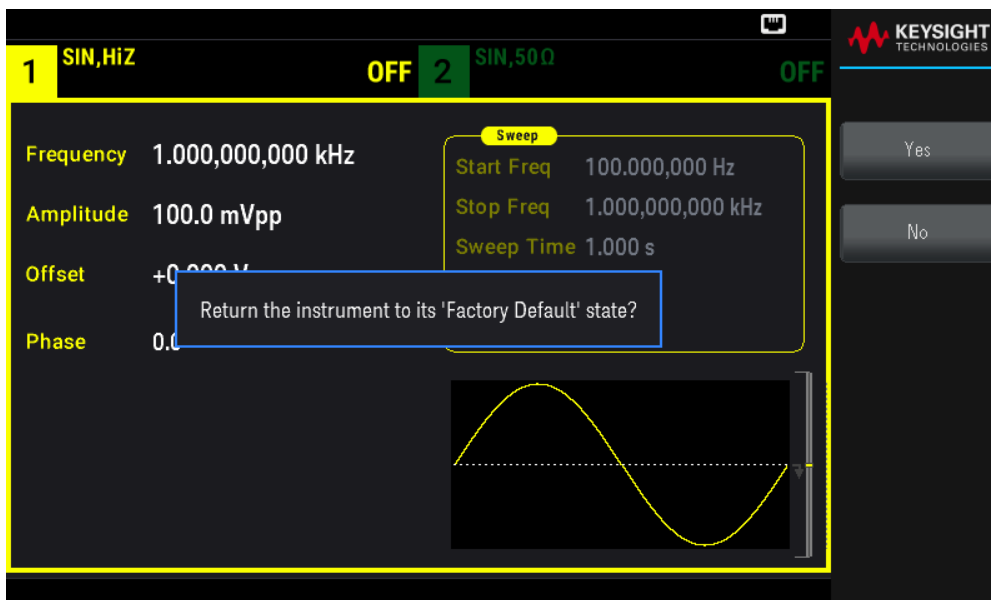


3. Wählen Sie den gewünschten Lastwiderstand mit dem Drehknopf oder der Zifferntastatur, um die gewünschte Lastimpedanz auszuwählen, oder drücken Sie **Set to 50 Ω** oder **Set to High Z**. Sie können auch einen bestimmten Wert einstellen, indem Sie **Load** drücken.



Gerät zurücksetzen

Um das Gerät auf die Werkseinstellung zurückzusetzen, drücken Sie [System] > Store/Recall > Set to Defaults > Yes. Siehe „Factory Reset State“ im *Programmierleitfaden für die Geräte der EDU33210-Serie*.



Ausgabe eines modulierten Signals

Ein modulierte Signal besteht aus einem Trägersignal und einem Modulationssignal. In der Amplitudenmodulation (AM) wird die Trägeramplitude durch das Modulationssignal verändert. In diesem Beispiel wird ein AM-Signal mit

einem Modulationsgrad von 80 % ausgegeben. Das Trägersignal ist ein Sinussignal mit einer Frequenz von 5 kHz und das Modulationssignal ein Sinussignal mit einer Frequenz von 200 Hz.

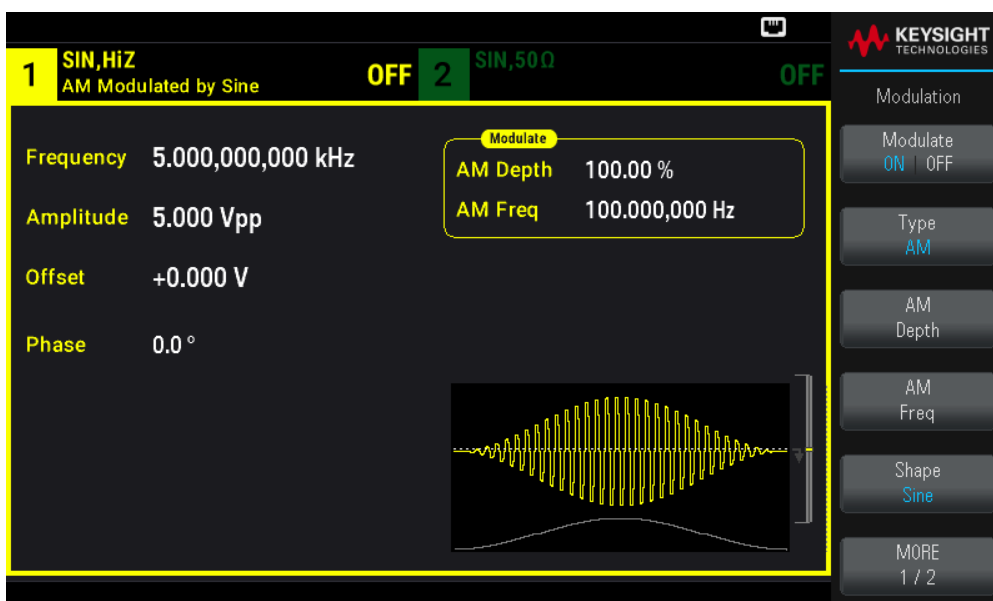
1. Wählen Sie Signalform, Frequenz und Trägeramplitude.

Drücken Sie **[Waveform]** > **Sine**. Drücken Sie die Softkeys **Frequency**, **Amplitude** und **Offset**, um das Trägersignal zu konfigurieren. Wählen Sie in diesem Beispiel ein 5 kHz Sinussignal mit einer Amplitude von 5 Vpp und einem Offset von 0 V. Beachten Sie, dass Sie die Amplitude in **Vpp**, **Vrms** oder **dBm** angeben können.

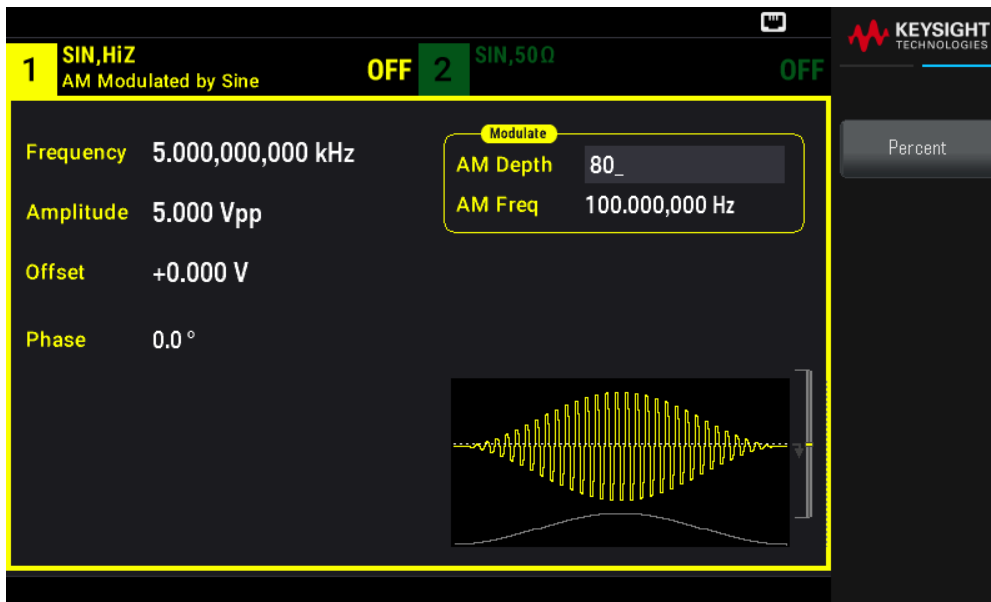


2. Wählen Sie AM.

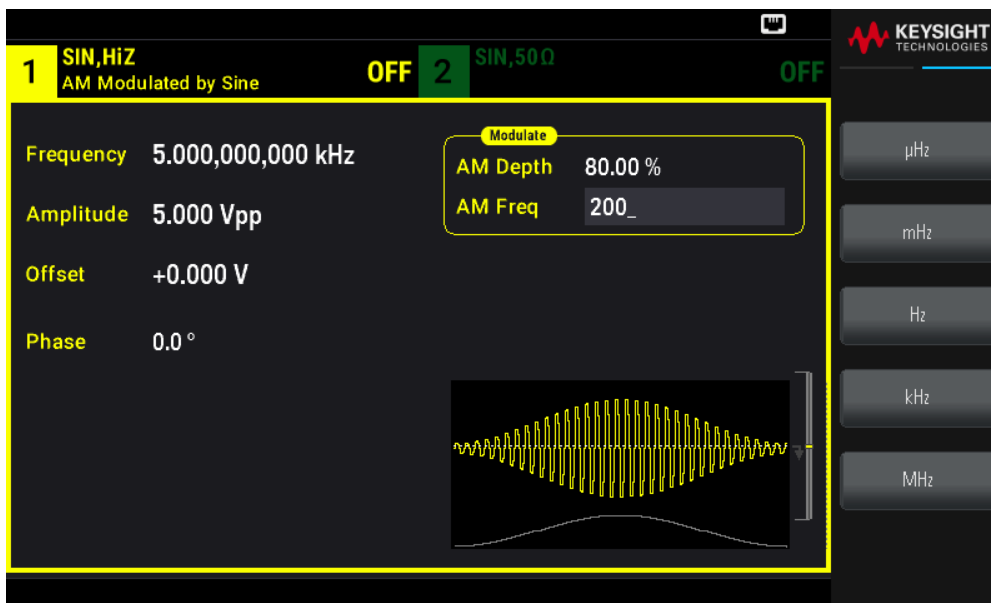
Drücken Sie **[Modulate]** und wählen Sie dann **AM** mit dem Softkey **Type** aus. Drücken Sie dann **Modulate**, um die Modulation zu starten.



3. Wählen Sie den Modulationsgrad. Drücken Sie den Softkey **AM Depth** und stellen Sie den Wert dann mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen auf 80 % ein.



4. Wählen Sie die Modulationssignalform. Drücken Sie **Shape**, um die Form des Modulationssignals zu wählen. Wählen Sie in diesem Fall die Signalform **Sine**.
5. Drücken Sie **AM Freq**. Stellen Sie den Wert mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen auf 200 Hz. Drücken Sie **Hz** zur weiteren Eingabe der Zahl, wenn Sie die Zifferntastatur verwenden.



Ausgabe eines FSK-Signals

Mit der FSK-Modulation können Sie das Gerät so konfigurieren, dass die Ausgangsfrequenz zwischen zwei voreingestellten Werten (als „Trägerfrequenz“ und „Hop“-Frequenz bezeichnet) „wechselt“. Die Geschwindigkeit, mit der der Ausgang zwischen diesen beiden Frequenzen wechselt, wird durch den internen Wiederholratengenerator

oder durch den Signalpegel am rückseitigen **Ext Trig**-Anschluss bestimmt. In diesem Beispiel stellen Sie die „Trägefrequenz“ auf 5 kHz und die „Hop“-Frequenz auf 500 Hz ein, mit einer FSK-Rate von 100 Hz.

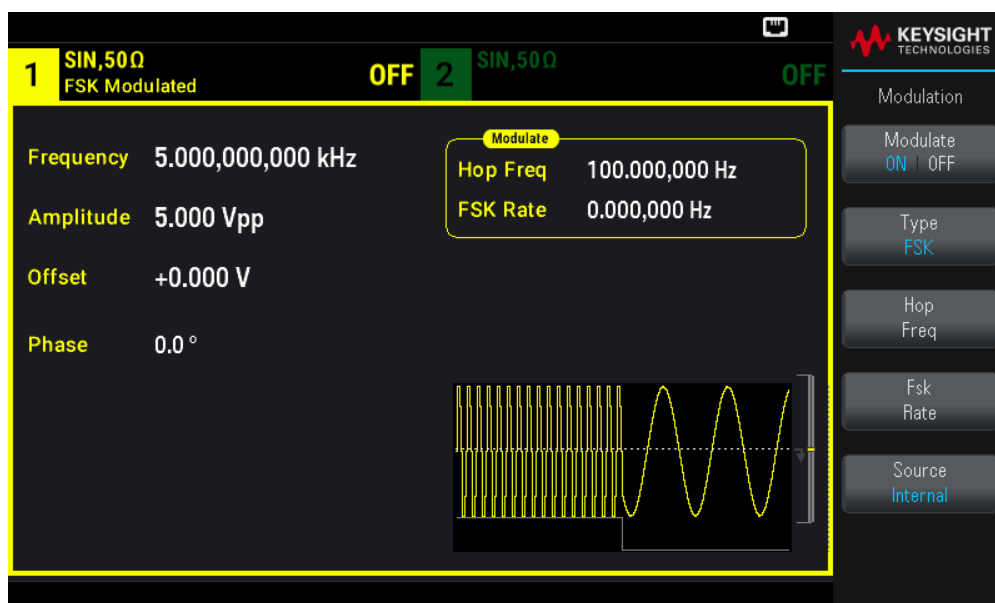
1. Wählen Sie Signalform, Frequenz und Trägeramplitude.

Drücken Sie **[Waveform]** > **Sine**. Drücken Sie die Softkeys **Frequency**, **Amplitude** und **Offset**, um das Trägersignal zu konfigurieren. Wählen Sie in diesem Beispiel ein 5 kHz Sinussignal mit einer Amplitude von 5 Vpp und einem Offset von 0 V.



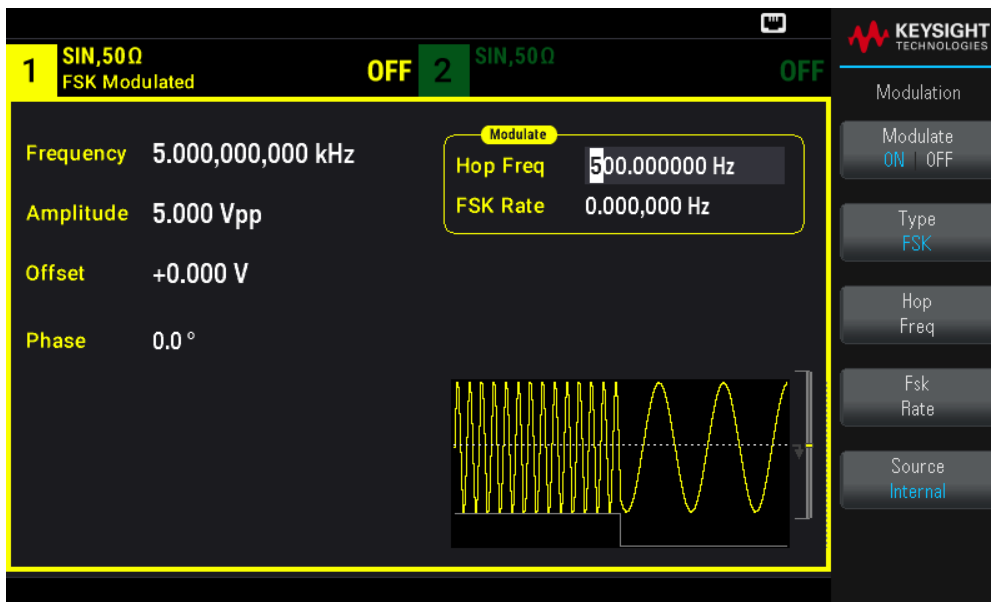
2. Wählen Sie FSK.

Drücken Sie **[Modulate]** und wählen Sie dann **FSK** mit dem Softkey **Type** aus. Drücken Sie dann den Softkey **Modulate**, um die Modulation zu starten.



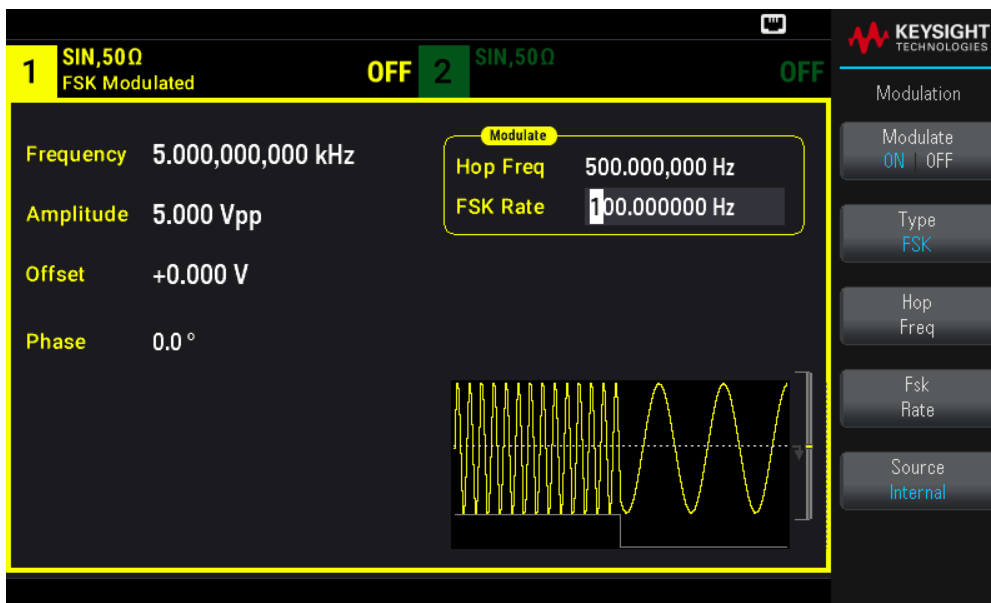
3. Stellen Sie die „Hop“-Frequenz ein.

Drücken Sie den Softkey **Hop Freq** und stellen Sie dann den Wert mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen auf 500 Hz ein. Beenden Sie bei Verwendung der Zifferntastatur die Eingabe durch Drücken von **Hz**.



4. Geben Sie die FSK-„Wechsel“-Rate an.

Drücken Sie den Softkey **FSK Rate** und stellen Sie den Wert dann mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen auf 100 Hz ein.



An dieser Stelle gibt das Gerät ein FSK-Signal aus, wenn die Kanalausgabe aktiviert ist.

Ausgabe eines PWM-Signals

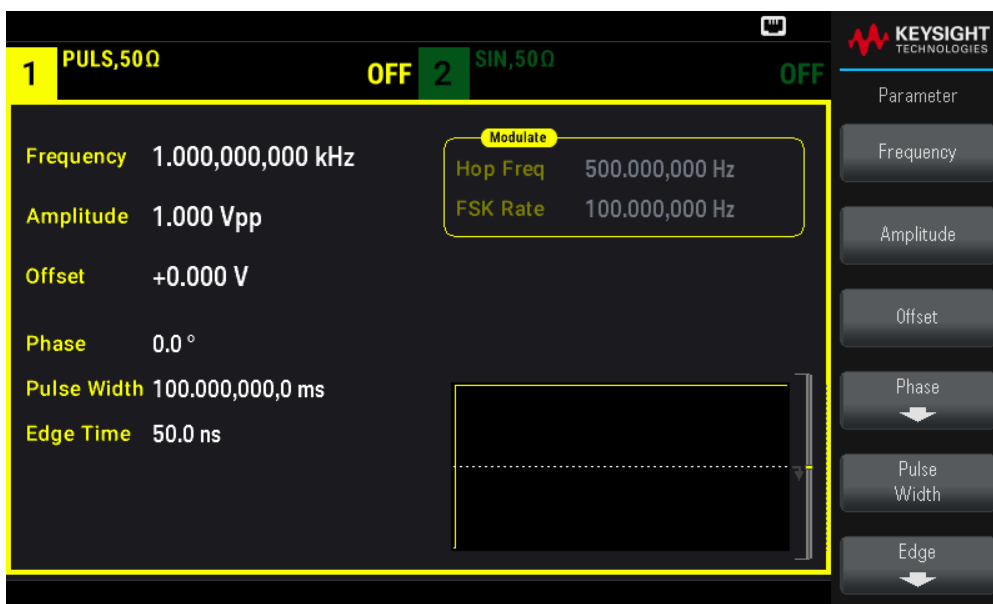
Sie können das Gerät so konfigurieren, dass es ein pulsbreitenmoduliertes (PWM) Signal ausgibt. Die PWM steht nur für das Pulssignal zur Verfügung, und die Pulsbreite ist vom Modulationssignal abhängig. Der Wert der Pulsbreitenschwankung wird als Pulsbreitenabweichung bezeichnet und kann als Prozentsatz der Signalperiode (d. h. des Tastgrades) oder in Zeiteinheiten angegeben werden. Wenn Sie z. B. einen Puls mit einem Tastgrad von 20 % angeben und dann PWM mit einer Abweichung von 5 % aktivieren, schwankt der Tastgrad je nach Modulationssignal zwischen 15 % und 25 %.

Um von Pulsbreite zum Tastgrad eines Pulssignals zu wechseln, drücken Sie **[Units]**.

In diesem Beispiel geben Sie Pulsbreite und Pulsbreitenabweichung für ein Pulssignal von 1 kHz mit einem Sinuswellen-Modulationssignal von 5 Hz an.

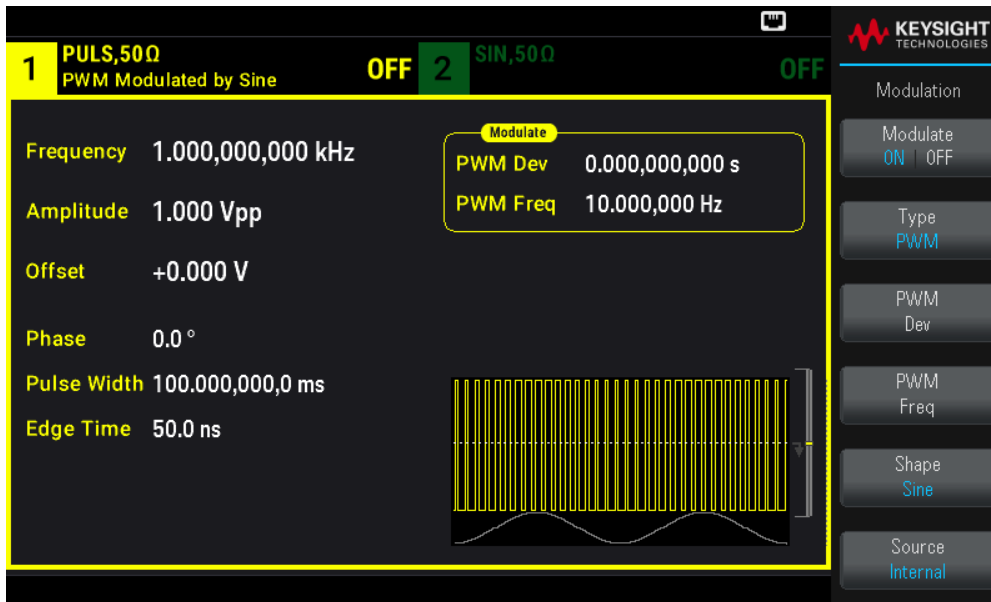
1. Wählen Sie die Parameter des Trägersignals.

Drücken Sie **[Waveform]** > **Pulse**. Verwenden Sie die Softkeys **Frequency**, **Amplitude**, **Offset**, **Pulse Width** und **Edge Times**, um das Trägersignal zu konfigurieren. In diesem Beispiel wählen Sie ein Pulssignal von 1 kHz mit der Amplitude 1 Vpp, dem Offsetwert Null, eine Pulsbreite von 100 ms, und eine Flankenzeit von 50 ns (Anstiegs- und Abfallflanke).



2. Wählen Sie PWM.

Drücken Sie **[Modulate]** > **Type PWM**. Drücken Sie dann den Softkey **Modulate**, um die Modulation zu starten.



3. Pulsbreitenabweichung einstellen.

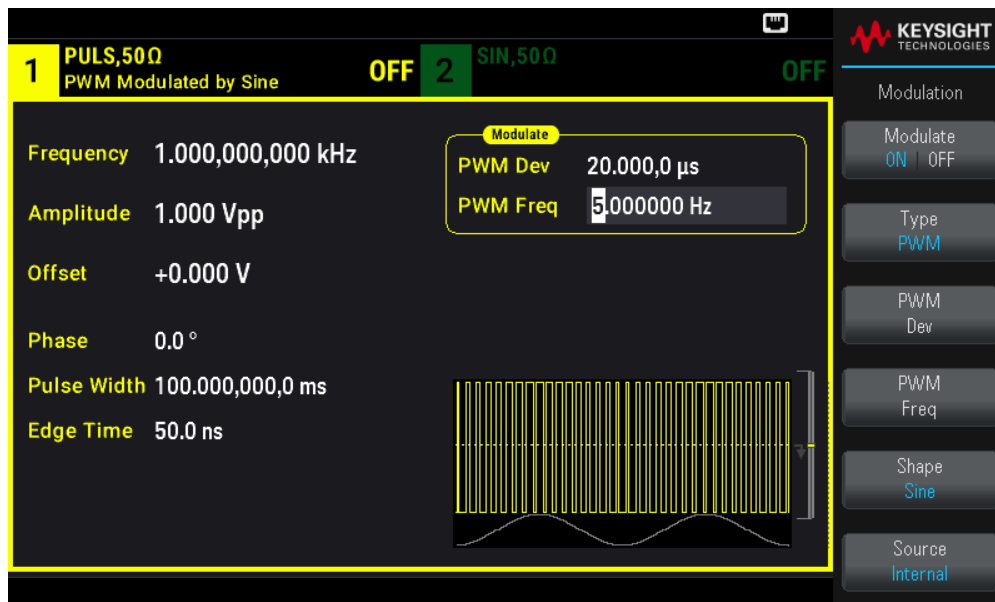
Drücken Sie den Softkey **PWM Dev** und stellen Sie den Wert dann mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen auf 20 μ s ein.

4. Wählen Sie die Modulationsfrequenz.

Drücken Sie den Softkey **PWM Freq** und stellen Sie den Wert dann mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen auf 5 Hz ein.

5. Wählen Sie die Modulationssignalform.

Drücken Sie **Shape**, um die Form des Modulationssignals zu wählen. Wählen Sie in diesem Fall die Signalform „Sinus“.



Um das aktuelle PWM-Signal anzuzeigen, müssen Sie es an ein Oszilloskop ausgeben. Dabei sehen Sie, wie die Pulsbreite variiert (in diesem Fall zwischen 80 und 120 μ s). Bei einer Modulationsfrequenz von 5 Hz ist die Abweichung gut erkennbar.

Ausgabe einer Frequenzwobbelung

Bei der Frequenzwobbelung bewegt sich das Gerät mit der von Ihnen angegebenen Wobbelrate von der Start- bis zur Stopp-Frequenz. Sie können Aufwärts- oder Abwärts-Wobbelung in linearen oder logarithmischen Abständen oder mithilfe einer Frequenzliste wählen. In diesem Beispiel geben Sie eine gewobbelte Sinuswelle zwischen 50 Hz und 5 kHz aus.

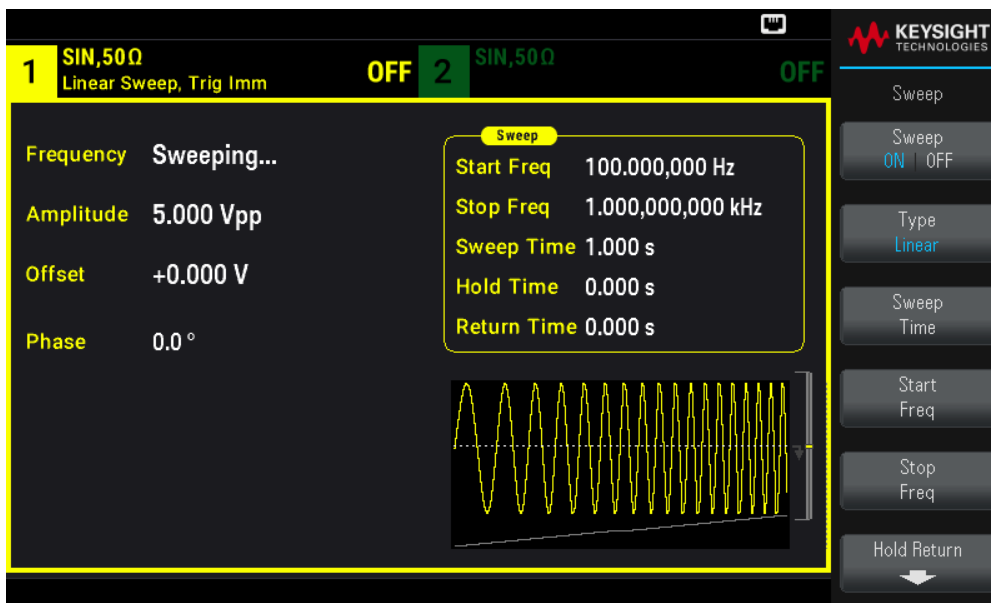
1. Drücken Sie Funktion und Amplitude für die Wobbelung.

Für Wobbelungen können Sie Sinus-, Rechteck-, Rampen-, Puls-, Dreiecks-, PRBS-Signale oder Arbiträrsignale auswählen (Rauschen und DC sind nicht zulässig). Wählen Sie in diesem Beispiel die Signalform Sinus und eine Amplitude von 5 Vpp.



2. Wählen Sie die Betriebsart Wobbelung.

Drücken Sie **[Sweep]** und überprüfen Sie, dass der Wobbelmodus „**Linear**“ aktuell auf dem zweiten Softkey ausgewählt ist. Drücken Sie den Softkey **Sweep**, um die Wobbelung auf **ON** zu schalten. Beachten Sie die Statusmeldung **Linear Sweep** oben in der Registerkarte für den aktuellen Kanal. Die Taste leuchtet ebenfalls.

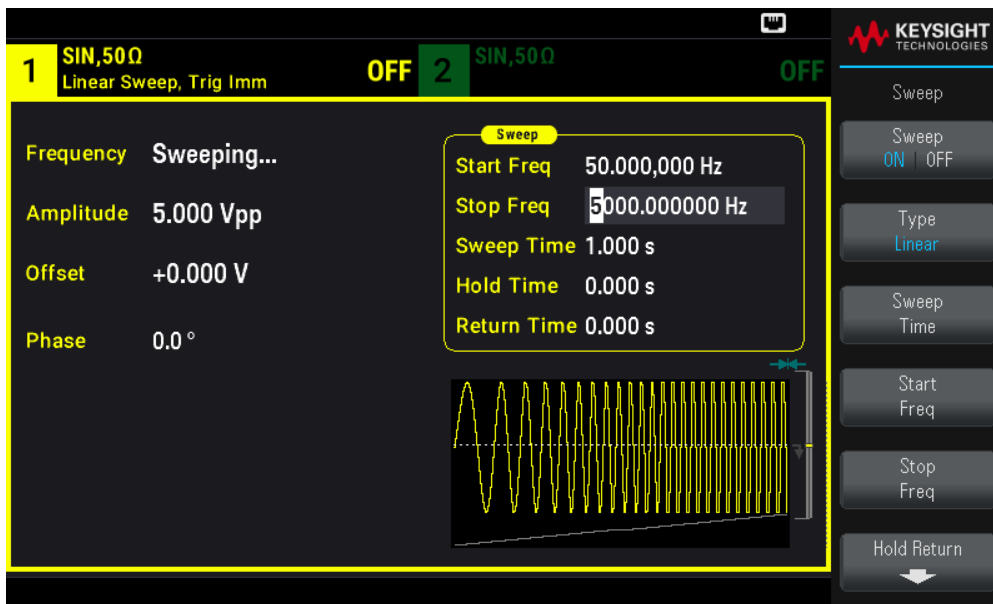


3. Stellen Sie die Start-Frequenz ein.

Drücken Sie **Start Freq** und stellen Sie dann den Wert mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen auf 50 Hz ein.

4. Stellen Sie die Stopp-Frequenz ein.

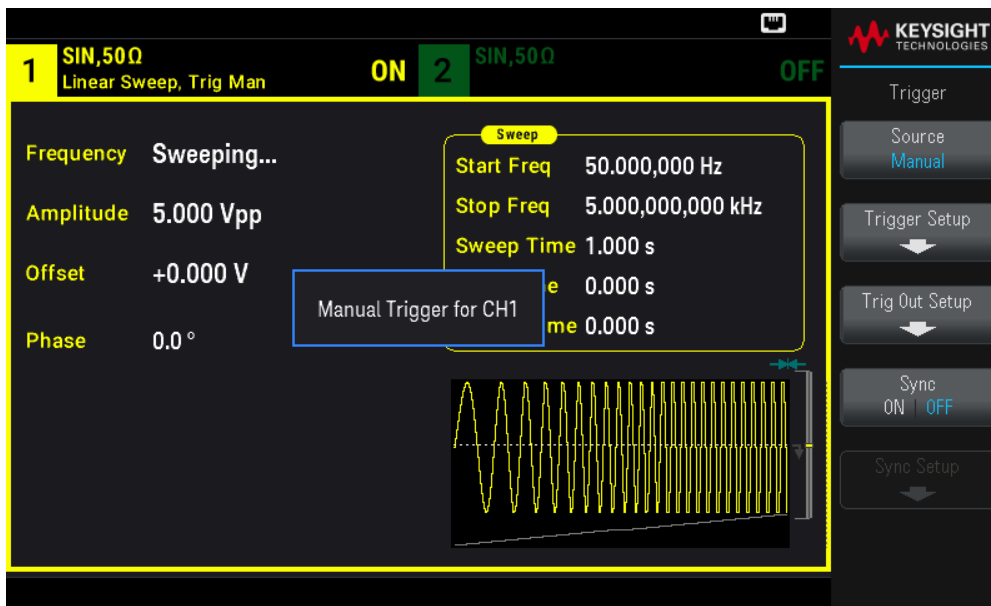
Drücken Sie **Stop Freq** und stellen Sie dann den Wert mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen auf 5 kHz.



Nun gibt das Gerät eine kontinuierliche Folge von Wobbelzyklen zwischen 50 Hz und 5 kHz aus, wenn die Ausgabe aktiviert ist.

Sie können auch die Frequenzgrenzen für die Wobbelung einstellen (mit Mittenfrequenz und Frequenzspanne). Diese Parameter stehen in direktem Zusammenhang mit den Start- und Stopp-Frequenzen (siehe oben) und bieten mehr Flexibilität. Um dieselben Ergebnisse zu erreichen, stellen Sie die Mittenfrequenz auf 2,525 kHz und die Frequenzspanne auf 4,950 kHz ein.

Um eine Frequenzwobbelung zu generieren, drücken Sie **[Trigger]** > **Source Manual**, um den Trigger in den manuellen Modus zu versetzen. Drücken Sie **[Trigger]**, um einen Trigger zu senden. Weitere Informationen finden Sie unter **Auslösen einer Wobbelung oder eines Burst**.

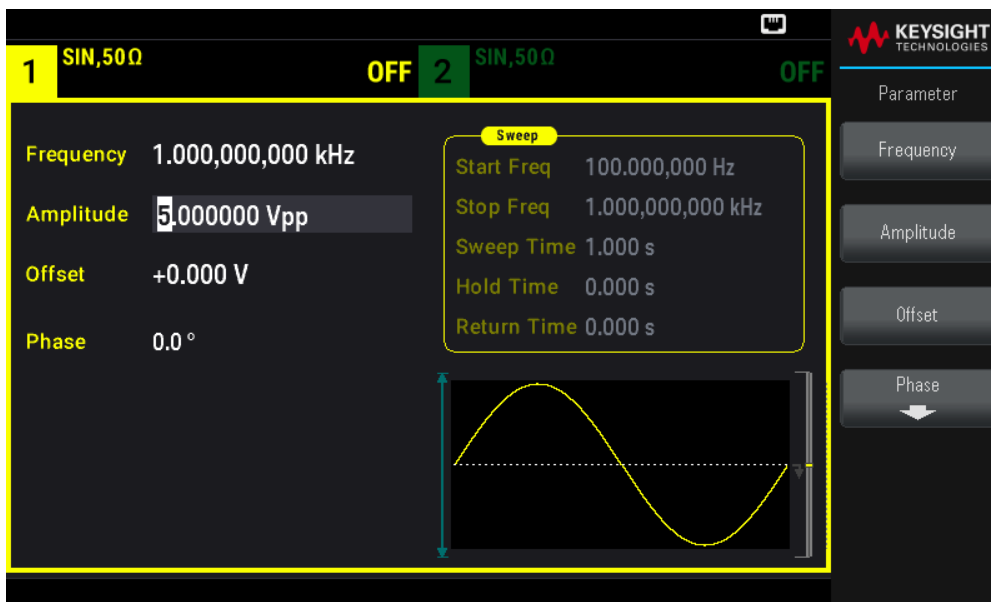


Ausgabe eines Burst-Signals

Sie können das Gerät so konfigurieren, dass es einen Burst, d. h. ein Signal für eine bestimmte Anzahl von Zyklen ausgibt. Sie können die zeitlichen Abstände zwischen Bursts mit dem internen Timer des Geräts oder der Signalestufe des **Ext Trig** Anschlusses an der Frontplatte prüfen. In diesem Beispiel wird ein Sinus-Burst mit einer Länge von drei Zyklen und einer Burst-Periode von 20 ms ausgegeben.

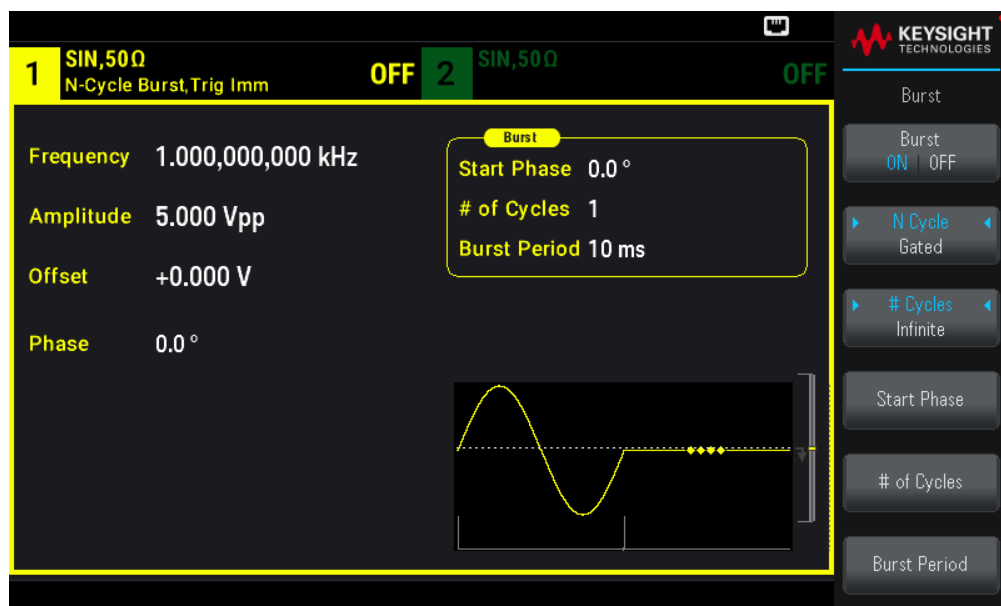
1. Wählen Sie die Signalform und die Amplitude des Burst.

Für Burst-Signale können Sie Sinus-, Rechteck-, Rampen-, Puls-, Arbiträr-, Dreieck- oder PRBS-Signale wählen. Rauschen ist nur im „Gated Burst“-Modus zulässig, DC ist nicht zulässig. Wählen Sie in diesem Beispiel die Signalform Sinus und eine Amplitude von 5 Vpp.



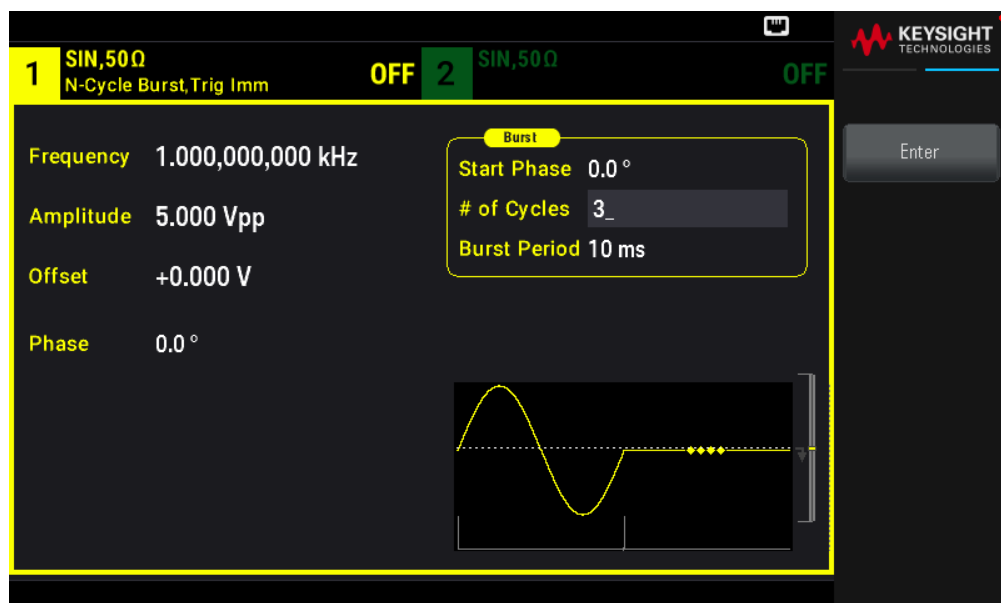
2. Wählen Sie die Burst-Modus.

