

8588A/8558A

Reference Multimeter and 8 1/2 Digit Multimeter

Benutzerhandbuch

BEGRENZTE GEWÄHRLEISTUNG UND HAFTUNGSBESCHRÄNKUNG

Fluke gewährleistet, daß jedes Fluke-Produkt unter normalem Gebrauch und Service frei von Material- und Fertigungsdefekten ist. Die Garantiedauer beträgt 1 Jahr ab Versanddatum. Die Garantiedauer für Teile, Produktreparaturen und Service beträgt 90 Tage. Diese Garantie wird ausschließlich dem Ersterwerber bzw. dem Endverbraucher geleistet, der das betreffende Produkt von einer von Fluke autorisierten Verkaufsstelle erworben hat, und erstreckt sich nicht auf Sicherungen, Einwegbatterien oder andere Produkte, die nach dem Ermessen von Fluke unsachgemäß verwendet, verändert, verschmutzt, vernachlässigt, durch Unfälle beschädigt oder abnormalen Betriebsbedingungen oder einer unsachgemäßen Handhabung ausgesetzt wurden. Fluke garantiert für einen Zeitraum von 90 Tagen, daß die Software im wesentlichen in Übereinstimmung mit den einschlägigen Funktionsbeschreibungen funktioniert und daß diese Software auf fehlerfreien Datenträgern gespeichert wurde. Fluke übernimmt jedoch keine Garantie dafür, daß die Software fehlerfrei ist und störungsfrei arbeitet.

Von Fluke autorisierte Verkaufsstellen werden diese Garantie ausschließlich für neue und nicht benutzte, an Endverbraucher verkaufte Produkte leisten. Die Verkaufsstellen sind jedoch nicht dazu berechtigt, diese Garantie im Namen von Fluke zu verlängern, auszudehnen oder in irgendeiner anderen Weise abzuändern. Der Erwerber hat nur dann das Recht, aus der Garantie abgeleitete Unterstützungsleistungen in Anspruch zu nehmen, wenn er das Produkt bei einer von Fluke autorisierten Vertriebsstelle gekauft oder den jeweils geltenden internationalen Preis gezahlt hat. Fluke behält sich das Recht vor, dem Erwerber Einfuhrgebühren für Ersatzteile in Rechnung zu stellen, wenn dieser das Produkt in einem anderen Land zur Reparatur anbietet, als dem Land, in dem er das Produkt ursprünglich erworben hat.

Flukes Garantieverpflichtung beschränkt sich darauf, daß Fluke nach eigenem Ermessen den Kaufpreis ersetzt oder aber das defekte Produkt unentgeltlich repariert oder austauscht, wenn dieses Produkt innerhalb der Garantiefrist einem von Fluke autorisierten Servicezentrum zur Reparatur übergeben wird.

Um die Garantieleistung in Anspruch zu nehmen, wenden Sie sich bitte an das nächstgelegene und von Fluke autorisierte Servicezentrum, um Rücknahmeinformationen zu erhalten, und senden Sie dann das Produkt mit einer Beschreibung des Problems und unter Vorauszahlung von Fracht- und Versicherungskosten (FOB Bestimmungsort) an das nächstgelegene und von Fluke autorisierte Servicezentrum. Fluke übernimmt keine Haftung für Transportschäden. Im Anschluß an die Reparatur wird das Produkt unter Vorauszahlung von Frachtkosten (FOB Bestimmungsort) an den Erwerber zurückgeschickt. Wenn Fluke jedoch feststellt, daß der Defekt auf Vernachlässigung, unsachgemäße Handhabung, Verschmutzung, Veränderungen am Gerät, einen Unfall oder auf anormale Betriebsbedingungen, einschließlich durch außerhalb der für das Produkt spezifizierten Belastbarkeit verursachten Überspannungsfehlern, zurückzuführen ist, wird Fluke dem Erwerber einen Voranschlag der Reparaturkosten zukommen lassen und erst die Zustimmung des Erwerbers einholen, bevor die Arbeiten begonnen werden. Nach der Reparatur wird das Produkt unter Vorauszahlung der Frachtkosten an den Erwerber zurückgeschickt, und es werden dem Erwerber die Reparaturkosten und die Versandkosten (FOB Versandort) in Rechnung gestellt.

DIE VORSTEHENDEN GARANTIEBESTIMMUNGEN STELLEN DEN EINZIGEN UND ALLEINIGEN RECHTSANSPRUCH AUF SCHADENERSATZ DES ERWERBERS DAR UND GELTEN AUSSCHLIESSLICH UND AN STELLE VON ALLEN ANDEREN VERTRAGLICHEN ODER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNGSPFLICHTEN, EINSCHLIESSLICH - JEDOCH NICHT DARAUF BESCHRÄNKT - DER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNG DER MARKTFÄHIGKEIT, DER GEBRAUCHSEIGNUNG UND DER ZWECKDIENLICHKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN EINSATZ. FLUKE HAFTET NICHT FÜR SPEZIELLE, UNMITTELBARE, MITTELBARE, BEGLEIT- ODER FOLGESCHÄDEN ODER VERLUSTE, EINSCHLIESSLICH VERLUST VON DATEN, UNABHÄNGIG VON DER URSACHE ODER THEORIE.

Angesichts der Tatsache, daß in einigen Ländern die Begrenzung einer gesetzlichen Gewährleistung sowie der Ausschluß oder die Begrenzung von Begleit- oder Folgeschäden nicht zulässig ist, kann es sein, daß die obengenannten Einschränkungen und Ausschlüsse nicht für jeden Erwerber gelten. Sollte eine Klausel dieser Garantiebestimmungen von einem zuständigen Gericht oder einer anderen Entscheidungsinstanz für unwirksam oder nicht durchsetzbar befunden werden, so bleiben die Wirksamkeit oder Durchsetzbarkeit irgendeiner anderen Klausel dieser Garantiebestimmungen von einem solchen Spruch unberührt.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

ООО «Флюк СИАЙЭС»
125167, г. Москва, Ленинградский
проспект дом 37,
корпус 9, подъезд 4, 1 этаж

Inhaltsverzeichnis

Titel	Seite
Einführung	1
Sicherheitsinformationen	1
Technische Daten	1
Benutzerhandbücher	2
Kontakt zu Fluke Calibration	2
Serviceinformationen	2
Produkteigenschaften	3
Gemeinsame Funktionen	3
8588A Referenzmultimeter	4
8588A 8 1/2 Digit Multimeter	4
Installation	4
Auspacken und Prüfen des Produkts	4
Standardlieferumfang	5
Aufstellung und Rackmontage	5
Kühlung	6
Umgebungs- und Eingangsanforderungen	6
Netzspannung	7
Erden des Produkts	8
Stromversorgung und Sicherung	9
Bedienfeld und Rückseite	9
Funktionen an der Vorderseite	10
Funktionen an der Rückseite	14
Betrieb	16
Einschalten des Geräts	16
Einschaltzustand	16
Aufwärmanforderungen	17
Funktionen	18
Gleichspannung	18
Messen von Gleichspannung	19
Einfacher Leitungsanschluss	19
Gleichtaktunterdrückung – Verwendung des externen GUARD- Anschlusses	20
Wechselspannung	20
Messen von Wechselspannung	24
Induzierte Interferenz	24
Gleichtaktunterdrückung	24
Überlegungen zu Leitungen	24
Gleichstrom	25

Wechselstrom.....	27
ACI-Messeinstellungen (ACI Measure Setup).....	28
Messen von Wechselstrom	30
Widerstand	31
Messen von Widerstand	36
2-Leiter-Messungen.....	36
4-Leiter-Messungen.....	36
4-Leiter-Messungen hoher Widerstände	37
Nullabgleich des 4-Leiter-Widerstands	37
Ω Guard	38
Digitalisieren	39
Mehr (More).....	48
Kapazität (nur 8588A).....	48
HF-Leistung (nur 8588A).....	50
Softkeys „HF-Leistung“	52
Anschluss eines Leistungssensors an das Produkt	53
Verbinden eines Leistungssensors mit einem Prüfling	54
Setup der Messfrequenz	54
Frequenzmesser (Frequency Counter)	55
Messen der Frequenz.....	58
DCI Ext. Shunt (nur 8588A).....	59
ACI Ext. Shunt (nur 8588A).....	62
Messen von Wechselstrom mit „ACI Ext. Shunt“	68
PRT	69
PRTs messen	69
Thermoelement	71
Messung von Thermoelementen	71
Funktionen.....	74
Auswahl der Eingangsanschlüsse.....	74
Verwendung des Scanbetriebs.....	75
Scansequenzen.....	76
4 W Echte Ω -Scanmodus (Echte Ω -Verhältnis).....	76
EXTERNE SCHIRMUNG	78
Ausgangssignal	79
TRIG OUT	80
Null	83
Math.....	85
Analysieren.....	88
Speicher-Setup.....	95
Geräteeinrichtung	97
Untermenü „Anzeigeeinstellungen“	98
Gerätekonfiguration	99
Remote-Einstellungen	100
Kalibrierungsanpassung	101
Diagnostik.....	103
Triggerung von Messungen.....	104
Details des Triggerung-Subsystems.....	105
Triggeranzeige.....	115
Beispiele für die Verwendung des Triggerungs-Untersystems.....	116
Angaben für besondere Ereignisse	123
Richtlinien zum Vermeiden von Messfehlern	125
Instandhaltung.....	127
Austauschen der Sicherung	127
Reinigen der Außenseite	128
Zubehör	129

Einführung

Das Fluke Calibration 8558A 8 1/2 Digit Multimeter und das 8588A Reference Multimeter (das Produkt oder Multimeter, sofern nicht anders angegeben) sind für anspruchsvolle und präzise Messanwendungen geeignet. Das Produkt funktioniert sowohl in eigenständigen als auch in Systemanwendungen. Die Auflösung von 8-1/2 Stellen bietet eine hohe Leistung und macht das Produkt gut für den Einsatz in Normungslaboren, Kalibrierlaboren, Entwicklungslaboren und Systemen geeignet. Das 8588A bietet mehr Funktionen und eine höhere Leistung für die anspruchsvollsten Messanwendungen. Die Produkte sind genau, stabil, schnell und benutzerfreundlich.

Sicherheitsinformationen

Allgemeine Hinweise zum sicheren Umgang mit dem Produkt finden Sie in der mit dem Produkt gelieferten Druckschrift *Sicherheitsinformationen*. Diese Hinweise finden Sie auch online unter www.Flukecal.com. Gegebenenfalls sind spezifischere Sicherheitsinformationen aufgeführt.

Warnung kennzeichnet Situationen und Aktivitäten, die für den Anwender gefährlich sind. **Vorsicht** kennzeichnet Situationen und Aktivitäten, durch die das Produkt oder die zu prüfende Ausrüstung beschädigt werden können.

Technische Daten

Die Sicherheitsspezifikationen sind in den gedruckten – *Sicherheitsinformationen* aufgeführt. Die vollständigen Spezifikationen finden Sie online auf www.flukecal.com unter 8558A/8588A – *Technische Daten*.

Benutzerhandbücher

Die Benutzerdokumentation des Produkts umfasst:

- 8588A/8558A *Sicherheitsinformationen* (gedruckt, in 9 Sprachen lokalisiert)
- 8588A/8558A Bedienungsanleitung (online verfügbar; alternativ kann eine gedruckte Fassung über die Serviceabteilung von Fluke Calibration kostenpflichtig bestellt werden; in 9 Sprachen lokalisiert)
- 8588A/8558A *Service-Handbuch* (online verfügbar)
- 8588A/8558A *Programmierhandbuch* (online verfügbar; alternativ kann eine gedruckte Fassung über die Serviceabteilung von Fluke Calibration kostenpflichtig bestellt werden)

Die Bestellinformationen finden Sie im Katalog von Fluke Calibration; wenden Sie sich alternativ an einen Fluke Calibration Vertriebspartner. Siehe *Kontakt zu Fluke Calibration*

Dieses Handbuch enthält umfassende Informationen zur Installation und zur Bedienung des Produkts über das vordere Bedienfeld.

Kontakt zu Fluke Calibration

Zur Kontaktaufnahme mit Fluke Calibration rufen Sie bitte eine der folgenden Telefonnummern an:

- Technischer Support USA: +1-877-355-3225
- Kalibrierung/Instandsetzung USA: +1-877-355-3225
- Kanada: +1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Europa: +31-40-2675-200
- Japan: +81-3-6714-3114
- Singapur: +65-6799-5566
- China: +86-400-810-3435
- Brasilien: +55-11-3759-7600
- Weltweit: +1-425-446-6110

Um Produktinformationen zu erhalten und die neuesten Ergänzungen für Bedienungsanleitungen herunterzuladen, besuchen Sie die Website von Fluke Calibration unter www.flukecal.com.

Ihr Produkt können Sie unter <http://flukecal.com/register-product> registrieren.

Serviceinformationen

Wenden Sie sich an ein autorisiertes Fluke Calibration Service Center, wenn das Gerät kalibriert oder während des Garantiezeitraums eine Reparatur durchgeführt werden muss. Siehe *Kontakt zu Fluke Calibration*. Bitte halten Sie Geräterinformationen wie das Kaufdatum und die Seriennummer bereit, wenn Sie eine Reparatur anfordern.

Verwenden Sie die Originalverpackung, um das Produkt weiterzuversenden. Wenn die Originalverpackung nicht mehr verfügbar ist, fordern Sie bitte bei Fluke Calibration eine neue an. Siehe *Kontakt zu Fluke Calibration*.

Produkteigenschaften

Gemeinsame Funktionen

Die Produkte nutzen ein gemeinsames Gehäuse und eine gemeinsame Anzeige-/Hardwareplattform. Sie unterscheiden sich durch zusätzliche Präzisionskomponenten und Firmware.

Das Produkt bietet die folgenden gemeinsamen Funktionen:

- Inhärente Genauigkeit und Stabilität ohne regelmäßige interne automatische Einstellungen wie die ACAL-Funktion
- Farbdisplay mit Benutzeroberfläche (UI) in Englisch, Chinesisch, Französisch, Deutsch, Japanisch, Koreanisch, Russisch und Spanisch
- Aktive Terminalbeleuchtung mit Visual Connection Management
- Vielseitige Einstellungen für Auflösung und Anzeigegeschwindigkeit:
 - Auflösung von 8-1/2 bis 4-1/2 Stellen
 - Blendenzeiteinstellungen von 0 ns bis 10 Sekunden (Mindestauflösung 200 ns)
 - 100.000 Messwerte/Sekunde bei einer Auflösung von 4-1/2 Stellen (18 Bit) im Fernbetrieb
- Digitalisierungsfunktion für bestimmte Digitalisierungsanwendungen mit Zeitstempeln und Datum, bereitgestellt durch eine interne Echtzeituhr
- Abtastung von bis zu 5.000.000 Samples/Sekunde bei 18 Bit mit bis zu 20 MHz Bandbreite
- Programmierbare vordere/hintere Eingänge, automatisches Verhältnis von Widerstand, Spannung und mehr über die vorderen/hinteren Eingänge.
- Mathe-Modus, mit Null, Normalisierung, Skalierung und Durchschnitt
- Analyse mit grafischer Darstellung, Trenddarstellung und Statistik
- Frequenzmessung bis zu 100 MHz
- Kapazitätsmessungen zur Kalibrierung von Multiprodukt-Kalibratoren
- HF-Leistungsmessanzeige für Leistungssensoren der Serie NRP von R&S
- GPIB SCPI-, Ethernet- und USB-Remote-Schnittstellen
 - Schnittstelle nach Standard IEEE-488 (GPIB), erfüllt die ANSI/IEEE-Standards 488.1-1987 und 488.2-1987
 - Hochgeschwindigkeits-Geräteanschluss über Universal Serial Bus (USB) 2.0 zur Fernsteuerung mit USB TMC
 - Integrierter 10/100/1000BASE-T-Ethernet-Anschluss für den Netzwerkanschluss zur Fernsteuerung
- PRT- und Thermoelement-Anzeige
- USB-Speicheranschlüsse auf der Vorder- und Rückseite für den Datentransfer

- Umfangreiche Triggermodi
- Software-Emulation der Remote-Schnittstellen Fluke 8508A und HP/Agilent/Keysight 3458A
- Digitale Effektivwert-Wechselstrom-Technologie
- Umfangreiche interne Selbsttests und Diagnose der analogen und digitalen Funktionen mit Softwaresteuerung
- Analog Zero Funktion zum Entfernen von Restverschiebungen, z. B. von thermischen EMFs

8588A Referenzmultimeter

Das 8588A weist Spezifikationen auf, die für die anspruchsvollsten Kalibrier- und Messanwendungen geeignet sind.

8558A 8 1/2 Digit Multimeter

Die Spezifikationen des 8558A sind weniger ausgefeilt als jene des 8588A, jedoch mit den Spezifikationen anderer 8 1/2 Digit Multimeter vergleichbar.

Installation

⚠️ ⚠️ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen zwischen beliebigen Anschlüssen bzw. zwischen Anschlüssen und Erde niemals eine höhere Spannung als die angegebene Nennspannung anlegen.

Dieser Abschnitt enthält Anweisungen zur Installation des Produkts und zum Anschließen an die Stromversorgung. Da in diesem Abschnitt die Anforderungen an die Sicherungen und die Betriebsumgebung erläutert werden, lesen Sie diesen Abschnitt, bevor Sie das Produkt in Betrieb nehmen.

Das Produkt darf nur zum Messen von Quellen bis zu 1000 V DC oder Effektivwert AC verwendet werden, die durch eine Strombegrenzung auf 200 mA oder weniger vor Kurzschluss geschützt sind. Anweisungen zum Anschließen von Kabeln an andere Geräte und an ein zu prüfendes Gerät (DUT; Device Under Test) während des Betriebs sind im Abschnitt *Funktionen* beschrieben.