Drücken Sie [Burst] > Burst **ON** | OFF.



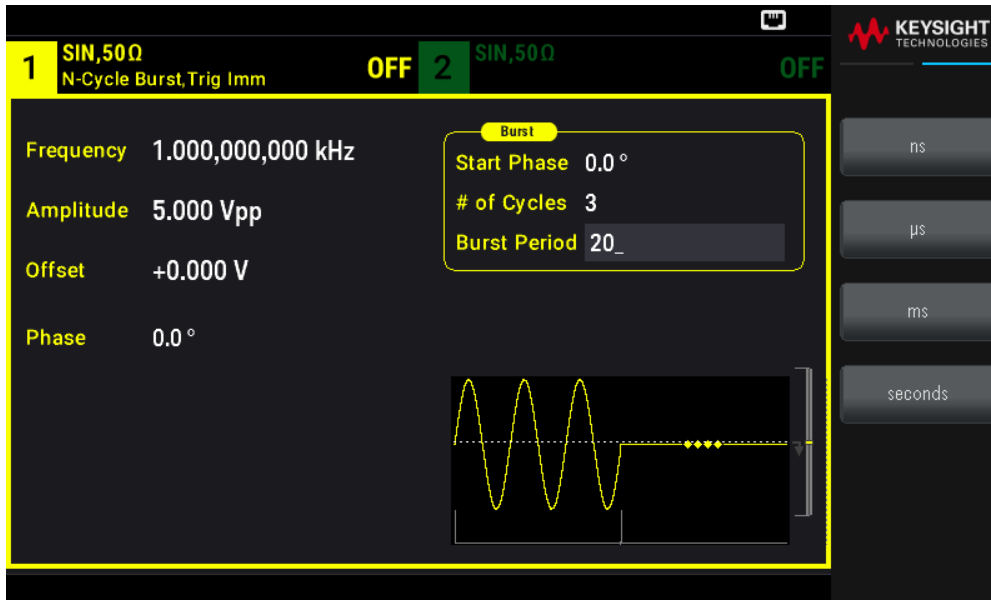
3. Wählen Sie die Burst-Anzahl.

Drücken Sie **# of Cycles** und stellen Sie die Anzahl mit der Zifferntastatur oder dem Drehknopf auf „3“. Drücken Sie **Enter** zur weiteren Dateneingabe, wenn Sie die Zifferntastatur verwenden.

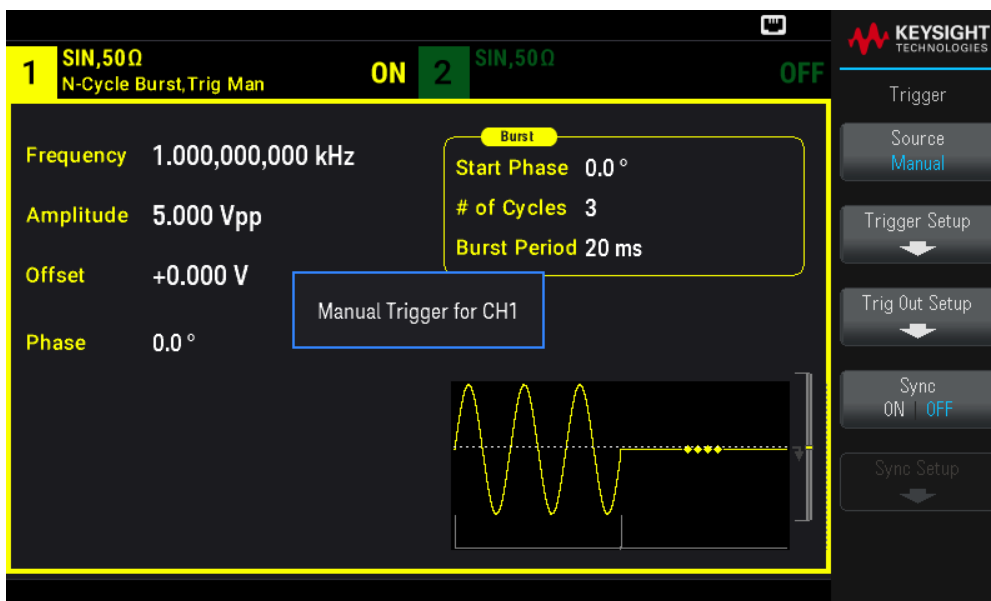


4. Geben Sie die Burst-Periode an.

Drücken Sie **Burst Period** und stellen Sie mit der Zifferntastatur oder mit Drehknopf und Pfeilen 20 ms ein. Die Burst-Periode ist das Zeitintervall zwischen dem Anfang eines Burst und dem Anfang des nächsten Burst. Das Gerät gibt jetzt eine kontinuierliche Folge von Bursts mit je drei Zyklen in 20-ms-Intervallen aus.



Durch Drücken der Taste **[Trigger]** können Sie einen einzelnen Burst (mit der spezifizierten Anzahl von Zyklen) erzeugen. Weitere Informationen finden Sie unter **Auslösen einer Wobbelung oder eines Burst**.

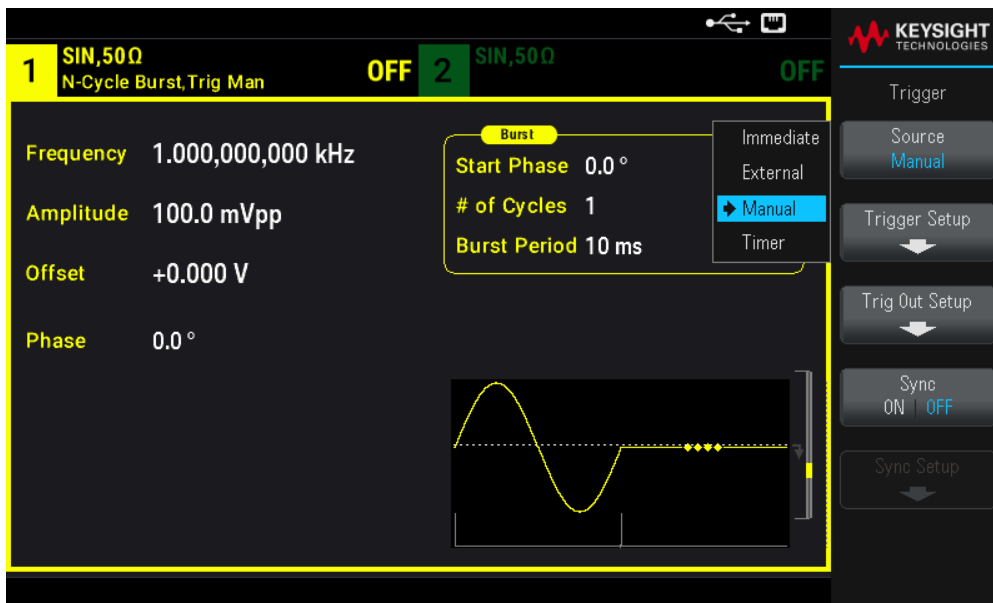


Sie können außerdem ein externes Torsignal verwenden, um „Gated Bursts“ zu erzeugen, wenn ein Burst erzeugt wird, während ein Gate-Signal am Eingang vorhanden ist.

Auslösen einer Wobbelung oder eines Burst

Sie können für Wobbelungen und Bursts eine von vier verschiedenen Triggerarten über die Frontplatte auswählen:

- **Direkt** oder „automatisch“ (Standard): Die Geräteausgabe erfolgt kontinuierlich, wenn der Wobbel- oder Burstmodus ausgewählt ist.
- **Extern**: Die Triggerung wird durch den Anschluss **Ext Trig** an der Frontplatte kontrolliert.
- **Manuell**: Löst jedes Mal, wenn Sie auf **[Trigger]** drücken, einen einzelnen Wobbelzyklus bzw. Burst aus. Halten Sie **[Trigger]** gedrückt, um das Gerät erneut zu triggern.
- **Timer**: Wählt einen oder mehrere Trigger mit einem festgelegten Zeitabstand.



Wenn Wobbelung oder Burst eingestellt ist, wird durch Drücken auf **[Trigger]** das Triggermenü angezeigt. Eine beleuchtete **[Trigger]**-Taste (kontinuierlich oder blinkend) zeigt an, dass einer oder beide Kanäle auf einen manuellen Trigger warten. Die Taste leuchtet kontinuierlich, wenn das Triggermenü ausgewählt ist, und blinkt, wenn das Triggermenü nicht ausgewählt ist. Die Taste **[Trigger]** ist deaktiviert, wenn sich das Gerät im Remotemodus befindet.

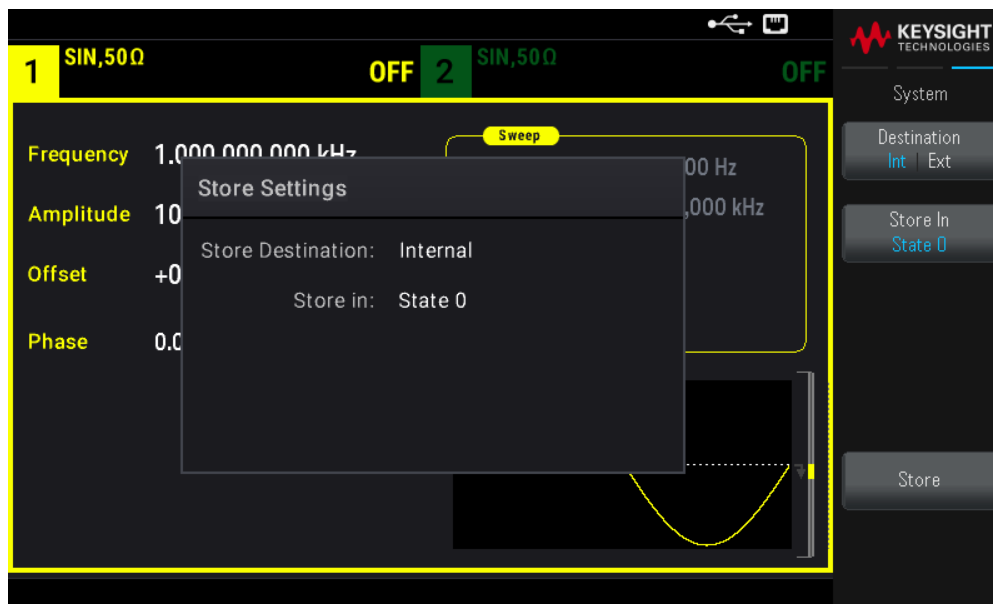
Durch Drücken der Taste **[Trigger]**, wenn sie kontinuierlich leuchtet, wird ein manueller Trigger ausgelöst. Durch Drücken der Taste **[Trigger]**, wenn sie blinkt, wird das Triggermenü gewählt; ein zweites Drücken löst einen manuellen Trigger aus.

Speichern oder Abfragen des Gerätezustands

Sie können einen Gerätestatus in einer beliebigen Anzahl von Gerätestatusdateien (Erweiterung: .sta) speichern. Sie können dies zu Backup-Zwecken tun oder Ihren Gerätestatus auf einem externen USB-Laufwerk speichern und auf ein anderes Gerät mit ähnlichen Konfigurationen laden. Ein gespeicherter Gerätestatus enthält die gewählte Funktion, Frequenz, Amplitude, DC-Offset, Tastgrad, Symmetrie und alle verwendeten Modulations- oder Burstparameter. Das Gerät speichert keine flüchtigen Arbiträrsignale.

Einstellungen speichern

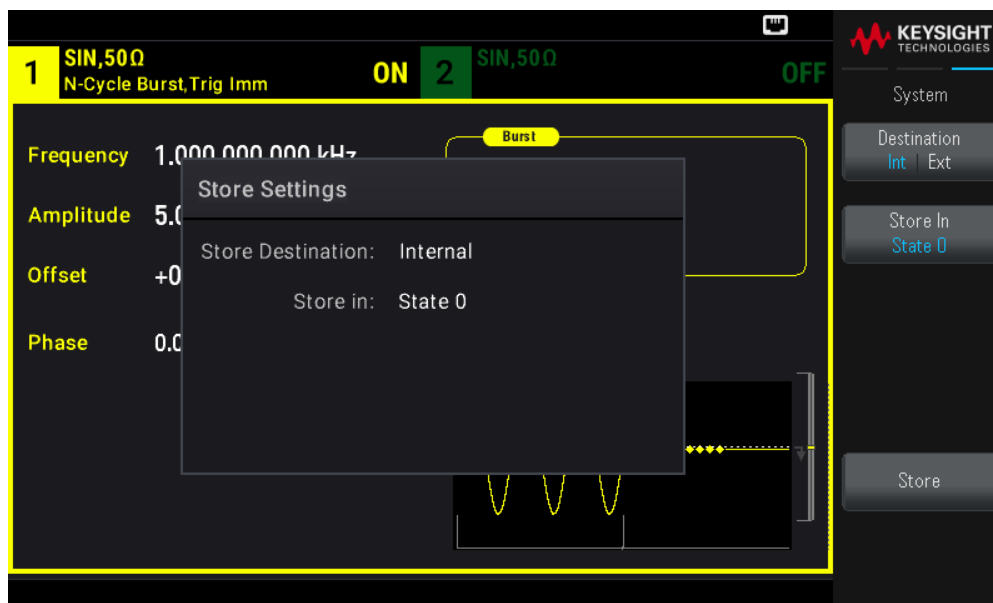
Mit Store Settings können Sie zu einem Verzeichnis navigieren und einen Dateinamen angeben und wählen, ob Sie eine Statusdatei intern oder auf einem externen USB-Laufwerk speichern möchten.



Speichern des aktuellen Gerätezustands:

1. Wählen Sie das gewünschte Speicherziel aus.

Drücken Sie **[System] > Store/Recall > Store Settings > Destination**.



Wenn Sie den Gerätestatus im permanenten internen Speicher des Geräts speichern möchten, wählen Sie **Int**. Fahren Sie mit Schritt 2 fort.

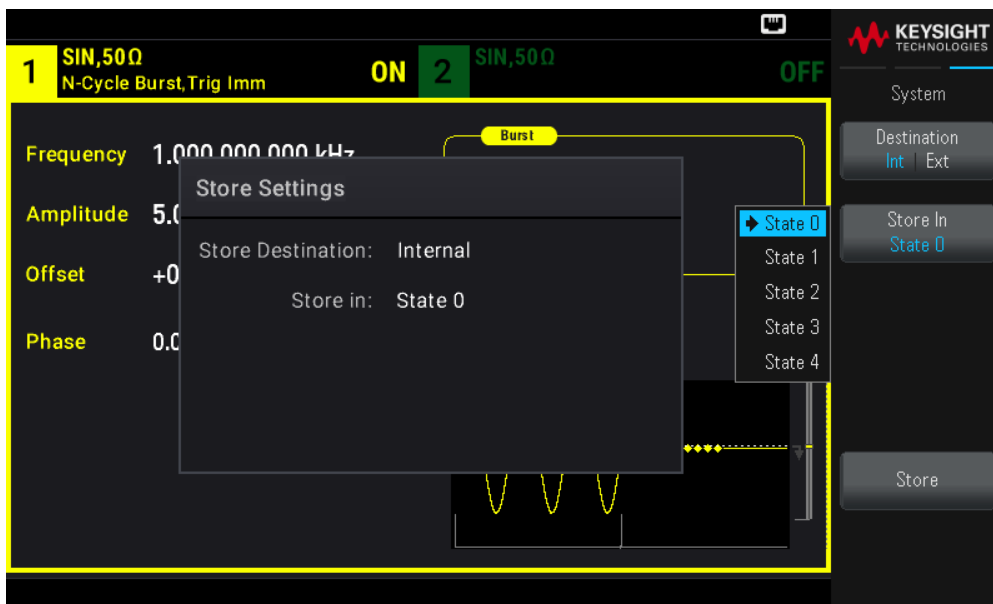
Wenn Sie die Statusdatei (.sta) auf einem angeschlossenen externen USB-Laufwerk speichern möchten, wählen Sie

Ext. Fahren Sie mit Schritt 3 fort.

HINWEIS Schließen Sie ein USB-Flash-Laufwerk an, bevor Sie fortfahren. Wenn kein USB-Laufwerk angeschlossen ist, sind die Menüs unter Destination Int | Ext ausgegraut.

2. Wählen Sie den gewünschten internen Ort, an dem der Gerätestatus abgespeichert werden soll.

Drücken Sie **Store In** und wählen Sie Status 0, Status 1, Status 2, Status 3 oder Status 4 aus. Fahren Sie mit Schritt 5 fort.



3. Wählen Sie den gewünschten externen Ort, an dem die Statusdatei (.sta) gespeichert werden soll.

Drücken Sie **Select File | Path > Browse**, um auf dem angeschlossenen externen USB-Flash-Laufwerk nach vorhandenen Statusdateien (.sta) zu suchen. Markieren Sie mit dem Drehknopf an der Frontplatte eine bestehende Statusdatei (.sta). Drücken Sie auf **Select**, um die markierte Datei auszuwählen und zum vorherigen Menü zurückzukehren.

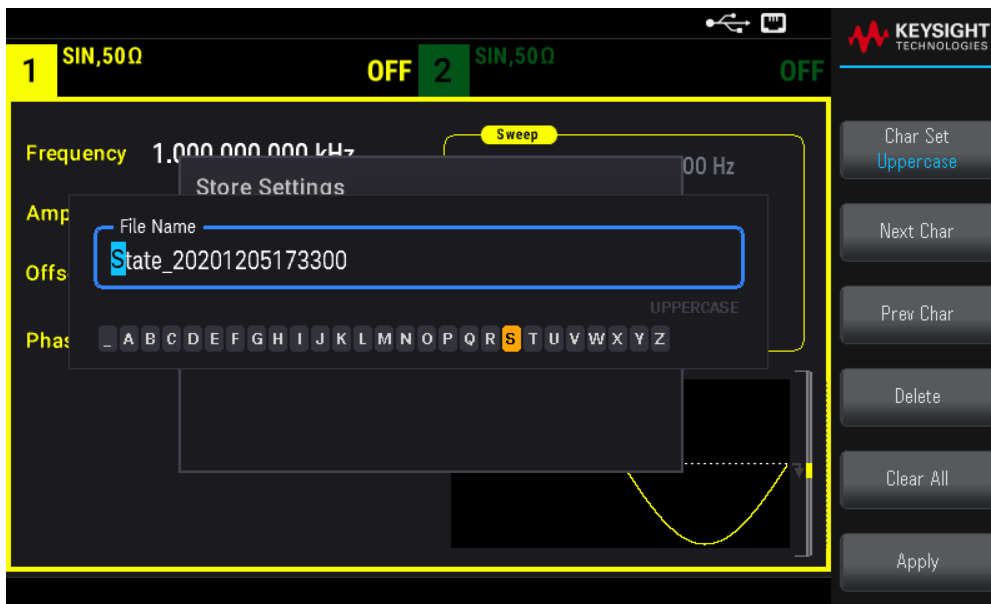
Sie können auch auf **Rename** drücken, um die markierte Datei umzubenennen, oder auf **Delete**, um die markierte Datei zu löschen.

Drücken Sie auf **Select File | Path > Browse**, um nach Ordnern auf dem externen USB-Laufwerk zu suchen, in denen die Statusdatei (.sta) gespeichert werden soll. Markieren Sie einen Ordner mit dem Drehknopf an der Frontplatte. Drücken Sie **Select**, um den markierten Ordner zu durchsuchen. Drücken Sie **Select Folder**, um den markierten Ordner auszuwählen und zum vorherigen Menü zurückzukehren.

Sie können auch auf **Rename** drücken, um den markierten Ordner umzubenennen, oder auf **Delete**, um den markierten Ordner zu löschen.

4. Optional: Wenn Sie dies nicht im vorherigen Schritt getan haben, können Sie den Namen der Statusdatei ändern.

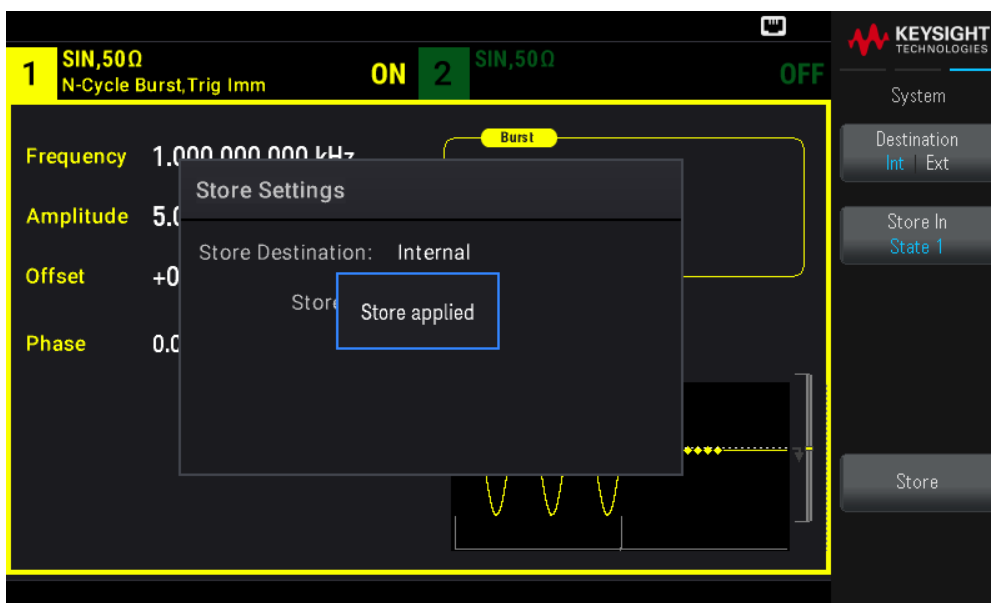
Drücken Sie **File Name**, um den Namen der Statusdatei (.sta) anzugeben. Verwenden Sie die angezeigten Softkeys, um einen gewünschten Dateinamen einzugeben.



Drücken Sie **Apply**, wenn Sie die Eingabe des Namens beendet haben.

5. Speichern Sie den Gerätezustand ab.

Drücken Sie **Store**.



Abrufeinstellungen (Recall Settings)

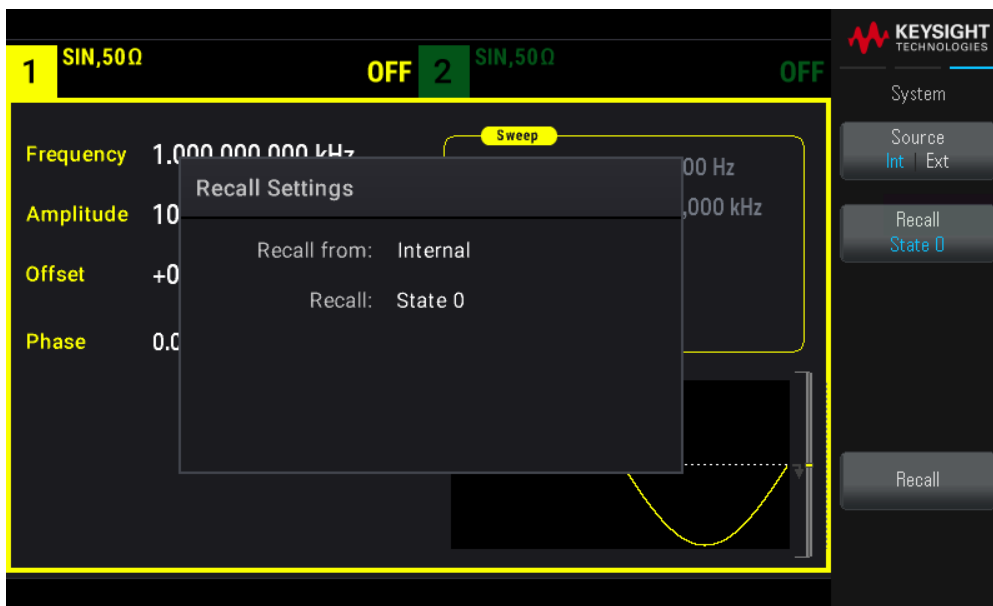
Mit „Recall Settings“ können Sie zu dem Status im internen Speicher oder zur Statusdatei (.sta-Format) des Geräts auf dem externen USB-Laufwerk navigieren, die abgerufen werden soll.

HINWEIS Die abzurufende Statusdatei muss vom selben Gerätemodell stammen.

Wiederherstellen (Abrufen) eines gespeicherten Instrumentenstatus:

1. Wählen Sie die gewünschte Abrufquelle aus.

Drücken Sie **[System]** > **Store/Recall** > **Recall Settings** > **Source**.



Wenn Sie den Instrumentenstatus aus dem permanenten internen Speicher des Geräts abrufen möchten, wählen Sie **Int**. Fahren Sie mit Schritt 2 fort.

Wenn Sie eine Statusdatei (.sta) auf einem angeschlossenen externen USB-Laufwerk abrufen möchten, wählen Sie **Ext**. Fahren Sie mit Schritt 3 fort.

2. Wählen Sie den internen Speicherort aus, von dem die Datei abgerufen werden soll.

Drücken Sie **Recall** und wählen Sie Status 0, Status 1, Status 2, Status 3 oder Status 4 aus. Fahren Sie mit Schritt 4 fort.

3. Wählen Sie den gewünschten externen Speicherort aus, von dem die Datei abgerufen werden soll.

Drücken Sie **Browse** und navigieren Sie mit dem Drehknopf und den Pfeiltasten an der Frontplatte zu der gewünschten Statusdatei (*.sta), die Sie abrufen möchten. Drücken Sie zum Abschluss **Select**.

4. Rufen Sie den ausgewählten Gerätestatus ab.

Drücken Sie **Recall**.

Menüreferenz des Bedienfelds

Dieses Kapitel bietet eine Übersicht über die Frontplattenmenüs. Der restliche Teil dieses Abschnitts enthält Beispiele für die Verwendung dieser Menüs.

- Taste **[Waveform]**
- Taste **[Parameter]**
- Taste **[Units]**
- Taste **[Modulate]**
- Taste **[Sweep]**
- Taste **[Burst]**
- Taste **[Trigger]**
- Taste **[System]**
- Kanal **[Setup]** und Taste **[On/Off]**

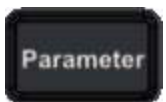
Taste **[Waveform]**



Wählt die Signalform:

- Sinus
- Rechteck
- Rampe
- Puls
- Arbiträr
- Dreieck
- Rauschen
- PRBS
- Gleichstrom

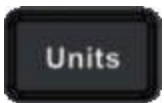
Taste **[Parameter]**



Konfiguriert wellenformspezifische Parameter:

- Periode/Frequenz
- Amplitude oder hohes und niedriges Spannungsniveau
- Offset
- Phase
- Tastgrad
- Symmetrie
- Pulsbreite
- Flankenzeiten
- Arbiträrsignal
- Abtastgeschwindigkeit
- Filter
- Arb-Phase
- Bandbreite
- PRBS-Daten
- Bitrate
- Anstiegsflanke
- Abfallflanke

Taste [Units]



Gibt Einheiten- und Parametereinstellungen an:

- Arb-Rate: Sa/s, Freq oder Period
- Spannung als Amplitude/Offset oder High/Low
- Amplitudeneinheiten: Vpp, Vrms, oder dBm
- Pulsbreite oder Tastgrad
- Burst-Phase als Grad, Radiant oder Sekunden
- Arb-Phase als Grad, Radiant, Sekunden oder Abtastproben
- Frequenzwobbelung als Center/Span oder Start/Stopp

Taste [Modulate]



Konfiguriert Modulationsparameter:

- Modulation ein oder aus
- Modulationsart: AM, FM, PM, PWM, BPSK, FSK oder Summe
- Modulationsquelle
- Modulationsparameter (variieren nach Modulationsart)

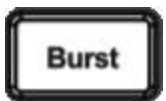
Taste [Sweep]



Konfiguriert die Parameter für die Frequenzwobbelung:

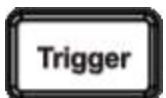
- Wobbelung ein oder aus
- Wobbelungstyp: Linear, logarithmisch oder Frequenzliste
- Wobbelzeit
- Start-/Stopp-Frequenzen oder Center/Span-Frequenzen
- Dwell-, Halte- und Rücklaufzeiten

Taste [Burst]



- Burst ein oder aus
- Burstmodus getriggert (N-Zyklus) oder torgesteuert
- Zyklen pro Burst (1 bis 100.000.000 oder unendlich)
- Start-Burstphasenwinkel (-360° bis $+360^\circ$)
- Burst-Periode

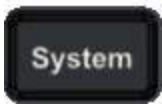
Taste [Trigger]



Konfiguriert die Triggereinstellungen und das Sync-Ausgangssignal:

- Ausführen eines manuellen Triggers bei Aufleuchten
- Festlegen der Triggerquelle für Wobbelung, Burst oder Arbiträrsignal-Vorlauf
- Festlegen von Triggerstufe, -zahl und -verzögerung
- Festlegen von Neigung (steigende oder fallender Flanke) für externe Triggerquelle
- Festlegen von Neigung (steigende oder fallender Flanke) für das Triggerausgangssignal
- Aktivieren/Deaktivieren von Signalausgang über den „Sync“-Anschluss
- Festlegen von **Sync**-Quelle, Polarität, Modus, Markerpunkt usw.

Taste [System]



Softkey „Store/Recall“

Speichern und Abrufen von Gerätezuständen:

- Verwalten von Dateien und Ordnern
- Speichern von Gerätezuständen im permanenten Speicher
- Abrufen eines gespeicherter Gerätestatus
- Wahl der Einschaltkonfiguration des Geräts (beim letzten Ausschalten oder Werkseinstellungen).
- Versetzen des Geräts in den werkseitig festgelegten Standardstatus

Softkey „I/O Config“

Konfiguriert die E/A-Schnittstellen des Geräts:

- Ein- und Ausschalten des LAN
- LAN (Adresse und Hostname)
- Zurücksetzen des LAN

Softkey „Instr. Setup“

Führt Systemverwaltungsaufgaben aus:

- Durchführen von Selbsttests

Softkey „User Settings“

Konfiguriert Systemparameter:

- Wahl der Sprache für Frontplattenmeldungen und Hilfetexte

- Aktivieren oder Deaktivieren des Fehlersignaltons
- Aktivieren/Deaktivieren von Tastenfeld-Klicks
- Ein- und Ausschalten des Displays
- Anpassen der Displayhelligkeit
- Einstellen von Datum und Uhrzeit

Softkey „Help“

Zeigt die Liste der Hilfethemen an:

- Abrufen von „Info“-Daten – Seriennummer, IP-Adresse, Firmware-Version usw.
- Abrufen der Fernsteuerungs-Fehlerwarteschlange

Kanal [Setup] und Taste [On / Off]



Aktiviert und konfiguriert Kanäle:

Taste [On / Off]

Ein- und Ausschalten des Kanals

Taste [Setup]

- Angeben, welcher Kanal für die Menüs aktiviert ist
- Wählen des Lastwiderstands (50 Ω , High Z oder Manual)
- Aktivieren/Deaktivieren der automatischen Amplitudenbereichswahl
- Wahl der Signalpolarität (normal oder invertiert)
- Angeben der Spannungsgrenzen
- Angeben, ob es sich um einen normalen oder angesteuerten Ausgang handelt

4 Merkmale und Funktionen

Ausgangskonfiguration

Pulssignale

Amplitudenmodulation (AM) und Frequenzmodulation (FM)

Phasenmodulation (PM)

Frequenzumtastungsmodulation (FSK)

Pulsbreitenmodulation (PWM)

Summenmodulation

Frequenzwobbelung

Burst-Modus

Triggerung

Systembezogene Operationen

Zweikanalbetriebe

Dieses Kapitel bietet Informationen zu Gerätemerkmalen wie der Bedienung von Frontplatte und Remote-Schnittstelle. Vielleicht möchten Sie zunächst „**Bedienoperation an der Frontplatte**“ lesen. Weitere Informationen zu SCPI-Befehlen und Abfragen finden Sie im *Programmierleitfaden für die Geräte der EDU33210-Serie*.

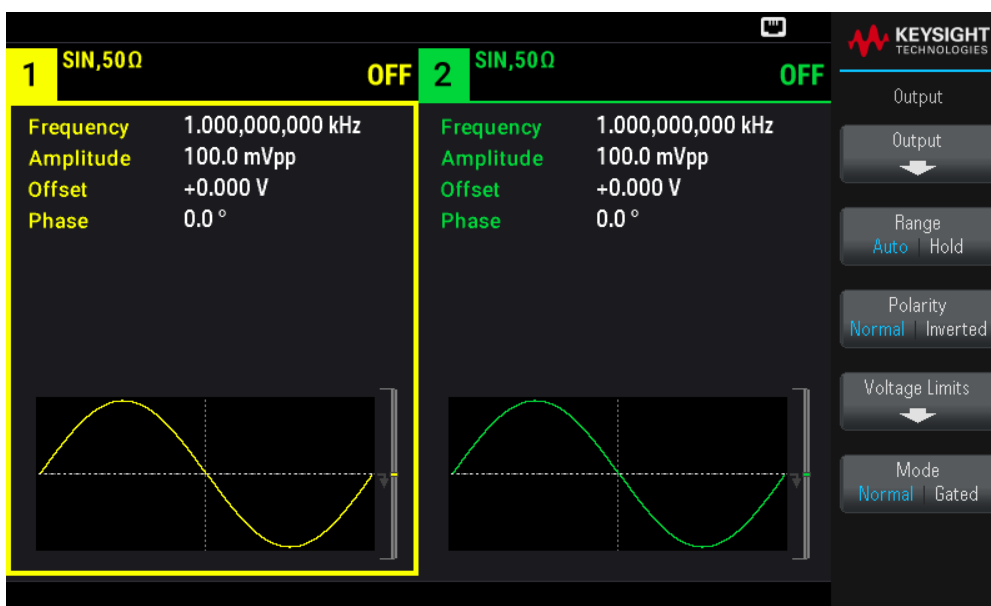
Ausgangskonfiguration

In diesem Kapitel wird die Ausgangskanalkonfiguration beschrieben. Viele Befehle im Zusammenhang mit der Ausgangskonfiguration beginnen mit SOURce1: oder SOURce2:, die einen bestimmten Kanal angeben. Wenn keine Angaben gemacht werden, ist Kanal 1 der Standardkanal. So legt z. B. VOLT 2.5 den Ausgang für Kanal 1 auf 2,5 V fest und SOUR2:VOLT 2.5 führt den gleichen Vorgang für Kanal 2 aus.

Das Display des Geräts umfasst eine „Registerkarte“ für jeden Kanal, auf der verschiedene Aspekte zur Ausgangskonfiguration jedes Kanals zusammengefasst sind:



Bei einem Zwei-Kanal-Gerät ist die Registerkarte für Kanal 1 gelb und die Registerkarte für Kanal 2 grün.



Ausgangsfunktion

Das Gerät enthält acht Standardsignale: Sinus, Rechteck, Rampe, Impuls, Dreieck, Rauschen, PRBS (pseudozufällige Binärsequenz) und DC. Außerdem gibt es neun integrierte Arbiträrsignale.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche Ausgangsfunktionen mit Modulation, Wobbelung bzw. Burst kombiniert werden können (●). Die Auswahl einer Funktion, die nicht mit einer Modulation oder einem Modus kombiniert werden darf, deaktiviert die Modulation oder den Modus.

Träger	AM	FM	PM	FSK	BPSK	PWM	Summe	Burst	Wobbelung
Sinus und Rechteck	●	●	●	●	●		●	●	●
Puls	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Dreieck und Rampe	●	●	●	●	●		●	●	●
Gauß'sches Rauschen	●						●	●	
PRBS	●	●	●				●	●	

Träger	AM	FM	PM	FSK	BPSK	PWM	Summe	Burst	Wobbelung
Arbiträrsignal	●	●	● ²		● ²		●	●	●

1 Nur Gated Burst

2 Gilt für Abtast-Taktgeber, nicht für das gesamte Signal

- Frequenzbeschränkungen: Durch eine Änderung der Funktionen kann sich die Frequenz ändern, um die Frequenzgrenzen der neuen Funktion einzuhalten.
- Amplitudenbeschränkungen: Wenn die Ausgangseinheiten Vrms oder dBm sind, kann das Ändern von Funktionen die Amplitude aufgrund von Abweichungen der Signalform auf das Maximum für die neue Funktion senken. Wird beispielsweise eine 5 Vrms Rechteckwelle (in 50 Ω) in eine Sinuswelle geändert, sinkt sie auf 3,536 Vrms (Obergrenze Sinus).
- Amplitude und Offset können nicht so kombiniert werden, dass die Geräteleistung überschritten wird. Die zuletzt eingestellte Amplitude kann geändert werden, um innerhalb der Grenzen zu bleiben.
- Sie können ein zu testendes Gerät (device-under-test, DUT) schützen, indem Sie obere und untere Ausgangsspannungsgrenzen festlegen.

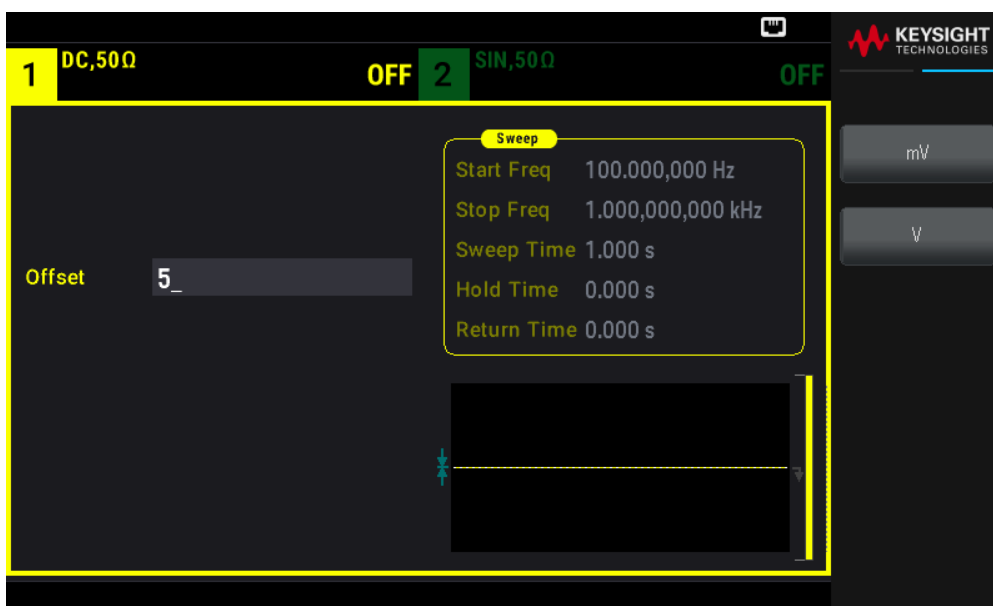
Bedienoperationen an der Frontplatte

- Aktivierung eines Ausgangs: Drücken Sie Kanal [On/Off] für Ihren gewünschten Kanal.
- Auswahl einer anderen Wellenform: Drücken Sie [Waveform].