Auspacken und Prüfen des Produkts

Das Produkt wird in einer Verpackung versendet, die es vor Transportschäden schützt. Überprüfen Sie das Produkt sorgfältig auf Schäden, und melden Sie Schäden unverzüglich dem Transporteur. Anweisungen für Überprüfung und Reklamationen sind in der Verpackung enthalten.

Prüfen Sie beim Auspacken des Produkts, ob der gesamte unter *Standardlieferumfang* aufgeführte Standardlieferumfang und auf dem Lieferschein aufgeführte Zusatzausrüstungen vorhanden sind. Melden Sie jegliches Fehlen von Ausrüstungsteilen umgehend dem Händler oder dem zuständigen Fluke Calibration Servicezentrum. Siehe ggf. *Kontakt zu Fluke Calibration*. Wenn Leistungsprüfungen für Ihre Abnahmeverfahren erforderlich sind, finden Sie Anweisungen im Service-Handbuch des Produkts.

Standardlieferumfang

Überprüfen Sie, ob alle in Tabelle 1 aufgeführten Elemente enthalten sind:

Tabelle 1. Standardlieferumfang

Position	Teilenummer Fluke Calibration
8588A Referenzmultimeter	4983182
8558A 8 ½ Digit Multimeter	4983194
Netzkabel	Siehe <i>Netzspannung</i>
8558A/8588A – Sicherheitsinformationen (gedruckt)	4769456
8588A-LEAD KIT-OSP Universeller Messfühlersatz und Tasche	4951331
Kalibrierzertifikat	-

Aufstellung und Rackmontage

Stellen Sie das Produkt auf eine Werkbank, oder bauen Sie das Produkt in ein 48 cm (19 Zoll) breites, 61 cm (24 Zoll) tiefes Standard-Einbaugehäuse ein. Für den Einsatz auf einer Fläche verfügt das Produkt über rutschfeste, keine Kratzer verursachende Füße.

Um das Produkt in einem Einbaugehäuse zu befestigen, bestellen Sie das Zubehör Y8588 oder Y8588S für die Schiebeoption.

Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen den Zugang zum Netzkabel des Produkts nicht einschränken. Das Netzkabel dient als Trennvorrichtung vom Stromnetz. Wenn der Zugang zum Netzkabel durch den Gehäuseeinbau behindert ist, muss beim Einbau ein gut erreichbarer Netztrennschalter mit geeigneter Spezifikation vorgesehen werden.

Kühlung

Vorsicht

Überhitzungsschäden können auftreten, wenn der Luftansaug- oder Auslassbereich verdeckt, die Ansaugluft zu warm oder der Filter verstopft ist.

Ein wichtiges Merkmal des Produkts ist das interne Kühlsystem. Es versorgt das gesamte Gehäuseinnere mit von den Lüftern angesaugter Kühlluft, um während des Betriebs Wärme abzuleiten. Halten Sie die kühlfte mögliche Innentemperatur aufrecht, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit aller internen Teile des Produkts sicherzustellen.

Der Bereich um den Luftfilter (Geräteseite mit Netzschalter) muss mindestens 7,5 cm (3 in.) von Wänden oder Gestellwänden entfernt sein. An den Auslasslochungen an der Rückseite des Produkts müssen mindestens 7,5 cm (3 in.) frei von behindernden Objekten sein. Eine gestörte Luftzufuhr mindert die Produktleistung.

So verlängern Sie die Lebensdauer des Produkts und gewährleisten dessen Leistung:

- Halten Sie den Luftfilter mindestens 7,5 cm (3 in.) von Wänden oder Gestellwänden entfernt. Siehe *Funktionen der Rückseite*.
- Stellen Sie sicher, dass die Auslasslochungen an der Rückseite des Produkts nicht blockiert sind.
- Führen Sie die Abgase von anderen Geräten nicht in den Lufterlass des Produkts. In das Produkt eintretende Luft muss Zimmertemperatur haben.
- Staub im Bereich des Lufterlasses und -auslasses alle 30 Tage absaugen, oder häufiger, wenn das Produkt in einer staubbelasteten Umgebung betrieben wird.

Umgebungs- und Eingangsbedingungen

Um eine vollständige Genauigkeit zu gewährleisten, muss das Produkt bei einer Umgebungstemperatur innerhalb von ± 5 °C der Temperatur der letzten Kalibrierung verwendet werden.

Informationen zum Betrieb des Produkts außerhalb des angegebenen Temperaturbereichs finden Sie in den Spezifikationen der Temperaturkoeffizienten. Siehe *Spezifikationen*.

Warnung

Um einen möglichen elektrischen Schlag, Brand oder Verletzungen zu vermeiden, begrenzen Sie die Spannungsquellen, die mit dem Produkt verbunden sind, auf ≤ 1050 V DC oder Effektivwert AC und ≤ 200 mA. Keine Spannungen mit energiereichen Transienten anlegen.

Netzspannung

Warnung

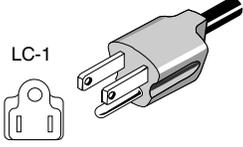
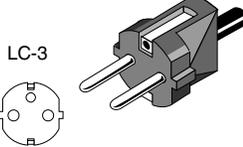
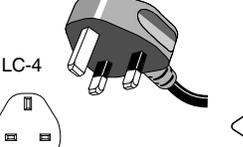
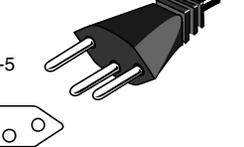
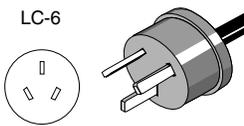
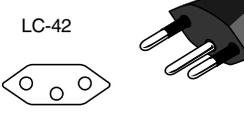
Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- Das Gerät nur an Orten aufstellen, an denen das Netzkabel zugänglich ist.
- Ausschließlich Netzkabel und Steckverbinder verwenden, die für die Spannung und Steckerkonfiguration in Ihrem Land zugelassen und für das Gerät spezifiziert sind.
- Sicherstellen, dass der Erdleiter des Netzkabels mit einer Schutzterde verbunden ist. Durch eine Unterbrechung der Schutzterde kann eine Spannung am Chassis anliegen, die tödlich sein kann.
- Das Netzkabel austauschen, wenn die Isolierung beschädigt ist oder Anzeichen von Verschleiß aufweist.
- Das Produkt muss über den Erdungsleiter im Netzkabel oder über den Erdungsanschluss auf der Rückseite des Geräts geerdet werden.

Zum Lieferumfang gehört ein passender Netzstecker für das Land, in dem das Gerät gekauft wurde. Sollte ein anderer Typ nötig sein, finden Sie weitere Informationen in Tabelle 2. Dort sind die die von Fluke Calibration erhältlichen Netzsteckertypen angegeben.

Das Produkt erkennt beim Einschalten automatisch die Netzspannung und konfiguriert sich für die Arbeit mit dieser Spannung. Nennnetzspannungen von 100 V eff. bis 120 V eff. und von 220 V eff. bis 240 V eff. (jeweils $\pm 10\%$) sind akzeptabel, mit Frequenzen von 47 Hz bis 63 Hz.

Tabelle 2. Verfügbare Netzkabelausführungen

<p>Nordamerika/Japan</p> <p>LC-1 </p>		<p>Universal Europa</p> <p>LC-3 </p>		<p>Großbritannien</p> <p>LC-4 </p>		<p>Schweiz</p> <p>LC-5 </p>	
<p>Australien/China</p> <p>LC-6 </p>		<p>Südafrika</p> <p>LC-7 </p>		<p>Brasilien</p> <p>LC-42 </p>		<p>igi039.emf</p>	
Typ				Fluke Kalibrierung Optionsnummer			
Nordamerika				284174			
Universal Europa				769422			
Großbritannien				769455			
Schweiz				769448			
Australien				658641			
Südafrika				722771			
Brasilien				3841347			

Erden des Produkts

Das Produkt muss über den Erdungsleiter im Netzkabel oder über den Erdungsanschluss auf der Rückseite des Geräts geerdet werden.

Stromversorgung und Sicherung

Der Stromversorgungseingang und die Sicherung befinden sich auf der Rückseite des Produkts. Siehe Abbildung 1. Verwenden Sie nur die von Fluke Calibration empfohlene Sicherung.

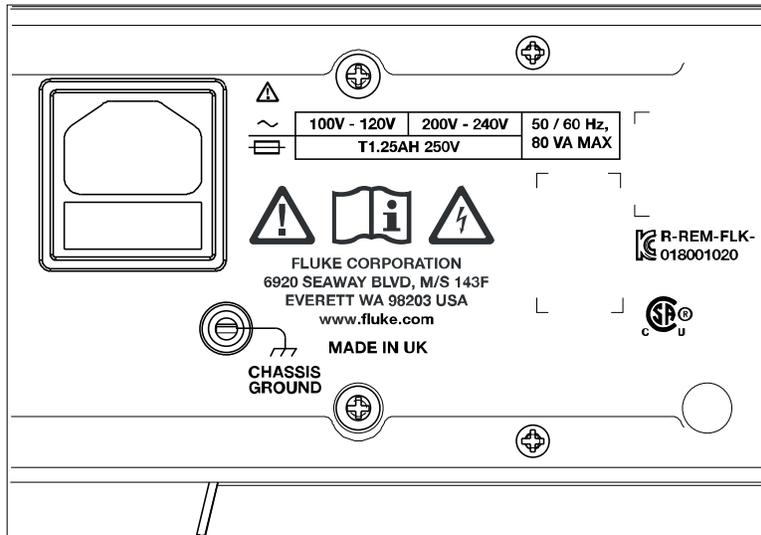


Abbildung 1. Position der Stromversorgung und der Netzsicherung

iei003.emf

Bedienfeld und Rückseite

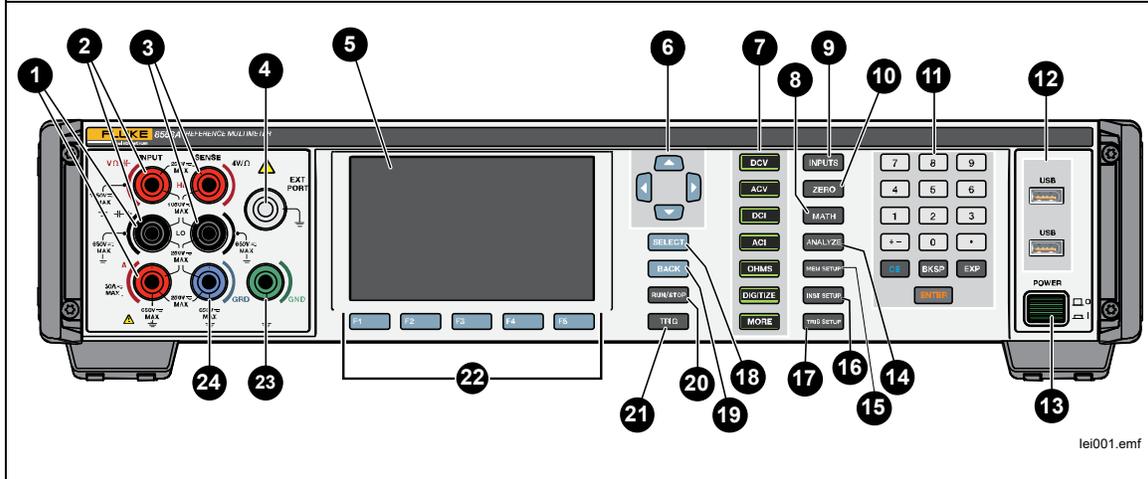
Dieser Abschnitt enthält Beschreibungen der einzelnen Merkmale des Bedienfelds und der Rückseite. Lesen Sie diese Informationen vor der Verwendung des Produkts. Die Anweisungen zur Bedienung des Bedienfelds des Produkts finden Sie in *Bedienung des Bedienfelds*. Anweisungen für den Fernbetrieb finden Sie im *Programmierhandbuch*.

Funktionen, die nur beim 8588A oder 8558A zur Verfügung stehen, sind als solche gekennzeichnet.

Funktionen an der Vorderseite

Die Merkmale des Bedienfelds (alle Steuerelemente, Display, Anzeigen und Anschlüsse) sind in Tabelle 3 dargestellt und erklärt.

Tabelle 3. Funktionen an der Vorderseite



Nummer	Name	Funktion
1	INPUT-Klemmen A, HI und LO	Ein Paar von fünfpoligen Anschlussklemmen für Strommessungen. An diesen Klemmen können Signale bis zu 30 A eff. am 8588A und bis zu 2 A am 8558A angelegt werden. Diese Klemmen leuchten auf, um die Anschlüsse anzuzeigen.
2	INPUT-Klemmen VΩ, HI und LO	Ein Paar von fünfpoligen Anschlussklemmen für Messungen von Spannung, Widerstand, Kapazität, 2-Leiter-PRTs und Thermoelementen. Beim 8588A werden diese Anschlussklemmen auch mit dem Ausgang externer Stromshunts verbunden. Die Frequenz kann über diese Klemmen gemessen werden. An diesen Klemmen können Signale bis zu 1050 V eff angelegt werden. Diese Klemmen leuchten auf, um die Anschlüsse anzuzeigen.
3	SENSE-Klemmen V, HI und LO	Ein Paar von fünfpoligen Anschlussklemmen für 4-Leiter-Widerstandsmessungen. Sie sind die Messklemmen in 4-Leiter- Ω und 3- und 4-Leiter-PRTs. Diese Klemmen leuchten auf, um die Anschlüsse anzuzeigen.
4	EXT PORT	Ein Steckverbinder für die NRP HF-Leistungssensoren von Rohde & Schwarz (R&S). Diese Klemme leuchtet auf, um die Anschlüsse anzuzeigen.
5	Farbdisplay	Das Farbdisplay zeigt die Ausgabe sowie die aktiven Bedingungen und Meldungen an. Über das Display stehen mittels der Softkeys F1 bis F5 Steuerfunktionen zur Verfügung, die über die Tasten allein nicht möglich sind. Die lokalisierte Benutzeroberfläche des Produkts besteht aus mehreren Menüs, die in diesem Handbuch beschrieben werden. Die Displayausgabe erfolgt im numerischen oder grafischen Format.
6	 (Navigationstasten)	Vier-Wege-Navigationstasten zum Wechseln zwischen verschiedenen Menüoptionen auf dem Display, sofern verfügbar. Das aktiv ausgewählte Menü wird hervorgehoben.

Tabelle 3. Funktionen an der Vorderseite (Forts.)

Nummer	Name	Funktion
7	<p>Funktionstasten:</p> <p>DCV</p> <p>ACV</p> <p>DCI</p> <p>ACI</p> <p>OHMS</p> <p>DIGITIZE</p> <p>MORE</p>	<p>Mit diesen Tasten können Sie eine der Hauptfunktionen des Produkts auswählen. Drücken Sie eine der Funktionstasten, um sofort aus jedem anderen Bildschirm in die oberste Ebene der entsprechenden Funktion zu gelangen.</p> <p>Zugriff auf die Funktion DCV (Gleichspannung). Siehe <i>Gleichspannung</i>.</p> <p>Zugriff auf die Funktion ACV (Wechselspannung). Siehe <i>Wechselspannung</i>.</p> <p>Zugriff auf die Funktion DCI (Gleichstrom). Siehe <i>Gleichstrom</i>.</p> <p>Zugriff auf die Funktion ACI (Wechselstrom). Siehe <i>Wechselstrom</i>.</p> <p>Zugriff auf die Funktion Ohm. Siehe <i>Widerstand</i>.</p> <p>Zugriff auf die Funktion Digitalisieren. Siehe <i>Digitalisieren</i>.</p> <p>Wenn diese Taste gedrückt wird, werden andere Funktionen angezeigt, die im Produkt ausgewählt werden können: „Kapazität“ (Capacitance) (nur 8588A), „HF-Leistung“ (RF Power) (nur 8588A), „Frequenzmesser“ (Frequency Counter), „DCI Ext. Shunt“ (nur 8588A), „ACI Ext. Shunt“ (nur 8588A), „Anzeige PRT“ und „Anzeige Thermoelement“ (Thermocouple). Diese Taste wird in Verbindung mit F5 (Mehr (More)) verwendet und durchläuft die verfügbaren Funktionen. Wenn eine der Funktionen unter „Mehr“ (More) ausgewählt ist, leuchtet MORE auf. Siehe <i>Mehr</i>.</p>
8	MATH	<p>Bietet mathematische Funktionen für Messungen, z. B. Mittelwertbildung, Multiplikation mit M, Subtraktion von C und Division durch Z. Die Math-Signalanzeige auf dem Display zeigt an, dass ein mathematischer Vorgang durchgeführt wird. Der Softkey Letzte Messung (Last Reading) (F4) dient zum schnellen Einstellen von C, Z oder m. Siehe <i>Mathe</i>.</p>
9	INPUTS	<p>Wenn diese Option ausgewählt ist, können die vorderen und hinteren Klemmen konfiguriert werden, einschließlich der vorderen/hinteren Verhältnismessung, und ihr Status wird angezeigt. Ermöglicht die Steuerung der External GUARD-Klemme und des TRIG OUT BNC-Anschlusses an der Rückseite. Zeigt die Softkeys, mit denen die vorderen und hinteren Klemmen, die External Guard-Klemme und der TRIG OUT BNC-Anschluss an der Rückseite konfiguriert werden.</p> <p>F1 (Anschlüsse (Terminals)) bietet Auswahlmöglichkeiten für Vorderseite (Front) und Rückseite (Rear) und zeigt drei Scanmodi mit unterschiedlichen mathematischen Kombinationen der Messwerte der Vorderseite und der Rückseite sowie eine Konfiguration Isoliert (Isolated) an. F2 (Verzögerung Vorderseite (Front Delay)) stellt die Verzögerung ein, bevor die vorderen Klemmen aktiviert werden. F3 (Verzögerung Rückseite (Rear Delay)) wählt die Verzögerung vor der Aktivierung der hinteren Klemmen aus. F4 (Externer Schutz (External Guard)) aktiviert die GUARD-Klemme (Ein oder Aus), und F5 (Ausgangssignal (Output Signal)) dient zur Einstellung des Verhaltens des hinteren TRIG OUT BNC-Anschlusses. Siehe <i>Eingangsanschlussauswahl</i> und <i>TRIG OUT</i>.</p>

Tabelle 3. Bedienfeldfunktionen (Forts.)