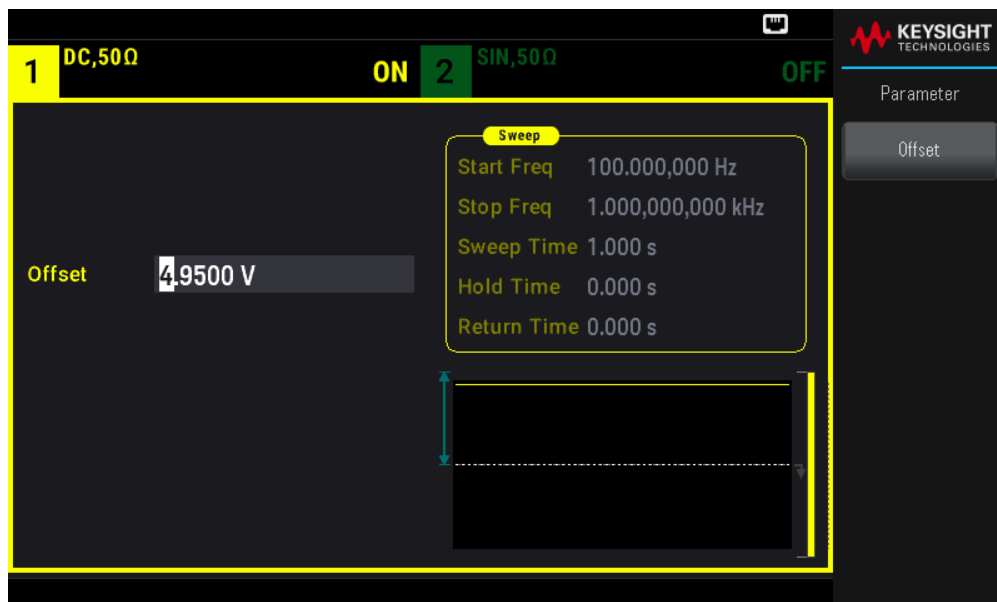
Z. B. zur Festlegung eines DC-Signals:

1. Drücken Sie [Waveform] > MORE 1 / 2 > DC > Offset.

Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



- Drücken Sie Kanal [On/Off], um die DC-Ausgangsspannung zu erzeugen.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]FUNCTION <function>
```

Der Befehl APPLy konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.

Ausgangsfrequenz

Der Ausgangsfrequenzbereich variiert je nach Funktion, Modell und Ausgangsspannung, wie hier gezeigt. Die Standardfrequenz beträgt 1 kHz für alle Funktionen; die minimalen Frequenzen sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Funktion	Minimale Frequenz
Sinus	1 μ Hz
Rechteck	1 μ Hz
Rampe/Dreieck	1 μ Hz
Puls	1 μ Hz
PRBS	1 Mbps
Arbiträr	1 μ Sa/s

- Frequenzbeschränkungen: Durch eine Änderung der Funktionen kann sich die Frequenz ändern, um die Frequenzgrenzen der neuen Funktion einzuhalten. Bei Arbiträrsignalen wird die letzte Frequenzeinstellung beibehalten.
- Burst-Einschränkung: Bei intern getriggerten Bursts beträgt die minimale Frequenz 126 μ Hz.
- Einschränkungen des Tastgrades: Bei Rechteck- und Pulssignalen ist der Tastgrad durch die minimale Pulsbreitenspezifikation von 16 ns begrenzt. So kann beispielsweise bei 1 kHz der Tastgrad sehr niedrig eingestellt werden (0,01 %), da dies zu einer Pulsbreite von 100 ns führen würde. Bei 1 MHz beträgt das minimale Tastgrad

1,6 %, und bei 10 MHz 16 %. Beim Wechsel zu einer Frequenz, die der aktuelle Tastgrad nicht generieren kann, wird der Tastgrad so angepasst, dass die minimale Pulsbreitenspezifikation eingehalten wird.

Die Mindestpulsbreite beträgt 16 ns.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Parameter]** > **Frequency**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Der Befehl APPLy konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.

Ausgangsamplitude

Die Standardamplitude beträgt 100 mVpp (in 50 Ω) für alle Funktionen.

– Einschränkungen des Offset-Spannungsbereichs: Der Zusammenhang zwischen Ausgangsamplitude und Offset-Spannung wird durch die nachstehende Gleichung beschrieben. V_{max} ist ± 5 V für eine Last von 50 Ω oder ± 10 V für eine hochohmige Last.

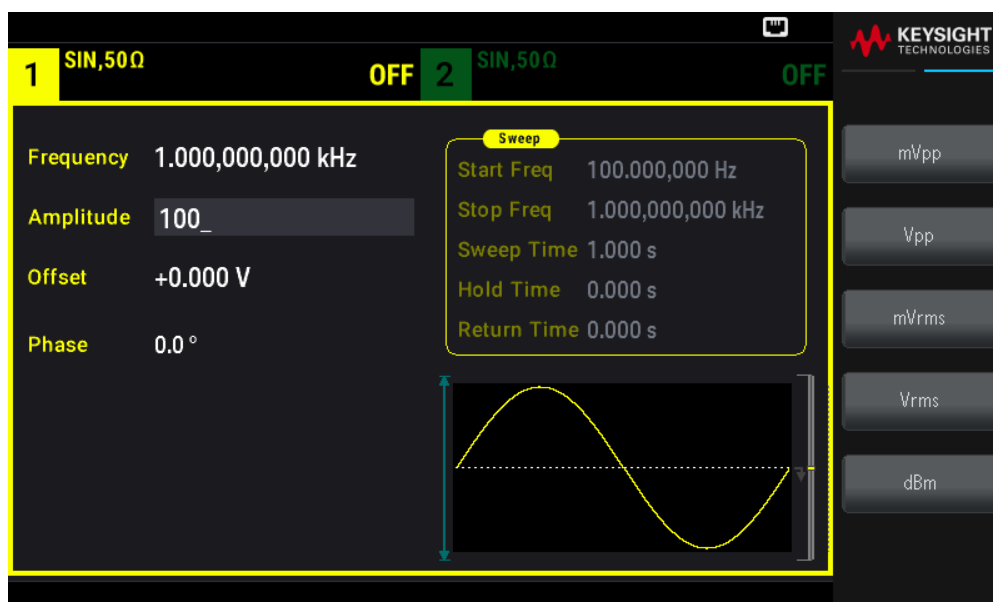
$$V_{pp} < 2 (V_{max} - |V_{offset}|)$$

– Einschränkungen durch den Lastwiderstand: Wenn die Amplitude 10 Vpp beträgt und Sie den Lastwiderstand von 50 Ω auf „hohe Impedanz“ (OUTPut[1|2]:LOAD INF) ändern, verdoppelt sich die angezeigte Amplitude und beträgt dann 20 Vpp. Der Wechsel von „hohe Impedanz“ zu 50 Ω halbiert die angezeigte Amplitude. Die Einstellung des Lastwiderstands beeinflusst die tatsächliche Ausgangsspannung nicht; sie ändert lediglich die Werte, die über die Remote-Schnittstelle angezeigt und abgefragt werden. Die tatsächliche Ausgangsspannung ist abhängig von der angeschlossenen Last.

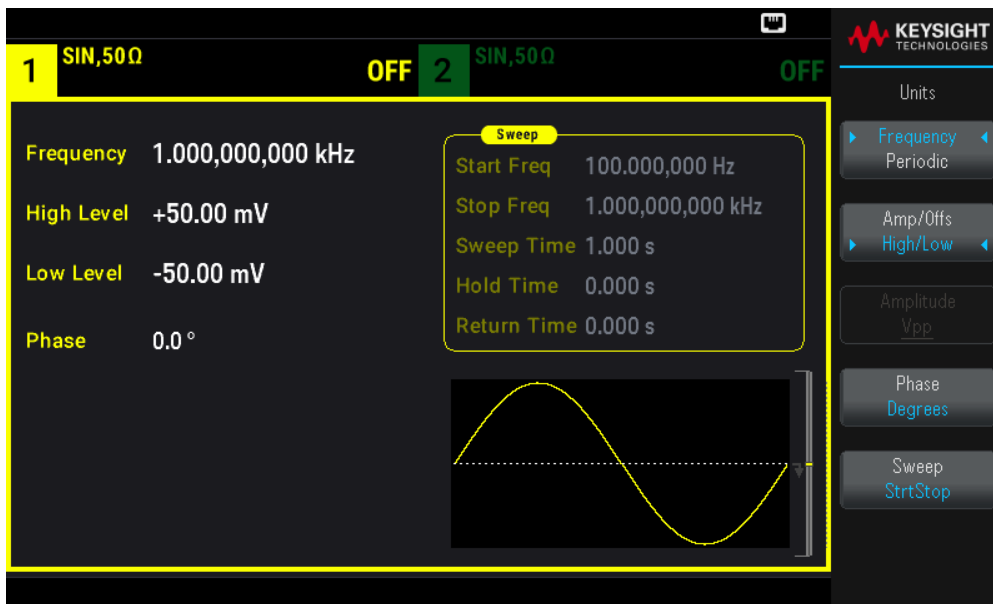
- Einschränkungen durch die Auswahl der Maßeinheit: Amplitudeneinschränkungen werden manchmal durch die ausgewählten Ausgangseinheiten bestimmt. Dies kann bei den Einheiten Vrms oder dBm aufgrund der Unterschiede der Scheitelfaktoren verschiedener Funktionen auftreten. Wenn Sie z. B. ein 5 Vrms Rechtecksignal (in 50 Ω) in ein Sinussignal ändern, passt das Gerät die Amplitude auf 3,536 Vrms an (der obere Grenzwert für Sinussignale in Vrms). Zudem generiert die Remote-Schnittstelle einen „Settings conflict“-Fehler.
- Sie können die Ausgangsamplitude auf Vpp, Vrms oder dBm einstellen. Sie können die Ausgangsamplitude nicht in „dBm“ angeben, falls der Lastwiderstand auf „hohe Impedanz“ eingestellt ist. Ausführlichere Informationen finden Sie unter **Ausgangseinheiten**.
- Einschränkungen bei Arbiträrsignalen: Bei Arbiträrsignalen ist der Amplitudenbereich eingeschränkt, falls die Signale nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers (DAC) abdecken. Z. B. nutzt das integrierte „Sync“-Signal nicht den gesamten Wertebereich, weshalb seine maximale Amplitude auf 6,087 Vpp (in 50 Ω) begrenzt ist.
- Eine Änderung der Amplitude kann den Ausgang bei bestimmten Spannungswerten aufgrund einer Umschaltung des Ausgangsabschwächers kurz stören. Die Amplitude wird jedoch kontrolliert, sodass die Ausgangsspannung bei einer Bereichsumschaltung niemals den aktuellen Wert überschreitet. Um solche Störungen zu vermeiden, muss die automatische Bereichswahl mit VOLTage:RANGe:AUTO OFF deaktiviert werden. Der Befehl APPLY aktiviert die automatische Bereichswahl.
- Durch die Einstellung von oberem und unterem Pegel werden auch Signalamplitude und -Offset eingestellt. Stellen Sie beispielsweise den oberen Pegel auf +2 V und den unteren Pegel auf -3 V, führt dies zu einer Amplitude von 5 Vpp mit einem Offset von -500 mV.
- Der Ausgangssignalpegel eines ADC wird durch die Offsetspannung (**DC-Offsetspannung**) kontrolliert. Der DC-Pegel kann zwischen ± 5 V (50 Ω Last) und ± 10 V (hochohmige Last) liegen.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Parameter] > Amplitude**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



Um stattdessen einen hohen Pegel und einen niedrigen Pegel zu verwenden: Drücken Sie [Units] > Ampl/Offs | High/Low.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Der Befehl APPLY konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.

DC-Offsetspannung

Der Standard-Offset für alle Funktionen ist 0 V.

- Einschränkungen durch die Amplitude: Der Zusammenhang zwischen Offset-Spannung und Ausgangsamplitude ist unten beschrieben. Die Ausgangs-Spitzenspannung (DC plus AC) darf die Ausgangswerte des Geräts nicht überschreiten (± 5 V in 50Ω Last oder ± 10 V in einen offenen Schaltkreis).
- Der Zusammenhang zwischen Offset-Spannung und Ausgangsamplitude ist unten beschrieben. V_{max} ist die maximale Spitzenspannung bei dem gewählten Lastwiderstand (5 V für eine $50\text{-}\Omega$ -Last oder 10 V für eine hochohmige Last).

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp} / 2$$

Ist die angegebene Offsetspannung nicht gültig, passt das Gerät sie an die für die angegebenen Amplitude maximal zulässige DC-Spannung an. Über die Remote-Schnittstelle wird auch der Fehler „Data out of range“ (Daten außerhalb des Bereichs) generiert.

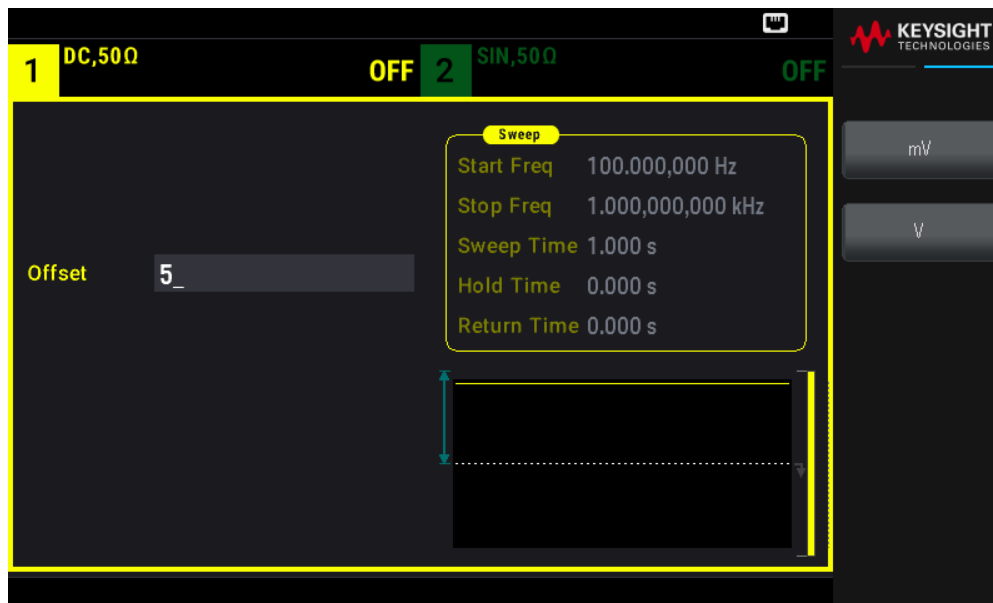
- Einschränkungen durch den Lastwiderstand: Der Offset-Bereich ist abhängig von der Einstellung des Lastwiderstands. Wenn Sie zum Beispiel den Offset auf 100 mVDC festlegen und dann den Lastwiderstand von 50Ω auf „hohe Impedanz“ stellen, verdoppelt sich der an der Frontplatte angezeigte Offset-Spannungswert auf 200

mVDC (es wird kein Fehler generiert). Wenn Sie von „hohe Impedanz“ auf 50 Ω wechseln, halbiert sich der angezeigte Offset-Spannungswert. Eine Änderung des Lastwiderstands ändert nicht die Spannung an den Ausgangsanschlüssen des Geräts. Sie ändert lediglich die an der Frontplatte angezeigten Werte und die Werte, die über die Remote-Schnittstelle abgefragt werden. Die Spannung am Ausgang des Geräts ist abhängig von der Last, die mit dem Gerät verbunden ist. Weitere Informationen finden Sie unter „OUTPut[1|2]:LOAD“ im *Programmierleitfaden für Geräte der EDU33210-Serie*.

- Einschränkungen bei Arbiträrsignalen: Bei Arbiträrsignalen ist der Amplitudenbereich eingeschränkt, falls die Signale nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers (DAC) abdecken. Z. B. nutzt das integrierte „Sync“-Signal nicht den gesamten Wertebereich, weshalb seine maximale Amplitude auf 6,087 Vpp (in 50 Ω) begrenzt ist.
- Durch die Einstellung von oberem und unterem Pegel werden auch Signalamplitude und -Offset eingestellt. Stellen Sie beispielsweise den oberen Pegel auf +2 V und den unteren Pegel auf -3 V, führt dies zu einer Amplitude von 5 Vpp mit einem Offset von -500 mV.
- Wählen Sie für die Ausgabe eines DC-Spannungspegels die DC-Spannungsfunktion (FUNCTION DC) und stellen Sie dann die Offset-Spannung ein (VOLTage:OFFSet). Gültige Werte liegen zwischen ± 5 VDC in 50 Ω oder ± 10 VDC in einen offenen Schaltkreis. Wenn das Gerät im DC-Modus arbeitet, hat die Einstellung der Amplitude keine Auswirkungen.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Waveform] > MORE 1/2 > DC > Offset. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage:OFFSet {<offset>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

Der Befehl `APPLY` konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.

Ausgangseinheiten

Gilt nur für Ausgangsamplitude.

- Ausgangseinheiten: Vpp (Standardeinstellung), Vrms oder dBm.
- Die Einstellung ist unbeständig.
- Die Einheitenwahl gilt für Bedienaktionen an der Frontplatte und über die Remoteschnittstelle. Wenn Sie beispielsweise über die Remoteschnittstelle „VRMS“ wählen, werden die Einheiten an der Frontplatte als „VRMS“ angezeigt.
- Amplitudeneinheiten können nicht dBm sein, wenn für den Lastwiderstand „Hohe Impedanz“ gewählt wurde. Die Berechnung von dBm erfordert eine begrenzte Lastimpedanz. In diesem Fall werden Einheiten zu Vpp konvertiert.
- Sie können Einheiten umwandeln. So wandeln Sie z. B. 2 Vpp in den entsprechenden Vrms-Wert um:

Drücken Sie `[Units]` > **Amplitude Vpp** > **Amplitude Vrms**.

Bei einem Sinussignal beträgt der umgerechnete Wert 707,1 mVrms.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie `[Units]` > **Amplitude**.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE [1 | 2] : ] VOLTage:UNIT {VPP | VRMS | DBM}
```

Lastwiderstand

Das Gerät verfügt über eine unveränderliche Ausgangsimpedanz von $50\ \Omega$ für die Kanalanschlüsse an der Frontplatte. Falls die tatsächliche Lastimpedanz vom angegebenen Wert abweicht, werden falsche Amplituden- und Offsetwerte angezeigt. Der Lastimpedanzwert dient lediglich zur Überprüfung, dass die angezeigten Spannungswerte der erwarteten Last entsprechen.

- Lastwiderstand: $1\ \Omega$ bis $10\ \text{k}\Omega$, oder unendlich. Der Standardwert ist $50\ \Omega$.
- Wenn Sie einen Lastwiderstand von $50\ \Omega$ angeben, aber in einen offenen Schaltkreis enden, ist die tatsächliche Ausgangsspannung doppelt so hoch wie der angezeigte Wert. Setzen Sie beispielsweise den DC-Offset auf 100 mVDC (und geben eine Last von $50\ \Omega$ an), enden jedoch in einem offenen Schaltkreis, beträgt der tatsächliche Offset 200 mVDC.
- Die Änderung der Einstellung des Lastwiderstands passt die angezeigte Ausgangsamplitude und den Offset an (es wird kein Fehler generiert). Wenn die Amplitude 10 Vpp beträgt und Sie den Lastwiderstand von $50\ \Omega$ auf „hohe Impedanz“ (OUTPut[1|2]:LOAD INF) ändern, verdoppelt sich die angezeigte Amplitude und beträgt dann 20 Vpp. Der Wechsel von „hohe Impedanz“ zu $50\ \Omega$ halbiert die angezeigte Amplitude. Die Einstellung des Lastwiderstands beeinflusst die tatsächliche Ausgangsspannung nicht; sie ändert lediglich die Werte, die über die Remote-Schnittstelle angezeigt und abgefragt werden. Die tatsächliche Ausgangsspannung ist abhängig von der angeschlossenen Last.

HINWEIS

Die Ausgangslast kann die Signalqualität bei Impuls- oder anderen Funktionen mit schnellen Übergängen beeinflussen. Ein hoher Lastwiderstand kann zu Reflexionen führen.

- Einheiten werden in Vpp umgewandelt, wenn für den Lastwiderstand „hohe Impedanz“ eingestellt ist.
- Sie können den Lastwiderstand nicht ändern, wenn Spannungsbegrenzungen aktiviert sind, da das Gerät nicht wissen kann, für welche Widerstandseinstellung die Begrenzungen gelten. Deaktivieren Sie stattdessen die Spannungsbegrenzungen, stellen Sie den neuen Lastwiderstand ein, passen Sie die Spannungsbegrenzungen an und aktivieren Sie die Spannungsbegrenzungen erneut.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Wählen Sie Kanal [Setup] > Output > Load.



SCPI-Befehl

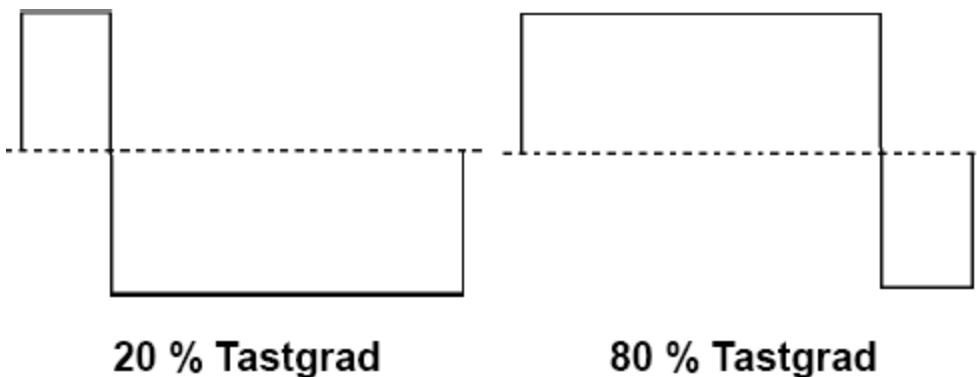
```
OUTPut[1|2]:LOAD {<ohms>|INfinity|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Tastgrad (Rechteckwellen)

Der Tastgrad einer Rechteckwelle gibt den Bruchteil der Zeit pro Zyklus an, während dem das Signal auf einem hohen Pegel ist (vorausgesetzt, die Wellenform ist nicht invertiert). (Nähere Informationen zum Tastgrad eines Pulssignals finden Sie unter **Pulssignale**.)

– Tastgrad: 0,01 % bis 99,99 % bei niedrigen Frequenzen; bei höheren Frequenzen wird der Bereich reduziert. Im flüchtigen Speicher gespeichert; Standardwert 50 %.

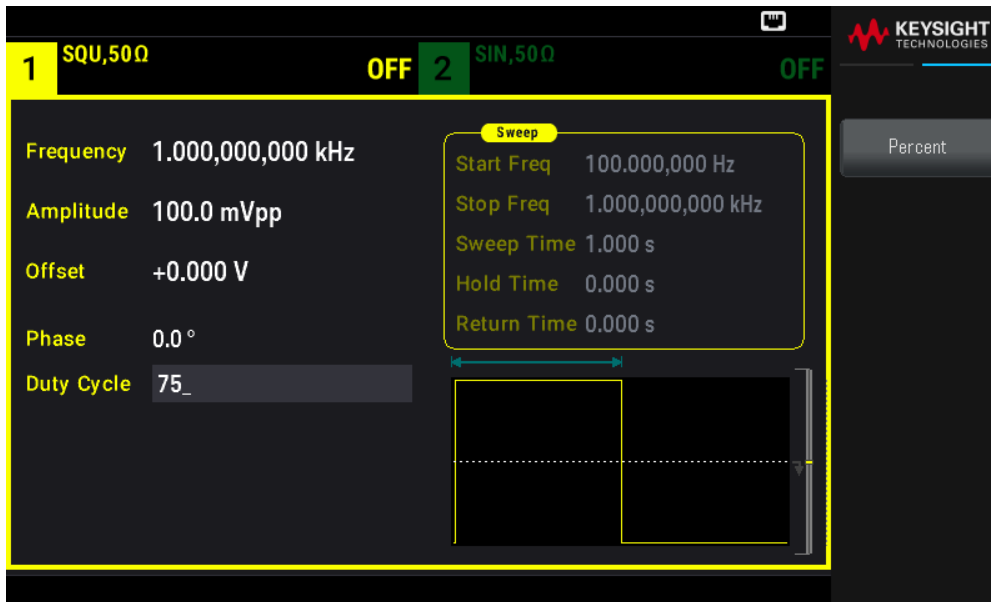
– Diese Einstellung wird beibehalten, wenn Sie zu einer anderen Funktion wechseln. Für ein modulierendes Rechtecksignal wird immer ein Tastgrad von 50 % verwendet; die Tastgradeinstellung gilt nur für ein Rechteckträgersignal.



Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Waveform]** > **Square** > **Duty Cycle**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Bei Verwendung des Tastenfelds drücken Sie **Percent**, um Ihre

Änderungen zu bestätigen.



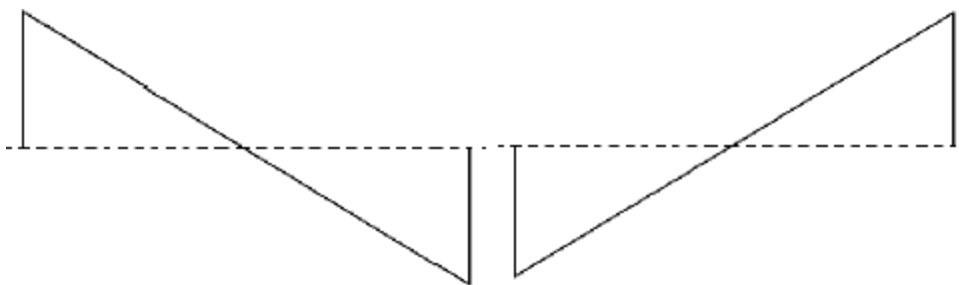
SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:SQUare:DCYCLE {<percent>|MINimum|MAXimum}
```

Der Befehl APPLy setzt den Tastgrad auf 50 %.

Symmetrie (Rampensignale)

Betrifft nur Rampesignale. Das Symmetrieverhältnis ist definiert als der Bruchteil der Zeit dar, die das Rampensignal für den Anstiegsdauer benötigt (vorausgesetzt, das Signal ist nicht invertiert).



0 % Symmetrie

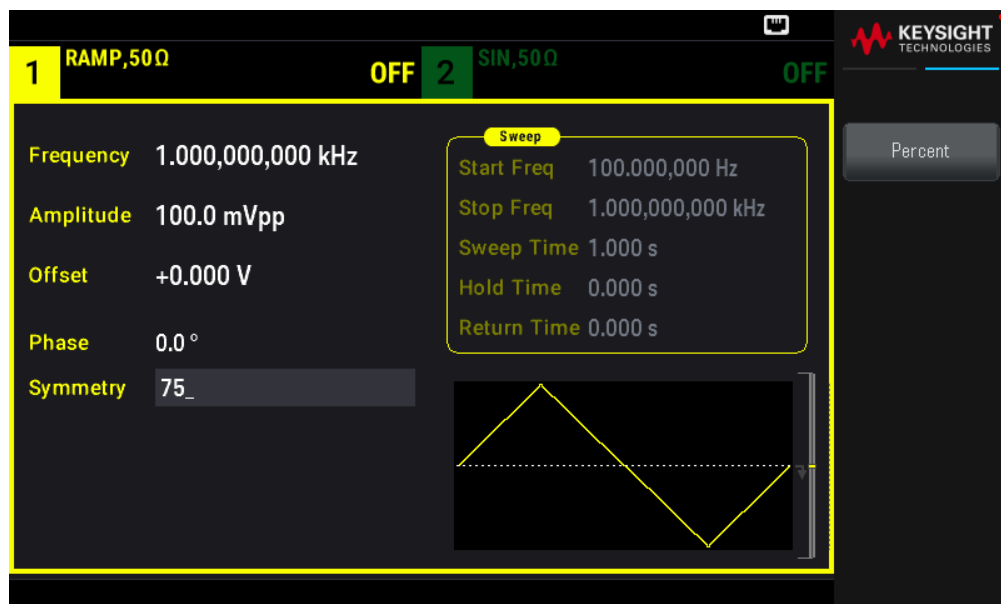
100 % Symmetrie

- Die Symmetrie (Standardeinstellung) wird in einem flüchtigen Speicher gespeichert und beibehalten, wenn Sie zu und von anderen Signalen wechseln.
- Wenn das Modulationssignal für AM, FM, PM oder PWM ein Rampensignal ist, gilt die Symmetrieeinstellung nicht.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Waveform] > Ramp > Symmetry**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Bei Verwendung des Tastenfelds drücken Sie **Percent**, um Ihre

Änderungen zu bestätigen.



SCPI-Befehl

```
[SOURce [1 | 2] : ] FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<percent> | MINimum | MAXimum | DEFault}
```

Der Befehl `APPLY` stellt die Symmetrie auf 100 %.

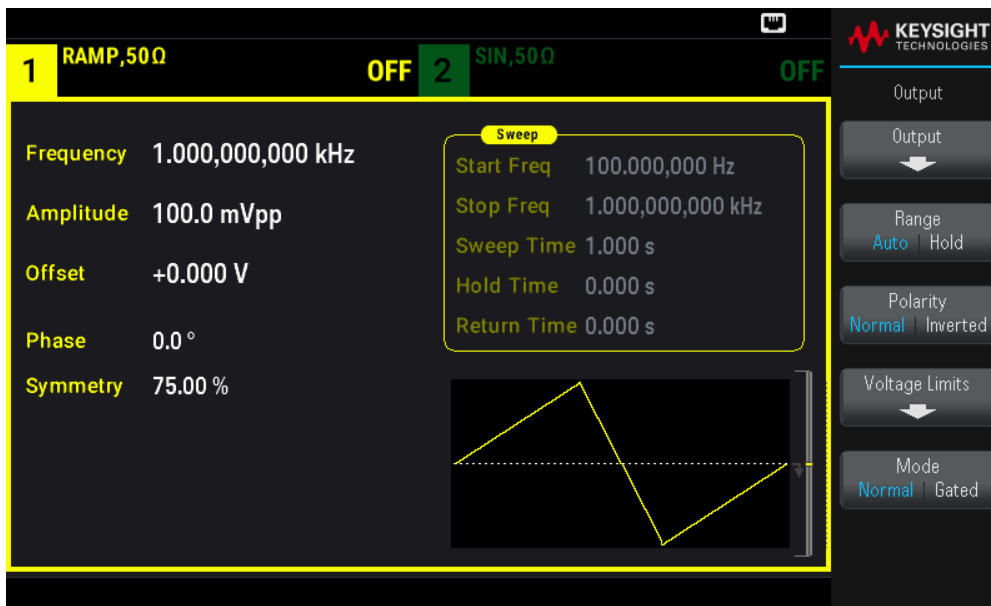
Automatische Spannungsbereichswahl

Die automatische Spannungsbereichswahl ist in der Standardeinstellung aktiviert und das Gerät wählt die optimalen Einstellungen für den Abschwächer aus. Ist die automatische Spannungsbereichswahl deaktiviert, verwendet das Gerät die aktuellen Abschwächereinstellungen und wechselt die Abschwächer-Relais nicht.

- Sie können die automatische Spannungsbereichswahl deaktivieren, um momentane Störungen zu beseitigen, die vom Wechsel des Abschwächers während der Amplitudenänderung verursacht werden. Beachten Sie jedoch Folgendes:
- Genauigkeit und Auflösung von Amplitude und Offsetspannung (sowie die Signalformgenauigkeit) können beeinträchtigt werden, wenn die Amplitude auf einen Wert unter die Bereichsveränderung reduziert wird, die mit aktivierter automatischer Spannungsbereichswahl auftreten würde.
- Möglicherweise kann die minimale Amplitude bei aktivierter automatischer Bereichswahl nicht erreicht werden.
- Manche Gerätespezifikationen sind bei deaktivierter automatischer Bereichswahl nicht verfügbar.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie Kanal [Setup] > Range **Auto** | Hold oder Range Auto | **Hold**.



SCPI-Befehl

```
[SOURce [1 | 2] : ] VOLTage : RANge : AUTO { OFF | 0 | ON | 1 | ONCE }
```

Der Befehl APPLy aktiviert stets die automatische Bereichswahl.

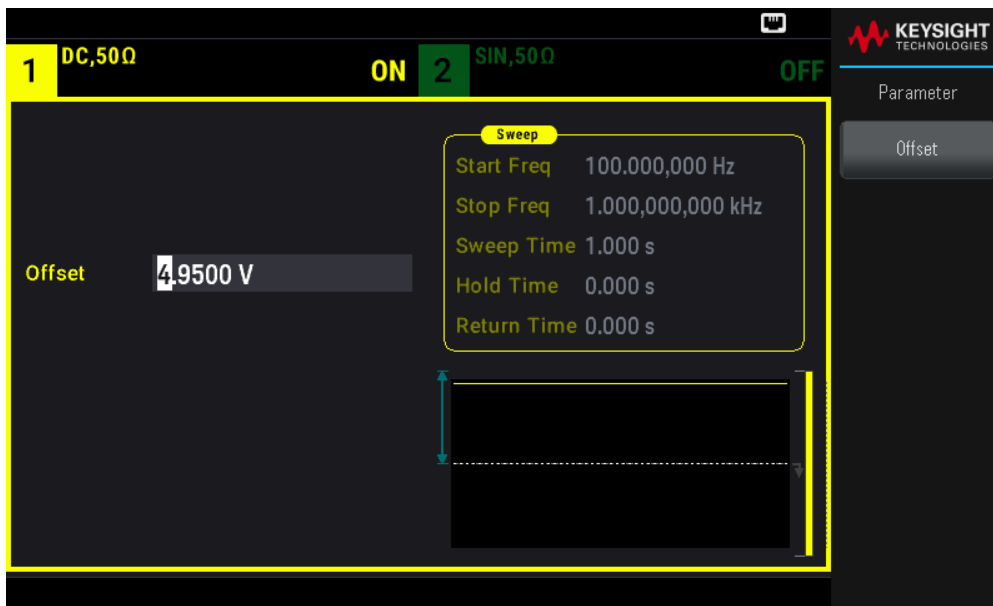
Ausgangskontrolle

In der Standardeinstellung ist der Kanalausgang beim Einschalten zum Schutz der anderen Geräte deaktiviert. Unten ist beschrieben, wie der Ausgang eines Kanals aktiviert wird. Wenn der Kanalausgang aktiviert ist, leuchtet die entsprechende Kanaltaste.

Wenn ein externer Stromkreis eine übermäßige Spannung auf einen Kanalausgangsanschluss ausübt, generiert das Gerät eine Fehlermeldung und deaktiviert den Ausgang. Um den Ausgang wieder zu aktivieren, muss die Überlastung entfernt und der Kanal erneut eingeschaltet werden.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie Kanal [On/Off].



SCPI-Befehl

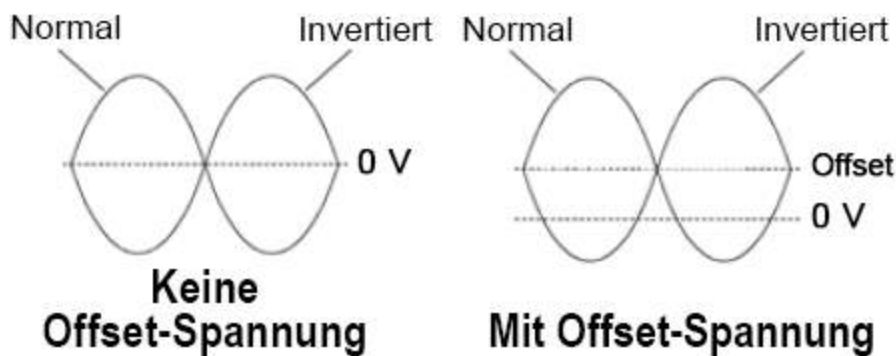
OUTPut [1 | 2] {ON | 1 | OFF | 0}

Der Befehl APPLy aktiviert stets den Kanalausgangsanschluss.

Signalpolarität

Im normalen Modus (Standardeinstellung) verläuft das Signal zu Zyklusbeginn in positiver Richtung. Im invertierten Modus erfolgt das Gegenteil.

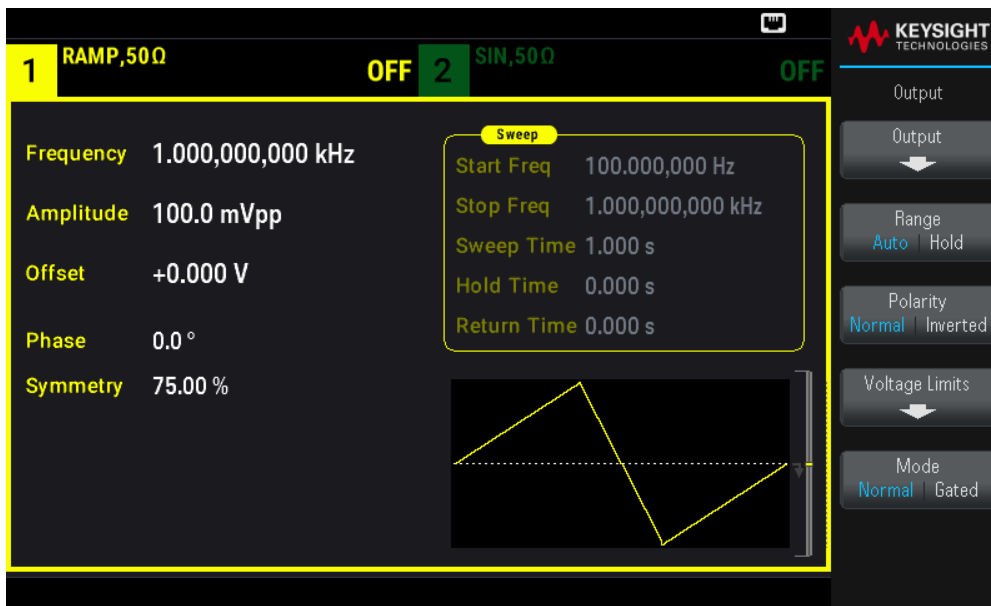
– Wie unten dargestellt, ist das Signal bezüglich der Offset-Spannung invertiert. Die Offset-Spannung bleibt bei der Invertierung des Signals unverändert.



– Das mit einem invertierten Signal verbundene Sync-Signal wird nicht invertiert.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Setup] > Polarity **Normal** | Inverted oder Polarity Normal | **Inverted**.



SCPI-Befehl

```
OUTPut[1|2]:POLarity {NORMAL|INVERTed}
```

Sync-Ausgangssignal

Ein Sync-Ausgang befindet sich am Anschluss „Sync“ der Frontplatte. Alle Standard-Ausgangsfunktionen (außer DC und Rauschen) verfügen über ein verbundenes Sync-Signal. Wenn Sie bei bestimmten Anwendungen die Ausgabe des Sync-Signals unterdrücken möchten, können Sie den Sync-Ausgang deaktivieren. Bei einem Zweikanalgerät kann das Sync-Signal von jedem Ausgangskanal abgeleitet werden.

Allgemeines Verhalten

- In der Standardeinstellung wird das Sync-Signal von Kanal 1 abgeleitet und an den Sync-Anschluss (aktiviert) weitergeleitet.
- Wenn das Sync-Signal deaktiviert ist, befindet sich der Ausgangspegel am Sync-Anschluss in einem logischen „Niedrig“-Zustand.
- Die Polarität des Sync-Signals wird durch `OUTPut:SYNC:POLarity{INVERTed|NORMAL}` angegeben.
- Beim Invertieren eines Signals (siehe **Signalpolarität**) wird das entsprechende Sync-Signal nicht invertiert.
- Bei Sinus-, Puls-, Rampen-, Rechteck- und Dreieckssignalen ist das Sync-Signal ein Rechtecksignal, das in der ersten Zyklushälfte „hoch“ ist und in der letzten Zyklushälfte „niedrig“. Die Spannungswerte des Sync-Signals sind TTL-kompatibel, wenn seine Lastimpedanz 1 kΩ überschreitet.
- Bei Arbiträrsignalen steigt das Sync-Signal zu Beginn des Signals an und fällt in der Mitte des Arbiträrsignals ab. Sie können dieses Standardverhalten umgehen, indem Sie `MARKer:POINT` verwenden, um den Punkt des Arbiträrsignals anzugeben, an dem das Sync-Signal zu „niedrig“ wechselt.

Modulation

- Bei intern modulierten AM, FM, PM und PWM bezieht sich das Sync-Signal normalerweise auf das Modulationssignal (nicht das Trägersignal) und ist ein Rechtecksignal mit einem Tastgrad von 50 %. Das Sync-Signal ist während der ersten Hälfte des Modulationssignals ein TTL-„Hoch“-Signal. Sie können das Sync-Signal so einrichten, dass es dem Trägersignal folgt. Verwenden Sie dazu den Befehl `OUTPut:SYNC:MODE {CARRier|NORMal|MARKer}`, wenn mit interner Modulation moduliert wird.
- Sie können dieses Standardverhalten umgehen, indem Sie Sync zwingen, sich stets auf das Trägersignal zu beziehen (`OUTPut[1|2]:SYNC:MODE CARRier`).
- Bei FSK bezieht sich das Sync-Signal auf die FSK-Rate. Das Sync-Signal ist ein TTL-„Hoch“-Signal am Übergang zur „Hop“-Frequenz.

Wobbelung

- Das Sync-Signal am Beginn des Wobbelzyklus ist ein TTL-„Hoch“-Signal das am Mittelpunkt des Wobbelzyklus in den Zustand „Niedrig“ übergeht. Das Sync-Signal wird mit dem Wobbel synchronisiert, entspricht jedoch nicht der Wobbelzeit, da seine Zeit die Rückstellzeit einbezieht.
- Bei Frequenzwobbelungen mit „Marker Ein“ entspricht das Sync-Signal zu Anfang des Wobbelzyklus einem TTL-„Hoch“-Signal und bei der Marker-Frequenz einem „Niedrig“-Signal. Geändert werden kann dies mit dem Befehl `OUTPut[1|2]:SYNC:MODE MARKer`.

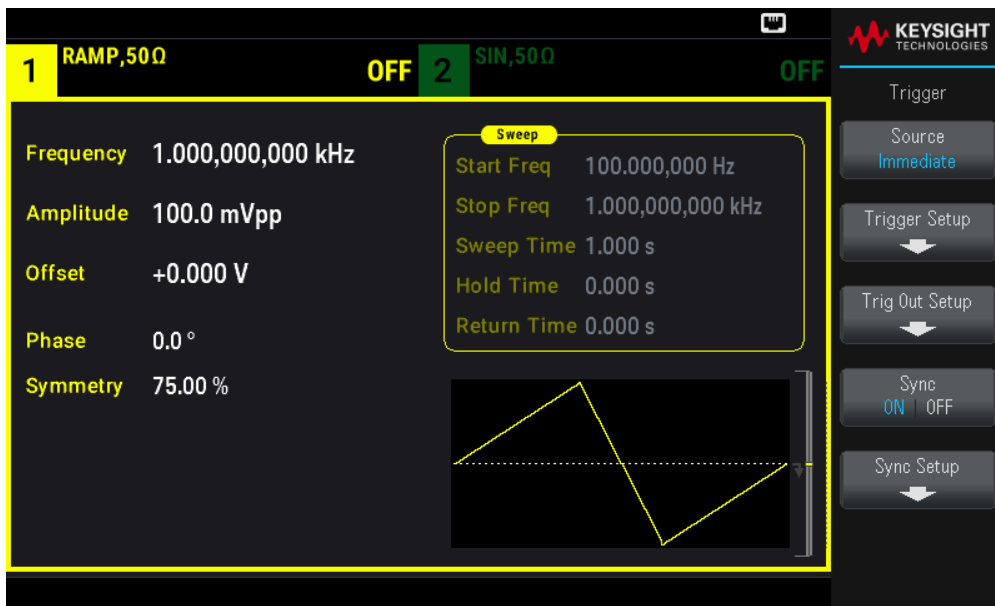
Burst

- Bei einem getriggerten Burst entspricht das Sync-Signal einem TTL-„Hoch“-Signal, wenn der Burst beginnt. Am Ende der festgelegten Anzahl von Zyklen entspricht das Sync-Signal einem TTL-„Niedrig“-Signal (ist möglicherweise nicht der Nulldurchgang, wenn das Signal eine dazugehörige Startphase hat). Bei einer unendlichen Burst-Anzahl ist das Sync-Signal dasselbe wie bei einem kontinuierlichen Signal.
- Bei einem extern torgesteuerten Burst folgt das Sync-Signal dem externen Torsignal. Doch das Signal geht erst bei Ende des letzten Zyklus auf „niedrig“ (ist möglicherweise nicht der Nulldurchgang, wenn das Signal eine dazugehörige Startphase hat).

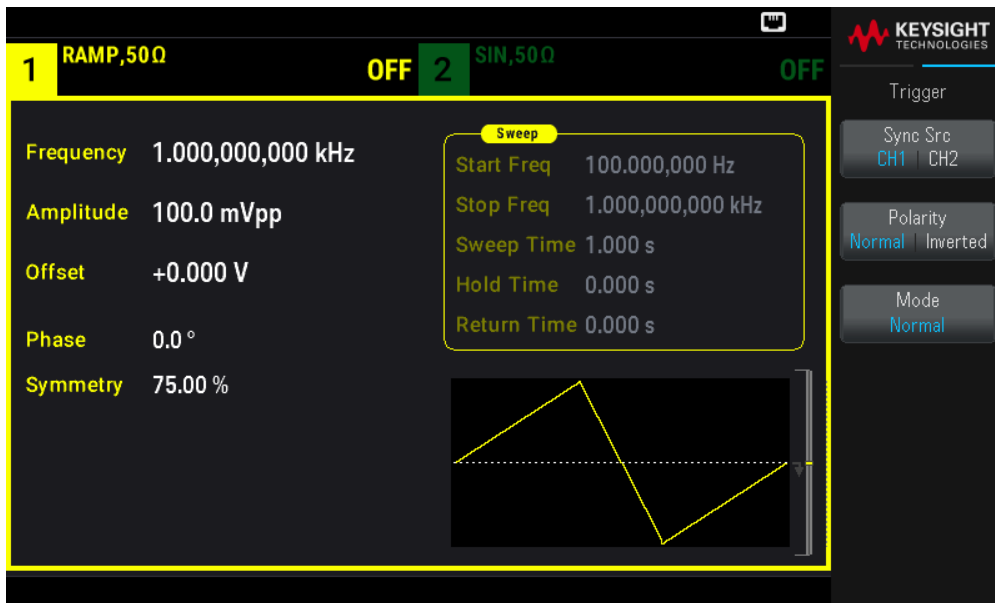
Konfiguration des Sync-Ausgangs

Bedienoperationen an der Frontplatte

Umschalten zwischen Aus und Ein: Drücken Sie **[Trigger]** > Sync **ON** | OFF oder Sync **ON** | **OFF**.



Konfigurieren von Sync: Drücken Sie [Trigger] > Sync Setup.

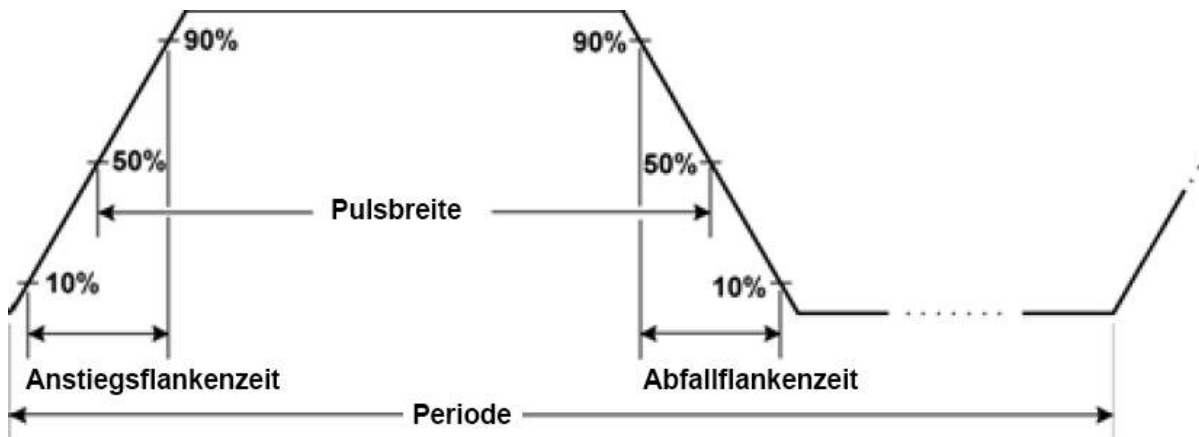


SCPI-Befehl

```
OUTPut:SYNC {ON|1|OFF|0}
OUTPut[1|2]:SYNC:MODE {NORMal|CARRier|MARKer}
OUTPut[1|2]:SYNC:POLarity {NORMal|INVerted}
OUTPut:SYNC:SOURce {CH1|CH2}
```

Pulssignale

Wie unten dargestellt, besteht ein Puls- oder Rechtecksignal aus einer Periode, einer Pulsbreite und einer Anstiegs- und einer Abfallflanke.



Periode

- Periode: Reziprokwert von Maximalfrequenz bis 1.000.000 s. Der Standardwert ist 1 ms.
- Das Gerät passt die Pulsbreite und die Flankenzeit automatisch an die festgelegte Periode an.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Pulssignal auswählen: Drücken Sie **[Waveform]** > **Pulse**.
2. Periode anstelle von Frequenz wählen: Drücken Sie **[Units]** > **Frequency Periodic** > **Frequency Periodic**.
3. Periode einstellen: Drücken Sie **[Parameter]** > **Period**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

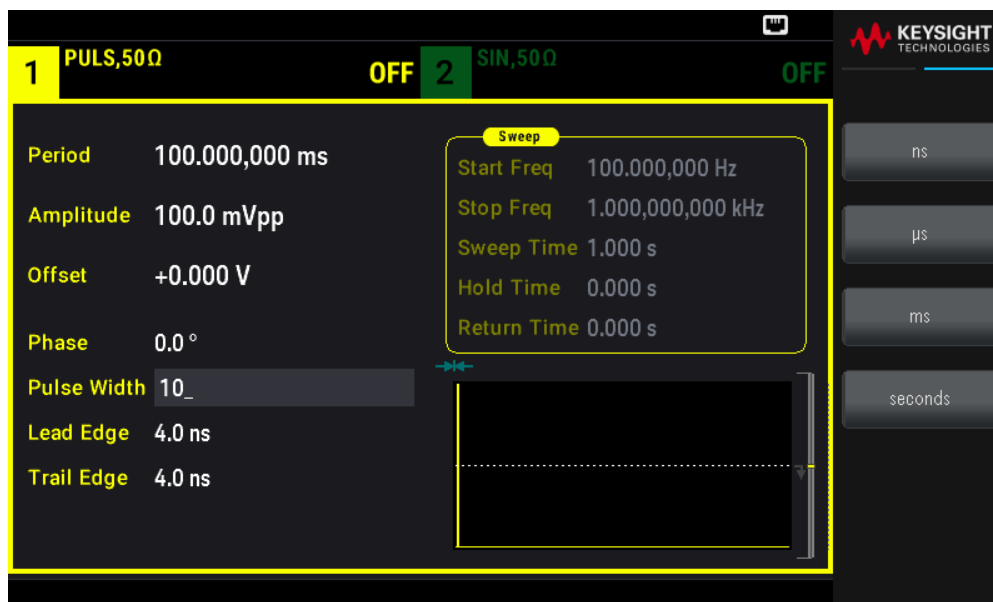
Pulsbreite

Die Pulsbreite ist die Zeit vom 50 %-Schwellenwert der steigenden Flanke eines Pulses bis zum 50 %-Schwellenwert der nächsten fallenden Flanke.

- Pulsbreite: bis 1.000.000 s (mit den nachfolgend beschriebenen Einschränkungen). Die Standardpulsbreite beträgt 100 µs. Die Mindestpulsbreite beträgt 16 ns.
- Die festgelegte Pulsbreite muss auch kleiner sein als der Unterschied zwischen Periode und Mindestpulsbreite.
- Das Gerät passt die Pulsbreite an die festgelegte Periode an.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Waveform] > Pulse > Pulse Width**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:] FUNCtion:PULSe:WIDTh {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Tastgrad eines Pulssignals

Der Tastgrad eines Pulssignals ist folgendermaßen definiert:

$$\text{Tastgrad} = 100 \cdot (\text{Pulsbreite}) / \text{Periode}$$

Die Pulsbreite ist die Zeit vom 50 %-Schwellenwert der steigenden Flanke eines Pulses bis zum 50 %-Schwellenwert der nächsten fallenden Flanke.

- Tastgrad eines Pulssignals: 0,01 % bis 99,99 % (siehe unten aufgeführte Einschränkungen). Standardwert ist 10%.

– Der Tastgrad eines Pulssignals muss folgenden Einschränkungen entsprechen, die durch die Mindestpulsbreite (W_{min}) bestimmt werden.

Das Gerät passt den Tastgrad eines Pulssignals an die angegebene Periode an.

$$\text{Tastgrad} > 100 (\text{Mindestpulsbreite}) / \text{Periode}$$

und

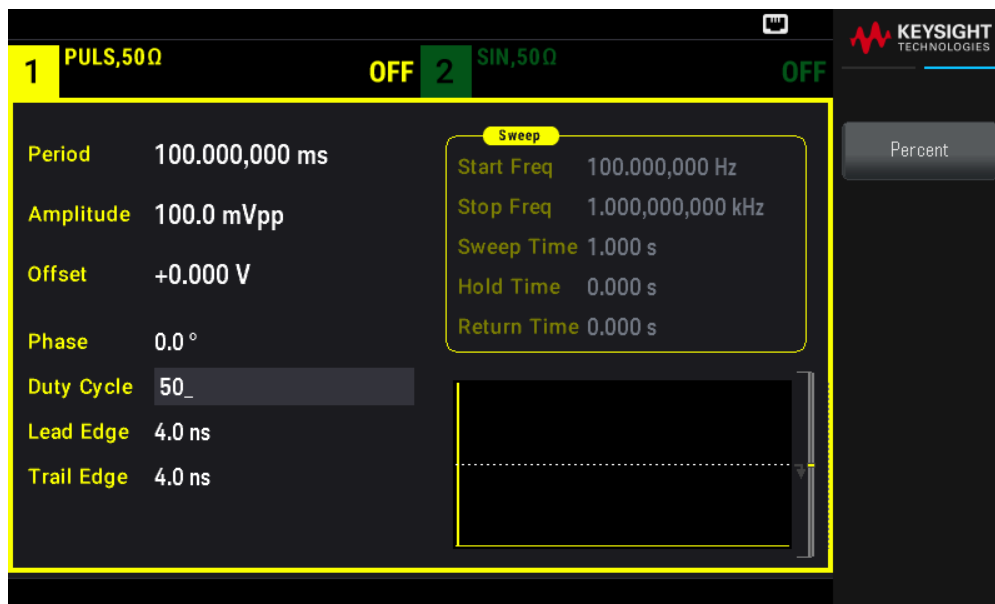
$$\text{Tastgrad} < 100 (1 - (\text{Mindestpulsbreite} / \text{Periode}))$$

Die Mindestpulsbreite beträgt 16 ns.

– Je länger die Flanken, desto größer ist die Mindestpulsbreite. Daher schränken längere Flanken den Tastgrad mehr ein als kürzere Flanken.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Pulsfunktion auswählen: Drücken Sie [Waveform] > Pulse.
2. Zum Tastgrad umschalten: Drücken Sie [Units] > Width Duty Cyc > Width Duty Cyc.
3. Tastgrad eingeben: Drücken Sie [Parameter] > Duty Cycle. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Bei Verwendung der Zifferntastatur, drücken Sie **Percent**, um den Vorgang abzuschließen.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:DCYCLE {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

Flankenzeiten

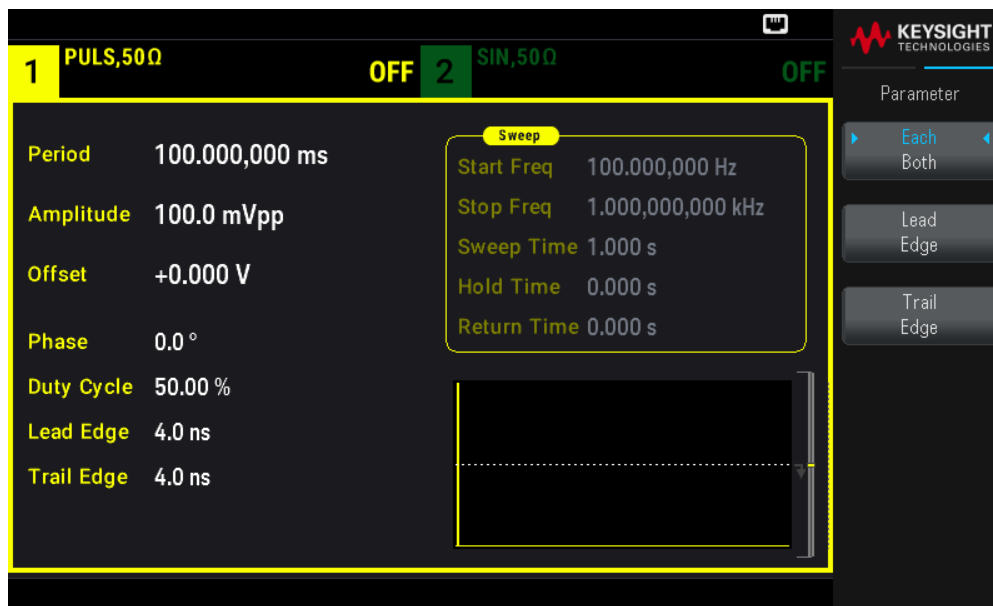
Die Flankenzeiten stellen die Übergangszeiten für die Anstiegs- und Abfallflanken des Pulssignals ein (unabhängig oder zusammen). Die Flankenzeit entspricht der Zeit zwischen den Grenzwerten 10 % und 90 %.

– Flankenzeit: Mindestens 8,4 ns. Höchstens 1 µs und Standardwert 10 ns.

– Die festgelegte Flankenzeit muss kleiner sein als die festgelegte Pulsbreite. **Siehe oben**. Das Gerät passt die Flankenzeit an die angegebene Pulsbreite an.

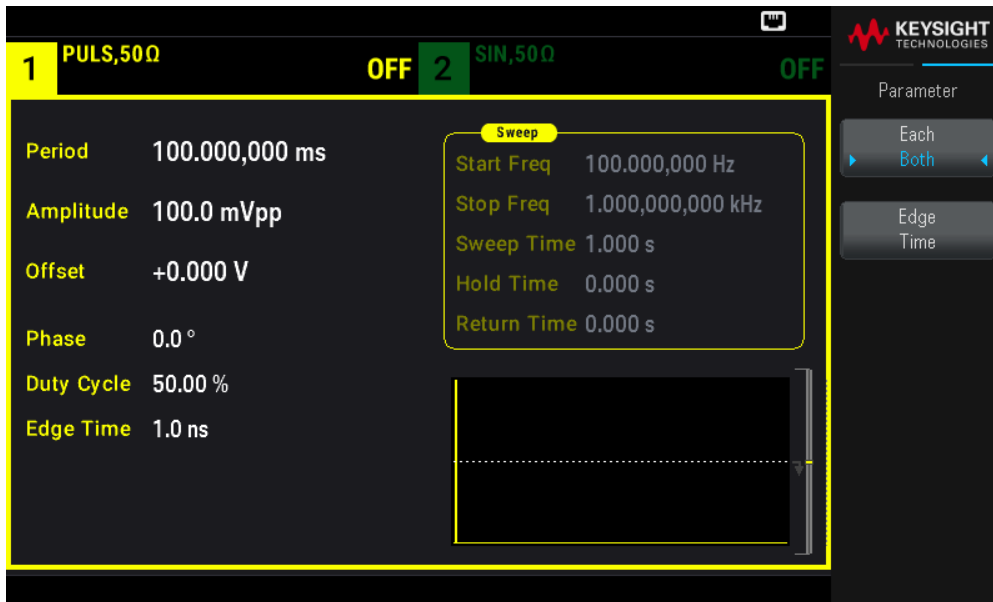
Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Zum unabhängigen Einstellen der Übergangszeiten für die Flanken: Drücken Sie **[Waveform]** > **Pulse** > **Edge** > **Each Both**.
2. Drücken Sie **Lead Edge**, um die Übergangszeit für die Anstiegsflanke des Pulssignals einzustellen. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.
3. Drücken Sie **Trail Edge**, um die Übergangszeit für die Abfallflanke des Pulssignals einzustellen. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



1. Zum gemeinsamen Einstellen der Übergangszeiten für die Flanken: Drücken Sie **[Waveform]** > **Pulse** > **Edge** > **Each Both**.

- Drücken Sie **Edge Time**, um die Übergangszeiten für die Anstiegs- und Abfallflanke des Pulssignals einzustellen. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]]:FUNCTION:PULSE:TRANSITION:LEADING
{<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

```
[SOURCE[1|2]]:FUNCTION:PULSE:TRANSITION:TRAILING
{<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

```
[SOURCE[1|2]]:FUNCTION:PULSE:TRANSITION[:BOTH]
{<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

Amplitudenmodulation (AM) und Frequenzmodulation (FM)

Ein modulierte Signal besteht aus einem Trägersignal und einem Modulationssignal. In AM wird die Trägeramplitude durch den Spannungspegel des Modulationssignals verändert. In FM wird die Trägerfrequenz durch den Spannungspegel des Modulationssignals verändert. Bei einem Zweikanalgerät kann ein Kanal den anderen modulieren.

Wählen Sie AM oder FM, bevor Sie andere Modulationsparameter einrichten. Weitere Informationen über die Modulation erhalten Sie unter **Modulation**.

Auswahl von AM oder FM

– Bei diesem Gerät kann nur ein Modulationsmodus für einen Kanal aktiviert werden. Wenn AM oder FM aktiviert ist, sind alle anderen Modulationen deaktiviert. Bei Zweikanalmodellen sind die Modulationen der beiden Kanäle unabhängig voneinander und das Gerät kann modulierte Signale von zwei Kanälen hinzufügen. Weitere

Informationen finden Sie unter PHASE:SYNChronize und COMBine:FEED im *Programmierleitfaden für Geräte der EDU33210-Serie*.

- Für Wobbelung oder Burst können AM oder FM nicht aktiviert werden. Durch Aktivieren von AM oder FM werden Wobbelung und Burst deaktiviert.
- Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollte die Modulation nach der Konfiguration anderer Modulationsparameter aktiviert werden.

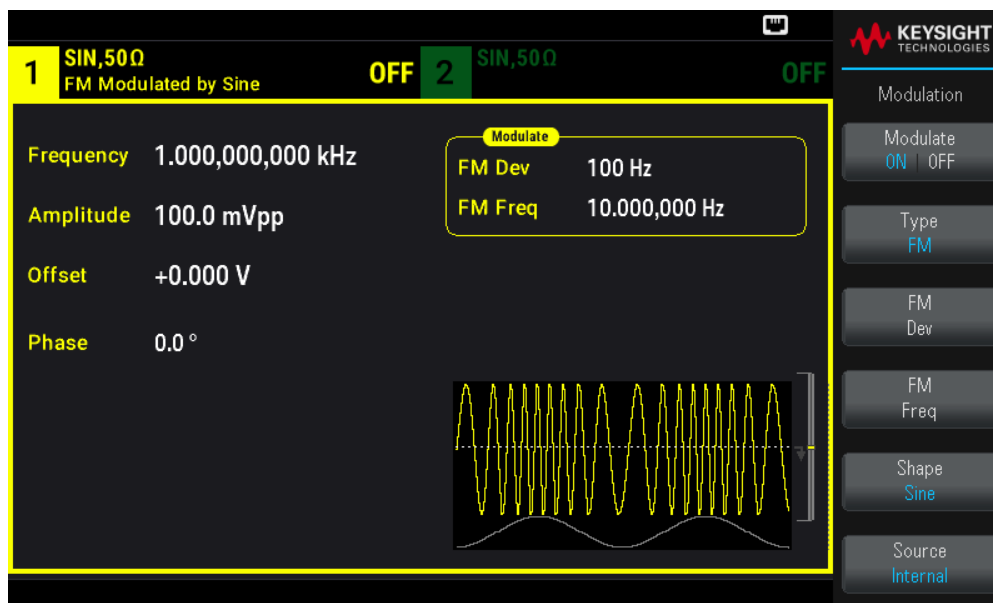
Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM**.

oder

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM** > Type **FM**.

Schalten Sie dann die Modulation ein: Drücken Sie [Modulate] > Modulate ON | **OFF** > Modulate **ON**|OFF.



Das Signal wird mit den aktuellen Träger- und Modulationssignaleinstellungen ausgegeben.

SCPI-Befehl

```
[SOURce [1 | 2] : ] AM:STATE { ON | 1 | OFF | 0 }
```

```
[SOURce [1 | 2] : ] FM:STATE { ON | 1 | OFF | 0 }
```

Trägersignalform

- AM- oder FM-Trägerform: Sinus (Standardeinstellung), Rechteck, Rampe, Puls, Dreieck, Rauschen (nur AM), PRBS oder Arbiträrsignal. DC kann nicht als Trägersignal verwendet werden.
- Bei FM muss die Trägerfrequenz stets größer oder gleich der Frequenzabweichung sein. Bei dem Versuch, eine Abweichung einzustellen, die größer ist als die Trägerfrequenz, stellt das Gerät eine Abweichung ein, die gleich der Trägerfrequenz ist.

– Trägerfrequenz plus Abweichung dürfen die maximalen Frequenzwerte für die gewählte Funktion plus 100 kHz nicht überschreiten. Wenn Sie versuchen, für die Abweichung einen ungültigen Wert einzustellen, passt das Gerät ihn an den zulässigen Höchstwert für die derzeitige Trägerfrequenz an. Die Remoteschnittstelle generiert zudem den Fehler „Data out of range“.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Waveform]**. Wählen Sie dann die Signalform.

SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]FUNCTION <function>
```

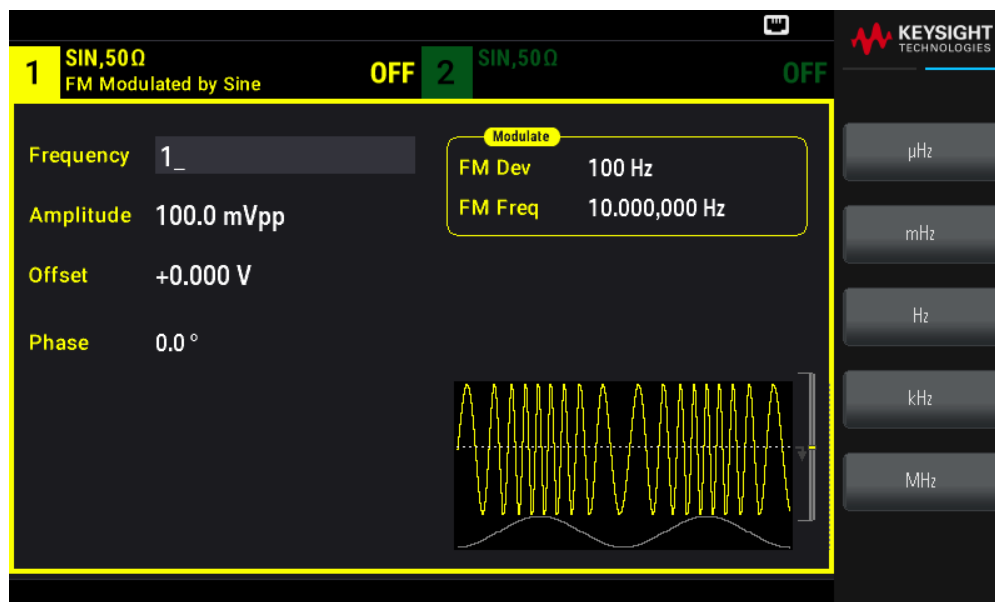
Der Befehl **APPLY** konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.

Trägerfrequenz

Die maximale Trägerfrequenz variiert je nach Funktion, Modell und Ausgangsspannung, wie hier gezeigt. Die Standardfrequenz für alle Funktionen außer Arbiträrsignalen beträgt 1 kHz. Die „Frequenz“ des Arbiträrsignals wird auch mit dem Befehl **FUNCTION:ARbitrary:SRATE** eingestellt.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Parameter] > Frequency**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]FREQUENCY {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```





Der Befehl **APPLY** konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.

Form des Modulationssignals

Bei einem Zweikanalgerät können Sie einen Kanal mit dem anderen modulieren.

Eine Modulation von Rauschen mit Rauschen, PRBS mit PRBS oder eines Arbiträrsignals mit einem Arbiträrsignal ist nicht möglich.

Das Modulationssignal (interne Quelle) kann folgenden Formen entsprechen:

- Sinus-Welle
- Rechteck mit einem Tastgrad von 50 % 
- Dreieck mit einem Tastgrad von 50 % 
- UpRamp mit einer Symmetrie von 100 % 
- DnRamp mit einer Symmetrie von 0 % 
- Rauschen: Weißes Gaußsches Rauschen
- PRBS: Pseudozufällige Binärfolge (Polynom PN7)
- Arb: Arbiträrsignal

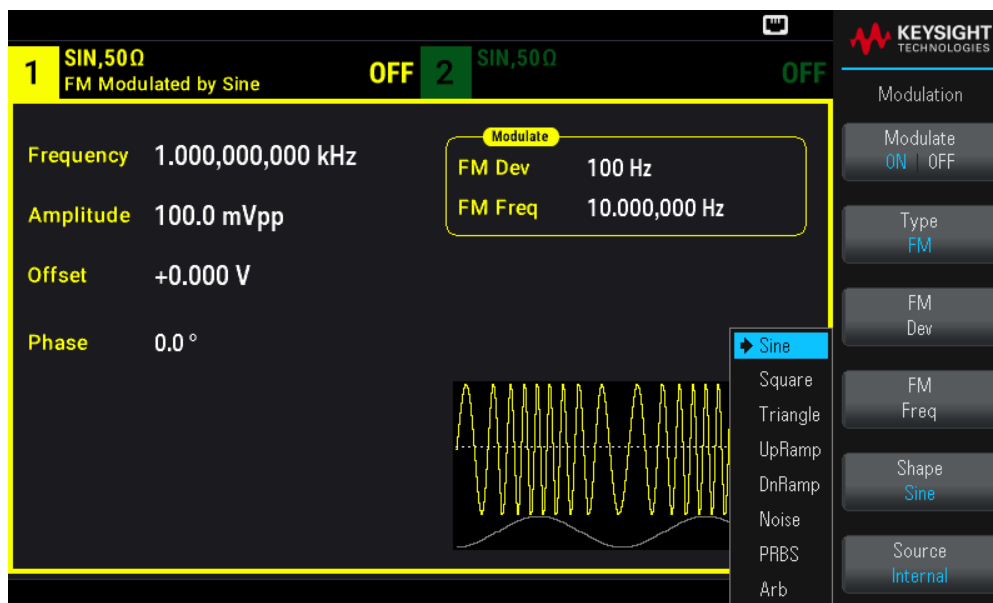
Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM**.

oder

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM** > Type **FM**.

Wählen Sie dann die Modulationsform aus: Drücken Sie **Shape**.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]AM:INTERNAL:FUNCTION <function>
```

```
[SOURCE[1|2]:]FM:INTERNAL:FUNCTION <function>
```

Frequenz des Modulationssignals

Modulationsfrequenz (interne Quelle): der Mindestwert beträgt 1 μ Hz, die Maximalwerte variieren je nach Funktion.

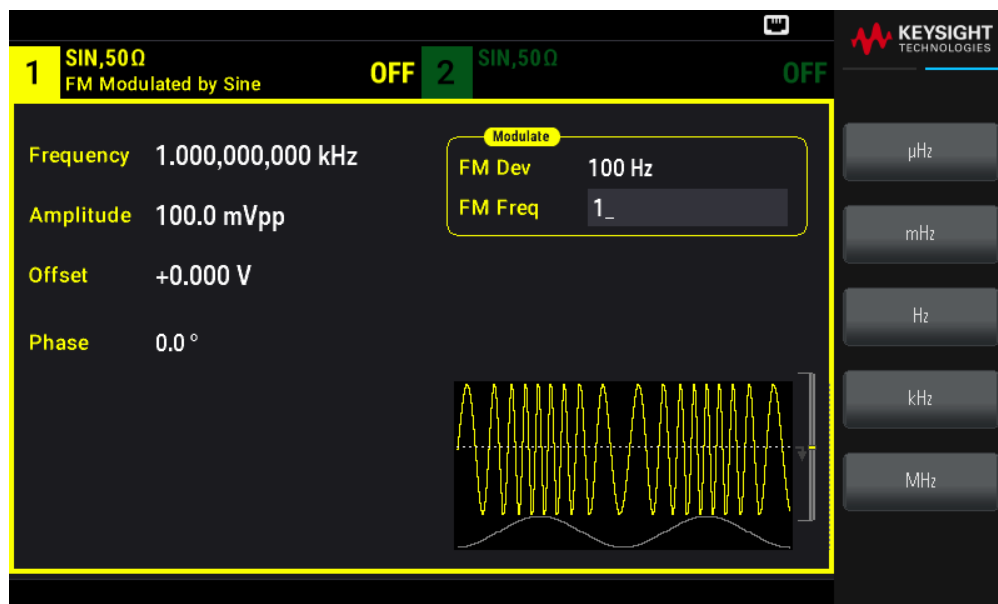
Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Modulate]** > Type **AM** > AM Freq.

oder

Drücken Sie **[Modulate]** > Type **AM** > Type **FM** > FM Freq.

Geben Sie dann die AM- oder FM-Frequenz mit dem Drehknopf und dem Tastenfeld ein. Wenn Sie die Zifferntastatur verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]AM:INTERNAL:FREQUENCY {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

```
[SOURCE[1|2]:]FM:INTERNAL:FREQUENCY {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

Modulationsgrad (AM)

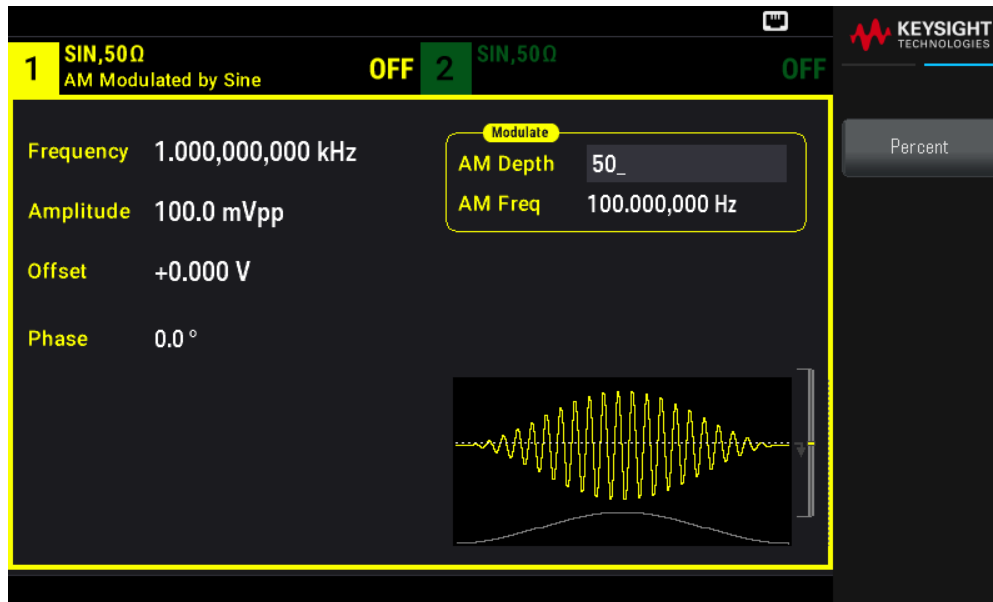
Der Modulationsgrad ist ein Prozentsatz, der die Amplitudenvariation darstellt. Bei einem Grad von 0 % entspricht die Amplitude der Hälfte der Trägeramplitudeneinstellung. Bei einem Grad von 100 % variiert die Amplitude entsprechend dem Modulationssignal von 0 % bis 100 % der Trägeramplitude.

– Modulationsgrad: 0 % bis 120 %. Standardwert ist 100%.

– Selbst bei einem Grad von über 100 % überschreitet das Gerät nicht den Spitzenwert von ± 5 V am Ausgang (in eine $50\ \Omega$ Last). Um einen Modulationsgrad über 100 % zu erzielen, kann die Trägeramplitude des Ausgangs reduziert werden.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM** > **AM Depth**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Bei Verwendung der Zifferntastatur, drücken Sie **Percent**, um den Vorgang abzuschließen.



SCPI-Befehl

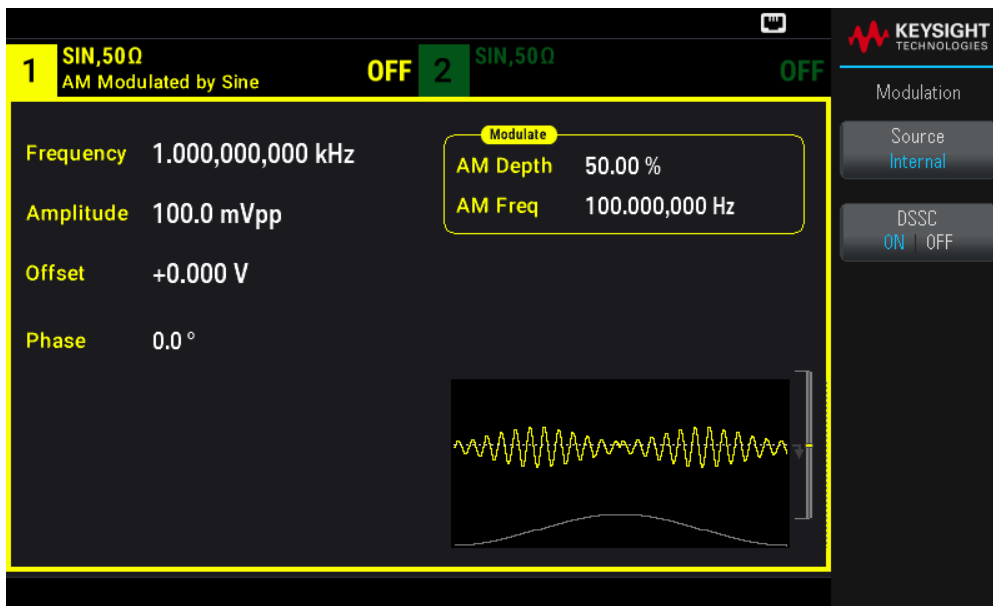
```
[SOURCE[1|2]:]AM[:DEPTH] {<depth_in_percent>|MINimum|MAXimum}
```

Zweiseitenband-AM mit unterdrücktem Träger

Das Gerät unterstützt zwei Arten der Amplitudenmodulation, „Normal“ und Zweiseitenband-AM mit unterdrücktem Träger (DSSC). Im DSSC ist der Träger nur vorhanden, wenn die Amplitude des Modulationssignals größer als Null ist.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM** > MORE 1 / 2 > DSSC ON | **OFF** > DSSC **ON** | **OFF**.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE [1 | 2] : ] AM:DSSC { ON | 1 | OFF | 0 }
```

Frequenzabweichung (FM)

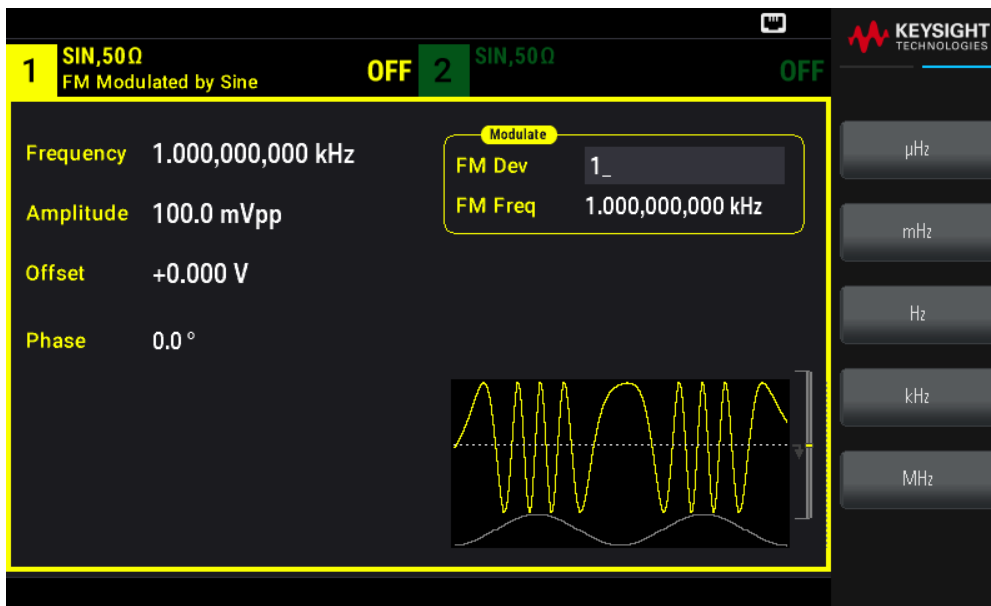
Die Frequenzabweichung-Einstellung stellt die die Spitzen-Abweichung der Frequenz des modulierten Signals von der Trägerfrequenz dar.

Ist der Träger ein PRBS-Signal, verursacht die Frequenzabweichung eine Veränderung der Bitrate die der Hälfte der eingestellten Frequenz entspricht. So entspricht beispielsweise ein Hub von 10 kHz einem Wechsel der Bitrate von 5 KBPS.

- Frequenzabweichung: 1 μ Hz bis (Trägerfrequenz) / 2, Standard 100 Hz.
- Bei FM muss die Trägerfrequenz stets größer oder gleich der Frequenzabweichung sein. Bei dem Versuch, eine Abweichung einzustellen, die größer ist als die Trägerfrequenz, stellt das Gerät eine Abweichung ein, die gleich der Trägerfrequenz ist.
- Trägerfrequenz plus Abweichung dürfen die maximalen Frequenzwerte für die gewählte Funktion plus 100 kHz nicht überschreiten. Wenn Sie versuchen, für die Abweichung einen ungültigen Wert einzustellen, passt das Gerät ihn an den zulässigen Höchstwert für die derzeitige Trägerfrequenz an. Die Remoteschnittstelle generiert zudem den Fehler „Data out of range“.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Modulate]** > **Type AM** > **Type FM** > **Freq Dev**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]FM[:DEVIation] {<peak_deviation_in_Hz>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

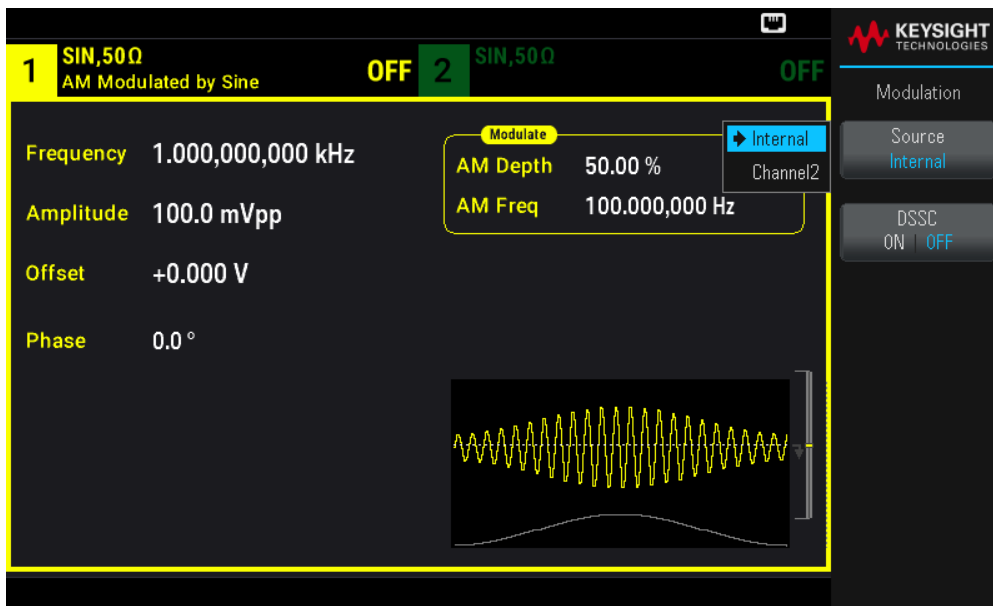
Modulationsquelle

Bei einem Zweikanalgerät können Sie einen Kanal mit dem anderen modulieren.