Nummer	Name	Funktion
10	ZERO	Startet einen Prozess, der analoge Nullpunkts-Abweichungen in einer gesamten Funktion oder für einen bestimmten Bereich korrigiert. Siehe <i>Null</i> .
11	Numerisches Tastenfeld	Zifferntasten zur Eingabe von Produktparametern und weiteren Daten, z. B. Uhrzeit und Datum. EXP ermöglicht die Eingabe eines Exponenten. BKSP löscht den letzten Eintrag, und CE löscht den gesamten Eintrag. Bestätigen Sie mit ENTER alle numerischen Eingaben.
12	USB-Stecker Typ A	Diese beiden USB-Anschlüsse funktionieren identisch, sodass die Messwerte des Produkts auf einen USB-Stick übertragen werden können. Jeder Anschluss kann maximal 5 V bei 0,5 A liefern und unterstützt eine externe Tastatur (aber keine Maus). Das Produkt identifiziert die USB-Anschlüsse nicht eindeutig. Wenn Sie Daten kopieren, schließen Sie nur ein USB-Speichergerät an.
13	Netzschalter	In Stellung 0 schaltet dieser Schalter die gesamte Netzspannung intern ab. Stellen Sie ihn in Stellung 1, um das Produkt einzuschalten.
14	ANALYZE	Die Analysefunktion stellt verschiedene Werkzeuge zur Analyse von Messungen bereit: „Statistik“, „Trend“, „Histogramm“ und „Grenzen“. Siehe <i>Analysieren</i> .
15	MEM SETUP	Drücken Sie diese Taste, um den Speicherort der Messwerte zu ändern, das Ergebnisformat zu ändern und Messwerte zwischen Speicherplätzen zu übertragen. Siehe <i>Speicher-Setup</i> .
16	INST SETUP	Aufrufen des Gerätesetup-Menüs. Siehe unter <i>Gerätesetup</i> .
17	TRIG SETUP	Rufen Sie die Menüs auf, um die verschiedenen Triggermodi einzustellen. Siehe <i>Triggern von Messungen</i> .
18	SELECT	Wählen Sie die markierte Menüoption zusammen mit den Navigationstasten aus. Ein nach rechts zeigendes Dreieck ► auf dem Bildschirm zeigt an, dass weitere Optionen verfügbar sind.
19	BACK	Verschiebt das Menü zur vorherigen Auswahl.
20	RUN/STOP	Wenn das Trigger-Subsystem kontinuierlich auslöst (Freilauf), drücken Sie einmal RUN/STOP , um das Produkt in den nicht kontinuierlichen Triggerstatus (Inaktiv) zu versetzen. Messwerte werden erst aktualisiert, wenn ein Triggerereignis, z. B. durch Drücken von TRIG , ausgelöst wird. Durch erneutes Drücken von RUN/STOP wird das Produkt wieder in den kontinuierlichen Triggerzustand (Freilauf) versetzt. Siehe <i>Triggern von Messungen</i> .

Tabelle 3. Bedienfeldfunktionen (Forts.)

Nummer	Name	Funktion						
21	TRIG	Löst eine Messung aus, wenn sich das Produkt im nicht kontinuierlichen Triggerzustand (Inaktiv) befindet. Der Zustand „Inaktiv“ tritt ein, wenn die Taste Run/Stop einmal gedrückt wird. TRIG ist eine der wenigen Tasten, die im Remote-Betrieb nicht deaktiviert sind. Weitere Informationen zum Trigger-Subsystem des Produkts finden Sie unter <i>Triggern von Messungen</i> . TRIG startet die Datenerfassung beim Digitalisieren.						
22	<table style="border: none; margin: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">F1</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">F2</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">F3</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">F4</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">F5</td> <td></td> </tr> </table>	F1	F2	F3	F4	F5		Fünf Softkeys, die das Menüfeld direkt über den jeweiligen Tasten anwählen.
F1	F2							
F3	F4							
F5								
23	GROUND	Fünfpolige Anschlussklemme, die über den Erdungsanschluss am Netzstecker mit der Schutz Erde verbunden ist. Diese Klemme leuchtet nicht auf.						
24	GUARD	Im Zustand „Externer Schutz AUS“ ist diese fünfpolige Anschlussklemme von allen internen Verbindungen isoliert, und die inneren Schutzabschirmungen sind mit den internen 0 V verbunden. Im Zustand „Externer Schutz EIN“ werden die inneren Schutzschilde von den internen 0 V getrennt und mit dem Anschluss GUARD des ausgewählten vorderen oder hinteren Eingangs verbunden. Bei der Ohm- oder PRT-Funktion wird die Auswahl von „Externer Schutz EIN“ geändert, um einen Ohm-Schutz zu bieten. Um den Zustand „Externer Schutz (EIN oder AUS)“ festzulegen, drücken Sie INPUTS für den Zugriff auf F4 (Ext. Schutz (Ext. Guard)). Schutzvorrichtungen werden in diesem Handbuch erläutert. Bei Einstellung auf „Ext. Schutz EIN“ leuchtet diese Klemme auf.						

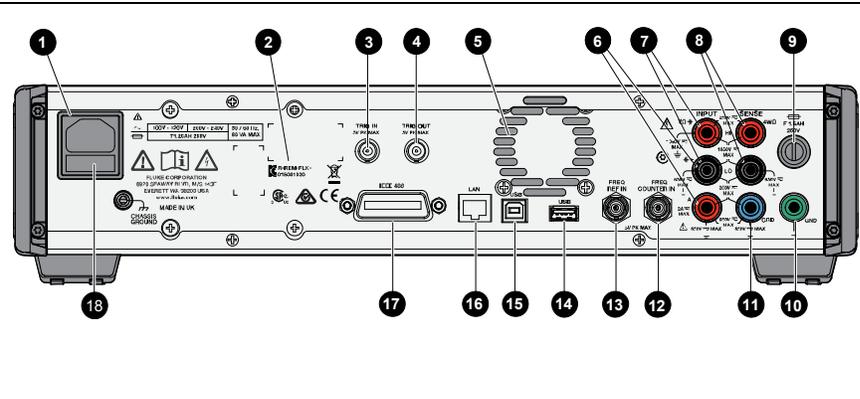
Funktionen an der Rückseite

Die Funktionen an der Rückseite (einschließlich aller Anschlüsse, Buchsen und Stecker) sind in Tabelle 4 dargestellt und beschrieben.

Hinweis

Die Anschlüsse auf der Rückseite verfügen nicht über eine aktive Klemmenbeleuchtung mit Visual Connection Management.

Tabelle 4. Funktionen an der Rückseite



Nummer	Name	Funktion
1	Netzeingangsanschluss	Ein geerdeter dreipoliger Stecker für das Netzkabel, in dem sich auch die Netzsicherung befindet.
2	Seriennummer	Die Seriennummer des Produkts.
3	TRIG IN	Diese BNC-Koaxialbuchse kann als Triggereingang verwendet werden, wenn externer Trigger eingestellt ist. Das Triggereingangssignal kann entweder TTL oder bipolar sein, mit einer negativen oder positiven Flanke. Siehe <i>Triggern von Messungen</i> .
4	TRIG OUT	Diese BNC-Koaxialbuchse gibt ein Signal aus, wenn ein bestimmtes Messereignis eintritt. Das Signal kann eine TTL-Flanke oder eine Rechteckwelle sein, die während eines bestimmten Prozesses aktiv ist. Dieses Signal wird zur Synchronisierung externer Geräte mit dem Produkt verwendet und ist mit dem Ausgang HP/Agilent/Keysight 3458A EXT OUT vergleichbar. Siehe <i>Eingangsklemmenauswahl</i> .
5	Zugangsöffnungen für den Lüfter	Zugangsöffnungen für den internen Lüfter. Durch diese Öffnungen wird Luft aus dem Produkt zur internen Kühlung abgeleitet. Siehe <i>Aspekte der Kühlung</i> .
6	INPUT, A HI und LO	Ein Paar von fünfpoligen Anschlussklemmen für Strommessungen. An diesen Klemmen können Signale bis zu 2 A eff. angelegt werden.
7	INPUT, V HI und LO	Ein Paar von fünfpoligen Anschlussklemmen für Messungen von Spannung, Widerstand, Kapazität, 2-Leiter-PRTs und Thermoelementen. Beim 8588A werden diese Anschlussklemmen auch mit dem Ausgang externer Stromshunts verbunden. Die Frequenz kann über diese Klemmen gemessen werden. An diesen Klemmen können Signale bis zu 1050 V eff angelegt werden.
8	SENSE, V HI und LO	Ein Paar von fünfpoligen Anschlussklemmen für 4-Leiter-Widerstandsmessungen. Sie sind die Messklemmen in 4-Leiter- Ω - und 3- und 4-Leiter-PRTs.

Tabelle 4. Funktionen an der Rückseite (Forts.)

Nummer	Name	Funktion
9	Sicherungshalter	Hält die Sicherung in Reihe mit dem Eingang Input A Hi an der Rückseite. Die 250-V-Sicherung F1.6 AH schützt den Stromkreis der Strommessung, wenn die hinteren Klemmen für den Signaleingang verwendet werden.
10	GROUND	Fünfpolige Anschlussklemme, die über den Erdungsanschluss am Netzstecker mit der Schutzterde verbunden ist.
11	GUARD	Im Zustand „Externer Schutz AUS“ ist diese fünfpolige Anschlussklemme von allen internen Verbindungen isoliert, und die inneren Schutzabschirmungen sind mit den internen 0 V verbunden. Im Zustand „Externer Schutz EIN“ werden die inneren Schutzschilde von den internen 0 V getrennt und mit dem Anschluss GUARD des ausgewählten vorderen oder hinteren Eingangs verbunden. Bei der Ohm- oder PRT-Funktion wird die Auswahl von „Ext. Schutz EIN“ geändert, um einen Ohm-Schutz zu bieten. Schutzvorrichtungen werden in diesem Handbuch erläutert.
12	FREQ COUNTER IN	Dies ist ein 50-Ω-Impedanzeingang für die Frequenzmesserfunktion. Siehe <i>Frequenzmesser</i> . Messen Sie einen Frequenzeingang von den Volt-Anschlüssen INPUT HI-LO oder über diesen BNC-Steckverbinder.
13	FREQ REF IN	Dieser BNC-Anschluss kann mit einem 10-MHz-Referenzsignal versehen werden, um dem Produkt eine externe Frequenzreferenz bereitzustellen. Vorgesehen für den Einsatz in einem System, in dem mehrere Geräte an eine gemeinsame Referenz phasengebunden sind und die Triggerlatenz reduzieren können.
14	USB-Stecker Typ A	USB-Anschluss zur Übertragung der Messwerte des Produkts auf einen USB-Stick. Dieser Anschluss kann maximal 5 V bei 0,5 A liefern und unterstützt eine externe Tastatur (aber keine Maus). Siehe <i>Speicher-Setup</i> .
15	USB-Stecker Typ B	USB-Anschluss zur Fernsteuerung des Produkts. Siehe <i>USB-Schnittstelle</i> . Weitere Informationen finden Sie im <i>Programmierhandbuch</i> .
16	LAN-Anschluss	10/100/1000 Base/T-Ethernet-Anschluss zur Fernsteuerung des Produkts. <i>Setup der Remote-Schnittstelle</i> im <i>Programmierhandbuch</i> beschreibt korrekte Verkabelung, Einrichtung der Schnittstelle und Übertragung von Daten vom Produkt. In <i>Setup der Remote-Schnittstelle</i> wird außerdem die Verwendung der Ethernet-Schnittstelle für die Fernsteuerung beschrieben. Weitere Informationen finden Sie im <i>Programmierhandbuch</i> .
17	IEEE-488-Anschluss	Ein Standard-GPIB-Schnittstellenanschluss für den Betrieb des Produkts über Fernsteuerung als Talker oder Listener auf dem IEEE-488-Bus. Informationen zur Busverbindung finden Sie unter <i>Setup der Remote-Schnittstelle</i> . Anweisungen zur Fernprogrammierung finden Sie im <i>Programmierhandbuch</i> .
18	Hauptsicherung	Die 250-V-Hauptsicherungen T1.25AH sind nach dem Entfernen des Netzkabels zugänglich. Siehe <i>Instandhaltung</i> .

Betrieb

In diesem Abschnitt wird der Betrieb des Produkts beschrieben. Die Lage der Tasten und Funktionen finden Sie in *Bedienfeld und Rückseite*. Die Konfiguration der Remote-Schnittstelle wird im *Programmierhandbuch* erklärt. Der erste Teil dieses Abschnitts ist allgemein und gilt für alle Betriebsmodi.

Für jede Funktion werden separate Bedienungsanweisungen präsentiert.

Einschalten des Geräts

Warnung

Zur Vermeidung eines Stromschlags ist vor der Verwendung sicherzustellen, dass das Produkt geerdet ist.

Bevor Sie das Produkt einschalten, lesen Sie den Abschnitt *Erden des Produkts*.

Um das Produkt einzuschalten, drücken Sie den Netzschalter auf dem Bedienfeld. Nach dem Betätigen des Hauptnetzschalters dauert es ca. 20 Sekunden, bis der Einschaltvorgang abgeschlossen ist. Während des Hochfahrens durchläuft das Produkt eine Reihe von Selbsttests. Wenn ein Selbsttest fehlschlägt, wird auf dem Display eine Meldung eingeblendet, die den fehlgeschlagenen Test anzeigt und den weiteren Betrieb verhindert. Wenn der Test fehlschlägt, wenden Sie sich an Fluke Calibration.

Einschaltzustand

Nachdem das Produkt die Selbsttests beim Hochfahren bestanden hat, wechselt es in den Einschaltzustand. Wenn Sie den Strom einschalten (ohne angeschlossenen Eingang), startet das Produkt im DCV-Modus im Bereich von 1000 V (1 kV).

In Tabelle 5 sind die permanenten Konfigurationsparameter und ihre werkseitigen Standardeinstellungen zusammengefasst.

Tabelle 5. Permanente Konfigurationsparameter – Werkseinstellungen

Konfigurationsparameter	Werkseinstellung (Wert nach Formatierung des nichtflüchtigen Speichers)
Remote-Einstellungen	GPIB
Adresse IEEE-488-Bus (GPIB) (IEEE-488 Bus (GPIB) Address)	18
Datum der Echtzeituhr (Real Time Clock Date)	Nicht geändert
Uhrzeit der Echtzeituhr (Real Time Clock Time)	Nicht geändert
Datumsformat	TT/MM/JJJJ
Zeitformat	12 Std
Sprache	English
Displayhelligkeit (Display Brightness)	50 %
Dimmer Hintergrundbeleuchtung (Backlight Dimmer)	30 Minuten
Netzfrequenz	50 Hz
Ausgehender Trigger	Signal erfasst
GPIB-EOL-Einstellung (GPIB EOL setting)	EOL
Ethernet-Einstellungen	Einige, einschließlich LXI-Einstellungen
USB-Remote-Schnittstelle (USB Remote interface)	Computer
USB-EOL	CRLF
Emulationsmodus (Emulation mode)	Keiner
Aktive Kalibrierungsspeicher (Active calibration stores)	Zertifiziert
Mathe (Math)	AUS
Mathe-Konstanten (Math constants)	Nicht geändert

Aufwärmforderungen

Sie können das Produkt verwenden, sobald es die Selbsttests abgeschlossen hat. Es ist jedoch eine Aufwärmzeit von 3 Stunden erforderlich, um sicherzustellen, dass das Produkt die Spezifikationen erfüllt oder übertrifft. Siehe *Spezifikationen*.

Wenn Sie das Produkt nach dem Aufwärmen ausschalten, lassen Sie es mindestens zweimal so lange warmlaufen, wie es ausgeschaltet war (maximal 3 Stunden). Wenn das Produkt beispielsweise 10 Minuten lang ausgeschaltet war, lassen Sie es mindestens 20 Minuten lang erneut warmlaufen.

Funktionen

In den folgenden Abschnitten werden die verschiedenen Funktionen des Produkts beschrieben.

Gleichspannung

Die Gleichspannungsfunktion ermöglicht 2-Leiter-Messungen mit den Eingangsklemmen V INPUT HI und LO. Drücken Sie **DCV**, um die Funktion Gleichspannung (DC Voltage) (DCV) zu verwenden.

Folgende Bereiche sind verfügbar:

100 mV bis 1000 V, wobei die Bereiche 100 mV bis 100 V einen Überbereich von 202 % bieten. Beispielsweise zeigt der 1-V-Bereich bis zu 2,02 V an. Der 1000-V-Bereich kann bis zu 1050 V messen.

DCV-Menü

In diesem Abschnitt wird das verfügbare DCV-Menü erläutert.

F1 (**Bereich** (Range)): Jeder DCV-Bereich kann manuell ausgewählt werden, oder Sie wählen die automatische Auswahl, um das Produkt in die automatische Bereichswahl zu versetzen. Nehmen Sie die Bereichswahl mit den Softkeys vor, oder markieren Sie mit den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie **SELECT**. Drücken Sie **BACK**, um zur Startseite des Menüs zurückzukehren.

F2 (**Auflösung** (Resolution)): DCV hat eine Auflösung von 4-1/2 Stellen bis 8-1/2 Stellen. Wählen Sie die Auflösung mit den Softkeys aus, oder markieren Sie mit den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie **SELECT**. Drücken Sie **BACK**, um zur Startseite des Menüs zurückzukehren. Die mit jeder Auflösungseinstellung verbundenen Blendenzeiten A bis D sind in den Produktspezifikationen angegeben. Siehe *Spezifikationen*.

F3 (**Z in**): DCV hat auswählbare Eingangsimpedanzen. „Auto“ stellt 1 T Ω für die Bereiche 100 mV, 1 V und 10 V bereit, und „10 M Ω “ für die Bereiche 100 V und 1 kV. „10 M Ω “ bietet 10 M Ω Eingangsimpedanz für alle fünf Bereiche. Verwenden Sie „1 M Ω “ für AC/DC-Übertragungen, bei denen die AC-Eingangsimpedanz auf 1 M Ω eingestellt ist. Nehmen Sie die Auswahl der Eingangsimpedanz mit den Softkeys vor, oder markieren Sie mit den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie **SELECT**. Drücken Sie **BACK**, um zur Startseite des Menüs zurückzukehren.

F5 (**Mess-Setup** (Measure Setup)): Legt die Integrationszeit des A/D-Wandlers fest. Die möglichen Optionen sind:

- Auto
- Autom. schnell (Auto Fast)
- Manuell (Manual)

Wenn Sie **Manuell** (Manual) auswählen, können Sie die Softkeys und die numerische Tastatur verwenden, um die Integrationszeit nach PLC und Zeit zu bearbeiten. Die kürzeste Zeit für die Blende beträgt 0 Sekunden in Schritten von 200 ns und hat ein oberes Zeitlimit von 10 Sekunden.

PLC bedeutet Power Line Cycles (Stromleitungszyklen). Ein PLC auf einer 50-Hz-Leitung beträgt 20 ms; ein PLC auf einer 60-Hz-Leitung beträgt 16,67 ms. Die kleinste Blende, die über PLC eingestellt werden kann, ist 0,01. Der obere Grenzwert entspricht dem PLC-Äquivalent von 10 Sekunden, wird also durch die Einstellung der Netzfrequenz im Gerätesetup-Menü festgelegt. Bei Einstellung einer 50-Hz-Leitung beträgt die Maximalanzahl 500 PLC; bei Einstellung einer 60-Hz-Leitung sind es 600 PLC.

Wenn die Blende nach Zeit eingestellt ist, zeigt das Display den nächstähnlichen PLC mit einer Genauigkeit von 0,01 PLC an. Wenn die Blende nach PLC eingestellt ist, zeigt das Display die Blende in Sekunden mit einer Auflösung von 200 ns an.

Verwenden Sie die Navigationstasten und **SELECT**, um die Blendeneinstellungsmethode auszuwählen. Die Blendeneinstellungen für „Auto“ und „Autom. schnell“ (Auto Fast) für verschiedene Auflösungseinstellungen sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Messen von Gleichspannung

In den folgenden Abschnitten wird erläutert, wie Gleichspannung genau gemessen wird.

Einfacher Leitungsanschluss

Bei den meisten Anwendungen ist der einfache Leitungsanschluss ohne externen Schutz ausreichend, wie in Abbildung 2 dargestellt. Verwenden Sie **INPUTS** und dann **F4** (**Ext. Schutz AUS** (Ext. Guard OFF)). Siehe *Eingangsklemmenauswahl (INPUTS)*. Der Nachteil dieser Schaltung ist die Möglichkeit einer Schleifenbildung. Wenn ein magnetisches Wechselstreufeld (z. B. von einem Netztransformator eines anderen Geräts) diese Schleife durchdringt, so wird durch diese einmal gewundene Sekundärwicklung eine unerwünschte Wechselspannung in den Messkreis induziert. Verwenden Sie ein Twisted-Pair-Kabel, um den Schleifenbereich zu reduzieren. Durch benachbarte Verdrehungen werden induzierte Spannungen eliminiert. Wenn Sie Probleme mit der Aufnahme von Streustrahlung haben, empfiehlt Fluke Calibration, ein abgeschirmtes Twisted-Pair-Kabel zu verwenden, bei dem der Bildschirm an der Quelle mit dem Anschluss INPUT LO verbunden ist, wie in Abbildung 3 gezeigt.

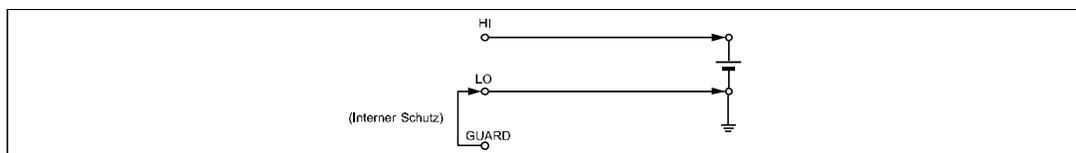


Abbildung 2. Einfacher Leitungsanschluss

igi059f.emf

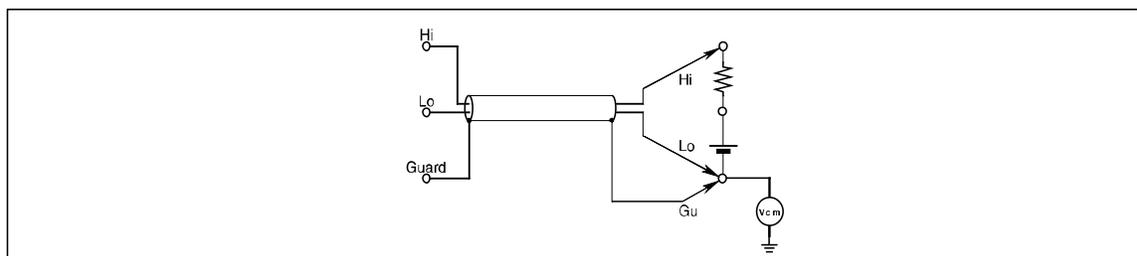


Abbildung 3. Twisted-Pair-Kabelverbindungen

igi060f.emf

Gleichtaktunterdrückung – Verwendung des externen GUARD-Anschlusses

Wenn die Quelle eine unsymmetrische Impedanz an den Messklemmen darstellt und Gleichtaktspannungen vorhanden sind, verwenden Sie den GUARD-Anschluss und wählen Sie „Externer Schutz“ (External Guard) aus. Verwenden Sie **INPUTS** und dann **F4** (**Ext. Schutz** (Ext. Guard)), um den GUARD-Anschluss zu aktivieren. Siehe *Eingangsklemmenauswahl (INPUTS)*. Unabhängig davon, wie die Klemmen INPUT HI und LO angeschlossen sind, sollte die GUARD-Klemme auf die Quelle der Gleichtaktspannung bezogen werden; siehe Abbildung 4. Dadurch werden Fehler durch Gleichtaktströme im Messkreis minimiert, indem ein separater Gleichtaktstrompfad bereitgestellt wird.

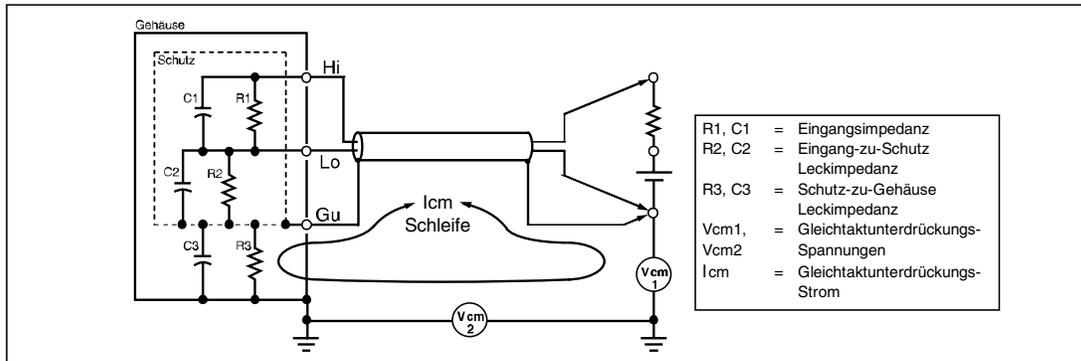


Abbildung 4. Anschlüsse für Externen Schutz

igij061f.emf

Wechselspannung

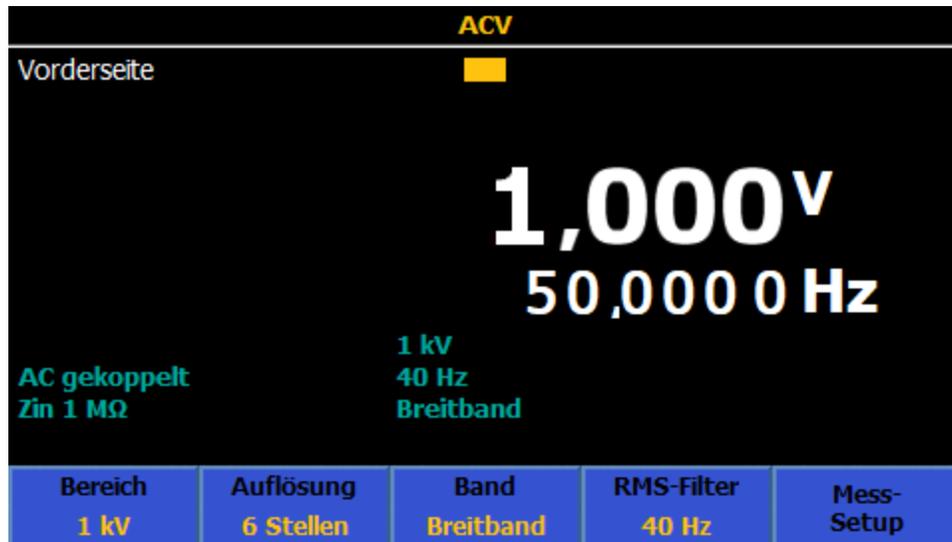
Die Funktion „Wechselspannung“ ermöglicht 2-Leiter-Messungen mit den Klemmen V INPUT HI und LO. Drücken Sie **ACV**, um die Funktion „Wechselspannung“ (AC Voltage) (ACV) zu verwenden. Das Produkt führt Echteffektivmessungen von Wechselspannung oder AC+DC-Spannung mithilfe einer proprietären Messmethode mit einer Bandbreite von bis zu 10 MHz durch. Es stehen folgende Bereiche zur Auswahl:

10 mV bis 1000 V, wobei die Bereiche 10 mV bis 100 V einen Überbereich von 121,2 % bieten. Der Skalenendwert beträgt 121,2 % des Bereichs für diese Bereiche. Der 1-V-Bereich kann beispielsweise bis zu 1,212 V anzeigen. Der 1000-V-Bereich kann bis zu 1050 V eff. messen.

Die Eingangsimpedanz kann zwischen 10 MΩ, 1 MΩ oder „Auto“ bei Gleichstromkopplung gewählt werden. „Auto“ wählt die höchste verfügbare Impedanz aus.

Wechselspannungs-Menü

In diesem Abschnitt wird das Menü für Wechselspannung (ACV) beschrieben. Siehe den folgenden Bildschirm.



igi005.png

F1 (**Bereich** (Range)): Jeder ACV-Bereich kann manuell ausgewählt werden, oder Sie wählen die automatische Auswahl, um das Produkt in die automatische Bereichswahl zu versetzen. Nehmen Sie die Bereichswahl mit den Softkeys vor, oder markieren Sie mit den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie **SELECT**.

F2 (**Auflösung** (Resolution)): ACV hat eine Auflösung von 4-1/2 Stellen bis 7-1/2 Stellen. Die Standardeinstellung ist 6-1/2 Stellen. Zur Auswahl der Auflösung verwenden Sie die Softkeys oder die Navigationstasten. Drücken Sie die Navigationstasten, um die Auswahl zu markieren, und drücken Sie dann **SELECT**.

F3 (**Band**): ACV hat auswählbare Bandbreiteneinstellungen.

Das Produkt verfügt über die folgenden Einstellungen:

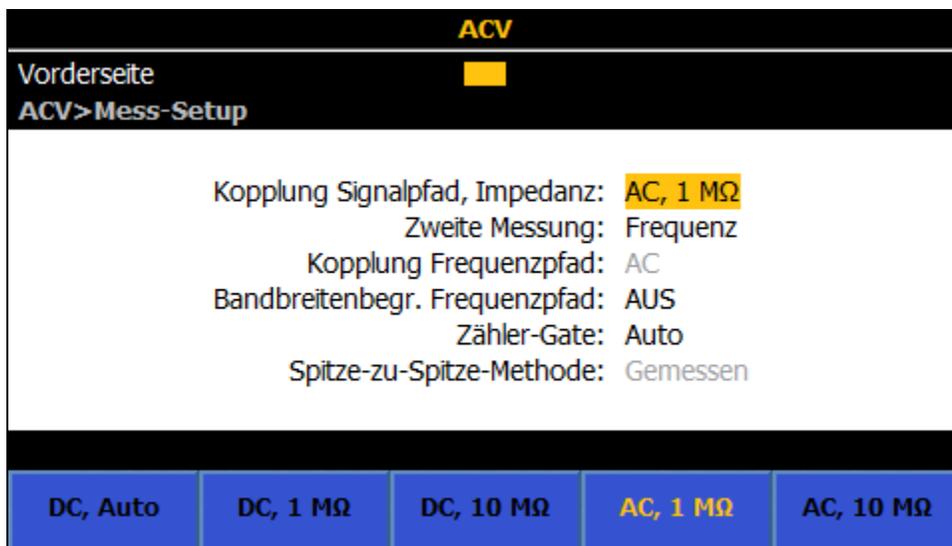
- Breitband (Wideband) (Standard)
- Erweiterte Hochfrequenz (Extended High Frequency)

Die meisten Anwendungen sollten Breitband verwenden, das Signale bis zu 2 MHz misst, bei denen die Wellenform des Signals nicht unbedingt bekannt ist. Dies ist die Standardeinstellung und eine universelle Wechselspannungsmessfunktion.

Erweiterte Hochfrequenz erweitert den ACV-Frequenzbereich auf 10 MHz. Dieser Modus ist etwa dreimal langsamer und weniger genau als Breitband.

F4 (RMS-Filter): Drücken Sie diese Taste, um verschiedene Filter für den Effektivwertwandler auszuwählen, sodass Messungen bis zur gewählten Filterfrequenz möglich sind, ohne dass die Genauigkeit beeinträchtigt wird und die Messwerte zu stark schwanken. Einer der Filter befindet sich immer im Stromkreis. Der 40-Hz-Filter ist die Standardauswahl beim Einschalten. Die verfügbaren Filter sind 0,1 Hz, 1 Hz, 10 Hz, 40 Hz, 100 Hz und 1 kHz. Siehe *Spezifikationen*. Markieren Sie mit den Softkeys oder den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie dann **SELECT**. Drücken Sie **BACK**, um zum vorherigen Menü zurückzukehren.

F5 (Mess-Setup (Measure Setup)): Verfügt über Parameter, die für Wechselspannungsmessungen eingerichtet werden können. Markieren Sie mit den Softkeys oder den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie dann **SELECT**. Drücken Sie **BACK**, um zum vorherigen Menü zurückzukehren. Siehe den folgenden Bildschirm:



igi022.png

Die Parameter in diesem Menü sind:

- **Kopplung Signalpfad, Impedanz** (Signal path coupling, impedance): (Beachten Sie, dass diese Auswahl bestimmt, was bei der Frequenzpfadkopplung verfügbar ist.) Es sind die folgenden unterschiedlichen Kombinationen von Signalpfadkopplung und Impedanz verfügbar:
 - **F1 (AC, 1 MΩ)**
 - **F2 (DC, 1 MΩ)**
 - **F3 (AC, 10 MΩ)**
 - **F4 (DC, 10 MΩ)**
 - **F5 (DC, Auto)**

Die meisten Anwendungen sollten die Eingangsimpedanz von 1 MΩ (Standard) verwenden, da der 10-MΩ-Eingang weniger genaue Spezifikationen aufweist. „DC Auto“ wählt die höchste verfügbare Impedanz für jeden beliebigen Bereich aus.

- **Zweite Messung:** Die ACV-Funktion kann eine zweite Messung anzeigen.

Die möglichen Optionen sind:

- **F1** (AUS (OFF)) (keiner)
- **F2** (Frequenz (Frequency))
- **F3** (Zeitraum (Period))
- **F4** (Spitze-Spitze (Pk to Pk))
- **F5** (Mehr (More))
- **F1** (Spitze-Spitze (Pk to Pk)) (zur einfachen Verwendung wiederholt)
- **F2** (Scheitelfaktor (Crest Factor))
- **F3** (Positive Spitze (Positive Peak))
- **F4** (Negative Spitze (Negative Peak))

Wenn Sie **Spitze-Spitze** (Pk to Pk) wählen, wird das letzte Untermenü in ACV-Messeinrichtung, **Spitze-zu-Spitze-Methode**, aktiviert (siehe *Spitze-zu-Spitze-Methode* weiter unten).