- Modulationsquelle: **Intern** (Standard) oder **Kanal-Nr.**
- AM-Beispiel: Bei einem Modulationsgrad von 100 % und einem Modulationssignal von +5 V entspricht der Ausgang der Maximalamplitude. Bei einem Modulationssignal von -5 V entspricht der Ausgang der minimalen Amplitude.
- FM-Beispiel: Bei einem Hub von 10 kHz entspricht ein Signalpegel von +5 V einem Anstieg der Frequenz um 10 kHz. Niedrigere externe Signalpegel ergeben einen geringeren Hub und negative Signalpegel reduzieren die Frequenz unter der Trägerfrequenz.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Wählen Sie nach der Aktivierung von **Type AM** oder **Type FM** die Modulationsquelle wie folgt: Drücken Sie **MORE 1 / 2 > Source**.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE [1 | 2] :] AM:SOURCE { INTERNAL | CH1 | CH2 }
```

```
[SOURCE [1 | 2] :] FM:SOURCE { INTERNAL | CH1 | CH2 }
```

Phasenmodulation (PM)

Ein modulierte Signal besteht aus einem Trägersignal und einem Modulationssignal. Die PM hat große Ähnlichkeit mit der FM (Frequenzmodulation); bei der PM wird jedoch die Phase des modulierten Signals durch die aktuelle Spannung des Modulationssignals verändert.

Ausführlichere Informationen zu den Grundlagen der Phasenmodulation finden Sie unter **Modulation**.

Auswahl der Phasenmodulation

- Es kann nur jeweils ein Modulationsmodus aktiviert werden. Das Aktivieren der PM deaktiviert den zuvor eingestellten Modulationsmodus.
- Das Aktivieren der PM deaktiviert die Modi Wobbelung und Burst.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Modulate]** > **Type AM** > **Type PM**.

Das Signal wird mit den aktuellen Träger- und Modulationssignaleinstellungen ausgegeben.

Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollte die Modulation nach der Konfiguration anderer Modulationsparameter aktiviert werden.

SCPI-Befehl

```
[SOURCE [1 | 2] :] PM:STATE { ON | 1 | OFF | 0 }
```

Trägersignalform

PM-Trägerform: Sinus (Standardeinstellung), Rechteck, Rampe, Dreieck, Puls, PRBS oder Arbiträrsignal. Rauschen oder DC können nicht als Trägersignale verwendet werden.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Waveform]**. Wählen Sie dann ein beliebiges Signal außer **Rauschen** oder **DC**.

SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]FUNCTION <function>
```

- Der Befehl **APPLY** konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.
- Ist der Träger ein Arbiträrsignal, betrifft die Modulation den Abtast-Taktgeber und nicht den vollständigen Zyklus, der durch die Arbiträrsignal-Abtasteinstellung definiert ist. Daher ist die Anwendung der Phasenmodulation auf Arbiträrsignale begrenzt.

Trägerfrequenz

Die maximale Trägerfrequenz variiert je nach Funktion, Modell und Ausgangsspannung, wie hier gezeigt. Die Standardfrequenz für alle Funktionen außer Arbiträrsignalen beträgt 1 kHz. Die Trägerfrequenz muss höher sein als das 20-Fache der Spitzenmodulationsfrequenz.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **AM Freq** oder **FM Freq** eine andere Frequenz-Taste. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.





SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Der Befehl **APPLY** konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.

Form des Modulationssignals

Das Modulationssignal kann folgenden Formen entsprechen:

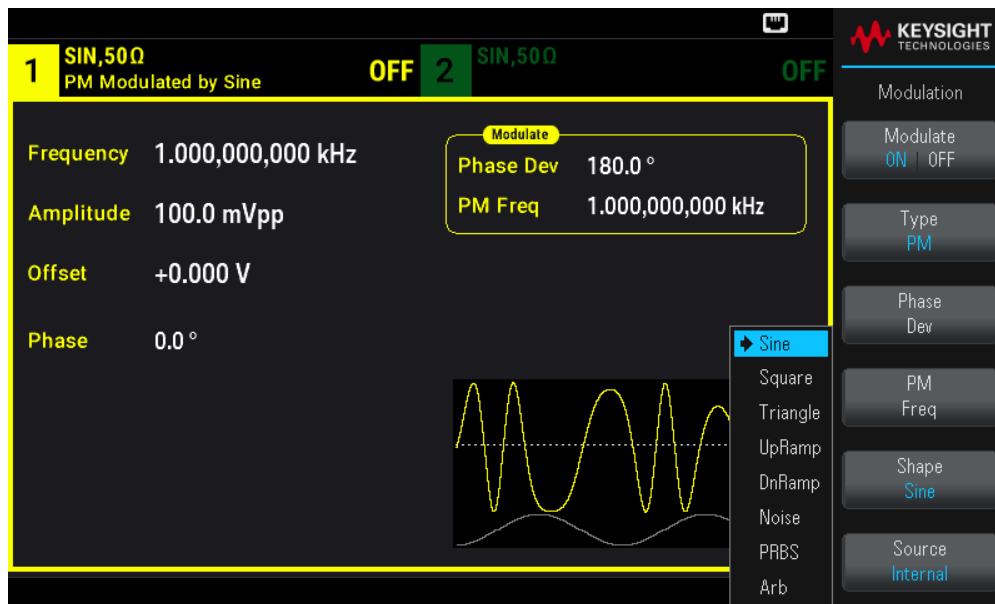
- **Sinus**-Welle
- **Rechteck** mit einem Tastgrad von 50 % 
- **Dreieck** mit einem Tastgrad von 50 % 
- **UpRamp** mit einer Symmetrie von 100 % 
- **DnRamp** mit einer Symmetrie von 0 % 
- **Rauschen**: Weißes Gaußsches Rauschen

- PRBS: Pseudozufällige Binärfolge (Polynom PN7)
- Arb: Arbiträrsignal

Rauschen ist zwar als Modulationssignalform verwendbar, doch Rauschen und DC können nicht als Trägersignalform verwendet werden.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM** > Type **PM** > Shape **Sine**.



SCPI-Befehl

SCPI: [SOURce[1|2]:] PM:INTernal:FUNction <function>

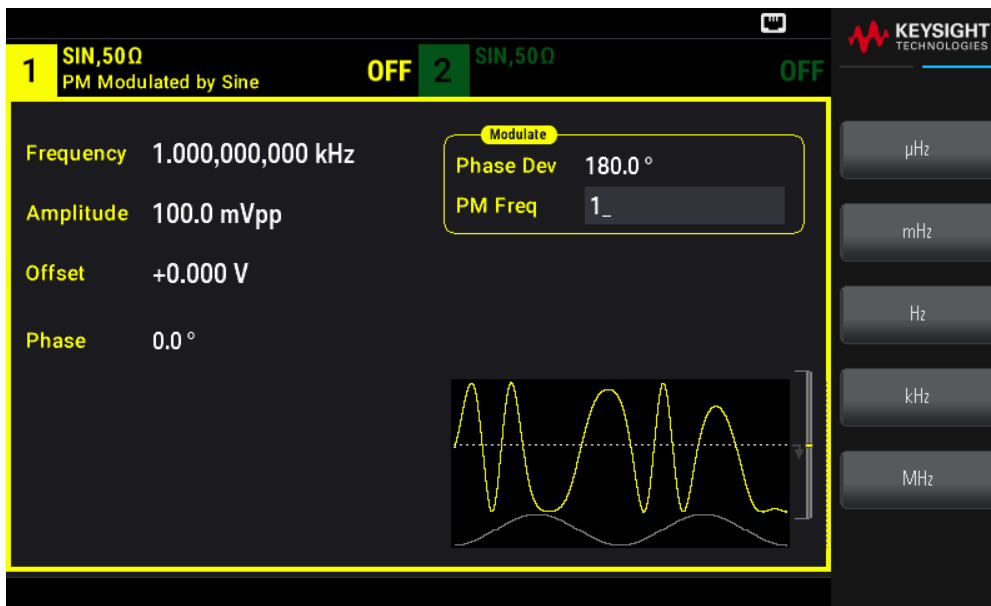
Frequenz des Modulationssignals

Modulationsfrequenz: Standard 10 Hz, Minimum 1 μ Hz. Die maximale Modulationsfrequenz variiert je nach Modell, Funktion und Ausgangsspannung, wie hier gezeigt.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM** > Type **PM** > PM Freq.

Stellen Sie dann die Modulationssignalfrequenz mit dem Drehknopf und dem Tastenfeld ein. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
SCPI: [SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FREQuency
{<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Phasenabweichung

Als Phasenabweichung wird die maximale Abweichung der Phase des modulierten Signals vom Trägersignal bezeichnet. Die Phasenabweichung kann auf Werte zwischen 0 und 360 Grad eingestellt werden (Standardwert: 180).

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM** > Type **PM** > Phase Dev.

Stellen Sie dann die Phasenabweichung mit dem Drehknopf und dem Tastenfeld ein.

SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]PM:DEViation {<deviation in degrees>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

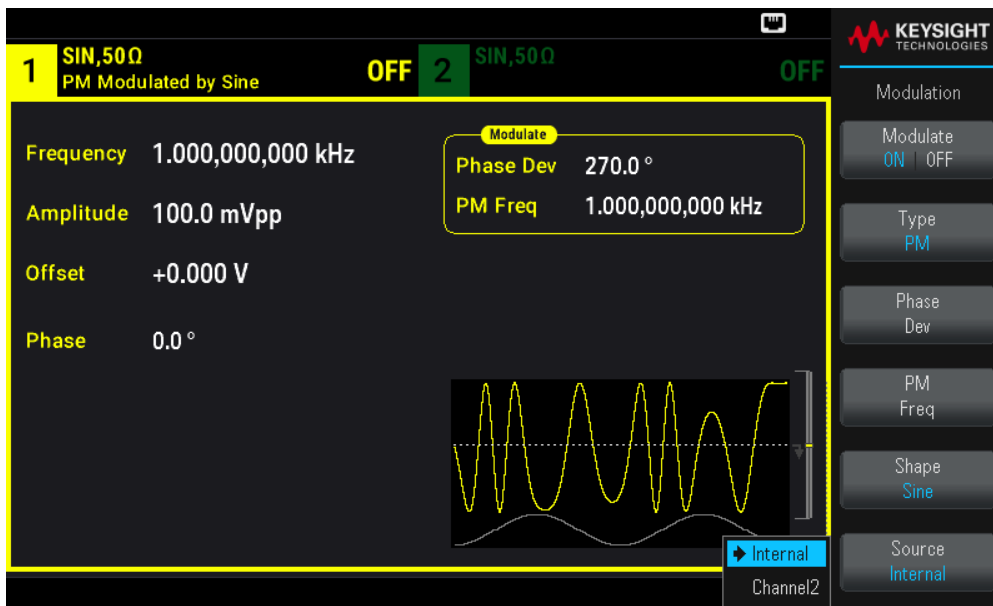
Wenn der Träger ein Arbiträrsignal ist, gilt der Hub für den Abtast-Taktgeber. Daher ist die Auswirkung auf das gesamte Arbiträrsignal geringer als die bei Standardsignalen beobachtete. Das Ausmaß der Reduzierung ist abhängig von der Anzahl der Punkte des Arbiträrsignals.

Modulationsquelle

Modulationsquelle: **Intern** (Standard) oder **Kanal-Nr.**

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **AM** > Type **PM** > Source.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]PM:SOURce {INTernal|CH1|CH2}
```

Frequenzumtastungsmodulation (FSK)

Mit der **FSK-Modulation** können Sie das Gerät so konfigurieren, dass die Ausgangsfrequenz zwischen zwei voreingestellten Werten (als „Trägerfrequenz“ und „Hop“-Frequenz bezeichnet) „wechselt“. Die Geschwindigkeit, mit der der Ausgang zwischen diesen beiden Frequenzen wechselt, wird durch den internen Wiederholratengenerator oder durch den Signalpegel am rückseitigen **Ext Trig**-Anschluss bestimmt.

Unter **Bedienung des Frontplatten-Menüs - FSK-Signal ausgeben** finden Sie ausführlichere Informationen über die FSK-Modulation mit der Frontplatte.

Auswahl der FSK-Modulation

- Es kann nur jeweils ein Modulationsmodus aktiviert werden. Das Aktivieren der FSK deaktiviert den zuvor eingestellten Modulationsmodus.
- Sie können die FSK nicht aktivieren, wenn Wobbelung oder Burst aktiviert ist. Das Aktivieren von FSK deaktiviert die Modi Wobbelung und Burst.
- Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollte die Modulation nach der Konfiguration anderer Modulationsparameter aktiviert werden.

SCPI-Befehl

```
FSKey:STATE {OFF|ON}
```

FSK-Trägerfrequenz

Die maximale Trägerfrequenz variiert je nach Funktion, Modell und Ausgangsspannung, wie hier gezeigt. Die Standardfrequenz für alle Funktionen außer Arbiträrsignalen beträgt 1 kHz.

Wenn ein logischer „Low“-Pegel vorhanden ist, wird die Trägerfrequenz ausgegeben. Wenn ein logischer „High“-Pegel vorhanden ist, wird die „Hop“-Frequenz ausgegeben.

SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]FREQUENCY {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

FSK-„Hop“-Frequenz

Die maximale alternierende („Hop“) Frequenz variiert je nach Funktion. Die Standardfrequenz für alle Funktionen beträgt 100 Hz. Das interne Modulationssignal ist ein Rechtecksignal mit einem Tastgrad von 50 %.

Funktion	Minimale Hop-Frequenz	Maximale Hop-Frequenz
Sinus	1 μ Hz	20 MHz
Rechteck	1 μ Hz	10 MHz
Rampe/Dreieck	1 μ Hz	200 kHz
Puls	1 μ Hz	10 MHz

Wenn die Quelle **External** gewählt wurde, wird die Ausgangsfrequenz durch den Signalpegel am **Ext Trig**-Anschluss der Frontplatte bestimmt. Wenn ein logischer „Low“-Pegel vorhanden ist, wird die Trägerfrequenz ausgegeben. Wenn ein logischer „High“-Pegel vorhanden ist, wird die „Hop“-Frequenz ausgegeben.

SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]FSKey:FREQUENCY {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

FSK-Rate

Die FSK-Rate ist die Rate, mit welcher die Ausgangsfrequenz mithilfe der internen FSK-Quelle zwischen der Trägerfrequenz und der „Hop“-Frequenz „umschaltet“.

- FSK-Rate (interne Quelle): 125 μ Hz bis zu 1 MHz, Standardwert: 10 Hz.
- Wenn die externen FSK-Modulationsquelle ausgewählt ist, wird die eingestellte FSK-Rate ignoriert.

SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]FSKey:INTERNAL:RATE {<rate_in_Hz>|MINimum|MAXimum}
```

FSK-Quelle

Kann **Intern** (Standard) oder **Extern** sein.

- Wenn die Quelle **Intern** gewählt wurde, wird die Rate, mit welcher die Ausgangsfrequenz zwischen der Trägerfrequenz und der „Hop“-Frequenz „umschaltet“, durch die FSK-Rate bestimmt. Das interne Modulationssignal ist ein Rechtecksignal mit einem Tastgrad von 50 %.
- Wenn die Quelle **Extern** gewählt wurde, wird die Ausgangsfrequenz durch den Signalpegel am **Ext Trig**-Anschluss der Frontplatte bestimmt. Wenn ein logischer „Low“-Pegel vorhanden ist, wird die Trägerfrequenz ausgegeben. Wenn ein logischer „High“-Pegel vorhanden ist, wird die „Hop“-Frequenz ausgegeben.
- Der für die externe FSK-Modulation verwendete Anschluss (Ext Trig) ist nicht der gleiche Anschluss, der für extern modulierte AM-, FM-, PM- und PWM-Signale verwendet wird (Modulation In). Bei Verwendung für FSK hat der Anschluss **Ext Trig** keine einstellbare Flankenpolarität.

SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
```

Pulsbreitenmodulation (PWM)

Dieses Kapitel behandelt PWM (Pulsbreitenmodulation). Die PWM steht nur für das Pulssignal zur Verfügung, und die Pulsbreite ist vom Modulationssignal abhängig. Der Wert der Pulsbreitenschwankung wird als Pulsbreitenabweichung bezeichnet und kann als Prozentsatz der Signalperiode (d. h. des Tastgrades) oder in Zeiteinheiten angegeben werden. Wenn Sie z. B. einen Puls mit einem Tastgrad von 20 % angeben und dann PWM mit einer Abweichung von 5 % aktivieren, schwankt der Tastgrad je nach Modulationssignal zwischen 15 % und 25 %.

Auswahl von PWM

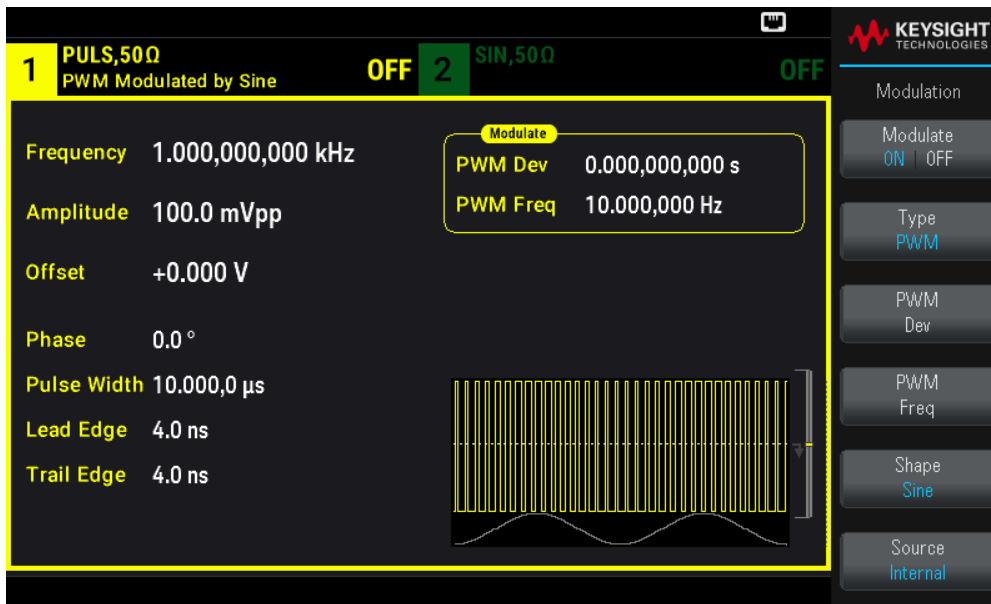
Sie können PWM nicht aktivieren, wenn Wobbelung oder Burst aktiviert ist.

Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollte die Modulation nach der Konfiguration anderer Modulationsparameter aktiviert werden.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie **[Waveform]** > **Pulse**.
2. Drücken Sie **[Modulate]** > **Type AM** > **Type PWM**.

3. Drücken Sie **Modulate ON** | **OFF** > **Modulate ON** | **OFF**.







Das Signal wird mit den aktuellen Träger- und Modulationseinstellungen ausgegeben.

SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:] PWM:STATe {ON|1|OFF|0}
```

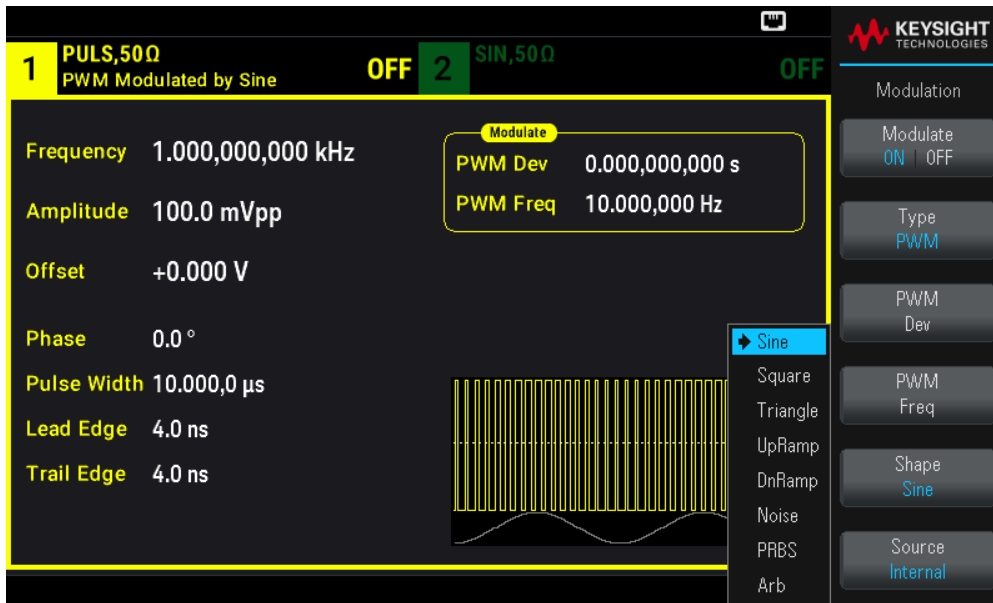
Form des Modulationssignals

Das Modulationssignal (interne Quelle) kann folgenden Formen entsprechen:

- Sinus-Welle
- Rechteck mit einem Tastgrad von 50 % 
- Dreieck mit einem Tastgrad von 50 % 
- UpRamp mit einer Symmetrie von 100 % 
- DnRamp mit einer Symmetrie von 0 % 
- Rauschen: Weißes Gaußsches Rauschen
- PRBS: Pseudozufällige Binärfolge (Polynom PN7)
- Arb: Arbiträrsignal

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie [Waveform] > Pulse.
2. Drücken Sie [Modulate] > Type **PWM** > Shape **Sine**.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]PWM:INTernal:FUNction <function>
```

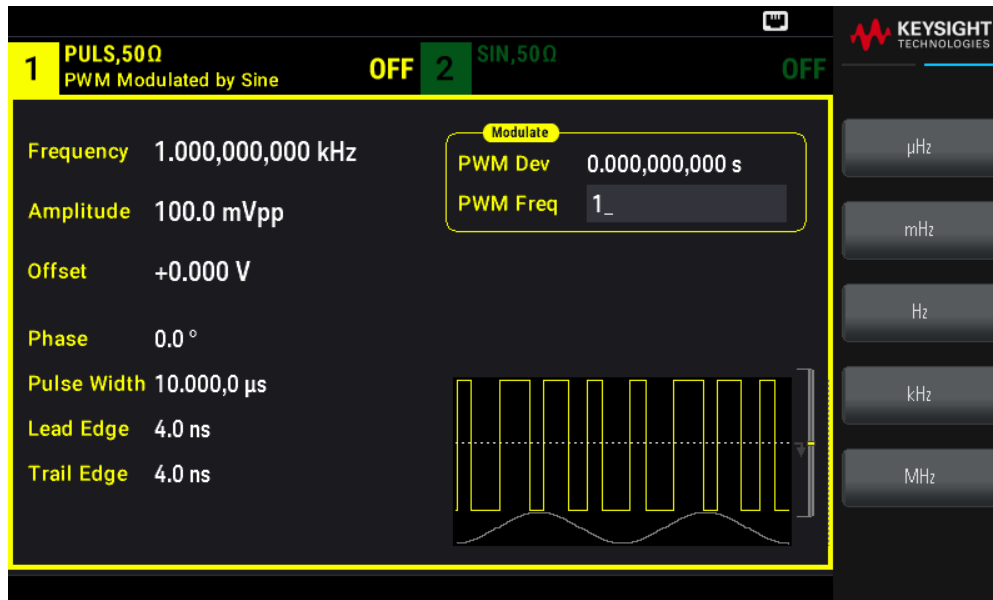
Frequenz des Modulationssignals

Modulationsfrequenz: Der Standardwert beträgt 10 Hz, und der Mindestwert beträgt 1 μ Hz. Die maximale Frequenz variiert je nach Funktion, Modell und Ausgangsspannung, wie hier gezeigt.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie [Waveform] > Pulse.
2. Drücken Sie [Modulate] > Type **PWM** > PWM Freq.

Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:] PWM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Abweichung der Breite oder des Tastgrades

Die PWM-Abweichungseinstellung entspricht der Spitzen-Abweichung der Breite des modulierten Pulssignals. Sie kann in Zeiteinheiten oder als Tastgrad eingestellt werden.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie [Waveform] > Pulse.
2. Drücken Sie [Modulate] > Type **PWM** > PWM Dev. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.

Festlegung einer Abweichung bezogen auf den Tastgrad:

1. Drücken Sie [Units] > **Width Duty Cyc** > Width **Duty Cyc**.
2. Drücken Sie [Modulate] > **Duty Cycle**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Bei Verwendung der Zifferntastatur, drücken Sie **Percent**, um den Vorgang abzuschließen.

SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:] PWM:DEVIation {<deviation>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

– Die Summe der Pulsbreite und Abweichung muss folgender Formel entsprechen:

$$\text{Pulsbreite} + \text{Abweichung} < \text{Periode} - 16 \text{ ns}$$

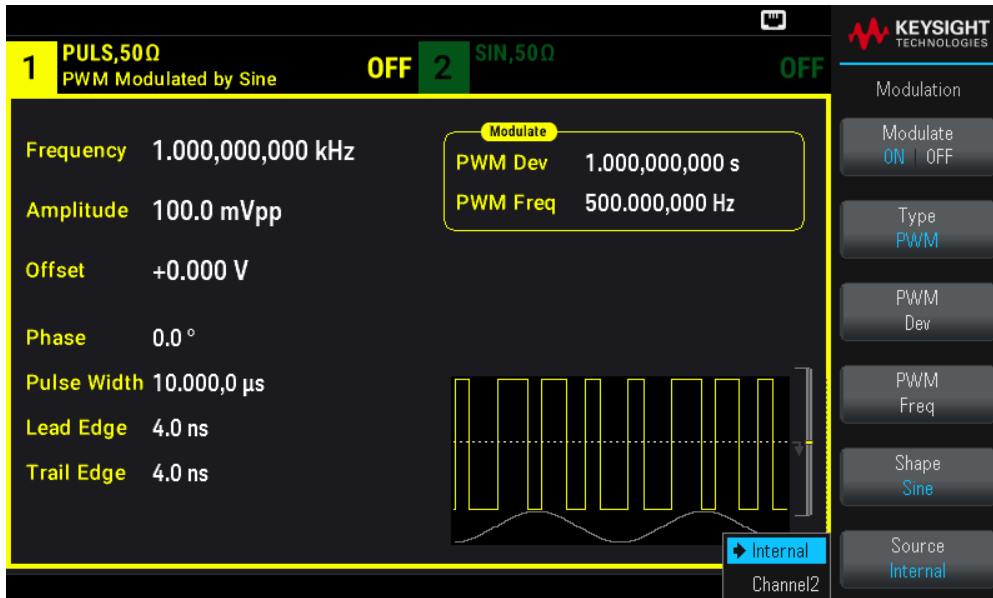
– Bei Bedarf passt das Gerät die Abweichung an die festgelegte Periode an.

Modulationsquelle

Modulationsquelle: **Intern** (Standard) oder **Kanal-Nr.**

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie **[Waveform]** > **Pulse**.
2. Drücken Sie **[Modulate]** > Type **PWM** > Source.



SCPI-Befehl

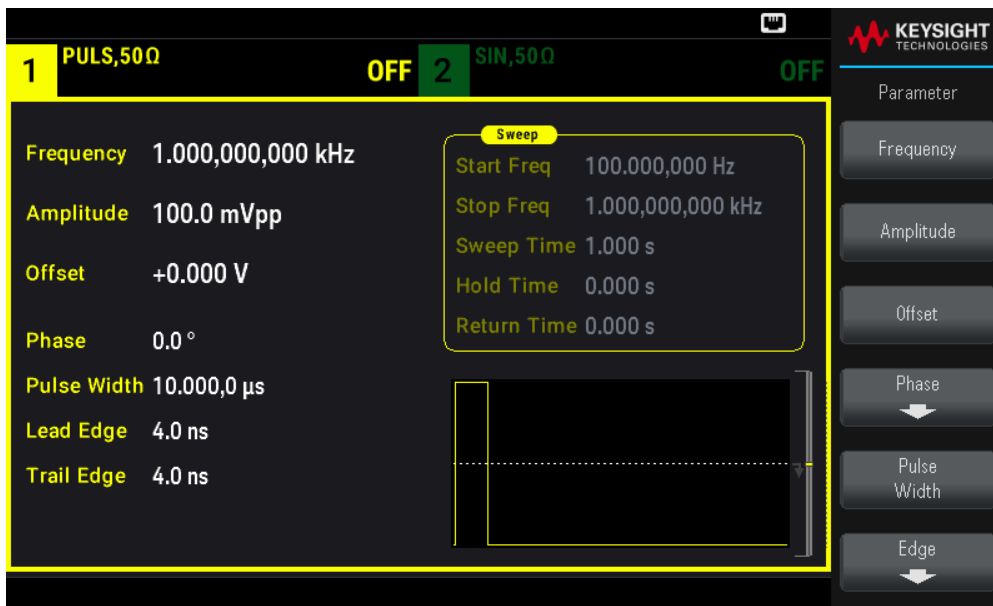
```
[SOURCE[1|2]:] PWM:SOURce {INTernal|CH1|CH2}
```

Pulssignal

Die einzige für PWM verfügbare Signalform ist das Pulssignal.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Waveform]** > **Pulse**.



SCPI-Befehl

FUNCTION PULSe

Der Befehl APPLY konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.

Pulsperiode

Der Pulsperiodenbereich reicht vom Reziprokwert der maximalen Frequenz des Geräts bis 1.000.000 s (Standardwert 100 μs). Beachten Sie, dass die Signalperiode die maximale Abweichung begrenzt.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie [Waveform] > Pulse.
2. Drücken Sie [Units] > **Frequency Periodic** > Frequency **Periodic**.



SCPI-Befehl

```
[SOURce [1|2] :] FUNCTION:PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Summenmodulation

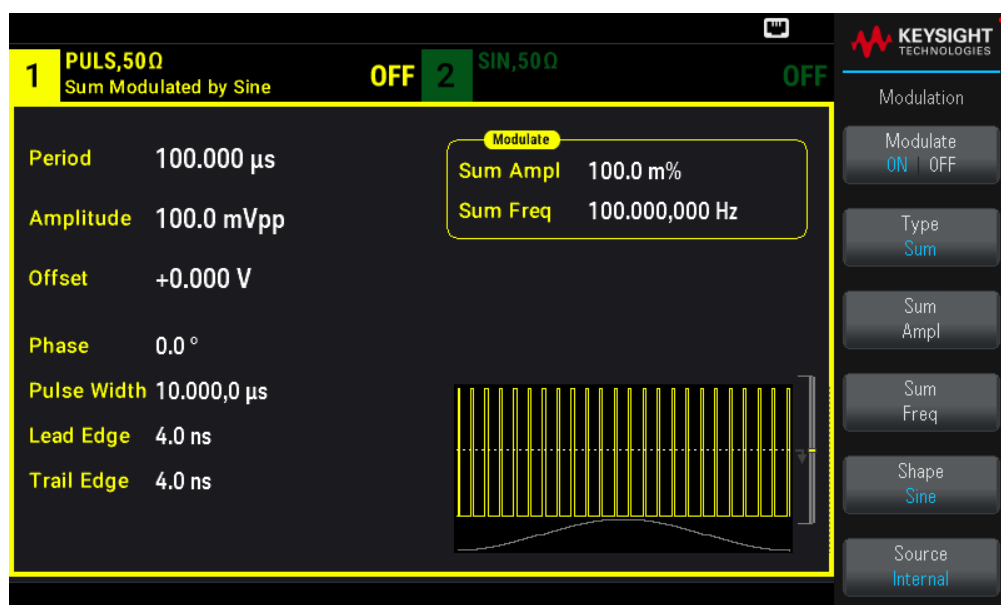
Die Summenmodulation fügt einem Trägersignal ein Modulationssignal hinzu; sie wird meist verwendet, um einem Träger ein Gauß'sches Rauschen hinzuzufügen. Das Modulationssignal wird dem Träger als Prozentsatz der Trägersignalamplitude hinzugefügt.

Summe aktivieren

Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollte die **Summe** nach der Konfiguration anderer Modulationsparameter aktiviert werden.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie [Modulate] > Type **AM** > Type **Sum**.
2. Drücken Sie **Modulate ON | OFF** > **Modulate ON | OFF**.



SCPI-Befehl





```
[SOURce [1|2] :] SUM:STATE {ON|1|OFF|0}
```

Form des Modulationssignals

Bei einem Zweikanalgerät können Sie einen Kanal mit dem anderen modulieren.

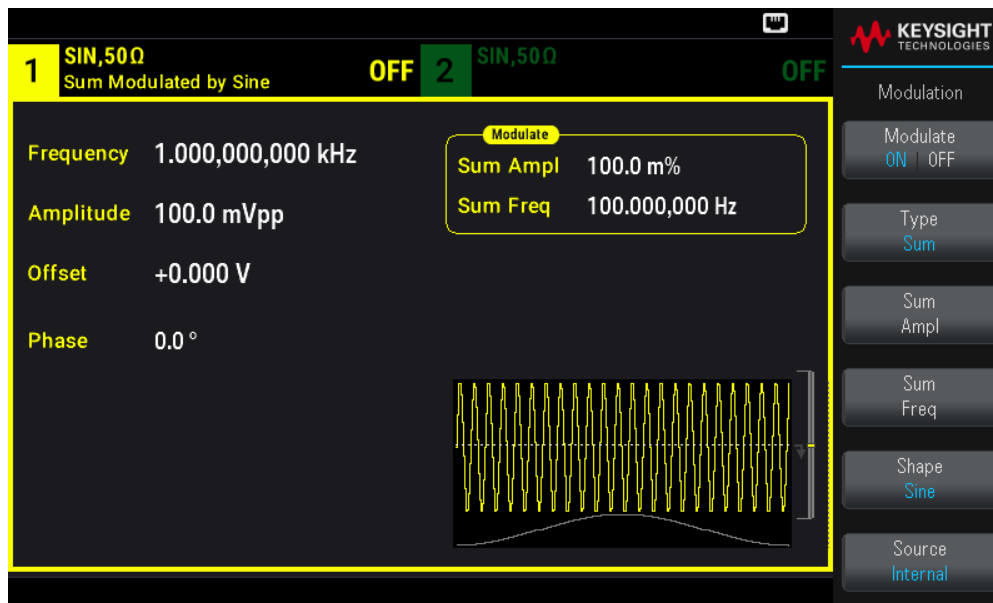
Das Modulationssignal kann folgenden Formen entsprechen:

- Sinus-Welle

- Rechteck mit einem Tastgrad von 50 % 
- Dreieck mit einem Tastgrad von 50 % 
- UpRamp mit einer Symmetrie von 100 % 
- DnRamp mit einer Symmetrie von 0 % 
- Rauschen: Weißes Gaußsches Rauschen
- PRBS: Pseudozufällige Binärfolge (Polynom PN7)
- Arb: Arbiträrsignal

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **Sum** > Shape **Sine**.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FUNction <function>
```

Frequenz des Modulationssignals

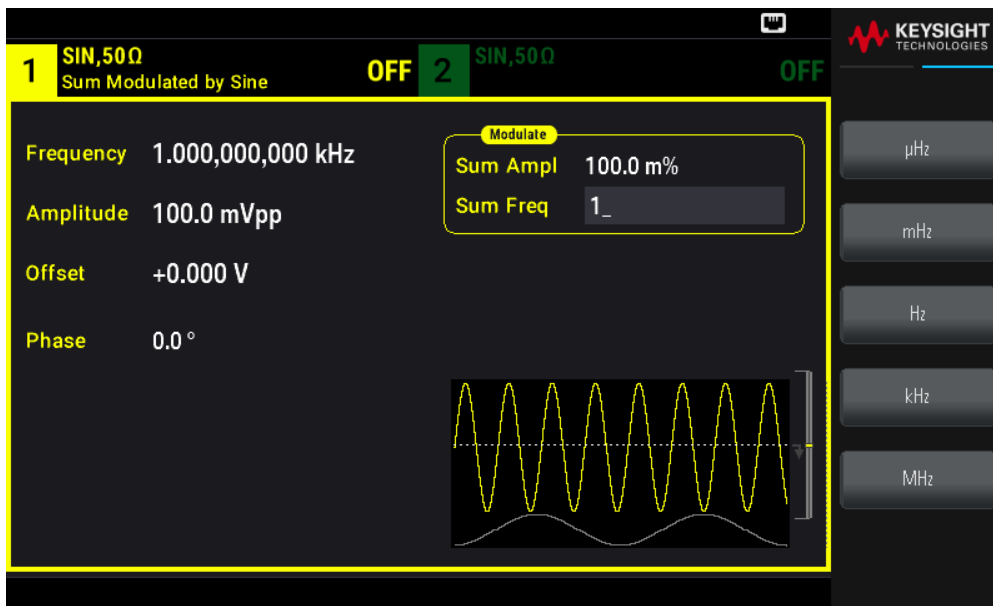
Bei einem Zweikanalgerät können Sie einen Kanal mit dem anderen modulieren.

Modulationsfrequenz: Der Standardwert beträgt 100 Hz und der Mindestwert beträgt 1 µHz.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **Sum** > Sum Freq.

Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE [1 | 2] : ] SUM:INTernal:FREQuency {<frequency> | MINimum | MAXimum | DEFault }
```

Summenamplitude

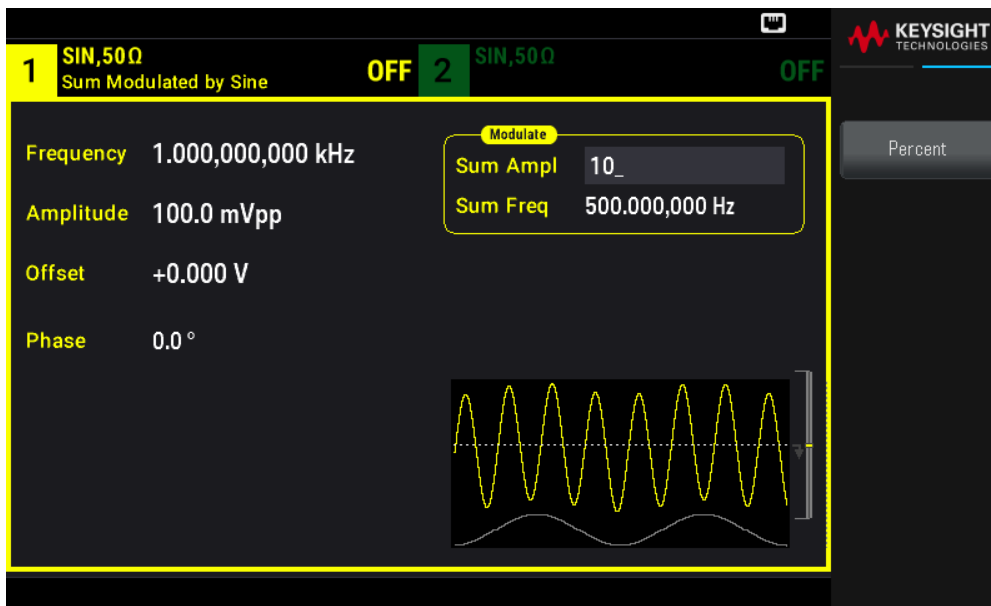
Die Summenamplitude entspricht der Amplitude des zum Träger hinzugefügten Signals (in Prozent der Trägeramplitude).

- Amplitudeneinstellung: 0 bis 100 % der Trägeramplitude, 0,01 % Auflösung.
- Die Summenamplitude bleibt ein konstanter Teil der Trägeramplitude und verfolgt die Trägeramplitudenänderungen.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Modulate]** > Type **Sum** > Sum Ampl.

Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Bei Verwendung der Zifferntastatur, drücken Sie **Percent**, um den Vorgang abzuschließen.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]SUM:AMPLitude {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

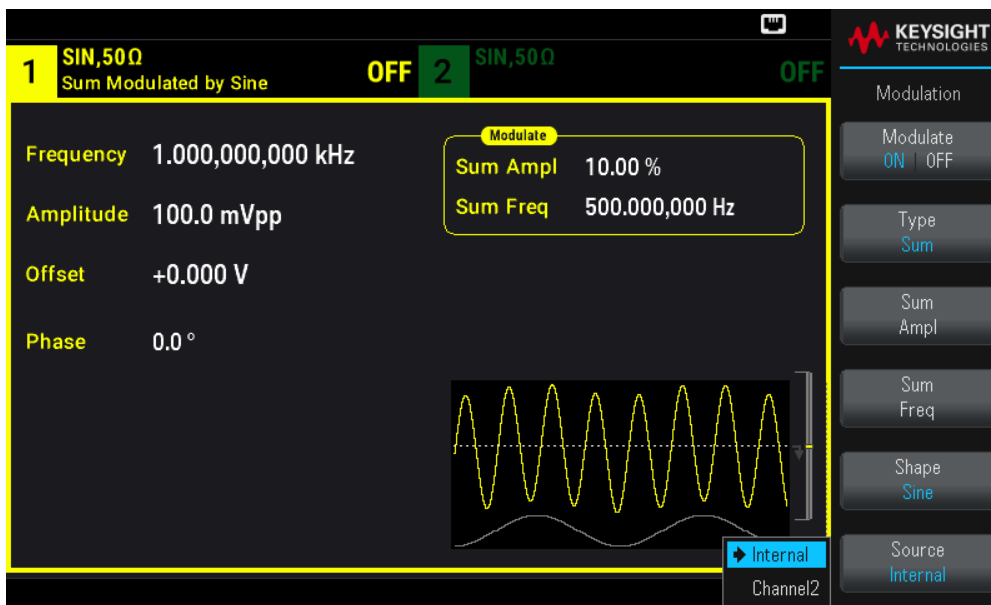
Modulationsquelle

Bei einem Zweikanalgerät können Sie einen Kanal mit dem anderen modulieren.

Modulationsquelle: **Intern** (Standard) oder **Kanal-Nr.**

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Modulate] > Type **Sum** > Source.



SCPI-Befehl

```
[SOURce [1 | 2] : ] SUM:SOURce { INTernal | CH1 | CH2 }
```

Frequenzwobbelung

Bei der Frequenzwobbelung bewegt sich das Gerät mit der angegebenen Wobbelrate von der Start- bis zur Stopp-Frequenz. Sowohl die Richtung der Wobbelung (aufwärts oder abwärts) als auch deren Zeitverlauf (linear oder logarithmisch) ist wählbar. Sie können das Gerät auch so konfigurieren, dass es auf einen externen oder manuellen Trigger hin einen einzelnen Wobbelzyklus (einmalige Frequenzveränderung von der Start-Frequenz bis zur Stopp-Frequenz) ausgibt. Für Wobbelungen können Sie Sinus-, Rechteck-, Rampen-, Puls-, Dreiecks- oder Arbiträrsignale auswählen (PRBS, Rauschen und DC sind nicht zulässig).

Sie können eine Haltezeit angeben, während der die Wobbelung bei der Stopp-Frequenz bleibt, und eine Wobbelrücklaufzeit, während der sich die Frequenz von der Stopp-Frequenz zur Startfrequenz linear ändert.

Ausführlichere Informationen finden Sie unter [Frequenzwobbelung](#).

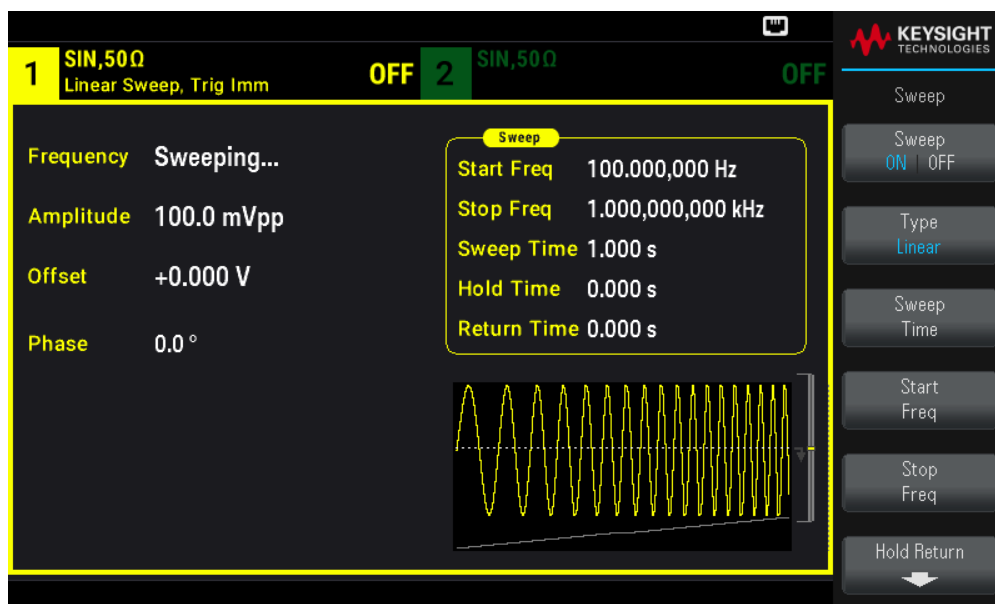
Wahl der Wobbelung

Das Gerät lässt die Aktivierung von Wobbel- oder Listenmodus nicht zu, wenn gleichzeitig mit ein Burst- oder Modulationsmodus aktiviert ist. Wenn Sie den Wobbelmodus wählen, wird der Burst- oder Modulationsmodus automatisch deaktiviert.

Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, aktivieren Sie den Wobbelmodus erst nach der Konfiguration der anderen Parameter.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Sweep] > Sweep ON | OFF > Sweep ON | OFF.



SCPI-Befehl

```
[SOURce [1 | 2] : ] FREQuency:MODE SWEEP
```

[SOURCE[1|2]:]SWEEP:STATE {ON|1|OFF|0}

Start- und Stoppfrequenz

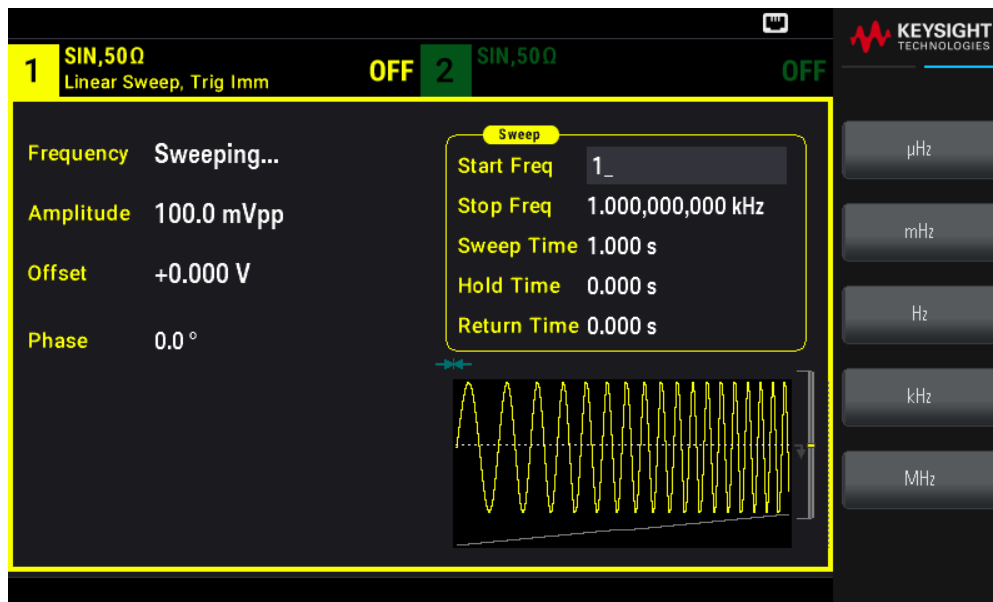
Die Start- und Stoppfrequenz stellt die oberen und unteren Frequenzgrenzen für die Wobbelung ein. Die Wobbelung beginnt bei der Startfrequenz, wobbelt bis zur Stoppfrequenz und wird dann auf die Startfrequenz zurückgesetzt.

- Start- und Stoppfrequenzen: 1 μ Hz bis Maximalfrequenz für das Signal. Die Wobbelung erfolgt über den gesamten Frequenzbereich hinweg phasenkontinuierlich. Die Standardstartfrequenz beträgt 100 Hz. Die Standard-Stoppfrequenz beträgt 1 kHz.
- Für eine Aufwärtswobbelung der Frequenz muss die Startfrequenz kleiner sein als die Stoppfrequenz. Für eine Abwärtswobbelung der Frequenz wird dieses Verhältnis umgekehrt.
- Sync-Einstellung Normal: Der Sync-Puls ist während der gesamten Wobbelung hoch.
- Sync-Einstellung Träger: Der Sync Puls hat einen Tastgrad von 50 % für jeden Signalzyklus.
- Sync-Einstellung Marker: Der Sync-Puls steigt anfangs an und sinkt bei der Marker-Frequenz. Geändert werden kann dies mit dem Befehl OUTPUT[1|2]:SYNC:MODEMARKER.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Sweep] > Start Freq.

Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



Drücken Sie Stop Freq.

Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]FREQUENCY:START {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

```
[SOURCE[1|2]:]FREQUENCY:STOP {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
```

Mittenfrequenz und Frequenzspanne

Sie können auch die Frequenzgrenzen für die Wobbelung einstellen (mit Mittenfrequenz und Frequenzspanne). Diese Parameter stehen in direktem Zusammenhang mit den Start- und Stopp-Frequenzen (siehe oben) und bieten mehr Flexibilität.

- Mittelfrequenz: 1 μ Hz bis Maximalfrequenz für das Signal. Der Standardwert beträgt 550 Hz.
- Frequenzbereich: Jeder Wert zwischen \pm Maximalfrequenz für das Signal. Der Standardwert beträgt 900 Hz.
- Stellen Sie für eine Aufwärtswobbelung der Frequenz einen positiven Frequenzbereich ein und für eine Abwärtswobbelung einen negativen Frequenzbereich ein.
- Sync-Einstellung Normal: Der Sync-Puls ist während der gesamten Wobbelung hoch.
- Sync-Einstellung Träger: Der Sync Puls hat einen Tastgrad von 50 % für jeden Signalzyklus.
- Sync-Einstellung Marker: Der Sync-Puls steigt anfangs an und sinkt bei der Marker-Frequenz. Geändert werden kann dies mit dem Befehl OUTPUT[1|2]:SYNC:MODEMARKER.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie [Units] > Sweep **StrtStop**.



2. Drücken Sie **[Sweep]** > **Start Freq** oder **Stop Freq**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.

oder

1. Drücken Sie **[Units]** > **Sweep CntrSpan**.



2. Drücken Sie **[Sweep]** > **Center** oder **Span**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.

SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:] FREQuency:CENTer {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

```
[SOURCE[1|2]:]FREQUENCY:SPAN {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

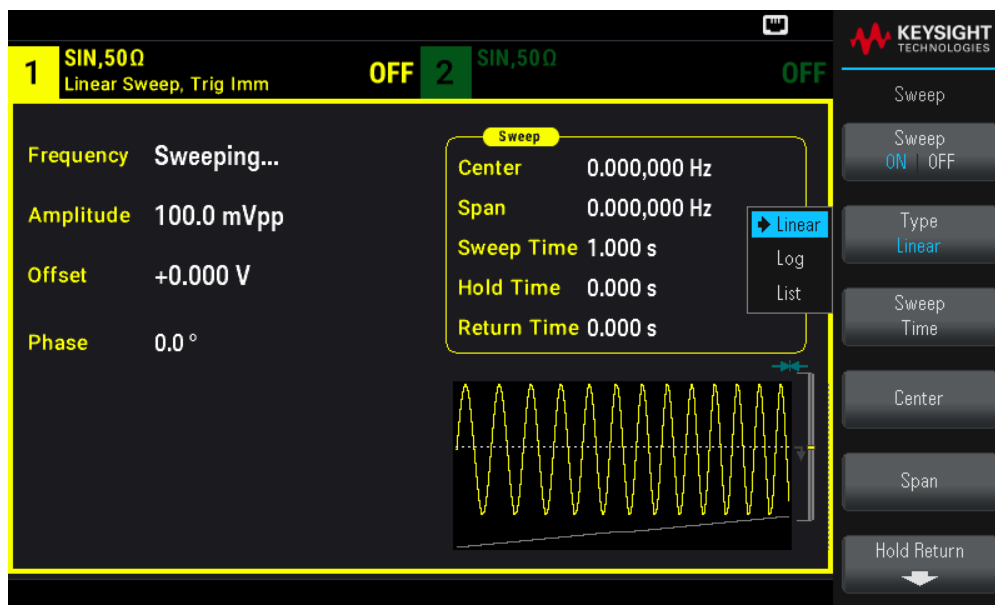
Wobbelmodus

Wobbelungen sind mit linearem oder logarithmischem Zeitverlauf möglich, oder mit einer Liste von Wobbelfrequenzen. Bei einer linearen Wobbelung variiert das Gerät die Ausgangsfrequenz während des Wobbels linear. Eine logarithmische Wobbelung variiert die Ausgangsfrequenz logarithmisch.

Der ausgewählte Modus hat keine Auswirkung auf den Wobbelrücklauf (von Stop zu Start, wenn einer eingestellt ist).

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Sweep] > Type **Linear**.



SCPI-Befehl

```
[SOURCE[1|2]:]SWEep:SPACing {LINear|LOGarithmic}
```

Wobbelzeit

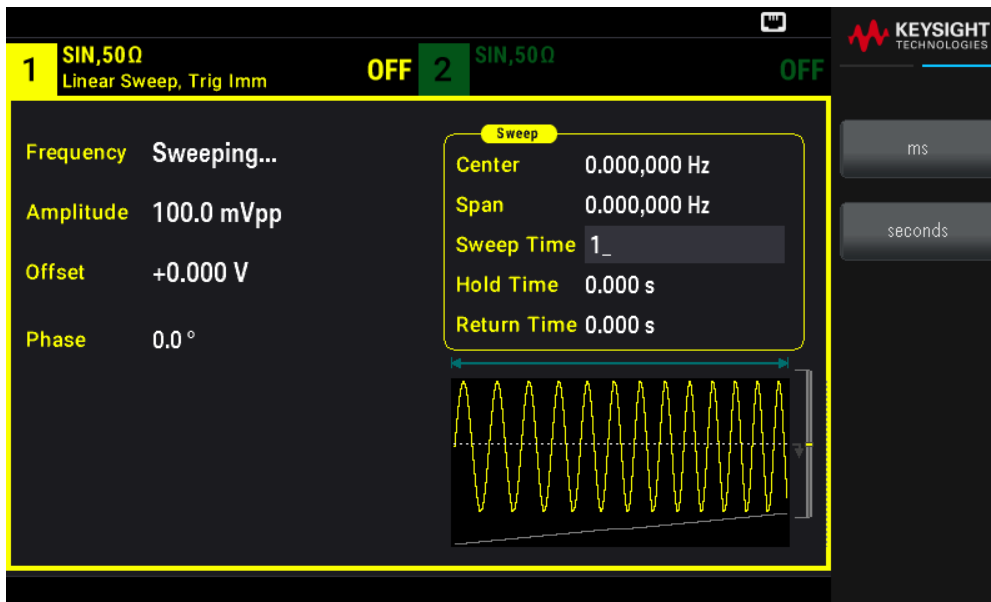
Die Wobbelzeit legt die erforderlichen Sekunden für die Wobbelung von der Startfrequenz bis zur Endfrequenz fest. Das Gerät berechnet die Anzahl der Punkte in der Wobbelung, die auf der Wobbelzeit basieren.

Wobbelzeit: 1 ms bis 250.000 Sekunden, Standardwert: 1 s. Für eine lineare Wobbelung im sofortigen Triggermodus beträgt die maximale Gesamt wobbelzeit (inkl. Haltezeit und Rücklaufzeit) 8.000 s. Die maximale Gesamt wobbelzeit für lineare Wobbelungen mit anderen Triggermodi beträgt 250.000 s; die maximale Gesamt wobbelzeit für logarithmische Wobbelungen beträgt 500 s.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Sweep] > **Sweep Time**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den

Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce [1 | 2] :] SWEep:TIME {<seconds> | MINimum | MAXimum | DEFault }
```

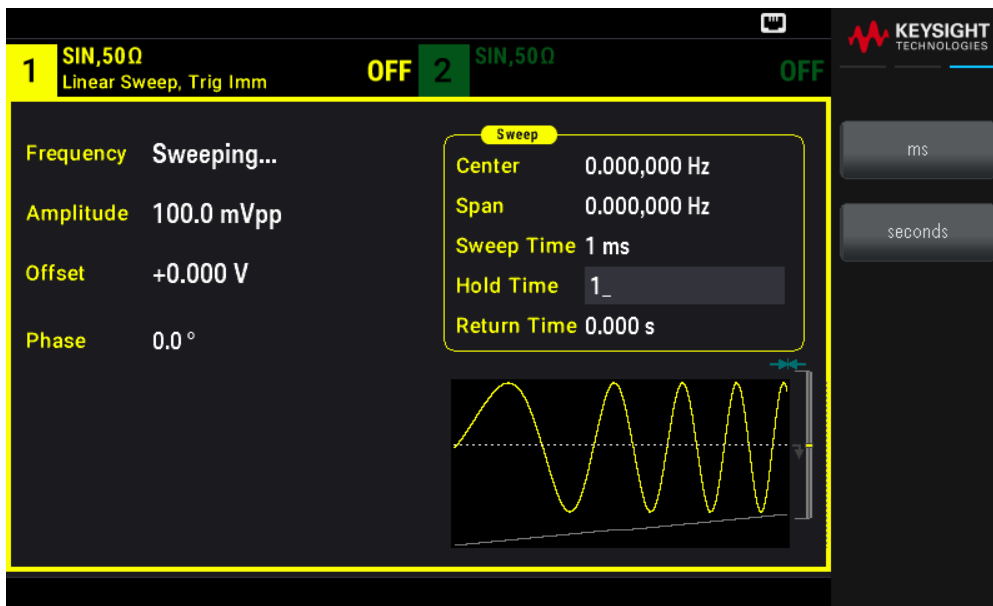
Halte-/Rücklaufzeit

Die Haltezeit gibt die Zeit an (in Sekunden), um bei der Stoppfrequenz zu bleiben, und die Rücklaufzeit gibt die Anzahl der Sekunden an, zu für den Rücklauf von der Stoppfrequenz bis zur Start-Frequenz erforderlich sind.

Haltezeit und Rücklaufzeit: 0 bis 3600 Sekunden (Standardwert: 0).

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Sweep]** > **Hold Return** > **Hold Time** oder **Return Time**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]SWEep:HTIME {<hold_time>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SWEep:RTIME {<return_time>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Markerfrequenz

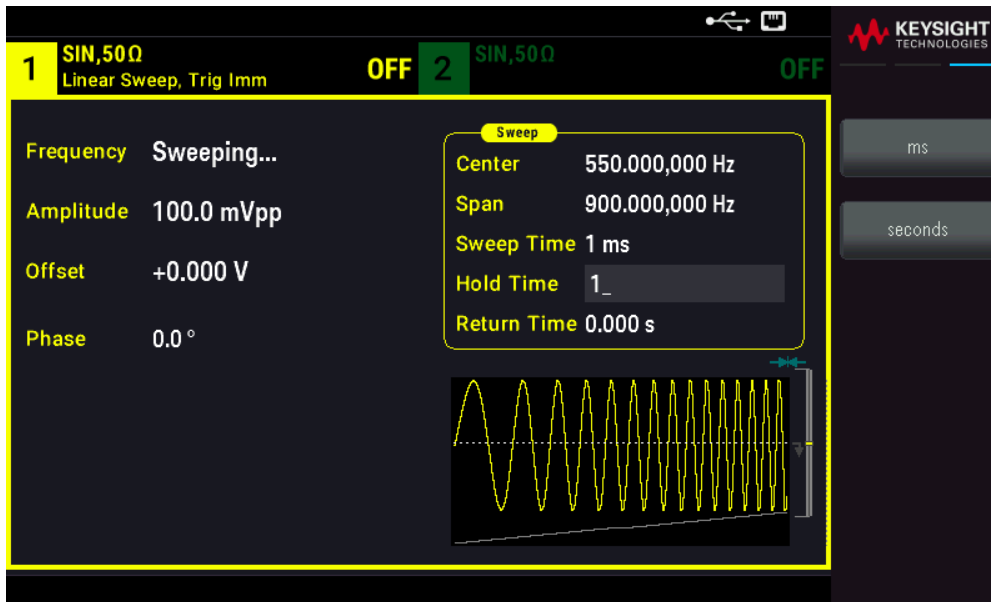
Bei Bedarf können Sie die Frequenz einstellen, bei der das Signal am **Sync Out**-Anschluss der Frontplatte während der Wobbelung in einen logischen „Low“-Zustand übergeht. Das Sync-Signal geht am Anfang des Wobbelzyklus immer vom „Low“-Zustand in den „High“-Zustand über.

- Markerfrequenz: 1 μ Hz bis Maximalfrequenz für das Signal. Der Standardwert beträgt 500 Hz.
- Beim Aktivieren des Wobbelmodus muss die Markenfrequenz zwischen der angegebenen Start- und Stoppfrequenz liegen. Falls Sie versuchen, eine außerhalb dieses Bereichs liegende Markenfrequenz zu spezifizieren, wird die Markerfrequenz automatisch gleich der Startfrequenz oder der Stoppfrequenz eingestellt (je nachdem, welche dieser beiden Frequenzen der gewünschten Markenfrequenz näher liegt).
- Sie können die Markerfrequenz nicht mit den Frontplattenmenüs konfigurieren, außer die Sync-Quelle entspricht dem Wobbelkanal.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie [Sweep] > Sweep ON | OFF > Sweep ON | OFF.
2. Drücken Sie [Trigger] > Sync ON | OFF > Sync Setup.
3. Wählen Sie Mode Marker.

4. Wählen Sie **Marker Freq.** Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]MARKer:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Trigger-Quelle für die Wobbelung

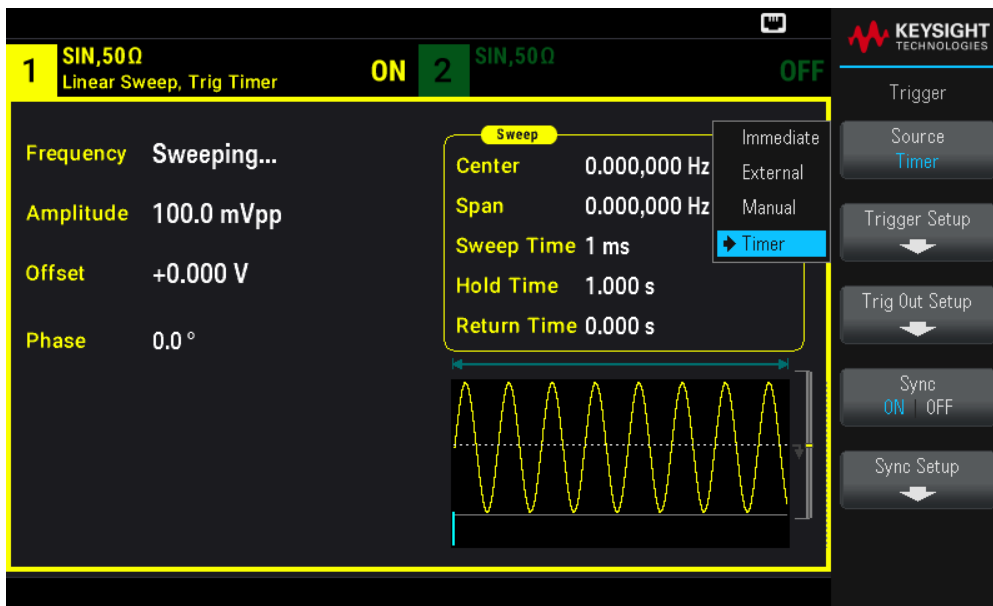
Im Wobbelmodus gibt das Gerät nach jedem Trigger eine einzelne Wobbelung aus. Nach Abschluss einer Wobbelung von der Start- bis zur Stoppfrequenz wartet das Gerät auf den nächsten Trigger, während die Startfrequenz ausgegeben wird.

- Trigger-Quelle für die Wobbelung: **Immediate** (Standardeinstellung), **External**, **Time** oder **Manual**.
- Mit der Quelle **Immediate** [intern] gibt das Gerät eine kontinuierliche Wobbelung aus, deren Rate durch den Gesamtwert aus Haltezeit, Wobbelzeit und Rücklaufzeit bestimmt wird. Die Wobbelzeit für diese Quelle ist auf 8000 Sekunden begrenzt.
- Mit der Quelle **External** [extern] akzeptiert das Gerät einen Hardware-Trigger am **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte und startet jedes Mal eine Wobbelung, wenn **Ext Trig** einen TTL-Puls mit der angegebenen Polarität empfängt.
- Die Triggerperiode muss mindestens so groß sein wie die angegebene Wobbelzyklusdauer.

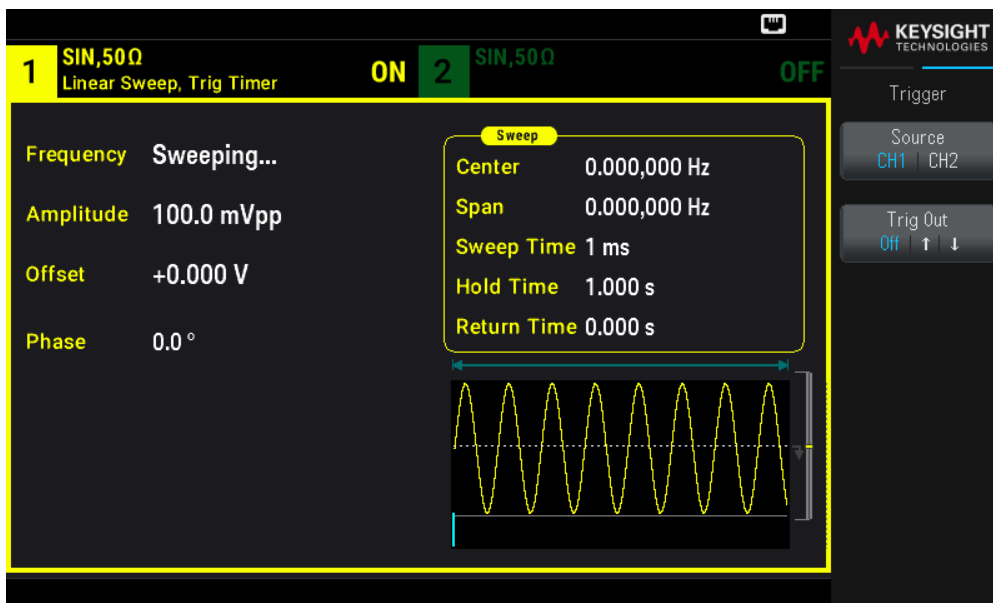
Mit der Quelle **Manual** [manuell] gibt das Gerät jedes Mal eine Wobbelung aus, wenn die Frontplattentaste **[Trigger]** gedrückt wird.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Trigger]** > **Source**.



Festlegen der Flankenneigung des Triggersignals: Drücken Sie [Trigger] > Trig Out Setup > Trig Out **Off** | (Up) | (Down).



SCPI-Befehl

`TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXternal|TIMER|BUS}`

`TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}`

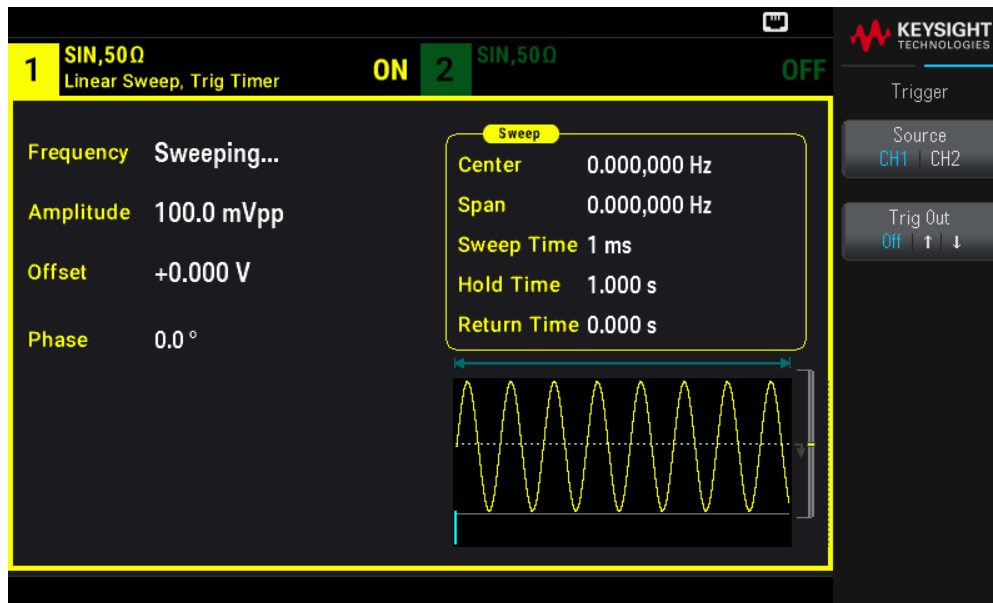
Weitere Informationen siehe unter **Triggerung**.

Trigger-Ausgangssignal

Weitere Informationen finden Sie unter **Trigger-Ausgangssignal**.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Um festzulegen, ob das Gerät auf einer ansteigenden oder abfallenden Flanke des **Sync Out**-Anschlusses triggert, drücken Sie **[Trigger] > Trig Out Setup**. Wählen Sie dann die gewünschte Flanke durch Drücken von **Trig Out**.



SCPI-Befehl

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

```
OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}
```

Frequenzliste

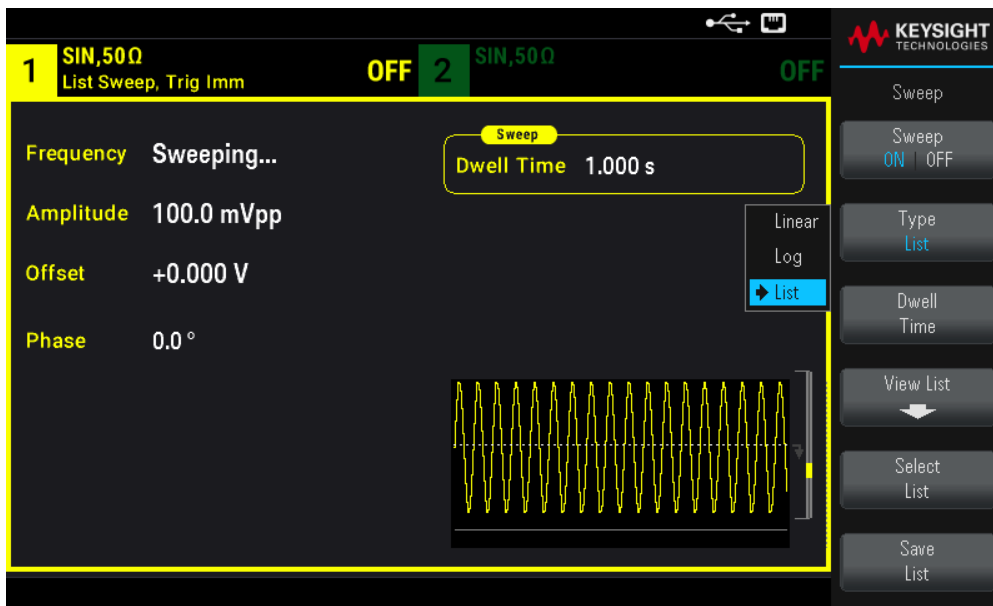
Im Frequenzlistenmodus bewegt sich das Gerät durch eine Liste von Frequenzen und verweilt bei jeder Frequenz eine festgelegte Zeit. Das Fortschreiten durch die Liste kann auch durch Triggern kontrolliert werden.

– Der Wobbel- oder Listenmodus kann nicht gleichzeitig mit dem Burst- oder Modulationsmodus aktiviert werden. Wenn Sie den Wobbelmodus wählen, wird der Burst- oder Modulationsmodus automatisch deaktiviert.

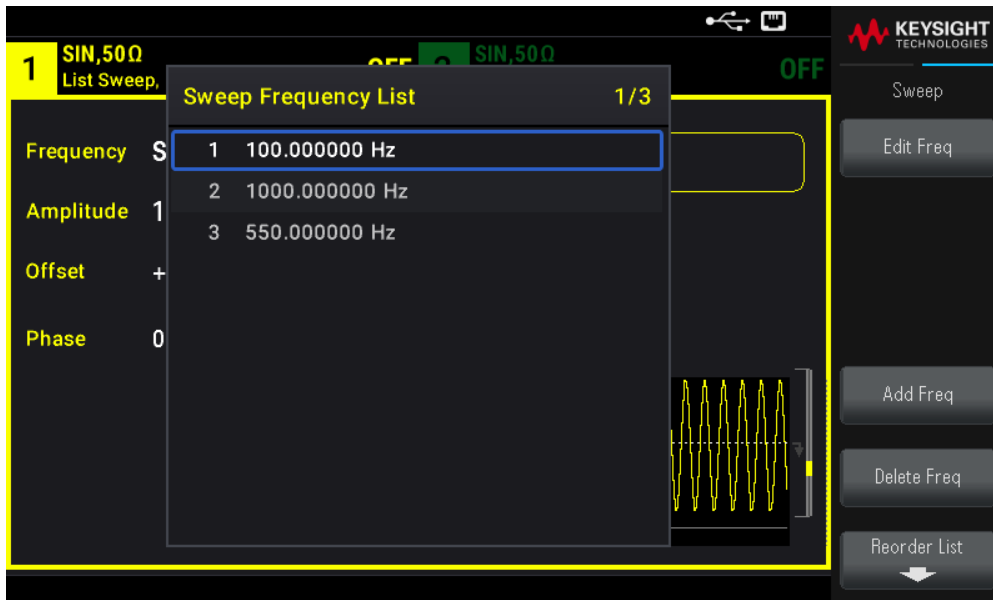
– Um eine mehrmalige Änderung der Signalform zu vermeiden, aktivieren Sie den Listenmodus, nachdem Sie seine Parameter konfiguriert haben.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Aktivieren Sie die Liste, bevor andere Listenparameter eingestellt werden. Drücken Sie **[Sweep] > Type Linear > Type List**.



Wählen Sie **View List**, um sich die Listenparameter anzeigen zu lassen. Sie können den Frequenzwert in der Wobbelliste bearbeiten (**Edit Freq**), einen Frequenzwert hinzufügen (**Add Freq**) oder löschen (**Delete Freq**) und die Wobbelliste neu ordnen (**Reorder List**).



Wenn ein externes USB-Laufwerk angeschlossen ist, drücken Sie **Save List**, um die Wobbelliste auf dem externen USB-Flash-Laufwerk zu speichern.

Um eine zuvor gespeicherte Wobbelliste vom angeschlossenen externen USB-Flash-Laufwerk abzurufen, drücken Sie **Select List**.

SCPI-Befehl

```
[SOURcd[1|2]:]FREQuency:MODE LIST
```

```
[SOURce[1|2]:]LIST:FREQuency <freq1>[, <freq2>, etc.]
```

Das Fortschreiten in der Liste wird durch das Triggersystem kontrolliert. Wenn die Triggerquelle intern oder direkt ist, bestimmt die Verweilzeiteinstellung (LIST:DWELL) die bei jeder Frequenz aufgewendete Zeit. Für alle anderen Triggerquellen wird die Verweilzeit durch den Abstand des Triggerereignisses bestimmt.

Burst-Modus

Das Gerät kann für eine spezifizierte Anzahl von Zyklen ein Signal ausgeben, den sogenannten Burst. Ein Burst ist zulässig mit Sinus-, Quadrat-, Dreieck-, Rampen-, Impuls-, PRBS- oder Arbiträrsignalen (Rauschen ist nur im „Gated Burst“-Modus zulässig, DC ist nicht zulässig).

Weitere Informationen finden Sie unter **Burst**.

Auswahl von Burst

Burst kann nicht aktiviert werden, wenn Wobbelung oder Modulation aktiviert ist. Durch die Aktivierung von Burst werden Wobbelung und Modulation ausgeschaltet.

Um eine mehrmalige Änderung der Signalform zu vermeiden, aktivieren Sie den Burstmodus, nachdem Sie andere Parameter konfiguriert haben.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Burst] > Burst ON | OFF > Burst ON | OFF.

SCPI-Befehl

[SOURce[1|2]:]BURSt:STATe {ON|1|OFF|0}

Burst-Modus

Burst hat zwei Betriebsarten, die im Folgenden beschrieben werden. Die ausgewählte Betriebsart steuert die zulässige Triggerquelle und die anderen anzuwendenden Burst-Parameter.

– Betriebsart **Triggered Burst** (Standardeinstellung): Das Gerät gibt jedes Mal bei Empfang eines Triggers ein Signal für eine festgelegte Anzahl von Zyklen aus (Burst-Anzahl). Nach der Ausgabe der festgelegten Anzahl von Zyklen stoppt das Gerät und wartet auf den nächsten Trigger. Das Gerät kann einen internen Trigger verwenden, um einen Burst auszulösen oder Sie können einen externen Trigger durch Drücken der Bedienfeldtaste [Trigger] an der Frontplatte, durch Auslösen eines Trigger-Signals über den **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte oder durch Senden eines Software-Triggers (Trigger-Befehl über die Fernsteuerungsschnittstelle) wählen.

– **Modus External Gated Burst**: Das Ausgangssignal wird durch ein externes Torsignal am **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte ein- oder ausgeschaltet. Wenn das Torsignal sich im Zustand „True“ befindet, gibt das Gerät ein kontinuierliches Signal aus. Geht das Torsignal in den Zustand „False“ über, wird der aktuelle Signalzyklus beendet, die Ausgangsspannung bleibt auf dem durch die Start-Burst-phase der gewählten Signalform vorgegebenen Wert. Bei der Signalform „Noise“ wird die Signalausgabe beim True/False-Übergang des Torsignals sofort beendet.

Parameter	Burst-Modus (BURS:MODE)	Burst-Anzahl (BURS:NCYC)	Burst-Periode (BURS:INT:PER)	Burst-Phase (BURS:PHAS)	TriggerSource (TRIG:SOUR)
Getriggert Burst- Modus: Interner Trigger	TRIGgered	Verfügbar	Verfügbar	Verfügbar	IMMediate

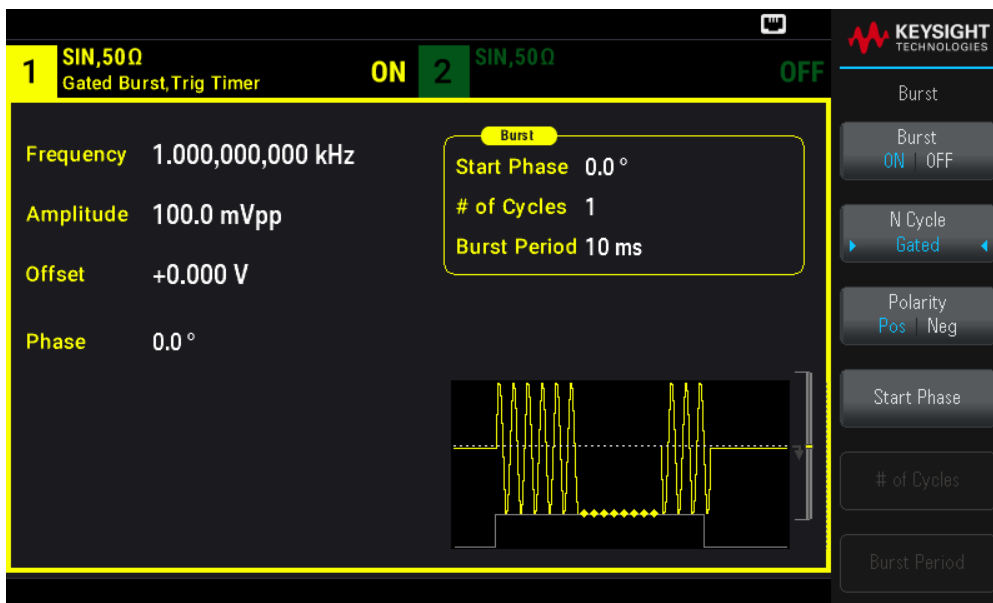
Parameter	Burst-Modus (BURSt:MODE)	Burst-Anzahl (BURSt:NCYC)	Burst-Periode (BURSt:INT:PER)	Burst-Phase (BURSt:PHAS)	TriggerSource (TRIG:SOUR)
Getriggert Burst-Modus: Externer Trigger	TRIGgered	Verfügbar	Nicht verwendet	Verfügbar	EXTErnal, BUS
Betriebsart „Gated Burst“: GATed Externer Trigger		Nicht verwendet	Nicht verwendet	Verfügbar	Nicht verwendet
Betriebsart „Timer Burst“: TRIGgered Interner Trigger		Verfügbar	Nicht verwendet	Verfügbar	TIMER

– In der Betriebsart „Gated [torgesteuert]“ werden Burst-Anzahl, Burst-Periode und Triggerquelle nicht berücksichtigt (werden nur in der Betriebsart „Triggered Burst“ [getriggert Burst] verwendet). Manuelle Trigger werden ignoriert; es wird keine Fehlermeldung angezeigt.

– In der Betriebsart „Gated [torgesteuert]“ können Sie die Polarität des Signals über den **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte angeben ([SOURce[1|2]:]BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}). Standardeinstellung ist NORMAL (TRUE = HIGH).

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [Burst] > **N Cycle Gated** oder N Cycle **Gated**.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}
```

Signalfrequenz

Sie können die Signalfrequenz in den beiden Burst-Betriebsarten „Triggered“ und „External Gated“ angeben. In der Betriebsart „Triggered“ wird ein Signal mit der spezifizierten Signalfrequenz mit der durch „Burst count“ spezifizierten Anzahl von Zyklen ausgegeben. In der Betriebsart „External Gated“ wird ein Signal mit der spezifizierten Signalfrequenz dann und nur dann ausgegeben, wenn das externe Torsignalsignal sich im Zustand

„True“ befindet. Das unterscheidet sich von der „Burst-Periode,“ bei der (in der getriggerten Betriebsart) das Zeitintervall zwischen den Bursts spezifiziert wird.

Signalfrequenz: 1 µHz bis Maximalfrequenz für das Signal. Der Standardwert ist 1 kHz. (Bei einem intern getriggerten Burst-Signal liegt die Mindestfrequenz bei 126 µHz.)

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Parameter] > Frequency**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:] FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

Der Befehl **APPLY** konfiguriert ein Signal mit einem Befehl.

Burst-Anzahl

Anzahl der Zyklen (1 bis 100.000.000 oder unendlich) pro Burst. Betrifft nur die (intern oder extern) getriggerte Burst-Betriebsart.

– Bei der Triggerquelle **[Immediate]** wird die angegebene Anzahl der Zyklen kontinuierlich entsprechend der in der Burst-Periode bestimmten Rate ausgegeben. Die Burst-Periode ist die Zeit zwischen den Starts aufeinanderfolgender Bursts. Außerdem muss die Burst-Anzahl kleiner sein als das Produkt aus Burst-Periode und Signalfrequenz:

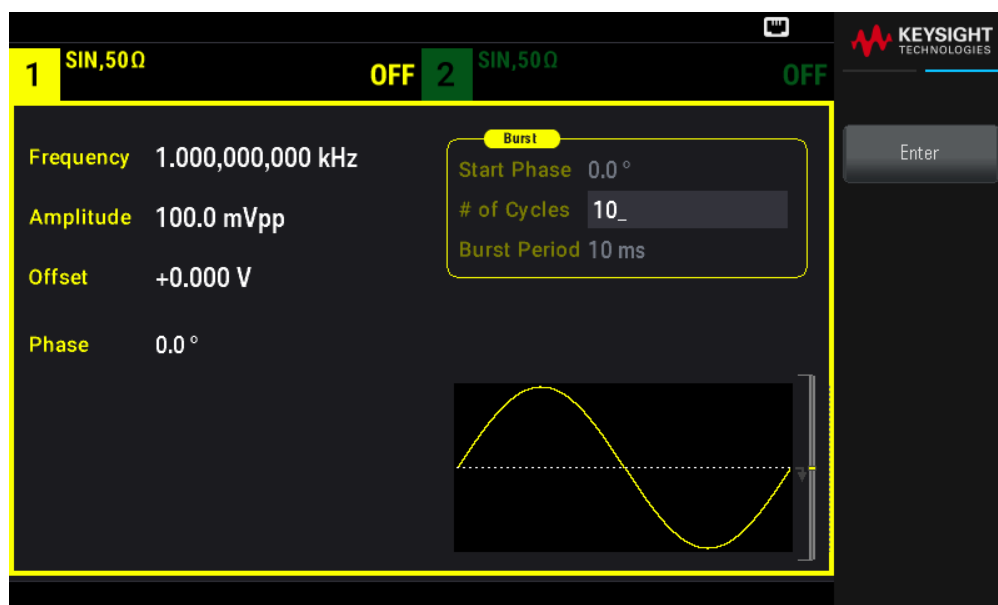
$$\text{Burst-Periode} > (\text{Burst-Anzahl}) / (\text{Signalfrequenz}) + 1 \mu\text{sec}$$

– Das Gerät erhöht die Burst-Periode bis zum Maximalwert, um der festgelegten Burst-Anzahl gerecht zu werden. (Die Signalfrequenz bleibt dabei unverändert).

– In der Betriebsart „Gated Burst“ wird die Burst-Anzahl ignoriert. Wenn Sie jedoch die Burst-Anzahl durch einen Fernsteuerungsbefehl ändern, während der Funktionsgenerator sich im Burstmodus „Gated“ befindet, behält das Gerät die neue Burst-Anzahl „im Gedächtnis“ und verwendet nach dem Umschalten in die Betriebsart „Triggered“ diesen Wert.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Burst] > # of Cycles**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Bei Verwendung des Tastenfeldes drücken Sie **Enter** [Eingabe], um den Vorgang abzuschließen.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:NCYCles {<num_cycles>|INFinity|MINimum|MAXimum}
```

Burst-Periode

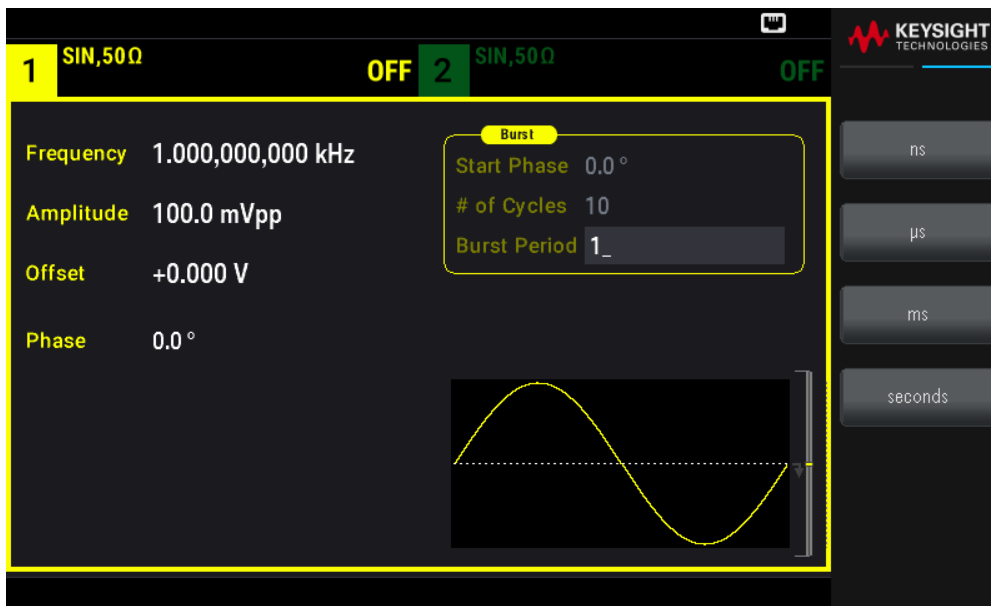
Die Burst-Periode, die ausschließlich im Modus „intern getriggert Burst“ verfügbar ist, ist die Zeit vom Start eines Burst bis zum Start des nächsten Burst (1 μ s bis 8.000 s, Standardwert 10 ms). Die Burst-Periode unterscheidet sich von der „Signalfrequenz“, welche die Frequenz des als Burst ausgegebenen Signals angibt.

Die Burst-Periode wird nur dann verwendet, wenn die Triggerung „Immediate“ aktiviert wurde. Bei manueller oder externer Triggerung (oder im Modus „Gated Burst“) wird die Burst-Periode ignoriert.

Sie können keine Burst-Periode spezifizieren, die zu kurz ist, um mit der spezifizierten Burst-Anzahl und Frequenz ausgegeben zu werden. Wenn die Burst-Periode zu kurz ist, wird sie vom Gerät automatisch auf einen Wert abgeändert, der erforderlich ist, um den Burst kontinuierlich erneut zu triggern.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Burst] > Burst Period**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Wenn Sie das Tastenfeld verwenden, wählen Sie ein Einheitenpräfix aus, um den Vorgang zu beenden.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:INTernal:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum}
```

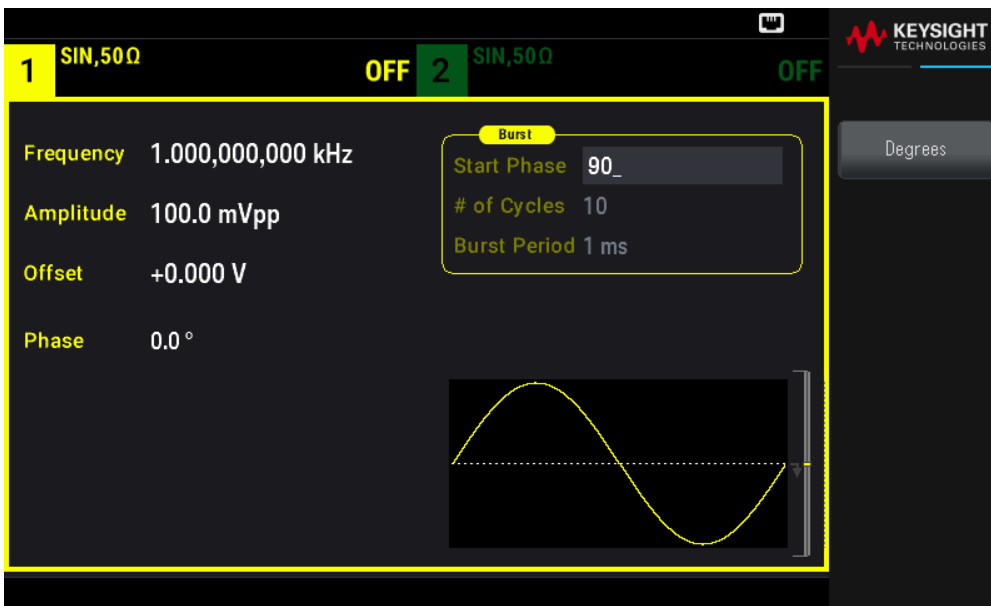
Startphase

Startphase des Bursts von -360 bis +360 Grad (Standardwert: 0).

- Festlegen der Einheiten der Startphase mit UNIT:ANGLE.
- Wird an der Frontplatte stets in Grad angezeigt (nie in Radiant). Wenn der Wert von der Remote-Schnittstelle in Radiant eingestellt wird, wandelt das Gerät den Wert auf der Frontplatte in Grad um.
- Bei den Signalformen Sinus, Rechteck und Rampe entspricht 0 Grad dem Punkt, an dem das Signal 0 V (oder den DC-Offset) von unten nach oben schneidet. Bei Ausgangssignalen entspricht 0 Grad dem ersten Signalpunkt. Die Startphase hat keine Auswirkungen auf Rauschen.
- Die Startphase wird auch im Modus „Gated Burst“ verwendet. Geht das Torsignal auf „False“ über, wird der aktuelle Signalzyklus beendet und der Ausgang bleibt bei dem Spannungswert der Start-Burst-Phase.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Burst] > Start Phase**. Verwenden Sie die Zifferntastatur oder den Drehknopf und die Pfeile, um den gewünschten Wert einzustellen. Bei Verwendung des Tastenfeldes drücken Sie **Degrees**, um den Vorgang abzuschließen.



SCPI-Befehl

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum}
```

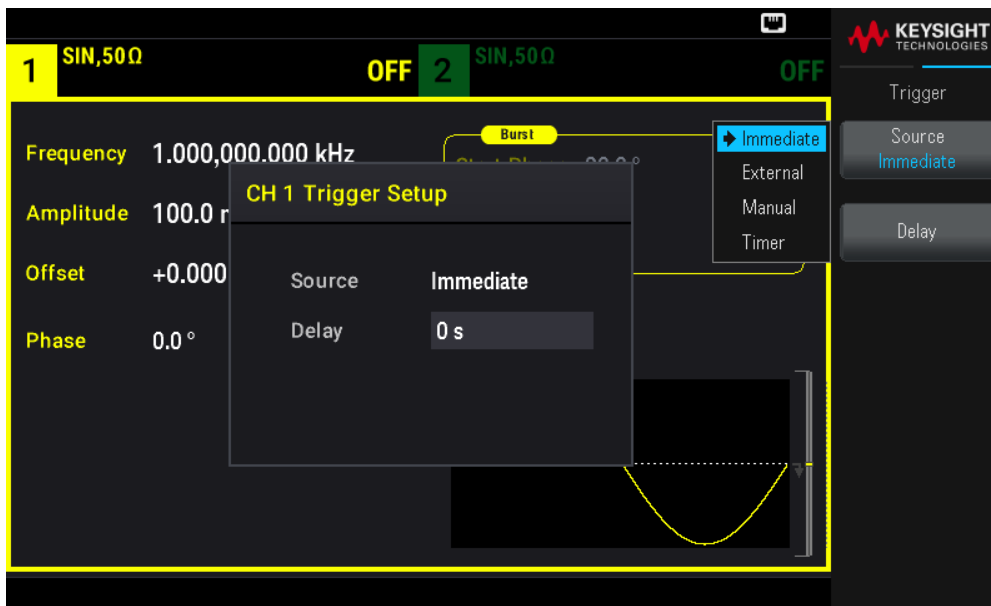
Burst-Triggerquelle

Im getriggerten Burst-Modus:

- Das Gerät bei Empfang eines Triggers ein Signal mit der festgelegten Anzahl von Zyklen (Burst-Anzahl) aus. Nach der Ausgabe der festgelegten Anzahl von Zyklen stoppt das Gerät und wartet auf den nächsten Trigger.
- **IMMediate** (intern): bei aktiviertem Burst-Modus erfolgt die Geräteausgabe kontinuierlich. Die Geschwindigkeit der Burst-Erstellung wird mit dem Befehl BURSt:INTernal:PERiod festgelegt.
- **EXTernal**: das Gerät akzeptiert einen Hardware-Trigger über den **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte. Das Gerät gibt immer dann einen Burst mit der festgelegten Zahl von Zyklen aus, wenn **Ext Trig** einen Pegelübergang mit der korrekten Polarität (TRIGger[1|2]:SLOPe) empfängt. Externe Triggersignale während eines Bursts werden ignoriert.
- **BUS** (Software): Das Gerät initiiert immer dann einen Burst, wenn ein Bus-Trigger (*TRG) empfangen wird. Die Taste **[Trigger]** an der Frontplatte ist beleuchtet, wenn das Gerät auf einen Bus-Trigger wartet.
- **EXTernal** oder **BUS**: Burst-Anzahl und Burst-Phase bleiben wirksam, die Burst-Periode wird jedoch ignoriert.
- **TIMer**: Die Abstände zwischen Triggerereignissen werden durch einen Timer festgelegt, wobei der erste Trigger erfolgt, sobald INIT auftritt.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Trigger]** > Trigger Setup > Source.



Um festzulegen, ob das Gerät auf einer ansteigenden oder abfallenden Flanke des Signals am **Ext Trig**-Anschluss triggert, muss die externe Triggerquelle vor dem **Trigger Setup** gewählt werden.

SCPI-Befehl

```
TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXTernal|TIMer|BUS}
```

```
TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

Weitere Informationen siehe unter **Triggerung**.

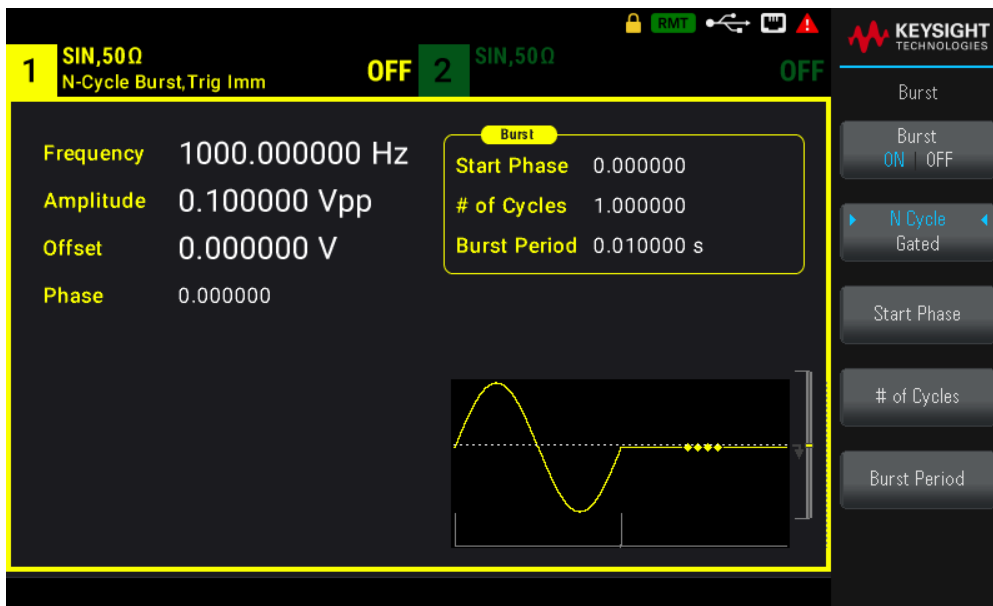
HINWEIS Wenn der Tastgrad eines getriggerten Burst-Rechtecksignals bei auf **Timer** eingestelltem Triggermodus geändert wird, wird der aktuelle Burst beendet und ein weiterer Burst ausgeführt, bevor sich der Tastgrad des Bursts ändert.

Trigger-Ausgangssignal

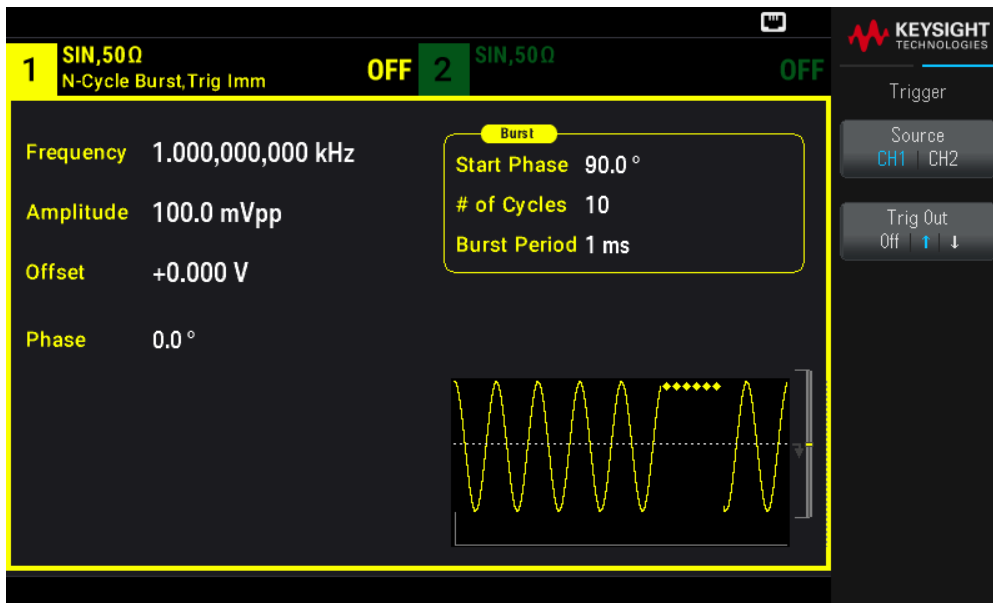
Weitere Informationen finden Sie unter **Trigger-Ausgangssignal**.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Drücken Sie **[Burst]** > Burst ON | **OFF** > Burst **ON** | OFF.



2. Drücken Sie **[Trigger]** > Trig Out Setup.
3. Wählen Sie dann mit diesem Softkey die gewünschte Flankenrichtung: Drücken Sie Trig Out **Off** | (Up) | (Down).



SCPI-Befehl

OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}

Triggerung

In diesem Abschnitt wird das Triggersystem des Geräts beschrieben.

Trigger-Überblick

Diese Trigger-Informationen gelten nur für Wobbelung und Burst. Wobbelzyklen oder Bursts können durch einen internen, externen, getimten oder manuellen Trigger ausgelöst werden.

- Interne oder „automatische“ Triggerung (Standard): Die Geräteausgabe erfolgt kontinuierlich, wenn der Wobbel- oder Burstmodus ausgewählt ist.
- Extern: Verwendet den **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte, um den Wobbelzyklus oder Burst auszulösen. Das Gerät gibt bei jedem Impuls am **Ext Trig**-Anschluss einen einzelnen Wobbelzyklus oder einen Burst aus. Sie können wählen, ob das Gerät an der absteigenden oder an der abfallenden Flanke triggert.
- Manuell: Bei manueller Triggerung wird jedes Mal, wenn Sie die Taste **[Trigger]** an der Frontplatte drücken, ein einzelner Wobbelzyklus oder ein Burst ausgegeben.
- Wenn Sie eine Liste wobbeln, verschiebt der Trigger das Signal zur nächsten Frequenz in der Liste.
- Im Fernsteuerungsmodus oder wenn eine andere Funktion als Wobbelung oder Burst gewählt wurde, ist die Taste **[Trigger]** deaktiviert.

Triggerquellen

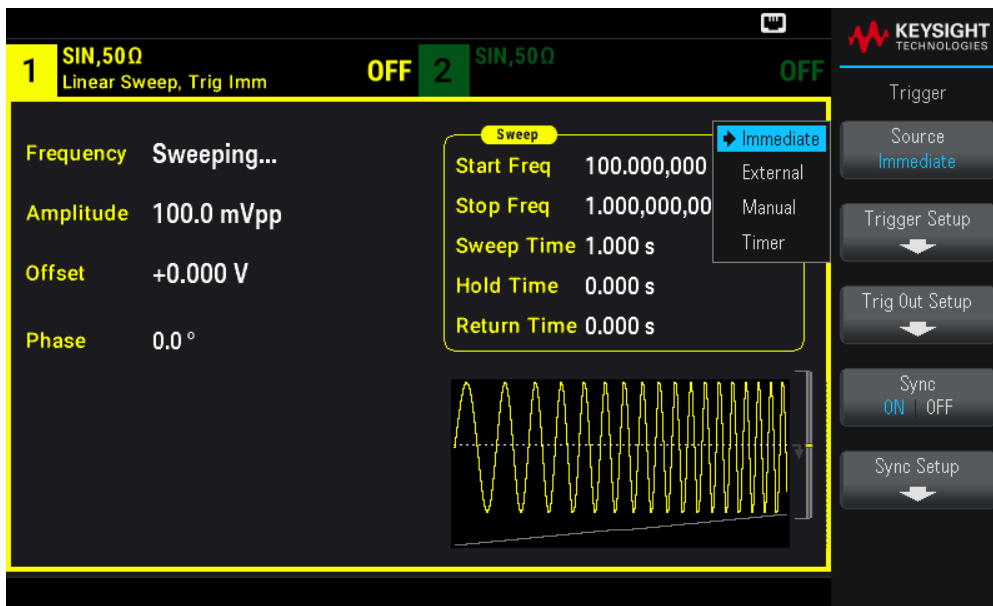
Diese Trigger-Informationen gelten nur für Wobbelung und Burst. Sie müssen die Quelle spezifizieren, aus welcher das Gerät einen Trigger akzeptiert.

- Triggerquellen für Wobbelung und Burst: **Immediate** (Standardeinstellung), **External**, **Manual** oder **Timer**.
- Das Instrument akzeptiert einen manuellen Trigger, einen Hardware-Trigger über den **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte oder einen internen Trigger (kontinuierliche Ausgabe von Wobbelzyklen oder Bursts). Sie können Bursts ebenso über einen Timer triggern. Beim Einschalten des Gerätes wird automatisch der Soforttrigger gewählt.
- Die Einstellung der Triggerquelle ist flüchtig; beim Einschalten des Gerätes oder *RST wird automatisch die Triggerquelle „Internal“ (Frontplatte) oder „Immediate“ (Remoteschnittstelle) gewählt.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Wobbelung oder Burst aktivieren. Gehen Sie anschließend wie folgt vor:

Drücken Sie **[Trigger]** > **Source**.



SCPI-Befehl

```
TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXternal|TIMER|BUS}
```

Der Befehl `APPLy` wählt automatisch die Triggerquelle `Immediate`.

Sofortige Triggerung

Betriebsart Interner Trigger (Standardeinstellung): Das Gerät gibt kontinuierlich Wobbel oder Bursts aus (entsprechend der spezifizierten Wobbelzeit oder Burst-Periode).

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Trigger]** > Source **Immediate**.

SCPI-Befehl

```
TRIGger:SOURce IMMediate
```

Manuelle Triggerung

Betriebsart manuelle Triggerung (nur vorderes Bedienfeld): Um das Gerät manuell zu triggern, drücken Sie auf **[Trigger]**. Das Gerät löst bei jedem Druck auf **[Trigger]** einen einzelnen Wobbelzyklus bzw. Burst aus. Die Taste leuchtet, wenn Sie sich im Trigger-Menü befinden, und das Gerät wartet auf einen manuellen Trigger. Die Taste blinkt, wenn das Gerät auf einen Trigger wartet, Sie aber nicht im Trigger-Menü sind. Die Taste ist deaktiviert, wenn sich das Gerät im Remotemodus befindet.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Trigger]** > Source **Manual**.

Externe Triggerung

Im externen Trigger-Modus akzeptiert das Gerät einen Hardware-Trigger über **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte. Das Gerät löst jedes Mal einen einzelnen Wobbelzyklus oder Burst aus, wenn **Ext Trig** einen TTL-Impuls mit der spezifizierten Flanke erhält. Der externe Trigger-Modus funktioniert wie der interne Triggermodus abgesehen davon, dass der Trigger am Anschluss **Ext Trig** erfolgt.

Sie unten: Trigger-Eingangssignal.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Trigger]** > **Source** [External](#).

Um festzulegen, ob das Gerät bei einer steigenden oder fallenden Flanke triggert, drücken Sie **Trigger Setup** und wählen die Flankenrichtung durch Drücken von **Slope**.

SCPI-Befehl

```
TRIGger:SOURce EXTernal
```

```
TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

Software-Triggerung (Bus-Triggerung)

Nur über Remoteschnittstellen verfügbar, ähnelt dem manuellen Triggermodus über das vordere Bedienfeld, aber das Gerät wird über einen Bus-Trigger-Befehl getriggert. Das Gerät initiiert bei jedem empfangenen Bus-Trigger-Befehl einen einzelnen Wobbelzyklus bzw. Burst. Die Taste blinkt, wenn ein Bus-Trigger-Befehl empfangen wird.

Senden Sie zur Wahl der Bus-Triggerquelle den folgenden Befehl TRIGger:SOURce BUS:

Um das Gerät über die Remoteschnittstelle (USB oder LAN) zu triggern, wenn die Bus-Quelle gewählt wurde, TRIG oder *TRG senden (triggern). Die Taste **[Trigger]** an der Frontplatte ist beleuchtet, wenn das Gerät auf einen Bus-Trigger wartet.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Trigger]** > **Source** [Manual](#).

Timer-Triggerung

Der Timer-Trigger-Modus gibt in einem bestimmten Zeitabstand Trigger aus. Senden Sie zur Wahl der Bus-Triggerquelle den folgenden Befehl TRIGger:SOURce TIMer:

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[Trigger]** > **Source** [Timer](#).

Trigger-Eingangssignal

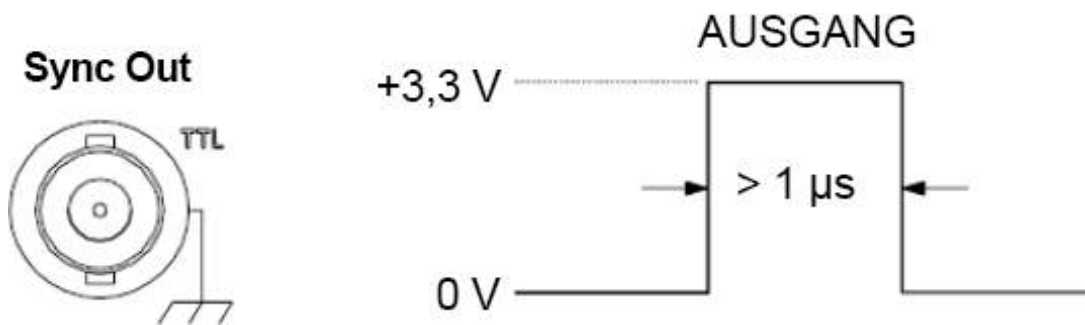
Dieser Anschluss an der Frontplatte wird in den folgenden Betriebsarten benutzt:

- **Getriggter Wobbelmodus** Drücken Sie **[Trigger]** > **Trigger Setup** > **Source External** oder führen Sie TRIG:SOUR EXT aus (Wobbelzyklus muss aktiviert sein). Wenn ein Pegelübergang mit der korrekten Polarität über den **Ext Trig**-Anschluss empfangen wird, gibt das Gerät einen einzelnen Wobbelzyklus aus.
- **Getriggter Burst-Modus**: Drücken Sie **[Trigger]** > **Trigger Setup** > **Source External** oder führen Sie TRIG:SOUR EXT aus (Burst muss aktiviert sein). Das Instrument gibt jedes Mal, wenn es aus der festgelegten Triggerquelle einen Trigger empfängt, ein Signal mit der festgelegten Anzahl von Zyklen (Burst-Anzahl) aus.
- **Modus External Gated Burst**: Drücken Sie den Softkey **Gated** oder führen Sie den Befehl BURS:MODE GAT aus; Burst muss dabei aktiviert sein. Wenn das externe Torsignal sich im Zustand WAHR befindet, gibt das Gerät ein kontinuierliches Signal aus. Geht das Torsignal in den Zustand FALSE über, wird der aktuelle Signalzyklus beendet. Das Gerät stoppt, die Ausgangsspannung bleibt auf dem durch die Start-Burst-Phase vorgegebenen Wert. Bei Rauschen wird die Signalausgabe gestoppt, sobald das Torsignal auf „False“ übergeht.

Trigger-Ausgangssignal

VORSICHT Das Trigger-Ausgangssignal ist auf das Gehäuse bezogen. Achten Sie beim Anschließen oder Lösen dieser Kabel darauf, dass Sie die beiden Signale nicht gleichzeitig berühren. Schalten Sie die Verbindungen zum Geräteausgang spannungsfrei, bevor Sie diese Kabel anschließen oder lösen.

- Am **Sync Out**-Anschluss an der Frontplatte ist ein „Trigger-Ausgangssignal“ verfügbar (nur im Wobbel- und Burstmodus). Ist diese Option aktiviert, gibt dieser Anschluss zu Beginn des Bursts oder der Wobbelung einen Puls mit einer Anstiegsflanke (Standard) oder einer Abfallflanke ab.



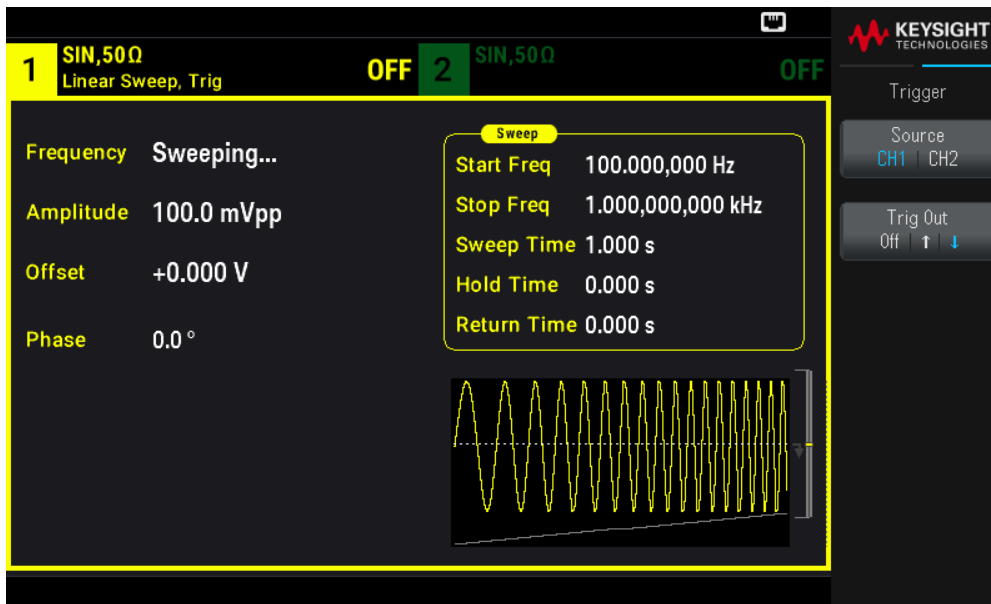
Die Abbildung zeigt die positive Flanke.

- Triggerquelle **Internal** (sofort) oder **Timer**: Das Gerät gibt am Anfang eines Wobbel- oder Burst-Zyklus über den Anschluss **Sync Out** ein Rechtecksignal mit einem Tastgrad von 50 % aus. Die Signalperiode entspricht der spezifizierten Wobbelzeit oder Burst-Periode.
- Triggerquelle **External**: Das Gerät deaktiviert das Signal „Trigger aus“.
- Triggerquelle **Bus** (Software) oder manuell: Das Gerät gibt am Anfang jedes Wobbel- oder Burstzyklus einen Impuls mit (> 1 µs Pulsbreite) über den Anschluss **Sync Out** aus.

Bedienoperationen an der Frontplatte

1. Wobbelung oder Burst aktivieren.
2. Drücken Sie dann **[Trigger]** > **Trig Out Setup**.

3. Wählen Sie dann mit diesem Softkey die gewünschte Flankenrichtung: Trig Out **Off** | (Up) | (Down).



SCPI-Befehl

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

```
OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}
```

Systembezogene Operationen

In diesem Abschnitt werden die Themen Speicherung von Gerätezuständen, Abrufen des Ausschalt-Gerätezustands, Fehlerbedingungen, Selbsttest und Display-Steuerung behandelt. Diese stehen zwar in keinem Zusammenhang mit der Erzeugung von Signalen, sind jedoch wichtig für das Funktionieren des Gerätes.

Speichern des Gerätezustands

- Es gibt zwei Möglichkeiten für das Speichern und Abrufen von Gerätezuständen:
 - Benannte Statusdateien über die Frontplatte oder MMEMory:STORe:STATe and MMEMory:LOAD:STATe
 - Speicherorte 0 bis 4 mit *SAV und *RCL
- Beide Speichermethoden speichern die ausgewählte Funktion (inklusive Arbiträrsignale), Frequenz, Amplitude, DC-Offset, Tastgrad, Symmetrie und Modulationsparameter.
- Gespeicherte Gerätezustände werden durch *RST nicht beeinflusst; ein gespeicherte Zustand bleibt bestehen, bis er überschrieben oder ausdrücklich gelöscht wird.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Siehe **Speichern oder Abfragen des Gerätestatus**.

Status Gerät einschalten

Sie können das Gerät konfigurieren, um den Status von Speicherort 0 beim Einschalten auszuschalten. Die Grundeinstellung ist, beim Einschalten die Werkseinstellung abzurufen.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[System]** > **Power On Setting** > **Power On** **Factory Default** oder **Power On** **State 0**.

SCPI-Befehl

```
MEmory:STATe:RECall:AUTO {ON|1|OFF|0}
```

Fehlerbedingungen

In der Fehlerwarteschlange können bis zu 20 Befehlssyntax- oder Hardware-Fehlermeldungen gespeichert werden. Weitere Informationen finden Sie unter „SCPI-Fehlermeldungen“ im Programmierleitfaden für Geräte der *EDU33210-Serie*.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[System]** > **Help** > **Error View**.

SCPI-Befehl

```
SYSTem:ERRor?
```

Signalton-Steuerung

Wenn an der Frontplatte oder über die Remoteschnittstelle ein Fehler ausgegeben wird, ertönt normalerweise ein Signalton.

Die Einstellung ist permanent; sie bleibt bei einem Aus- und Wiedereinschalten des Geräts oder einem *RST erhalten.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[System]** > **User Settings** > **Beeper** **ON** | **OFF**.

SCPI-Befehl

```
SYSTem:BEEPer:STATe {ON|1|OFF|0}
```

```
SYSTem:BEEPer
```

Key Click

Das Gerät gibt ein Klickgeräusch ab, wenn eine Frontplattentaste oder ein Softkey gedrückt wird.

Die Einstellung ist permanent; sie bleibt bei einem Aus- und Wiedereinschalten des Geräts oder einem *RST erhalten.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [System] > User Settings > Key Click **ON** | OFF.

SCPI-Befehl

```
SYSTem:CLICk:STATe {ON|1|OFF|0}
```

Abschalten des Displays

Aus Sicherheitsgründen oder um die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der das Gerät Fernsteuerungsbefehle verarbeitet, können Sie das Display ausschalten.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [System] > User Settings > Display ON | **OFF**.

Drücken Sie auf eine beliebige Taste, um die Anzeige wieder zu aktivieren.

SCPI-Befehl

```
DISPlay {ON|1|OFF|0}
```

Display-Helligkeit

Sie können die Display-Helligkeit so einstellen, dass sie nach 2 Minuten Inaktivität automatisch verdunkelt wird (100 % auf 10 %). Sie können diese Funktion nur über die Frontplatte einstellen.

Die Einstellung ist permanent; sie bleibt bei einem Aus- und Wiedereinschalten des Geräts oder einem *RST erhalten.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [System] > User Settings > Auto Dimming **ON** | OFF.

Datum und Uhrzeit

Sie können die Datum und Uhrzeit auf dem Gerät einstellen.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie [System] > User Settings > Date / Time.

SCPI-Befehl

```
SYSTem:DATE <yyyy>, <mm>, <dd>
```

```
SYSTem:TIME <hh>, <mm>, <ss>
```

Dateien verwalten

Sie können Dateiverwaltungsaufgaben ausführen wie Kopieren, Umbenennen, Löschen und Erstellen von Ordnern.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[System]** > **Store/Recall** > **File Manager**.

Sie können Dateien oder Ordner kopieren, umbenennen oder löschen. Beim Löschen eines Ordners werden alle Dateien in diesem Ordner gelöscht, prüfen Sie daher, ob Sie alle Dateien in dem Ordner löschen möchten.

Der wichtigste Softkey ist **Switch Pane**, mit dem Sie den Ort der auszuführenden Aktion festlegen können. Sobald Sie den Ort der auszuführenden Aktion gewählt haben, drücken Sie **Select**, um die zu verwaltende Datei auszuwählen. Wenn Sie alles vorbereitet haben, um die Aufgabe auszuführen, drücken Sie auf **Rename**, **Copy** oder **Delete**.

SCPI-Befehl

Siehe „MEMory“ und „MMEMory subsystems“ im *Programmierleitfaden für die Geräte der EDU33210-Serie*.

Selbsttest

Beim Einschalten des Geräts wird ein begrenzter Selbsttest durchgeführt, um sicherzustellen, dass das Gerät betriebsbereit ist. Sie können auch mehrere vollständige Selbsttests. Weitere Informationen finden Sie unter „Selbsttestverfahren“ im *Wartungshandbuch für die Geräte der EDU33210-Serie*.

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[System]** > **Instr. Setup** > **Self Test**.

SCPI-Befehl

*TST

Firmware-Versionsabfrage

Senden Sie *IDN? um festzulegen, welche Firmware-Version aktuell installiert ist. Die Abfrage sendet einen String in folgendem Format zurück:

Keysight Technologies,[Modellnummer],[10-stellige Seriennummer],[Firmware-Revisionsnummer]

Beispiel für die Firmware-Versionsnummer: K-01.00.04-01.00-01.00-01.00-01.00

Bedienoperationen an der Frontplatte

Drücken Sie **[System]** > **Help** > **About**. Scannen Sie den angezeigten QR-Code, um die zu diesem Gerät gehörige Dokumentation anzuzeigen.

SCPI-Befehl

*IDN?

Abfrage der SCPI-Sprachversion

Das Gerät ist mit den Regeln und Konventionen der aktuellen Version von SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) konform. Über `SYSTem:VERSion?` stellen Sie fest, welcher SCPI-Version das Gerät entspricht. Die Abfrage sendet einen String in folgendem Format zurück: „YYYY.V“, welches das Jahr und die Versionsnummer für das betreffende Jahr repräsentiert (zum Beispiel: 1999.0).