- **Kopplung Frequenzpfad** (Frequency path coupling): Die Frequenzpfadkopplung kann entweder AC oder DC sein, wenn **Kopplung Signalfad, Impedanz** (Signal path coupling, impedance) (siehe oben) auf eine der Gleichstromeinstellungen eingestellt ist. Andernfalls ist nur AC verfügbar, und dieses Untermenü ist inaktiv.
- **Bandbreitenbegr. Frequenzpfad** (Frequency path bandwidth limit): (AUS oder EIN). Reduziert Rauschen im Frequenzmesser-Signalfad. Wenn zu viel Rauschen auftritt, schalten Sie die Bandbreitenbegrenzung für Signale < 2 MHz ein.
- Das Zähler-Gate kann eingestellt werden auf:
 - **F1** (Auto)
 - **F2** (1 ms)
 - **F3** (10 ms)
 - **F4** (100 ms)
 - **F5** (1 s)

Die automatischen Zeiten des Zähler-Gates beziehen sich auf den RMS-Filter und sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6. Automatische Zeiten des Zähler-Gates

RMS-Filter	Gate-Zeiten
0,1 Hz	1 s
1 Hz	1 s
10 Hz	100 ms
40 Hz	100 ms
100 Hz	10 ms
1 kHz	10 ms

Im automatischen Modus ist die Gate-Zeit die längste Nebenzeit, die die Messrate nicht reduziert. Wenn die Gate-Zeit manuell eingestellt wird, ist die Messrate der längste Wert von RMS-Filter- und Gate-Zeit.

ACV-Messungen warten neben der Einschwingzeit des RMS-Filters auf das Zähler-Gate, je nachdem, was länger braucht. Wenn Sie lange Zähler-Gate-Zeiten auswählen, kann dies zu einer Verlangsamung der Messrate führen. Die automatischen Zeiten werden so gewählt, dass sie die Messrate nicht verlangsamen.

- **Spitze-zu-Spitze-Methode:** Dieses Untermenü ist aktiv, wenn die zweite Messung auf Spitze-Spitze eingestellt ist. „Gemessen“ zeigt den Spitze-Spitze-Wert, gemessen im ACV-Modus, unter der Annahme, dass keine bestimmte Signalwellenform vorliegt. Sinus, Rechteck, Dreieck und Abgeschnittene Sinuswelle geben die gemessene Signalwellenform an und berechnen den Spitze-Spitze-Wert basierend auf dem Effektivwert. Wenn Sie z. B. Sinus einstellen, wird der Spitze-Spitze-Wert als $2 \times (\text{Quadratwurzel von } 2) \times \text{Effektivwert}$ angezeigt. Rechteck ist $2 \times \text{Effektivwert}$, Dreieck ist $2 \times (\text{Quadratwurzel von } 3) \times \text{Effektivwert}$ und Abgeschnittene Sinuswelle ist $4,618803 \times \text{Effektivwert}$. Mit den Auswahloptionen Rechteck, Dreieck und Abgeschnittene Sinuswelle können Sie die Spitze-Spitze-Leistung von Multi-Produkt-Kalibratoren wie dem Fluke 5522A messen, die über diese Nicht-Sinuswellenausgänge verfügen.

Messen von Wechselspannung

In den folgenden Abschnitten wird erläutert, wie Wechselspannung genau gemessen wird.

Induzierte Interferenz

Wenn während der Wechselstrommessung Störsignale vorhanden sind oder Leitungsstörungen (Rauschen) auftreten, werden alle induzierten Störsignale mit dem gemessenen Signal kombiniert und Messfehler verursacht. Unter bestimmten Umständen kann es möglich sein, unerwünschte externe Signale herauszufiltern, aber es ist im Allgemeinen effektiver, die Störungen zu reduzieren, bevor sie induziert werden. Dies erreichen Sie, indem Sie in einer ruhigen Umgebung arbeiten, z. B. nach Möglichkeit in einem abgeschirmten Käfig, und verdrehte oder abgeschirmte Messleitungen verwenden, wie unten beschrieben.

Gleichtaktunterdrückung

Die Prinzipien des externen Schutzes, die in der Beschreibung der Gleichspannungsmessung beschrieben sind, gelten im Allgemeinen für die Wechselspannungsmessung. Bei Wechselstrom profitieren Sie von weiteren Vorteilen, indem Sie den externen Schutz als Abschirmung für die Eingangsleitungen verwenden.

Überlegungen zu Leitungen

Verbessern Sie in allen Fällen die Genauigkeit der Wechselspannungsmessung, indem Sie die Messleitungen auf die praktikable Mindestlänge verkürzen. Dadurch werden die Leitungskapazität, die Leitungsinduktivität und der Schleifenbereich reduziert.

Fluke Calibration empfiehlt geschirmte Twisted-Pair-Kabel für niederfrequente Messungen und Koaxialkabel für niederfrequente und hochfrequente Messungen. Achten Sie darauf, Messfehler durch Wechselwirkungen von Leitungskapazität und Induktivität mit jeglicher Ausgangsimpedanz der Quelle zu vermeiden. Weitere Informationen und Anleitungen finden Sie in der Fluke Publikation [Calibration: Philosophy in Practice](#) (ISBN 0-9638650-0-5) in englischer Sprache. Die ACV-Messrate für die RMS-Filter-Einstellungsspezifikation finden Sie in den Spezifikationen. Siehe *Spezifikationen*.

Gleichstrom

Die Funktion „Gleichstrom“ ermöglicht die Strommessung mit den Klemmen INPUT A und LO. Drücken Sie **DCI**, um das Produkt in die Funktion „Gleichstrom“ (DCI) zu schalten.

- Der Skalenendwert beträgt 202 % des Bereichs, außer im 30-A-Bereich. Der 1-A-Bereich kann beispielsweise bis zu 2,02 A anzeigen.
- Die vorderen Klemmen sind elektronisch geschützt und können bis zu 30 A (8588A) oder 2 A (8558A) messen.
- Die hinteren Anschlüsse sind durch eine vom Benutzer austauschbare Sicherung auf der Rückseite geschützt und können bis zu 2 A messen.

DCI-Menü

In diesem Abschnitt wird das DCI-Menü erläutert.

F1 (**Bereich** (Range)): Jeder Bereich kann ausgewählt werden, oder Sie wählen die automatische Auswahl, um das Produkt in die automatische Bereichswahl zu versetzen. Die verfügbaren Bereiche sind 10 µA bis 30 A für das 8588A und bis zu 1 A (Überbereich 202 %) für das 8558A. Die Auflösung variiert zwischen 7-1/2 und 4-1/2 Stellen. Die Bereiche von 10 µA bis 10 A bieten einen Überbereich von 202 %.

Der 30-A-Bereich kann bis zu 30,2 A messen.

Hinweis

Die Bereiche 10 A und 30 A sind bei Verwendung der hinteren Eingänge nicht verfügbar.

Nehmen Sie die Bereichswahl mit den Softkeys vor, oder markieren Sie mit den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie **SELECT**.

F2 (**Auflösung** (Resolution)): DCI hat eine Auflösung von 4-1/2 Stellen bis 7-1/2 Stellen. Die Standardeinstellung ist 7-1/2 Stellen. Wählen Sie die Auflösung mit den Softkeys aus, oder markieren Sie die Auswahl mit den Navigationstasten, und drücken Sie **SELECT**.

F5 (**Mess-Setup** (Measure Setup)): Drücken Sie diese Taste, um das Mess-Setup mit Auswahlmöglichkeiten für die Messrate auszuwählen. Die möglichen Optionen sind:

- Auto
- Autom. schnell (Auto Fast)
- Handbuch

Wenn „Manuell“ ausgewählt ist, können PLC und Zeit mit den Softkeys und der numerischen Tastatur bearbeitet werden. Drücken Sie **F1** (**PLC bearbeiten** (Edit PLC)) oder AUS **F2** (**Zeit bearbeiten**).

Messen von Gleichstrom

Das Produkt misst den Strom mit den Klemmen INPUT A und INPUT LO. Der Strom sollte von der hohen Klemme der Quelle in die Klemme A des Multimeters und von der LO-Klemme des Multimeters zurück an die niedrige Klemme der Quelle fließen.

Für die Gleichstrommessung gelten in etwa die gleichen Verbindungsvorgaben wie für die Gleichspannungsmessung. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Twisted-Pair-Kabel, um induzierte Störsignale zu reduzieren, und schließen Sie GUARD an die Quelle der Gleichtaktspannung an, um einen separaten Gleichtaktstrompfad bereitzustellen.

Warnung

GROSSE STROMSTÄRKE !

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- **Die Spezifikation der Messkategorie (CAT) der am niedrigsten spezifizierten Komponente eines Geräts, Messfühlers oder Zubehörs nicht überschreiten.**
- **Nur Messfühler, Messleitungen und Zubehör verwenden, die dieselbe Messkreiskategorie, Spannung und Nennstromstärke wie das Produkt aufweisen. Hohe Ströme erzeugen hohe Temperaturen bei unterdimensionierten Leitern und können dadurch Feuer auslösen.**

Hinweis

Der Stromkreis zwischen den Multimeteranschlüssen wird nicht geschlossen, wenn die Strommessfunktionen nicht aktiviert sind oder die vorderen bzw. rückseitigen Anschlüsse nicht gewählt sind.

Die rückseitigen Anschlüsse können nur für Ströme bis 2 A verwendet werden. Der hintere Eingang A hat keinen gemeinsamen Zugriff auf die automatische Schutzschaltung des Bedienfelds und ist stattdessen durch eine Sicherung geschützt, die auf der Rückseite angebracht ist.

Maximaler Pegel und Schutz des Eingangsstroms: Die vorderen Eingangsanschlüsse können zur Messung von Strömen bis zu 30,2 A mit Schutz für alle Bereiche bis zu 30,2 A verwendet werden. Der Schutz an Eingang A an der Vorderseite für die Strombereiche bis zu 1 A verfügt über eine Überlastschutzfunktion, wenn der Eingang den gesamten Messbereich deutlich überschreitet. Dieser Schutz ist automatisch und selbstrückstellend, er unterbricht den Stromfluss nicht. Er bleibt nach der Überlast 1 Sekunde lang aktiviert, um die Interaktion zwischen den Stromkreisen und die Relay-Reaktivierung zu minimieren.

Vorsicht

Es kommt zu Schäden, wenn > 30,2 A an den vorderen Stromanschlüssen anliegen und die maximale Bürdenspannung der Stromquelle > 5 V beträgt.

Wechselstrom

Die Funktion „Wechselstrom“ liefert Messungen, die die Eingangsanschlüsse INPUT A und LO nutzen. Drücken Sie **ACI**, um das Produkt in die Funktion „Wechselstrom“ (ACI) zu schalten. Die Funktion „Wechselstrom“ des 8588A bietet 8 Messbereiche (10 µA bis 30 A) und die des 8558A bietet 6 Messbereiche (10 µA bis 1 A). Die Messbereiche 10 µA, 100 µA, 1 mA, 10 mA, 100 mA und 10 A lassen eine Grenzwertüberschreitung von 202 % zu. Der 10 A-Messbereich zeigt beispielsweise bis zu 20,2 A an. Der 30-A-Messbereich misst bis zu 30,2 A.

Hinweis

Die Messbereiche 10 A und 30 A sind an den hinteren Eingängen nicht verfügbar.

Die Auflösung kann auf 7 1/2 bis 4 1/2 Stellen eingestellt werden. Die Standardauflösung ist 6 1/2 Stellen.

Das Produkt verwendet eine proprietäre Erfassungsmethode zur Durchführung von Echteffektivmessungen von Wechselströmen.

ACI-Menü

Die verfügbaren Funktionstasten im ACI-Menü werden im Folgenden erläutert:

F1 (**Bereich** (Range)): Jeder Bereich kann ausgewählt werden, oder Sie wählen die automatische Auswahl, um das Produkt in die automatische Bereichswahl zu versetzen. Nehmen Sie die Bereichswahl mit den Softkeys vor, oder markieren Sie mit den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie **SELECT**.

F2 (**Auflösung** (Resolution)): ACI hat eine Auflösung von 4 1/2 bis 7 1/2 Stellen. Die Standardeinstellung ist 6-1/2 Stellen. Wählen Sie die Auflösung mit den Softkeys aus, oder markieren Sie die Auswahl mit den Navigationstasten, und drücken Sie **SELECT**.

Hinweis

ACI hat im Gegensatz zu ACV keine Bandauswahl. Das Produkt verwendet die Breitbandeinstellung für alle ACI-Messungen und misst Signale bis zu 100 kHz.

F4 (**RMS Filter**): Bietet eine Auswahl verschiedener Filter für den Effektivwert-Wandler. Mit diesen Filtern können Messungen bis zur gewählten Filterfrequenz ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit und ohne starke Messwertschwankungen durchgeführt werden. Einer dieser Filter befindet sich immer im Stromkreis. Der 40 Hz-Filter ist die Standardauswahl beim Einschalten. Die verfügbaren Filter sind 0,1 Hz, 1 Hz, 10 Hz, 40 Hz, 100 Hz und 1 kHz. Wählen Sie mit den Softkeys aus, oder markieren Sie die Auswahl mit den Navigationstasten, und drücken Sie **SELECT**. Die Filtereinstellung bestimmt die Leserate in ACI. Siehe Spezifikationen für die Einstellungen der Wechselspannungsfiler und für die Leseraten. Siehe *Spezifikationen*.

F5 (**Mess-Setup** (Measure Setup)): Der Softkey „Mess-Setup“ (Measure Setup) im ACI-Menü enthält Parameter, die für Wechselstrommessungen eingerichtet werden können. Folgende Parameter stehen zur Auswahl:

- Kopplung Signalpfad (Signal path coupling)
- Zweite Messung (Secondary Reading)
- Kopplung Frequenzpfad (Frequency path coupling)
- Bandbreitenbegrenzung Frequenzpfad (Frequency path bandwidth limit)
- Zeitraum/Frequenzauflösung (Period/Frequency resolution)
- Spitze-zu-Spitze-Methode (Peak to peak method)

Wählen Sie mit den Softkeys aus, oder markieren Sie die Auswahl mit den Navigationstasten, und drücken Sie **SELECT**. Siehe *ACI-Messeinstellungen (ACI-Measure Setup)*.

ACI-Messeinstellungen (ACI Measure Setup)

Einige Parameter im Menü ACI-Messeinstellungen (ACI Measure Setup) können geändert werden.

- **Kopplung Signalpfad** (Signal path coupling): Wählen Sie **F1** (**AC**) oder **F2** (**DC**).

Hinweis

Diese Kopplung wirkt sich auf das Signal am Ausgang des internen Stromshunts des Produkts aus, da das Eingangssignal immer direkt mit dem internen Stromshunt des Produkts verbunden ist.

- **Zweite Messung** (Secondary Reading): In der ACI-Funktion kann eine zweite Messung angezeigt werden. Folgende Menüoptionen stehen zur Verfügung:
 - **F1** (**AUS** (OFF)) (keiner)
 - **F2** (**Frequenz** (Frequency))
 - **F3** (**Zeitraum** (Period))
 - **F4** (**Spitze-Spitze** (Pk to Pk))
 - **F5** (**Mehr** (More)) zusätzliche Parameter für sekundäre Messwerte
 - **F1** (**Spitze-Spitze** (Pk to Pk)) (zur einfachen Verwendung hier erneut)
 - **F2** (**Scheitelfaktor** (Crest Factor))
 - **F3** (**Positive Spitze** (Positive Peak))
 - **F4** (**Negative Spitze** (Negative Peak))
 - **F5** (**Mehr**) Drücken Sie diese Taste, um zu den Hauptmenüparametern zurückzukehren.

Wenn **Spitze-Spitze-Spitze** (Pk to Pk) ausgewählt ist, wird das letzte Untermenü im **ACV-Mess-Setup** (ACV Measure Setup) aktiv. (Siehe unten).

- **Kopplung Frequenzpfad** (Frequency path coupling): Der Frequenzpfad kann AC- oder DC-gekoppelt sein, wenn die Impedanz der **Kopplung Signalpfad** (Signal path coupling) (oben) auf eine der Gleichstromeinstellungen eingestellt ist. Andernfalls ist nur AC verfügbar, und dieses Untermenü ist nicht verfügbar.
- **Bandbreitenbegr. Frequenzpfad** (Frequency path bandwidth limit): Wählen Sie **F1** (AUS) oder **F2** (EIN). Reduziert Rauschen im Frequenzmesser-Signalpfad. Wenn ein zu starkes Rauschen beobachtet wird, schalten Sie die Bandbreitenbegrenzung (Bandwidth limit) für Signale < 70 kHz ein.
- **Zähler-Gate** (Counter Gate) : Eingestellt auf:
 - **F1** (Auto)
 - **F2** (1 ms)
 - **F3** (10 ms)
 - **F4** (100 ms)
 - **F5** (1 s)

Die automatischen Zeiten des Zähler-Gates beziehen sich auf den RMS-Filter und sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7. Automatische Zeiten des Zähler-Gates

RMS-Filter	Gate-Zeiten
0,1 Hz	1 s
1 Hz	1 s
10 Hz	100 ms
40 Hz	100 ms
100 Hz	10 ms
1 kHz	10 ms

Im automatischen Modus ist die Gate-Zeit die längste Nebenzeit, die die Messrate nicht reduziert. Wenn die Gate-Zeit manuell eingestellt wird, ist die Messrate der längste Wert von RMS-Filter- und Gate-Zeit.

ACV-Messungen warten neben der Einschwingzeit des RMS-Filters auf das Zähler-Gate, je nachdem, was länger braucht. Wenn Sie lange Zähler-Gate-Zeiten auswählen, kann dies zu einer Verlangsamung der Messrate führen. Die automatischen Zeiten werden so gewählt, dass sie die Messrate nicht verlangsamen.