E/A-Konfiguration

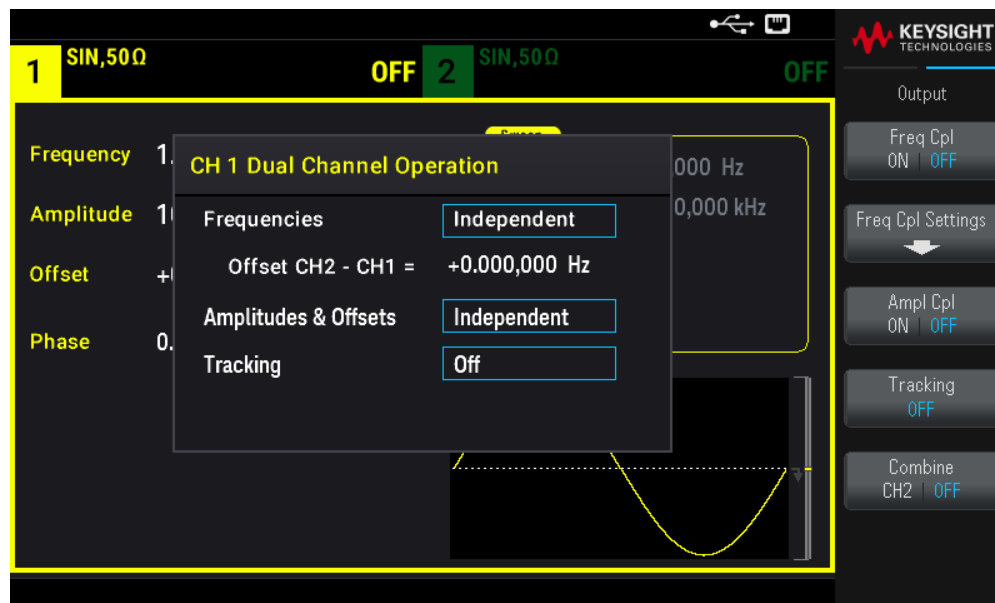
Weitere Informationen finden Sie unter [Remoteschnittstellen-Verbindungen](#) und [Konfiguration der Remoteschnittstellen](#).

Zweikanalbetriebe

Dieser Abschnitt behandelt die meisten Themen zum Bereich Zweikanalbetrieb.

Zweikanaloperation einleiten

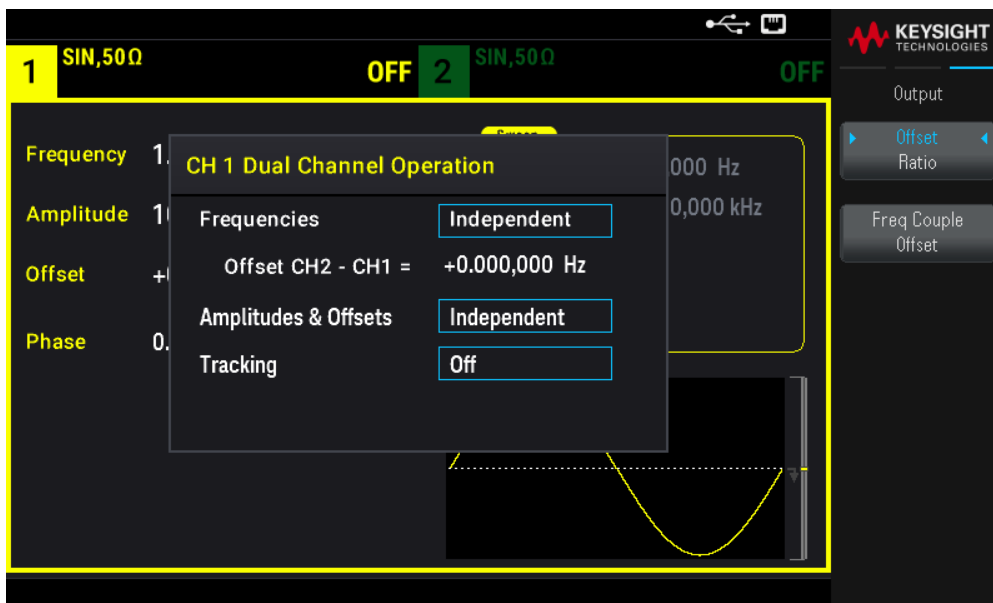
Sie greifen auf die Zweikanal-Konfiguration zu, indem Sie zuerst auf eine Kanalausgangstaste und dann auf **Dual Channel** drücken.



Frequenzkopplung

Über die Frequenzkopplung können Sie Frequenzen oder Abtastraten mit einem konstanten Frequenzverhältnis oder Versatz zwischen ihnen koppeln. Drücken Sie die Taste **Freq Cpl ON | OFF**, um die Frequenzkopplung ein- oder auszuschalten. Drücken Sie dann **Taste Freq Cpl Settings**, um die Frequenzkopplung zu konfigurieren.

Über den Softkey **Freq Cpl Settings** wird das unten gezeigte Menü angezeigt. Der erste Softkey ermöglicht es, anzugeben, ob Sie die Frequenzen mit einem Frequenzverhältnis oder einem Versatz koppeln möchten, über den zweiten Softkey können Sie das Verhältnis oder den Versatz festlegen.



Amplitudenkopplung

Amplitudenkopplung, aktiviert über den Softkey **Ampl Cpl ON | OFF**, koppelt die Amplitude und Offset-Spannung zwischen den Kanälen, so dass eine Änderung der Amplitude oder des Offsets auf einem Kanal sich auf beide Kanäle auswirkt.

Tracking

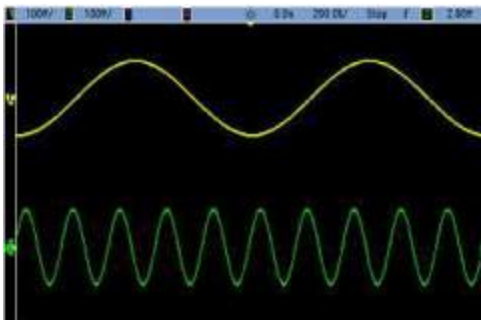
Tracking, konfiguriert über den Softkey **Tracking**, hat drei verschiedene Betriebsarten: **OFF**, **Identical** und **Inverted**.

- Wenn Tracking auf **OFF** eingestellt ist, arbeiten beide Kanäle unabhängig voneinander.
- Wenn Tracking auf **Identical** eingestellt ist, verhalten sie sich wie ein einziger Kanal.
- Der dritte Modus **Inverted**, bewirkt, dass sich die Ausgänge der Kanäle umkehren. Es entsteht ein Differenzialkanal, der beide Ausgänge verwendet.

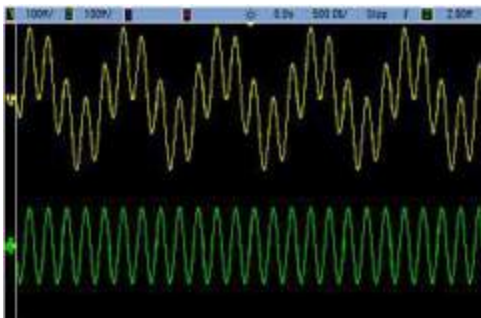
Combine

Die Funktion **Combine** kombiniert zwei Ausgänge zu einem Anschluss. Wenn Sie **CH2** aus dem Menü Channel 1 wählen, werden sie auf Kanal 1 kombiniert. Wenn Sie **CH1** im Menü Channel 2 wählen, werden sie auf Kanal 2 kombiniert.

In der Abbildung unten ist die obere Wellenform ein 100 mVpp-Sinussignal mit 1 kHz auf Kanal 1, die untere Wellenform ein 100 mVpp-Sinussignal mit 5 kHz auf Kanal 2.

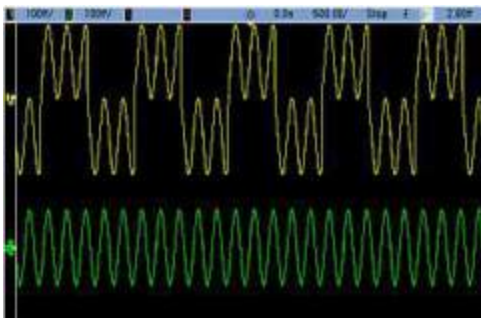


Die Abbildung unten zeigt die zwei auf Kanal 1 kombinierten Ausgänge. Beachten Sie, dass die X-Achse komprimiert wurde (verkleinert), um mehr Zyklen anzuzeigen.

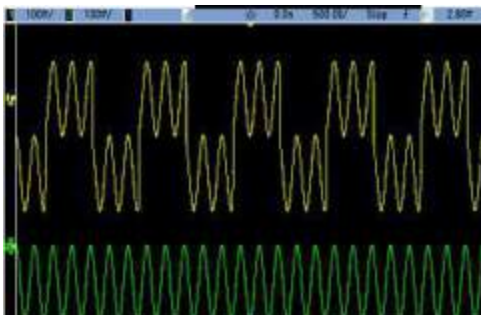


Informationen zum Betrieb

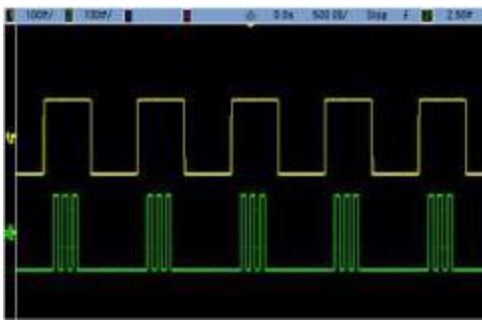
Die kombinierten Signale müssen nicht vom selben Typ sein; zum Beispiel zeigt diese Abbildung denselben 5 kHz-Kanal auf Kanal 2 kombiniert mit einer 100 mVpp-Rechteckwelle auf Kanal 1.



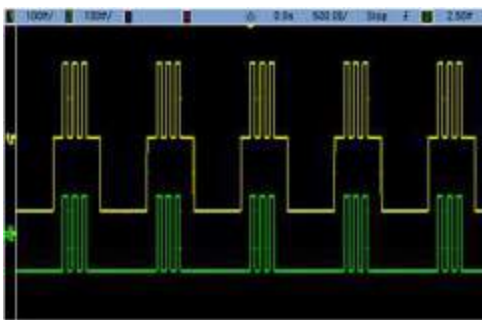
Werden Signale kombiniert, werden die DC-Offset-Werte nicht miteinander addiert. Nur der DC-Offset des Empfangskanals wird im kombinierten Ausgang verwendet. Die Abbildung unten zeigt einen DC-Offset von 50 mV addiert zu Kanal 1. Der zu Kanal 2 addierte 50 mV Offset wird ignoriert.



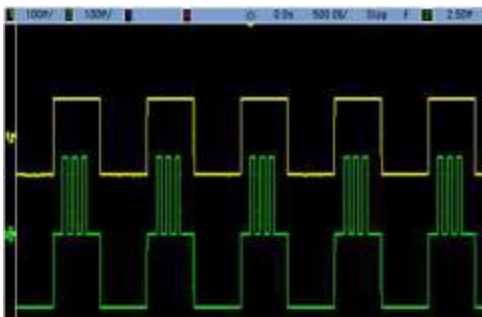
Sie können Combine auch mit Bursts verwenden. Auf der Abbildung unten zum Beispiel werden ein 1 kHz Sinussignal auf Kanal 1 und ein Burst mit drei Zyklen eines 5 kHz Sinussignals auf Kanal 2 abgebildet.



Werden diese Signale auf Kanal 1 kombiniert, ist das Ergebnis eine einfache Addition der Amplituden beider Signale, wie unten abgebildet.



Sie können die Signale auch auf Kanal 2 kombinieren, wie unten angezeigt.



5 Eigenschaften und Spezifikationen

HINWEIS

Die Eigenschaften und Spezifikationen des EDU34450A Digitalmultimeter mit 5½ Stellen entnehmen Sie bitte dem Datenblatt unter: <https://www.keysight.com/us/en/assets/3120-1004/data-sheets/EDU33210-Series-20-MHz-Function-Arbitrary-Waveform-Generators.pdf>.

6 Übungseinheit für Messungen

Arbiträrsignale

Quasi-Gaußsches Rauschen

PRBS

Modulation

Burst

Frequenzwobbelung

Eigenschaften von AC-Signalen

Signalfehler

In diesem Abschnitt wird die Theorie der Betriebsinformation für mehrere Wellenform- und Betriebsarten des Gerätes beschrieben. Die letzten beiden Themen enthalten Informationen, die Ihnen helfen können, die Signalqualität zu verbessern.

Arbiträrsignale

Arbiträrsignale können Anforderungen erfüllen, die von den Standardsignalen des Gerätes nicht erfüllt werden können. Sie benötigen vielleicht einen einmaligen Stimulus oder möchten Signalfehler wie z. B. Überschwingen, Nachschwingen, Störimpulse oder Rauschen simulieren. Arbiträrsignale können sehr komplex sein, weshalb sie sich gut eignen für die Simulation von Signalen in modernen Kommunikationssystemen.

Sie können Arbiträrsignale mit einer Mindestanzahl von 8 Punkten und mit maximal bis zu 1.000.000 Punkten erstellen. Das Gerät speichert diese numerischen Datenpunkte, die sogenannten Abtastproben, und wandelt sie in Spannungen um, wenn die Wellenform generiert wird. Die Frequenz, mit der diese Punkte gelesen werden, ist die „Abtastrate“. Die Signalfrequenz entspricht der Abtastrate geteilt durch die Anzahl der Punkte in der Wellenform. Beispiel: Eine Wellenform hat 40 Punkte, die Abtastrate beträgt 10 MHz. Die Frequenz wäre $(10 \text{ MHz})/40 = 250 \text{ kHz}$ und ihre Periode wäre $4 \mu\text{s}$.

Signalfilter

Das Gerät enthält zwei Filter, um die Übergänge zwischen den Punkten auszugleichen, wenn Arbiträrsignale erzeugt werden.

- Normaler Filter: Ein breiter, flacher Frequenzgang, aber seine Sprungantwort zeigt Überschwingen und Nachschwingen.
- Schritt-Filter: Eine nahezu ideale Sprungantwort, jedoch mit mehr Abfall in seinem Frequenzgang als beim normalen Filter.
- Aus (Off): Der Ausgang verändert sich abrupt zwischen den Punkten, mit einer Übergangszeit von annähernd 10 ns.

Jede Abschaltfrequenz des Filters entspricht einem festen Anteil der Abtastrate der Wellenform. Die Ansprechzeit des Normalfilters beträgt -3 dB bei 27 % der Abtastrate, die Ansprechzeit des Stufenfilters -3 dB bei 13 % der Abtastrate. Zum Beispiel bei einem Arbiträrsignal mit 100 MSa/s beträgt die Frequenzbandbreite -3 dB des Normalfilters 27 MHz.

Ein Abschalten des Filters kann die Abtastrate reduzieren, wenn diese vor dem Abschalten des Filters größer war als 250 MSa/s.

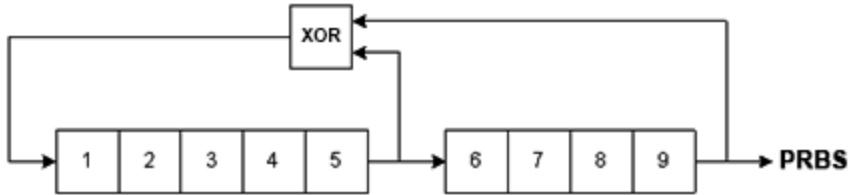
Quasi-Gaußsches Rauschen

Die Störwelle ist sowohl für quantitative als auch qualitative statistische Eigenschaften optimiert. Sie wiederholt sich über mehr als 50 Jahre kontinuierlichen Betriebs nicht. Anders als bei einer echten Gauß'schen Verteilung ist die Wahrscheinlichkeit Null, dass der Spannungswert die Vpp-Einstellung des Geräts überschreitet. Der Scheitelfaktor (Spitzenspannung dividiert durch RMS-Spannung) beträgt annähernd 4,6.

Sie können die Bandbreite des Rauschens von 1 MHz bis zur maximalen Bandbreite des Gerätes variieren. Die Energie des Rauschsignals wird in einem Band von DC bis zur gewählten Bandbreite konzentriert, dadurch erhält das Signal eine größere Spektraldichte in dem entsprechenden Band, wenn die Einstellung der Bandbreite niedriger ist. Bei der Audio-Arbeit zum Beispiel können Sie die Bandbreite auf 30 kHz einstellen, um die Stärke des Audio-Bandsignals 30 dB höher einzustellen als mit einer Einstellung der Bandbreite auf 30 MHz.

PRBS

Eine pseudozufälligen Binärfolge (Pseudo-Random Bit Sequence – PRBS) besitzt zwei Level (hoch und niedrig) und wechselt zwischen beiden auf eine Weise, die schwierig vorausszusagen ist, wenn der Algorithmus der Frequenzerzeugung nicht bekannt ist. Eine PRBS wird durch ein linear rückgekoppeltes Schieberegister (Linear-feedback shift register – LFSR) erzeugt (siehe unten).



Ein LFSR wird über die Anzahl der Stadien definiert, die es enthält und darüber, welche Stadien („Taps“) die Exklusiv- oder (XOR)-Gatter in seinem Feedback-Netzwerk speisen. Der PRBS-Ausgang wird vom letzten Stadium geliefert. Mit korrekt ausgewählten Stadien produziert ein L-Stadium-LFSR eine repetitive PRBS mit einer Länge von $2^L - 1$. Die Taktfrequenz des LFSR bestimmt die Bitrate der PRBS.

Sie können L auf 7, 9, 11, 15, 20 oder 23 einstellen, was Sequenzen mit einer Länge von 127 bis 8.388.607 Bit ergibt.

Der Standardwert für L beträgt 7, was zu einer Sequenz mit einer Länge von 127 Bit führt.

Modulation

Amplitudenmodulation (AM)

Das Gerät implementiert zwei AM-Formen:

- Zweiseitenband-Amplitudenmodulation mit vollem Trägersignal (Double-sideband full-carrier – DSB-FC), das die ITU-Bezeichnung A3E hat und im AM-Funk verwendet wird.

Die Gleichung für DSB-FC ist

$$y(t) = \left[\left(\frac{1}{2} \right) + \left(\frac{1}{2} \right) \cdot d \cdot m(t) \right] \cdot A_c \cdot \sin(\omega_c t),$$

wobei

$m(t)$ dem Modulationssignal entspricht

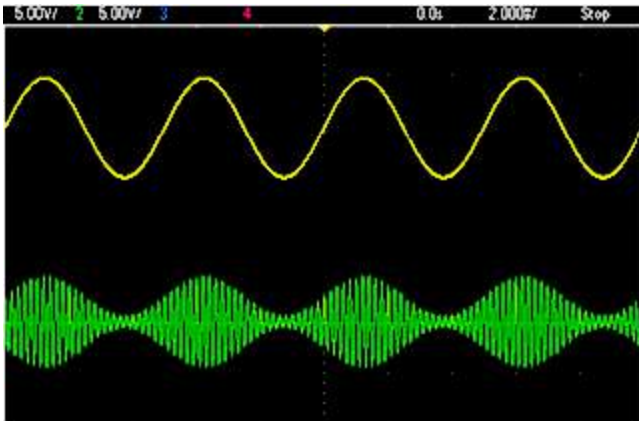
A_c der Trägeramplitude entspricht

ω_c der Trägerfrequenz des Trägers entspricht

d dem „Modulationsgrad“ entspricht, oder ein Bruchteil des Amplitudenbereichs von der Modulation verwendet wird

Bei einem Modulationsgrad von 80 %, beispielsweise, schwankt die Amplitude zwischen 10 % und 90 % ($90 \% - 10 \% = 80 \%$) der eingestellten Ausgangsamplitude mit internem Modulationssignal oder externem Modulationssignal mit Vollaussteuerung (± 5 V). Sie können den Modulationsgrad bis auf 120 % einstellen, solange Sie die maximale Ausgangsspannung des Geräts nicht überschreiten (± 5 V für eine Last von 50Ω , ± 10 V für eine hochohmige Last).

Die obere Messkurve (siehe unten) stellt das Modulationssignal dar und die untere Messkurve den modulierten Träger.



– Zweiseitenband-Amplitudenmodulation mit unterdrücktem Träger (Double-sideband Suppressed carrier – DSSC). Viele moderne Kommunikationssysteme verwenden DSSC auf jedem von zwei Trägern, die die selbe Frequenz haben, aber einen Phasenunterschied von 90 Grad aufweisen. Dies nennt man Quadraturamplitudenmodulation (QAM).

Die Gleichung für DSSC ist

$$y(t) = d \cdot m(t) \cdot \sin(\omega_c t)$$

Bei DSB-SC wird das Trägersignal immer dann invertiert, wenn $m(t) < 0$. Bei der QAM wäre das zweite Trägersignal $\cos(\omega_c t)$, wodurch es vom ersten Träger um 90 Grad phasenverschoben wird.

Frequenzmodulation (FM)

Die Frequenzmodulation wandelt die Frequenz eines Trägersignals entsprechend dem modulierenden Signal ab:

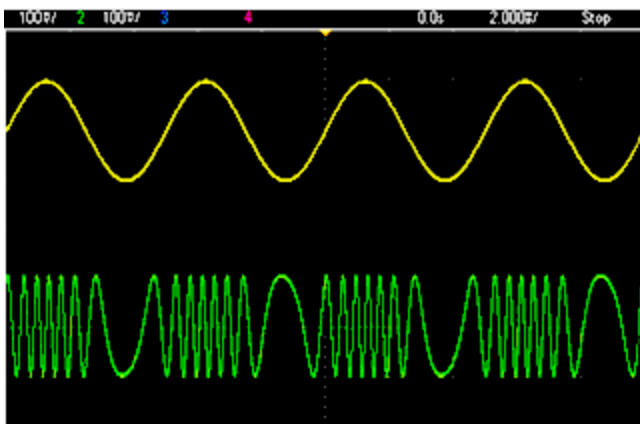
$$y(t) = A_c \cdot \sin[(\omega_c + d \cdot m(t)) \cdot t],$$

wobei $m(t)$ das modulierende Signal und d die Frequenzabweichung ist. FM wird als Schmalband bezeichnet, wenn die Abweichung weniger als 1 % der Bandbreite des modulierenden Signals entspricht, sonst wird sie als Breitband bezeichnet. Sie können die Bandbreite des modulierten Signals mit den folgenden Gleichungen annähern.

$$BW \approx 2 \cdot (\text{Modulierende Signalbandbreite}) \text{ für Schmalband-FM}$$

$$BW \approx 2 \cdot (\text{Abweichung} + \text{Modulierende Signalbandbreite}) \text{ für Breitband-FM}$$

Die obere Messkurve (siehe unten) stellt das Modulationssignal dar und die untere Messkurve den modulierten Träger.



Phasenmodulation (PM)

Die Phasenmodulation hat Ähnlichkeit mit der Frequenzmodulation, wobei jedoch das Trägersignal variiert wird und nicht die Frequenz:

$$y(t) = \sin[\omega_c t + d \cdot m(t)],$$

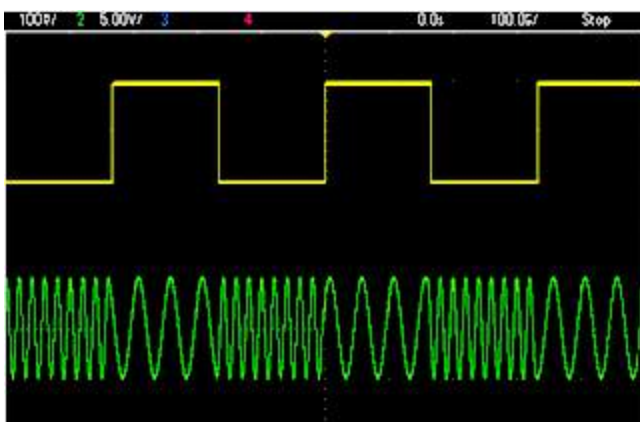
wobei $m(t)$ das modulierende Signal ist und d die Phasenabweichung.

Frequenzumtastungsmodulation (FSK)

Die FSK entspricht der FM, abgesehen davon, dass die Trägerfrequenz zwischen zwei voreingestellten Werten abwechselt, der Trägerfrequenz und der Hop-Frequenz. Manchmal werden die Hop- und Trägerfrequenzen auch als „Mark“- und „Space“-Frequenz bezeichnet. Die Geschwindigkeit, mit der der Wechsel zwischen diesen Werten erfolgt, wird von einem internen Timer oder dem Signal am **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte bestimmt. Frequenzänderungen sind unverzüglich und phasenkontinuierlich.

Bei dem internen Modulationssignal handelt es sich um ein Rechtecksignal mit einem Tastgrad von 50 %.

Die obere Messkurve (siehe unten) stellt das Modulationssignal dar und die untere Messkurve den modulierten Träger.



Zweiphasen-Umtastung (BPSK)

Die BPSK entspricht der FSK, abgesehen davon, dass es die Phase des Trägers und nicht seine Frequenz ist, die zwischen zwei Werten wechselt. Die Geschwindigkeit, mit der der Wechsel zwischen diesen Werten erfolgt, wird von einem internen Timer oder dem Signal am **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte bestimmt. Phasenwechsel sind unverzögert.

Bei dem internen Modulationssignal handelt es sich um ein Rechtecksignal mit einem Tastgrad von 50 %.

Pulsbreitenmodulation (PWM)

Die PWM steht nur für das Pulssignal zur Verfügung, und die Pulsbreite ist vom Modulationssignal abhängig. Der Wert der Pulsbreitenschwankung wird als Pulsbreitenabweichung bezeichnet und kann als Prozentsatz der Signalperiode (d. h. des Tastgrades) oder in Zeiteinheiten angegeben werden. Wenn Sie z. B. einen Puls mit einem Tastgrad von 20 % angeben und dann PWM mit einer Abweichung von 5 % aktivieren, schwankt der Tastgrad je nach Modulationssignal zwischen 15 % und 25 %.

Additive Modulation (Summe)

Die Funktion „Summe“ fügt das modulierende Signal zum Träger hinzu. Zum Beispiel können Sie eine bestimmte Menge von Rauschen mit variabler Bandbreite zu einem Signal addieren oder Zweitons-Signale erzeugen. Der interne Modulationsgenerator des Geräts kann dieselbe kontinuierliche Wellenform erzeugen wie der Hauptgenerator, daher ermöglicht es die Summen-Funktion, viele Signale zu erzeugen, wofür zuvor zwei Geräte erforderlich waren.

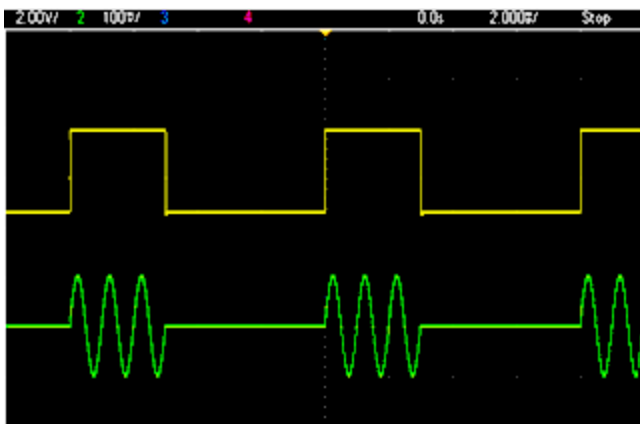
Die Summen-Funktion vergrößert die Amplitude des Ausgangssignals um die Amplitude des modulierenden Signals. Dies könnte bewirken, dass das Gerät in einen höheren Ausgangsspannungsbereich umschaltet, was zu einem momentanen Signalverlust führen kann. Falls dies in Ihrer Anwendung ein Problem darstellt, schalten Sie die Funktion Range Hold ein. Falls der Spannungsanstieg Ihr zu testendes Gerät beschädigen könnte, wenden Sie Spannungsbegrenzungen an.

Burst

Sie können das Gerät so konfigurieren, dass es einen Burst, d. h. ein Signal für eine bestimmte Anzahl von Zyklen ausgibt. Sie können Burst in einer zwei Betriebsarten verwenden: N-Cycle Burst (auch als „triggered burst“ bezeichnet) oder Gated Burst.

Ein „N-Cycle Burst“ besteht aus einer bestimmten Anzahl von Signalzyklen (1 bis 1.000.000) und wird stets durch ein Triggerereignis ausgelöst. Sie können die Burst-Anzahl auch auf „Infinite“ einstellen. In diesem Fall gibt das Gerät nach erfolgter Triggerung ein kontinuierliches Signal aus.

In der Abbildung unten ist die obere Spur der Sync-Ausgang, die untere Spur ist das Haupt-Ausgangssignal.



Burst mit drei Signalzyklen

Die Triggerquelle für Bursts kann ein externes Signal, ein interner Timer, die Taste oder ein Befehl über die Fernsteuerungsschnittstelle sein. Als Eingang für externe Triggersignale dient der **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte. Dieser Anschluss ist auf Chassis-Masse bezogen (nicht massefrei). Wenn er nicht als Eingang genutzt wird, kann der **Ext Trig**-Anschluss als Ausgang konfiguriert werden, damit das Gerät andere Geräte jedes Mal gleichzeitig triggern kann, wenn es intern getriggert wird.

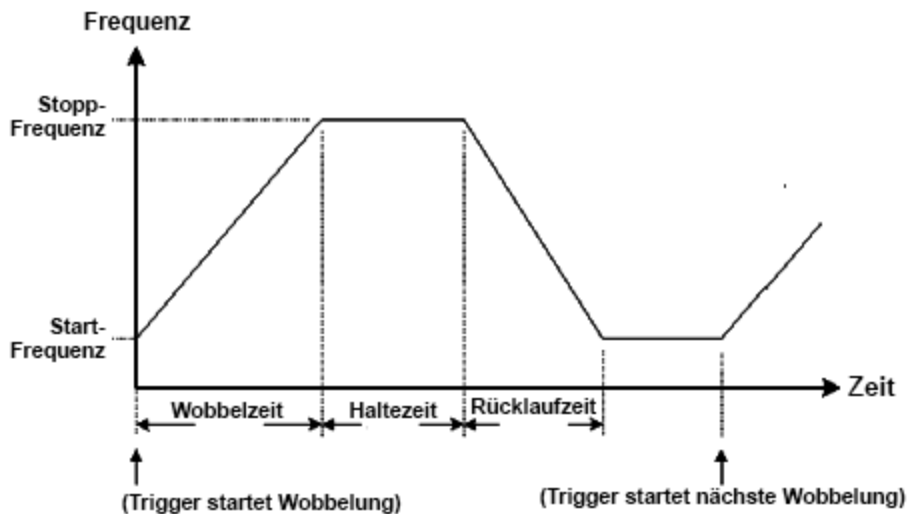
Ein „N-Cycle burst“ beginnt und endet stets an demselben Signalpunkt. Dieser wird als Start-Phase bezeichnet.

In der Betriebsart GATed Burst ist das Ausgangssignal an oder aus, je nach dem Signal am **Ext Trig**-Anschluss an der Frontplatte. Wählen Sie die Polarität dieses Signals mit dem Befehl BURSt:GATe:POLarity. Wenn das Torsignal sich im Zustand „True“ befindet, gibt das Gerät ein kontinuierliches Signal aus. Geht das Torsignal in den Zustand „False“ über, ist der aktuelle Signalzyklus abgeschlossen. Das Gerät stoppt und die Ausgangsspannung bleibt auf dem durch die Start-Burst-Phase der Signalform vorgegebenen Wert. Bei der Signalform „Noise“ wird die Signalausgabe sofort beendet, wenn das Torsignal auf „False“ übergeht.

Frequenzwobbelung

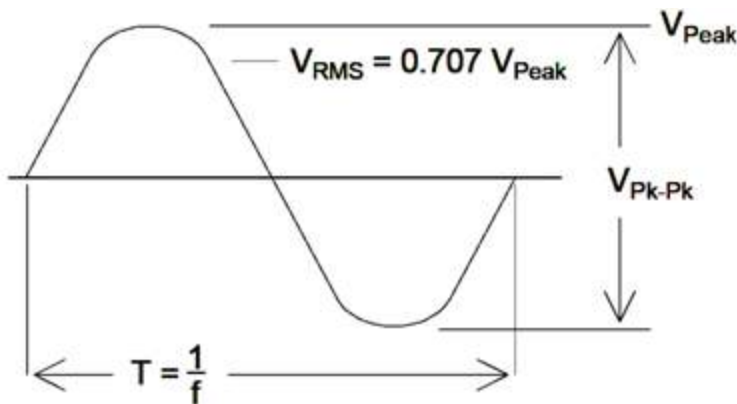
Die Frequenzwobbelung entspricht der FM, es wird jedoch kein Modulationssignal verwendet. Stattdessen bestimmt das Gerät die Ausgangsfrequenz entweder auf der Grundlage einer linearen oder einer logarithmischen Funktion oder über eine Liste von bis zu 128 benutzerdefinierten Frequenzen. Eine lineare Wobbelung ändert die Ausgangsfrequenz über eine konstante Hertz-Zahl pro Sekunde, eine logarithmische Wobbelung ändert die Frequenz über eine konstante Anzahl von Dekaden pro Sekunde. Mit der logarithmischen Wobbelung können Sie weite Frequenzbereiche abdecken, bei denen mit einer linearen Wobbelung die Auflösung bei niedrigen Frequenzen verloren gehen könnte.

Eine Frequenzwobbelung ist gekennzeichnet durch die Wobbelzeit (während der die Frequenz gleichmäßig von der Start-Frequenz zur Stopp-Frequenz wechselt), die Haltezeit (während der die Frequenz die Stopp-Frequenz beibehält) und der Rücklaufzeit (während der die Frequenz gleichmäßig und linear zur Start-Frequenz zurückkehrt). Triggereinstellungen bestimmen, wann die nächste Wobbelung beginnt.


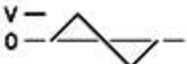
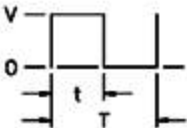


Eigenschaften von AC-Signalen

Die am häufigsten verwendete AC-Signalform ist Sinus. Tatsächlich lässt sich jedes periodische Signal durch eine Summe verschiedener Sinussignale darstellen. Die Stärke eines Sinussignals wird gewöhnlich durch Angabe des Spitzenwertes, des Spitze-Spitze-Wertes oder des Effektivwertes (RMS) spezifiziert. Alle diese Angaben setzen voraus, dass das Signal keine Offsetspannung hat.



Die Spitzenspannung eines Signals ist der maximale Absolutwert aller seiner Punkte. Die Spitze-Spitze-Spannung ist die Differenz zwischen dem maximalen und dem minimalen Wert. Die RMS-Spannung entspricht der Standardabweichung aller Signalpunkte; sie stellt außerdem die durchschnittliche Signalleistung in einem Zyklus dar, minus der Leistung in jeder DC-Komponente des Signals. Der Scheitelfaktor ist das Verhältnis zwischen dem Spitzenwert eines Signals und seinem RMS-Wert und variiert je nach Signalform. Die nachstehende Tabelle zeigt mehrere gängige Wellenformen mit ihren jeweiligen Scheitelfaktoren und RMS-Werten.

Wellenform	Scheitelfaktor	AC RMS	AC+DC- Effektivwert (RMS)
	1.414	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{SF}$

Bei Verwendung eines Durchschnittsmessungs-Voltmeters zur Messung der DC-Spannung eines Signals stimmt die Messung womöglich nicht mit der DC-Offset-Einstellung überein. Der Grund hierfür ist, dass das Signal einen Wert ungleich Null aufweisen könnte, der zur DC-Offsetspannung hinzugefügt würde.

Gelegentlich kann es vorkommen, dass AC-Pegel in „Dezibel relativ zu 1 Milliwatt“ (dBm) angegeben werden. Da dBm den Leistungsgrad angibt, müssen Sie die RMS-Spannung und den Lastwiderstand des Signals kennen, um die Berechnung ausführen zu können.

$$\text{dBm} = 10 \times \log_{10} (P / 0,001), \text{ wobei } P = V_{\text{RMS}}^2 / R_L$$

Für eine Sinuskurve mit einer Last von 50 Ω rechnet die folgende Tabelle dBm in Spannung um.

dBm	RMS-Spannung	Spitze-Spitze-Spannung
+23,98 dBm	3,54 Vrms	10,00 Vpp
+13,01 dBm	1,00 Vrms	2,828 Vpp
+10,00 dBm	707 mVrms	2,000 Vpp
+6,99 dBm	500 mVrms	1,414 Vpp
3,98 dBm	354 mVrms	1,000 Vpp
0,00 dBm	224 mVrms	6,32 mVpp
-6,99 dBm	100 mVrms	283 mVpp
-10,00 dBm	70,7 mVrms	200 mVpp
-16,02 dBm	35,4 mVrms	100 mVpp
-30,00 dBm	7,07 mVrms	20,0 mVp
-36,02 dBm	3,54 mVrms	10,0 mVpp
-50,00 dBm	0,707 mVrms	2,00 mVpp
-56,02 dBm	0,354 mVrms	1,00 mVpp

Für 75 Ω oder 600 Ω Lastwiderstand gelten folgende Umrechnungsfaktoren:

$$\text{dBm} (75 \Omega) = \text{dBm} (50 \Omega) - 1,76$$

$$\text{dBm} (600 \Omega) = \text{dBm} (50 \Omega) - 10,79$$

Signalfehler

Bei Sinuskurven lassen sich häufige Signalfehler am einfachsten beschreiben und in der Frequenzebene mit einem Spektrumanalysator beobachten. Alle Komponenten des Ausgangssignals mit einer von der Grundfrequenz („Trägerfrequenz“) abweichenden Frequenz werden als Verzerrung betrachtet. Diese Signalfehler können den Kategorien harmonische Verzerrung, nicht-harmonische Nebenwellen oder Phasenrauschen zugeordnet werden, sie werden in „Dezibel relativ zum Trägersignalpegel“ oder „dBc“ angegeben.

Harmonische Verzerrung

Harmonische Komponenten sind dadurch gekennzeichnet, dass ihre Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz beträgt. Sie entstehen durch nicht-lineare Komponenten im Signalpfad. Bei kleineren Amplituden ist eine weitere mögliche Quelle harmonischer Verzerrung das **Sync**-Signal, ein Rechtecksignal mit vielen starken harmonischen Komponenten, die in das Hauptsignal einkoppeln können. Obwohl **Sync** stark von den Hauptsignalausgängen des Geräts isoliert ist, kann eine Kopplung bei der externen Verkabelung auftreten. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, verwenden Sie hochwertige Koaxialkabel mit Doppel- oder Dreifachabschirmung. Wird **Sync** nicht benötigt, schließen Sie es nicht an oder lassen Sie es ausgeschaltet.

Nicht-harmonische Nebenwellen

Eine Quelle von nicht-harmonischen Nebenwellenverzerrungen (sogenannten „Spurs“) ist der Digital-Analog-Wandler (DAC), der digitale Signalwerte in Spannungswerte umwandelt. Nichtlinearität in diesem DAC führt zu einem Anstieg zu Oberwellen, die höher sein können als die Nyquist-Frequenz und daher in einer niedrigeren Frequenz angegeben werden (Aliasing). Zum Beispiel könnte die fünfte harmonische Oberwelle von 30 MHz (150 MHz) eine Nebenwellenverzerrung bei 100 MHz erzeugen.

Eine weitere Quelle nicht-harmonischer Nebenwellenverzerrungen sind Einkopplungen nicht verknüpfter Signalquellen (beispielsweise die integrierte Controller-Uhr) in das Ausgangssignal. Diese Nebenwellenverzerrungen haben normalerweise eine konstante Amplitude und sind bei Amplituden unter 100 mVpp sehr störend. Um eine optimale Signalreinheit bei niedrigen Amplituden zu erzielen, halten Sie den Ausgangspegel des Geräts relativ hoch und verwenden Sie einen externen Abschwächer.

Phasenrauschen

Phasenrauschen resultiert aus kleineren, momentanen Schwankungen („Jitter“) der Ausgangsfrequenz. Auf einem Spektrumanalysator erscheint es als ein erhöhtes Grundrauschen im Bereich der Frequenz des Ausgangssignals. Bei der Phasenrausch-Spezifikation wird die Amplitude des Rauschsignals in einer Bandbreite von 1 Hz angegeben, die sich 1 kHz, 10 kHz und 100 kHz von einer 30-MHz Sinuskurve befindet. Beachten Sie, dass auch Spektrumanalysatoren Phasenrauschen aufweisen, daher können die Pegel, die Sie ablesen, das Phasenrauschen des Analysators enthalten.

Quantisierungsrauschen

Die endliche Amplitudenauflösung des Signal-D/A-Wandlers führt zu Spannungs-Quantisierungsfehlern. Unter der Annahme, dass diese Fehler gleichmäßig über einen Bereich von $\pm 0,5$ LSB (niedrigstwertiges Bit) verteilt sind, beträgt der äquivalente Rauschpegel bei Standardsignalen annähernd -95 dBc. Bei diesem Pegel dominieren

andere Rauschquellen im Gerät. Quantisierungsrauschen kann jedoch bei Arbiträrsignalen von Bedeutung sein, die nicht den gesamten Bereich der DAC-Codes nutzen (-32767 bis +32767). Wenn möglich, skalieren Sie Arbiträrsignale, um den gesamten Bereich zu nutzen.



Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden.

© Keysight Technologies 2021

1. Ausgabe, Februar 2021

Gedruckt in Malaysia



EDU33212-90004

www.keysight.com

Distributed by:

Sie haben Fragen oder wünschen eine Beratung? Angebotsanfrage unter **07121 / 51 50 50** oder über **info@datatec.de**

dataTec