- **Spitze-zu-Spitze-Methode:** Dieses Untermenü wird aktiviert, wenn die zweite Messung (Secondary Reading) auf Spitze-Spitze (Pk to Pk) eingestellt ist.
 - **Gemessen** (Measured) (**F1**) zeigt den Spitze-Spitze-Wert, wie in ACI gemessen, unter der Annahme, dass keine bestimmte Signalwellenform vorliegt.
 - **F2** (**Sinus (Sine)**)
 - **F3** (**Rechteck (Square)**)
 - **F4** (**Dreieck (Triangle)**)
 - **F5** (**Abgeschnittene Sinuswelle (Truncated Sine)**)

F2 bis **F5** geben den Typ der gemessenen Signalwellenform an, und berechnen basierend auf dem Effektivwert den Spitze-Spitze-Wert.

Beispiel bei folgenden Einstellungen:

- Sinus (Sine), der angezeigte Spitze-Spitze-Wert ist $2 \times$ (Quadratwurzel von 2) \times Effektivwert
- Rechteck (Square) ist $2 \times$ Effektivwert
- Dreieck (Triangle): $2 \times$ (Quadratwurzel von 3) \times Effektivwert
- Abgeschnittene Sinuswelle $4,618803 \times$ Effektivwert

Die Auswahl „Rechteck“ (Square), „Dreieck“ (Triangle) und „Abgeschnittene Sinuswelle“ (Truncated Sine) dienen zur Messung der Spitze-zu-Spitze-Leistung von Multi-Produkt Calibrators wie dem Fluke 5522A, die über diese Nicht-Sinuswellenausgänge verfügen.

Messen von Wechselstrom

Das Produkt misst Wechselstrom mit den Anschlüssen INPUT A und INPUT LO.

Für die Wechselstrommessung gelten ähnliche Anschlussbedingungen wie für die Wechselspannungsmessung. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Twisted-Pair-Kabel, um induzierte Störsignale zu reduzieren, und verbinden Sie GUARD mit der Quelle der Gleichtaktspannung mit der Abschirmung, um einen separaten Gleichtaktstrompfad bereitzustellen. Das Produkt minimiert die für Strommessungen erzeugte Last (Bürdenspannung) und verbessert so die Messgenauigkeit. Fluke Calibration empfiehlt die Verwendung von möglichst kurzen Leitungen, um die Leitungskapazität, die Leitungsinduktivität und den Schleifenbereich zu reduzieren.

Bei Wechselstrommessungen beachten Sie besonders die Leitungsimpedanzen und zwar insbesondere die kapazitive Wirkung bei hohen Frequenzen in niedrigen Strombereichen. (Siehe *Messen von Wechselspannung*)

Warnung

GROSSE STROMSTÄRKE !

Zur Vermeidung eines möglichen elektrischen Schlags, Feuers oder von Verletzungen darf die Messkategorie (CAT) der am niedrigsten eingestuften Komponente eines Produkts, Messfühlers oder Zubehörteils nicht überschritten werden.

Nur Messfühler, Messleitungen und Zubehör verwenden, die dieselbe Messkategorie, Spannung und Nennstromstärke wie das Produkt aufweisen.

Hinweis

Der Stromkreis zwischen den Multimeteranschlüssen wird nicht geschlossen, wenn die Strommessfunktionen nicht aktiviert sind oder die vorderen bzw. rückseitigen Anschlüsse nicht gewählt sind.

Die rückseitigen Anschlüsse können nur für Ströme bis 2 A verwendet werden. Der hintere Eingang A hat keinen gemeinsamen Zugriff auf die automatische Schutzschaltung des Bedienfelds und ist stattdessen durch eine Sicherung geschützt, die auf der Rückseite angebracht ist.

Maximaler Pegel und Schutz des Eingangsstroms: Die vorderen Eingangsanschlüsse können zur Messung von Strömen bis zu 30,2 A mit Schutz für alle Bereiche bis zu 30,2 A verwendet werden. Der Schutz an Eingang A an der Vorderseite für die Strombereiche bis zu 1 A verfügt über eine Überlastschutzfunktion, wenn der Eingang den gesamten Messbereich deutlich überschreitet. Dieser Schutz ist automatisch und selbstrückstellend, er unterbricht den Stromfluss nicht. Er bleibt nach der Überlast 1 Sekunde lang aktiviert, um die Interaktion zwischen den Stromkreisen und die Relay-Reaktivierung zu minimieren.

⚠ Vorsicht

Es kommt zu Schäden, wenn > 30,2 A an den vorderen Stromanschlüssen anliegen und die maximale Bürdenspannung der Stromquelle > 5 V beträgt.

Widerstand

Drücken Sie **OHMS**, um die Funktion „Widerstandsmessung“ (Ohm) zu verwenden. Die Funktion „Widerstandsmessung“ ermöglicht 2-Leiter-Messungen mit den Anschlüssen INPUT HI und LO oder 4-Leiter-Messungen mit den Anschlüssen HI und LO SENSE. Alle Messbereiche 1 Ω bis 10 G Ω bieten eine Messbereichsüberschreitung von 202 %.

Menü „Ohm“

In diesem Abschnitt wird das Menü „Ohm“ erläutert.

F1 (Bereich (Range)): Die Bereichsauswahl erfolgt mit diesem Softkey und mit den Navigationstasten. Die verfügbaren Bereiche ändern sich im Modus „Ohm“. In den Modi „2W“ und „4W Normal“ und „4W Echt“ wählen Sie „Auto“ oder „1 Ω “, bis „1 G Ω “ aus. In den Modi „2W“ und „4W HV“ sind die Bereiche „10 M Ω “ bis „10 G Ω “ verfügbar. Markieren Sie die Auswahl und drücken Sie dann **SELECT**.

F2 (Auflösung (Resolution)): Der Widerstand hat eine Auflösung von 4 1/2 Stellen bis 8 1/2 Stellen. Die Standardeinstellung ist 7-1/2 Stellen. Wählen Sie mit den Softkeys die Auflösung aus, oder verwenden Sie die Navigationstasten und drücken Sie **SELECT**.

F3 (Modus (Mode)): Es gibt fünf Widerstandsmodi: 2W Normal, 4W Normal, 4W Echt, 2W HV und 4W HV. Siehe *Widerstandsmodi*.

F4 (LoI): Dieser Softkey ist kontextsensitiv und ist für alle Modi außer 2W HV und 4W HV verfügbar. Bei vielen Widerstandsbereichen ändert LoI **EIN** (ON) den Messstrom, wodurch die Eigenerwärmung im DUT reduziert wird. Außerdem wird diese Einstellung genutzt, um die Leitung über ein paralleles Halbleiterdiaphragma zu vermeiden. Die gleichen 10 Bereiche von 1 Ohm bis 1 G Ohm sind mit LoI **EIN** (ON) oder **AUS** (OFF) verfügbar. Der für einen beliebigen Bereich verwendete Messbereich und Strom werden im Informationsbereich der Anzeige angezeigt. In der Tabelle 9 finden Sie die aktuellen Strom-Stimuli, die basierend auf dem Widerstandsmessbereich des Produkts verwendet werden.

Hinweis

Wenn die Funktion Lol **EIN** (ON) ist, wird das Verhalten der automatischen Bereichswahl so geändert, dass das Produkt nicht automatisch den Bereich von 10 k Ω auf 100 k Ω oder von 100 M Ω auf 1 G Ω hochschaltet. Dieser Algorithmus wurde gewählt, da sich die Bürdenspannung bei den jeweiligen Messbereichsübergängen von 0,2 V auf 2 V und von 2 V auf 20 V ändert. Die höhere Bürdenspannung kann sich negativ auf eine Halbleiterverbindung auswirken. Das Verhalten bei der automatischen Bereichsabsenkung entspricht dem Verhalten bei Lol **AUS** (OFF).

F5 (Mess-Setup (Measure Setup)): Stellt die Blende des A/D-Wandlers und den Ohm-Filter ein. Folgende Blendenooptionen stehen zur Verfügung:

- Automatisch (Auto), Auto Fast (Auto Fast)
- Manuell (Manual)

Wenn Sie „Manuell“ (Manual) auswählen, können Sie die Softkeys und die numerische Tastatur verwenden, um die Blende nach PLC und Zeit zu bearbeiten. Die kürzeste Zeit für die Blende beträgt 0 Sekunden in Schritten von 200 ns und hat ein oberes Zeitlimit von 10 Sekunden.

PLC bedeutet Power Line Cycles (Stromleitungszyklen). Ein PLC auf einer 50-Hz-Leitung beträgt 20 ms; ein PLC auf einer 60-Hz-Leitung beträgt 16,67 ms. Die kleinste Blende, die über PLC eingestellt werden kann, ist 0,01. Der obere Grenzwert entspricht für die PLC 10 Sekunden, wird also durch die Einstellung der Netzfrequenz (Gerätesetup (Instrument Setup)) bestimmt. Bei Einstellung einer 50-Hz-Leitung beträgt die Maximalanzahl 500 PLC; bei Einstellung einer 60-Hz-Leitung sind es 600 PLC.

Wenn die Blende nach Zeit eingestellt ist, zeigt das Display den nächstähnlichen PLC mit einer Genauigkeit von 0,01 PLC an. Wenn die Blende nach PLC eingestellt ist, zeigt das Display die Blende in Sekunden mit einer Auflösung von 200 ns an.

Verwenden Sie die Navigationstasten und **SELECT**, um die Blendeneinstellungsmethode auszuwählen. Die Blendeneinstellungen für „Auto“ und „Autom. schnell“ (Auto Fast) für verschiedene Auflösungseinstellungen sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8. Blendeneinstellungen

Auflösung	Autom. schnell (Auto Fast)	Auto
4	200 μ s	2 ms
5	2 ms	1 PLC
6	1 PLC	0,1 s
7	0,2 s	1 s
8	2 s	10 s

Der Ohm-Filter wird mit den Navigationstasten und entweder **F1** (**AUS** (OFF)) oder **F2** (**EIN** (ON)) ausgewählt. Der Ohm-Filter ist ein einpoliger Analogfilter zur besseren Rauschunterdrückung. Die Signalanzeige des Filters im Informationsbereich des Displays zeigt an, dass der Filter aktiv ist. Der Ohmfilter ist unter „4W Echte Ohm“ (4W Tru Ohm) nicht verfügbar.

Hinweis

Die Pol- oder Zeitkonstante des Filters wird durch einen Kondensator mit 22 nF über den zu prüfenden Widerstand gebildet.

Hinweis

Der ausgewählte Bereich und die Auflösung werden in den Modi „Normal“, „Echte Ohm“ (Tru ohm) und „HV“ gespeichert. Wenn z. B. „Auto“ und „8 Stellen“ auf „2W Normal“ eingestellt sind, werden sie auch in „4W Normal“ eingestellt. Wenn „4W Echte Ohm“ (4W Tru ohm) auf den 100-Ohm-Bereich und 7 Stellen eingestellt ist, hat dies keine Auswirkungen auf die Einstellungen für die Bereiche „2W und 4W Normal“ und für die Auflösung. Dasselbe gilt für die Modi „2W und 4W HV Ohm“: Sie verfügen über eigene Einstellungen für Bereich und Auflösung.

Der Lol-Wert kann individuell für „2W Normal“, „4W Normal“ und „4W Echt“ (4W Tru) eingestellt werden und wird in diesen Modi gespeichert.

Die Blendeneinstellung (unter Messeinstellung) gilt für alle Ohm-Modi. Nach der Einstellung wird sie also für alle Modi verwendet.

Die Einstellung „Filter EIN“ (Filter ON) gilt für den spezifischen Modus, in dem er eingeschaltet wurde. Sie kann für jeden Modus einzeln eingestellt werden, mit Ausnahme von „4W Echt“ (4W Tru), der „Filter EIN“ (Filter ON) nicht zulässt.

Widerstandsmodi

Wenn **F3** im Ohm-Menü (**Modus** (Mode)) gedrückt wird, werden verschiedene Modi für die Durchführung von Widerstandsmessungen angezeigt:

- **2W Normal Ω** : Dies ist die Standardeinstellung und verwendet Stimulusströme, die eine minimale Eigenerwärmung des gemessenen Widerstands mit geringem Leserausachen ausgleichen. Es stehen 10 Messbereiche zur Verfügung, 1 Ω bis 1 G Ω . In diesem Modus werden 2-Leiter-Messungen durchgeführt. Der Bereich und der Strom, die für diesen Messbereich verwendet werden, werden im Informationsbereich der Anzeige angezeigt. In der Tabelle 9 finden Sie die aktuellen Strom-Stimuli, die basierend auf dem Widerstandsmessbereich des Produkts verwendet werden.
- **4W Normal**: Diese Einstellung entspricht der Einstellung „2W Normal“, mit Ausnahme der Messungen, die mit der 4-Leiter-Messmethode durchgeführt werden.
- **4W Echt (4W Tru) Ω** : Bei Verwendung des 4-Leiter-Messverfahrens nutzt dieser Modus eine Echte Ohm-Konfiguration und führt pro Messwert zwei Messungen durch, wobei die zweite Messung bei im Verhältnis zur ersten Messung umgekehrtem Strom gemessen wird. Die beiden Messungen werden gekoppelt, um so den Einfluss von äußeren Spannungswirkungen zu kompensieren. Dieser Modus ermöglicht 4-Leiter-Widerstandsmessungen in Dekadenbereichen von 1 Ω bis 10 k Ω sowie bei automatischer Bereichswahl. Der Stimulusstrom wird durch den Testwiderstand von den Anschlüssen INPUT HI und LO des Produkts geleitet, und die resultierende Potenzialdifferenz wird an den Anschlüssen SENSE HI und LO gemessen. Der Bereich und der Strom, die für diesen Messbereich verwendet werden, werden im Informationsbereich der Anzeige angezeigt. In der Tabelle 9 finden Sie die aktuellen Strom-Stimuli, die basierend auf dem Widerstandsmessbereich des Produkts verwendet werden.

- **2W HV Ω :** Dieser Modus ermöglicht 2-Leiter-Widerstandsmessungen in Widerstandsdekaden von 10 M Ω bis 10 G Ω . Die Messung erfolgt bei Hochspannung unter Verwendung einer Stromquelle mit hoher Bürdenspannung. Die daraus resultierende Erhöhung des Stroms durch den unbekanntem Widerstand reduziert Unsicherheiten aufgrund von Leckstrom und Ruhestrom. „HV Ω “, kann auch in Verbindung mit dem Modus Ω „Normal“ verwendet werden, um den Spannungskoeffizienten im unbekanntem Widerstand zu bestimmen. Die MAXIMALE Spannung über dem gemessenen Widerstand ist 240 V. Automatische Bereichswahl ist nicht vorgesehen. Der Bereich und der Strom, die für den jeweiligen Messbereich verwendet werden, werden im Informationsbereich der Anzeige angezeigt. In der Tabelle 9 finden Sie die aktuellen Strom-Stimuli, die basierend auf dem Widerstandsmessbereich des Produkts verwendet werden.
- **4W HV Ω :** Dieser Modus ist mit dem Modus „2W HV Ohm“ identisch, verwendet jedoch die 4-Leiter-Messmethode.

Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- **Legen Sie keine externe Kapazität von > 50 nF an die Anschlüsse des Geräts an. Die maximal auftretende Spannung über dem zu messenden Widerstand oder an den Multimeteranschlüssen bei der Funktion „HV Ω “, ist 240 V. Der maximale Quellenstrom des Multimeters ist bei Nutzung von „HV Ω “, 10 μ A (LO nach HI), oder 2,0 mA (Guard nach HI, wenn Ext. Schutz gewählt ist). Diese Kennwerte werden nach den für dieses Gerät geltenden Sicherheitsregeln nicht als „lebensgefährlich“ eingestuft. Jedoch können Kondensatoren (> 50 nF) während der HV Ω -Messung eine Ladung akkumulieren, deren Entladung TÖDLICH sein kann. Die Anschlüsse oder den Messaufbau nicht berühren, wenn Sie nicht sicher sind, dass dies ungefährlich ist.**
- **Die Spezifikation der Messkategorie (CAT) der am niedrigsten spezifizierten Komponente eines Geräts, Messfühlers oder Zubehörs nicht überschreiten.**
- **Nur Messfühler, Messleitungen und Zubehör verwenden, die dieselbe Messkreiskategorie, Spannung und Nennstromstärke wie das Produkt aufweisen.**

Die jeweiligen Werte des Stromstimulus sind in der Tabelle 9 für jeden der fünf Widerstandsmodi aufgeführt.

Tabelle 9. Ohm-Stimulus-Pegel für die einzelnen Modi

Bereich	2W und 4W Normal	2W und 4W Normal mit LoI EIN	4W Echte Ω	Echte Ω 4W Echte Ohm mit LoI EIN	2W und 4W HV Ω
1 Ω	100 mA	100 mA	± 100 mA	± 100 mA	k. A.
10 Ω	10 mA	10 mA	± 10 mA	± 10 mA	k. A.
100 Ω	10 mA	1 mA	± 10 mA	± 1 mA	k. A.
1 k Ω	1 mA	100 μ A	± 1 mA	± 100 μ A	k. A.
10 k Ω	100 μ A	10 μ A	± 100 μ A	± 10 μ A	k. A.
100 k Ω	100 μ A	10 μ A	k.A.	k.A.	k.A.
1M Ω	10 μ A	1 μ A	k.A.	k.A.	k.A.
10 M Ω	1 μ A	100 nA	k.A.	k.A.	10 μ A
100 M Ω	100 nA	10 nA	k.A.	k.A.	1 μ A
1 G Ω	10 nA	10 nA	k.A.	k.A.	100 nA
10 G Ω	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	10 nA

Messen von Widerstand

2-Leiter-Messungen

Für viele Anwendungen ist die 2-Leiter-Messung angebracht. Siehe Abbildung 5. Der Widerstand der Zuleitungen wird jedoch mit angezeigt.

Verwenden Sie ein abgeschirmtes Twisted-Pair-Kabel vorzugsweise mit PTFE-Isolierung, um induzierte Spannungen, induzierte Ladung und den Ableitwiderstand des Shunts insbesondere bei hohen Rx-Werten zu reduzieren.

Die 2-Leiter-Widerstandsmessung ist in einer Echte Ohm-Konfiguration nicht verfügbar und eignet sich selbst, wenn der Leitungswiderstand auf Null gesetzt ist, nicht gut für den Einsatz im 1 Ω -Bereich. In letzterem Fall kann die Nullkompensation der Beiträge der Leitungen und des Innenwiderstands die Anzeige des Messbereichs einschränken. 2-Leiter-Messungen über 1,5 Ω sollten in höheren Messbereichen durchgeführt werden.

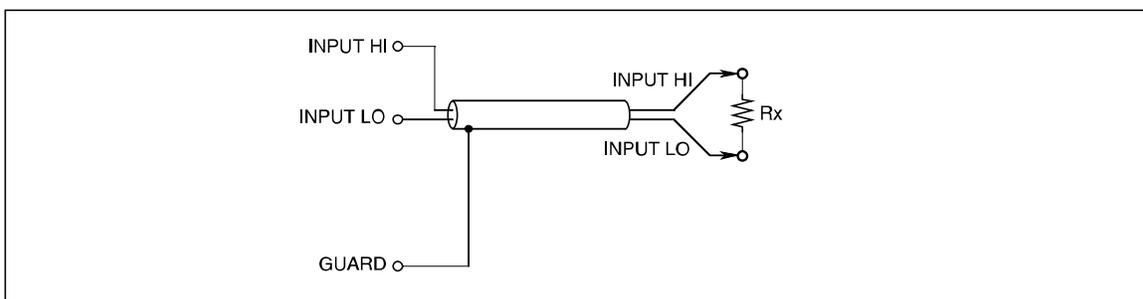


Abbildung 5. 2-Leiter-Messungen

igij091f.emf

4-Leiter-Messungen

Mit der 4-Leiter-Messung ist der Einfluss der Zuleitungen vernachlässigbar und nur der Wert von Rx wird angezeigt. Siehe Abbildung 6.

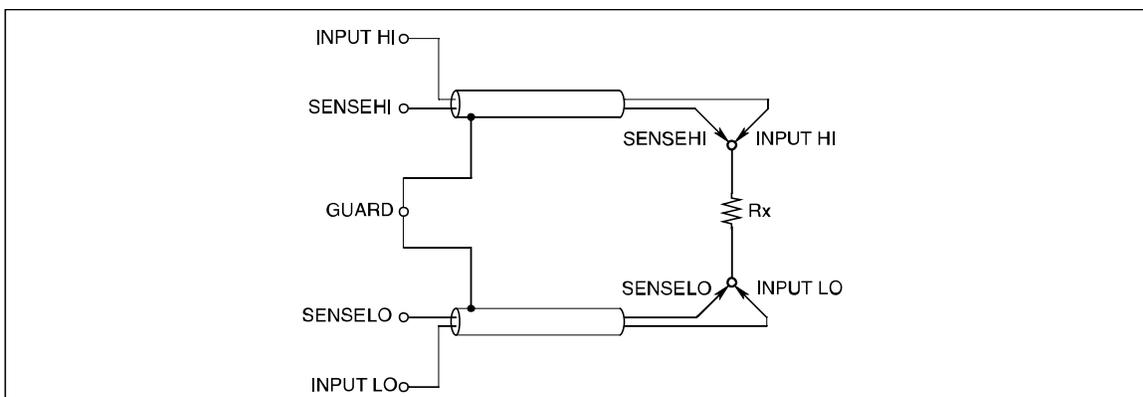
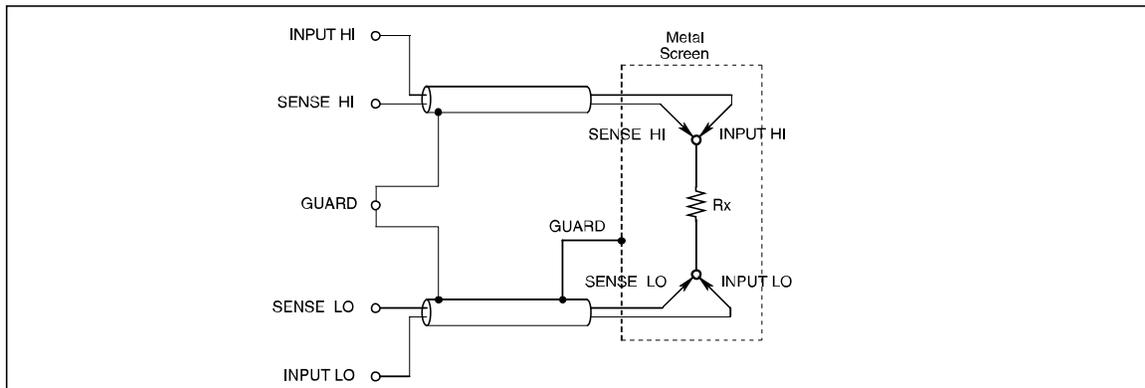


Abbildung 6. 4-Leiter-Messungen

igij092f.emf

4-Leiter-Messungen hoher Widerstände

Wenn Sie sehr hohe Widerstände (über ca. 1 M Ω) messen, kann der Widerstand mit einem Metallschirm umwickelt werden, um das Rauschen zu reduzieren, das in der Regel durch Ladungsinjektion verursacht wird. Verbinden Sie den Anschluss **GUARD** mit der Abschirmung, um mit der Abschirmung (parallel zum unbekannten Widerstand) Ableitströme abzufangen. Der zu prüfende Widerstand darf nicht geerdet werden, da dies zu einem stärkeren Rauschen der Messung führt. Siehe Abbildung 7.



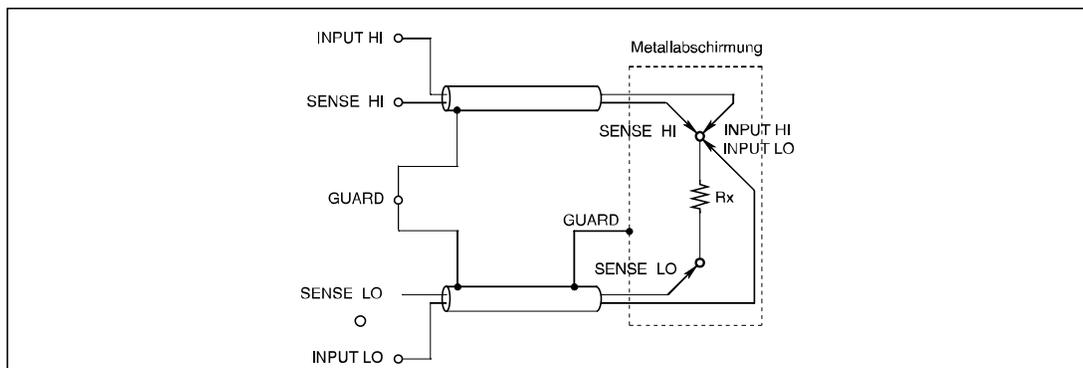
igi093f.emf

Abbildung 7. 4-Leiter-Messungen hoher Widerstände

Nullabgleich des 4-Leiter-Widerstands

Für genaue Widerstandsmessungen ist es wichtig, dass vor Ausführung von Messreihen zur Durchführung des Nullabgleichs eine korrekt angeschlossene Nullquelle verwendet wird. Die in Abbildung 8 dargestellte bevorzugte Anordnung gewährleistet, dass thermische und induzierte elektromagnetische Effekte sowie mit dem Produkt und den Messkabeln verbundene Auswirkungen des Ruhestroms eliminiert werden.

Im Lieferumfang sind zwei kurze 4-adrige Präzisionszubehöerteile enthalten. Siehe *Zubehör*. Sie sind über den Anschlüssen INPUT HI, INPUT LO, SENSE HI und SENSE LO angebracht und bieten eine praktische Möglichkeit, die Eingänge des Produkts an den Anschlüssen auf Null zurückzusetzen. Die Verwendung des kurzen 4-adrigen Geräts an den Anschlüssen des Produkts eliminiert keine potenziellen Fehlerquellen in Messkabeln.



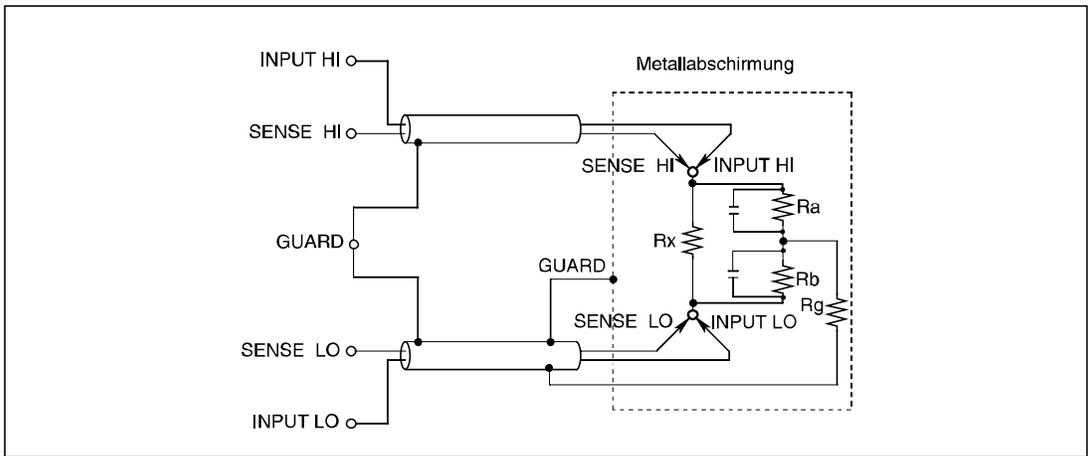
igi094f.emf

Abbildung 8. 4-Leiter-Nullpunkt-Widerstandsmessungen

Ω Guard

In der Funktion „Widerstand“ (Resistance) bei aktivierter Option **Ext. Schutz** (Ext. Guard) (siehe auch *Eingangsklemmenauswahl*) fungiert der Anschluss GUARD als **Ω Schutzvorrichtung**. Verwenden Sie den Anschluss GUARD als Ω Schutzvorrichtung, damit die Ω Schutzfunktion durch Ausschluss paralleler Widerstandswege Widerstandsmessungen im geschlossenen Stromkreis durchführen kann. Dies führt dazu, dass nur der Wert von Rx angezeigt wird.

Sie können **Ω Guard** in ähnlicher Weise einsetzen, um die Einschwingzeit zu reduzieren, wenn Rx von einer beliebigen Kapazität überbrückt wird und ein geeigneter Anschlusspunkt verfügbar ist. Die Anschlüsse zur Durchführung von **Ω Schutzmessungen** werden in Abbildung 9 dargestellt. Drücken Sie **INPUTS** und wählen Sie dann **Ext. Schutz** (Ext. Guard), um die externe Schutzvorrichtung zwischen EIN (ON) auf AUS (OFF) umzuschalten. Siehe Tabelle 10.



igi095f.emf

Abbildung 9. Ohm-Schutzmessungen

Tabelle 10. Minimale Schutzwiderstände

Bereich	Mindestwert für Ra und Rb
1 Ω, 10 Ω	100 Ω
100 Ω	1 kΩ
1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ	10 kΩ
10 MΩ, 100 MΩ, 1 GΩ, 10 GΩ	100 kΩ

Vorausgesetzt, dass Ra und Rb größer sind als die in Tabelle 10 angegebenen Werte und dass der **Ω Schutzwiderstand** (Rg) <1 Ω ist, kann der Istwert aus dem angezeigten Wert Rd folgendermaßen berechnet werden:

$$R_x = R_d \times (1 + E)$$

Die Abweichungsfraction ‚E‘ kann mit der vereinfachten Formel innerhalb von 1 % ermittelt werden:

$$E = (R_d \times R_g) / (R_a \times R_b)$$

(Dabei ist Rg der **Ω Schutzleitungswiderstand** von der Verbindung von Ra und Rb)

Beispiel:

Wenn $R_d = 100 \Omega$, $R_g = 1 \Omega$, $R_a = R_b = 10 \text{ k}\Omega$, wird der Wert von E folgendermaßen angegeben:

$$E = (100 \times 1) / (10 \text{ k} \times 10 \text{ k}) = 10^{-6} \text{ (1 ppm der Messwerte)}$$

Der Wert von R_x ergibt sich also aus:

$$\begin{aligned} R_x &= 100 \times (1 + 10^{-6}) \text{ Ohm,} \\ &= 100,0001 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Interne Schutzanschlüsse

Externer Schutz nicht ausgewählt (**AUS (OFF)**): Bei den Ohm- oder PRT-Funktionen sind die GUARD-Anschlüsse auf der Vorder- und Rückseite voneinander und von allen internen Anschlüssen isoliert. Die internen Schutzabschirmungen und Schienen sind direkt mit dem internen 0 V verbunden.

Externer Schutz ausgewählt (**EIN (ON)**): Bei den Ohm- oder PRT-Funktionen bietet die Auswahl von „Externer Schutz“ eine Ohm-Schutzfunktion. Die internen Schutzabschirmungen und Schienen sowie der ausgewählte vordere oder hintere GUARD-Anschluss sind mit dem internen 0 V verbunden. Siehe Abbildung 10. Weitere Informationen finden Sie unter *Eingangsklemmenauswahl*.

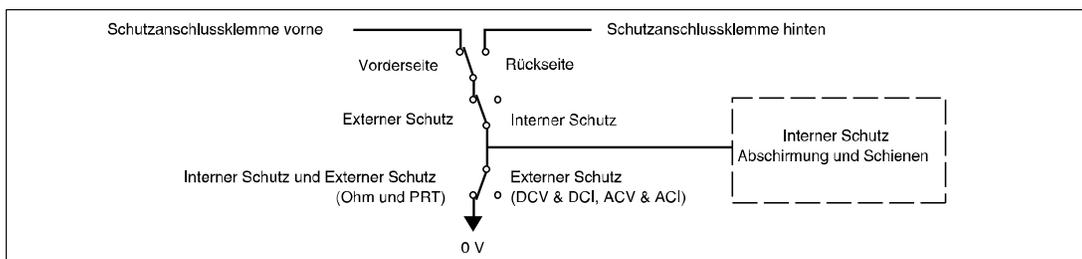


Abbildung 10. Interne Schutzanschlüsse

igi062f.emf

Digitalisieren

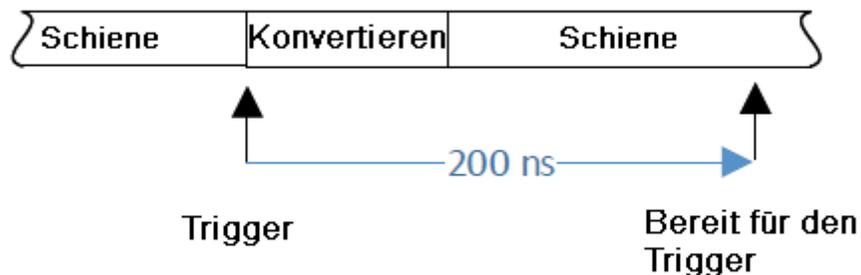
Die Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) erfasst ein kontinuierliches analoges Signal aus einer Sequenz diskreter Zeitintervalle. Eine Möglichkeit, die Daten anzuzeigen, ist die Funktion zur Analyse von Frequenzbereichsdiagrammen des Produkts zu nutzen. Bei anderen Nachbearbeitungsfunktionen mit einem externen Programm können die erfassten Daten in noch nützlichere Informationen umgewandelt werden. Ein Beispiel ist die Transformation der erfassten Daten durch Fourier-Transformation, um den relativen Phasenwinkel und die Größe harmonisch verwandter Komponenten eines Signals zu bestimmen. Das Produkt verfügt über umfassende Trigger- und Timing-Funktionen, um eine präzise Erfassung der Daten für die Fourier-Transformation zu ermöglichen. Siehe *Triggern von Messungen*.

Alle Aspekte zur Auslösung einer Datenerfassung der Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) werden vom Produktuntersystem Trigger gesteuert. Weitere Informationen zur optimalen Nutzung der Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) finden Sie unter *Triggern von Messungen*. Im Untersystem „Trigger“ gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) und den anderen Funktionen. „Freilauf-Triggerstatus“ (Free-Run Trigger State) „Kontinuierlich EIN starten“ (Initiate Continuous ON) wird bei der Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) nicht unterstützt. Wenn Sie **DIGITIZE** drücken, wird das Produktuntersystem „Trigger“ in den Zustand „Inaktiv“ versetzt, sodass „Kontinuierlich AUS starten“ (Initiate Continuous OFF) und alle aktuellen Triggerzyklen abgebrochen werden.

Hinweis

Die Datenerfassung in der Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) startet über das Bedienfeld, wenn Sie **TRIG** oder den entsprechenden Remote-Befehl drücken. Die Messung kann nicht mit **RUN/STOP** gestartet werden. **RUN/STOP** wird normalerweise verwendet, um das Untersystem „Trigger „aus dem Freilaufzustand („Kontinuierlich EIN starten“ (Initiate Continuous ON)) in den Zustand „Inaktiv“ („Kontinuierlich AUS starten“ (Initiate Continuous OFF)) umzuschalten. „Digitalisieren“ hat keinen Freilauf-Triggerstatus. **RUN/STOP** kann bei Bedarf zum Anhalten einer Messung verwendet werden.

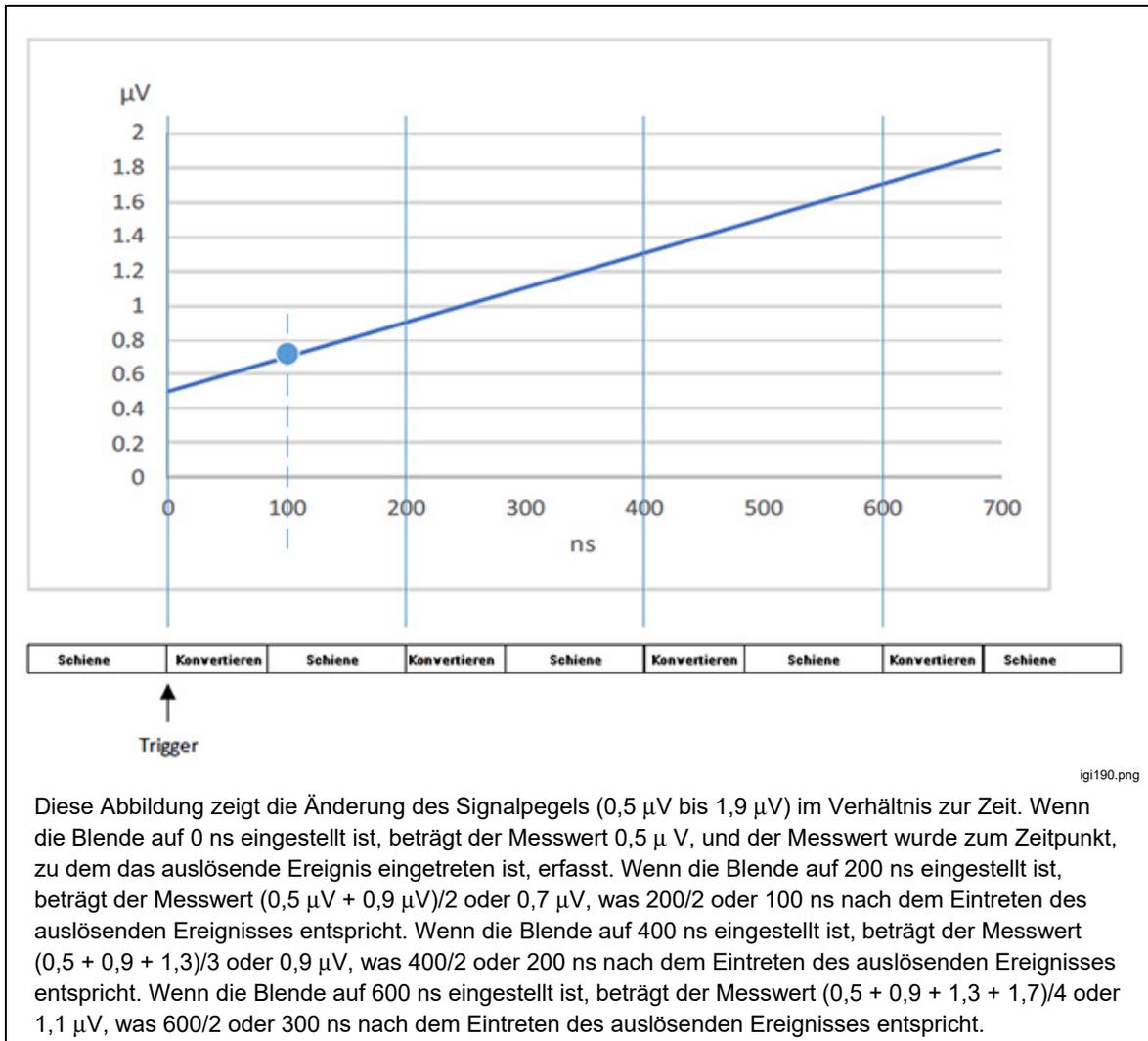
Die Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) nutzt einen Hochgeschwindigkeits-Analog/Digital-Wandler, um Eingangssignale zu erfassen. Die Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) verfügt über einen Tracking-Schaltkreis, der dem Analogeingang folgt. Wenn ein auslösendes Ereignis eintritt, wird der Wert auf dem Tracking-Schaltkreis gehalten und in einen digitalen Wert umgewandelt. Der Konvertierungsvorgang dauert ca. 85 ns. Sobald die Konvertierung abgeschlossen ist, wird die Verfolgung des Signals wieder aktiviert. Der Analog/Digital-Wandler ist erst nach einer weiteren Verfolgung von 115 ns für einen weiteren Trigger bereit. Siehe Abbildung 11.



iei191.png

Abbildung 11. Digitalisieren verfolgen und Timing konvertieren

Die Blende „Digitalisieren“ (Digitize) ist definiert als der Zeitunterschied zwischen dem Auftreten des auslösenden Ereignisses und dem Zeitpunkt, zu dem der Ereignis-Wert erfasst wird. Die Standardeinstellung ist 0 ns, d. h., der Analogwert wird zum Zeitpunkt, zu dem das auslösende Ereignis eintritt, bei 0 ns gehalten. (Tatsächlich gibt es im Stromkreis Latenzen von bis zu 10 ns.) Der gesamte Prozess für eine Messung beträgt 200 ns, was eine maximale Digitalisierungs-Triggerrate von 5 MHz ergibt. Andere Blendeneinstellungen als 0 ns verwenden einen Mittelungsalgorithmus. Bei einer Blendeneinstellung von 200 ns werden beispielsweise zwei Messungen in einem Abstand von 200 ns gemittelt. In diesem Fall dauert es weitere 200 ns, um die Daten zu verarbeiten, sodass eine Erfassungszeit von 200 ns + 200 ns oder 400 ns gegeben ist. Beispiele für unterschiedliche Blendeneinstellungen und Beispielwerte werden in Abbildung 12 dargestellt.

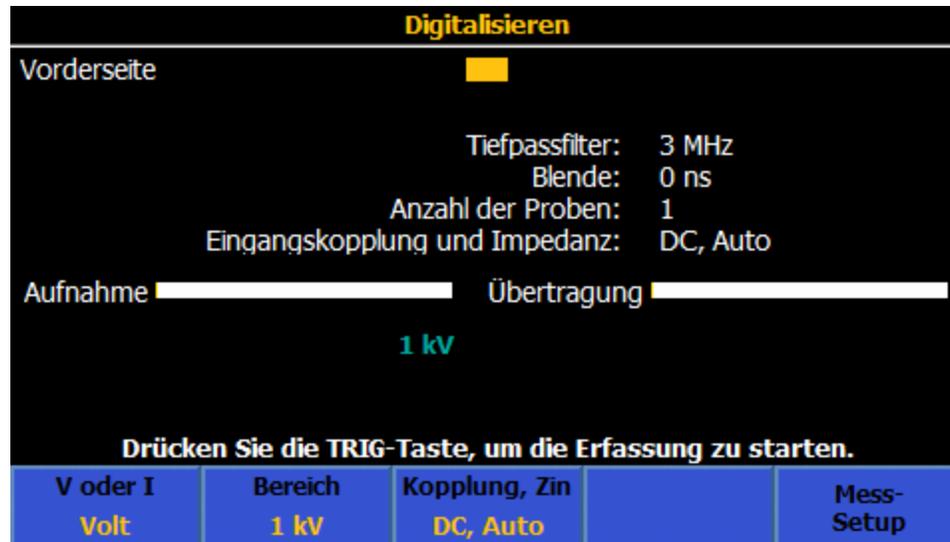


Diese Abbildung zeigt die Änderung des Signalpegels ($0,5 \mu\text{V}$ bis $1,9 \mu\text{V}$) im Verhältnis zur Zeit. Wenn die Blende auf 0 ns eingestellt ist, beträgt der Messwert $0,5 \mu\text{V}$, und der Messwert wurde zum Zeitpunkt, zu dem das auslösende Ereignis eingetreten ist, erfasst. Wenn die Blende auf 200 ns eingestellt ist, beträgt der Messwert $(0,5 \mu\text{V} + 0,9 \mu\text{V})/2$ oder $0,7 \mu\text{V}$, was $200/2$ oder 100 ns nach dem Eintreten des auslösenden Ereignisses entspricht. Wenn die Blende auf 400 ns eingestellt ist, beträgt der Messwert $(0,5 + 0,9 + 1,3)/3$ oder $0,9 \mu\text{V}$, was $400/2$ oder 200 ns nach dem Eintreten des auslösenden Ereignisses entspricht. Wenn die Blende auf 600 ns eingestellt ist, beträgt der Messwert $(0,5 + 0,9 + 1,3 + 1,7)/4$ oder $1,1 \mu\text{V}$, was $600/2$ oder 300 ns nach dem Eintreten des auslösenden Ereignisses entspricht.

Abbildung 12. Blendeneinstellungen und Messwerte

Menü „Digitalisieren“

Drücken Sie **DIGITIZE**, um das Menü „Digitalisieren“ (Digitize) aufzurufen. Alle Parameter auf dem Bildschirm sind informativ und werden mit den Digitalisieren-Softkeys und **TRIG SETUP** eingestellt. Siehe den folgenden Bildschirm:



igi032.png

Die Anzahl der Messungen ist ein wichtiger Parameter, der zur Nutzung der Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) geändert werden muss. Die Standardeinstellung ist 1 und wird über die Menüs „Trigger-Setup“ (Trigger Setup) geändert. In den meisten Anwendungen wird die Anzahl der Messungen geändert, indem im Menü „Trigger-Setup“ die Option „Triggers/Arm (Count)“ eingestellt wird. Es kann vorkommen, dass der Zähler in den beiden anderen Triggerebenen Arm2 und Arm1 auf Werte ungleich 1 eingestellt werden muss. Wenn die anderen Ebenen geändert werden, ist die Anzahl der Messungen unter „Digitalisieren“ die Summe aller Zähleinstellungen aller Triggerebenen. Wenn beispielsweise die Triggerebene „Triggers/Arm (Count)“ auf 3 und die Anzahl Arm2 auf 1e6 eingestellt wird, ergibt sich eine Anzahl von Messungen von 3e6. Die maximale Anzahl der Messungen beträgt 10e6 mit ausgeschalteten Zeitmarken und 5e6 mit eingeschalteten Zeitmarken.

Die Funktion „Digitalisieren“ bietet folgende Softkeys:

F1 (**V oder I** (V or I)): Wählt den Spannungs- oder Stromsignalpfad aus. Für „Volt“ (Volts) werden die Anschlüsse HI und LO verwendet. Für „Ampere“ (Amps) werden die Anschlüsse A und LO verwendet.

F2 (**Bereich** (Range)): Wählt den Bereich des Signalpfads aus. Die Spannungsbereiche sind 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V und 1 kV. Die Strombereiche sind 10 μ A, 100 μ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1 A, 10 A und 30 A (nur 8588A) der vorderen Eingänge. Wenn die hinteren Eingänge verwendet werden, sind die Messbereiche 10 A und 30 A nicht verfügbar.

F3 (**Kopplung, Zin** (Coupling, Zin)): Bei Spannungsmessungen werden die Eingangskopplung und die Eingangsimpedanz ausgewählt. Verfügbare Optionen sind DC Auto; DC, 1 M Ω ; DC, 10 M Ω ; AC, 1 M Ω und AC 10 M Ω . Bei Strommessungen wählt **F3** die Eingangskopplung entweder DC Auto oder AC Auto aus. Je nach Eingangskopplung und Impedanz kann es Spezifikationsabweichungen geben. Siehe *Spezifikationen*.

F5 (**Mess-Setup** (Measure Setup)): Zur Wahl stehen ein Tiefpassfilter mit 100 kHz oder 3 MHz oder die Abschaltung des Filters. Auch die Blende wird in diesem Setup-Menü eingestellt. Der Tiefpassfilter wird nach der Signalaufbereitung und vor dem Hochgeschwindigkeits-Analog/Digital-Wandler eingesetzt. Die Standardeinstellung ist 3 MHz. Die Blende des Analog/Digital-Wandlers ist standardmäßig auf 0 ns eingestellt, sodass der Analog/Digital-Wandler den Eingang zum Zeitpunkt des Eintretens des auslösenden Ereignisses digitalisiert. Der gesamte Prozess für einen Messwert beträgt 200 ns, was eine maximale Triggerrate von 5 MHz ergibt. Die Apertur kann in Schritten von 200 ns bis zu 1 ms von 0 ns bis 3 ms und in Schritten von 100 µs von 1 ms bis 3 ms eingestellt werden.

Beispiele für die Digitalisierung

- 1) Dieses einfache Beispiel erfasst 1.000.000 Messwerte und zeigt dann mithilfe von „Analysieren“ (Analyze) das resultierende Signal an. Aus dem Standardzustand „Eingeschaltet“ (power-on):
 1. Drücken Sie auf **DIGITIZE**.
 2. Wählen Sie den 10-V-Messbereich mit dem Softkey **F3** (**Bereich** (Range)) aus.
 3. Drücken Sie **TRIG SETUP** und stellen Sie „Trigger/Arm (Count)“ auf 1.000.000 ein.
 4. Drücken Sie **BACK**, um das Menü „Digitalisieren“ (Digitize) aufzurufen.
 5. Legen Sie ein Sinussignal von 10 V, 10 Hz an den Eingang an.
 6. Drücken Sie **TRIG**, um das Signal zu erfassen.
 7. Drücken Sie **ANALYZE**, um zwei Zyklen des erfassten Signals anzuzeigen.
- 2) Erfassung von 10.000 Messungen eines 10 Vrms, 10 kHz-Signals mit einer Genauigkeit von mindestens 0,01 %:

In Anbetracht der Nyquist-Theorie zur Nachbearbeitungstransformation von Daten im Frequenzbereich muss mindestens die doppelte Frequenz des Signals gemessen werden. Daher muss die Abtastrate auf 20 kHz oder höher eingestellt werden. Entsprechend der Produktspezifikationen erfüllt 50 kHz die Genauigkeitsanforderungen und ist schneller als das Doppelte des Signals und ist daher eine gute Wahl. Siehe *Spezifikationen*. Zum Einstellen des Untersystems „Trigger“ drücken Sie (**TRIG SETUP**). Sie können die Abtastrate indirekt mit dem Triggeruntersystem TIMER einstellen. Wenn das TIMER-Intervall länger als andere Verzögerungseinstellungen im Triggeruntersystem ist, entspricht die Triggerrate dem Kehrwert des TIMER-Intervalls. Die Blendenzzeit muss kleiner als die Abtastperiode sein, um Fehler durch ‚zu schnelle Auslösung‘ zu vermeiden. Fehler durch ‚zu schnelle Auslösung‘ können zu einer unerwarteten Anzahl an Messwerten führen, die von der Einstellung der Triggeranzahl abweicht. In diesem Beispiel ist die Blendenzzeit auf 10 µs d. h. ½ Periode von 50 kHz eingestellt. Die Blende wird im Hauptmenü „Digitalisieren“ (Digitize) mit **F5** (**Mess-Setup** (Measure Setup)) eingestellt. Siehe Tabelle 11.

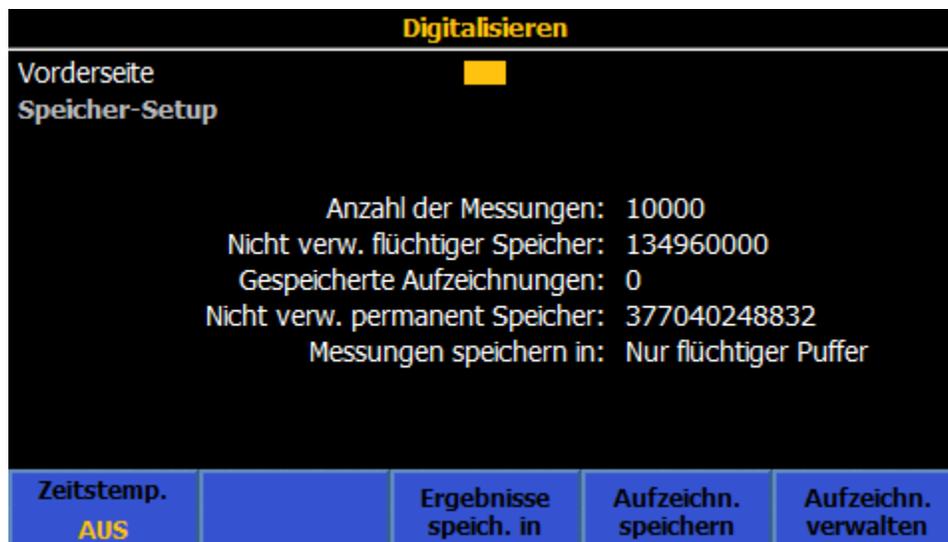
Tabelle 11. Beispiel 2 für die Digitalisierung

Maßnahme	Kommentar
Drücken Sie auf DIGITIZE .	Bricht einen beliebigen aktuellen Triggerzyklus ab. Das Untersystem „Trigger“ befindet sich im Zustand „Inaktiv“, INIT:CONT OFF.
Wenn sich das Gerät noch nicht im Spannungsmodus befindet, drücken Sie F1 (V oder I), um Spannung auszuwählen.	
Drücken Sie F2 (Bereich (Range)) und wählen Sie den 10 V -Bereich aus.	
Drücken Sie F5 (Mess-Setup (Measure Setup)), und stellen Sie eine Blende von 10 μ s ein und den Tiefpassfilter auf AUS (OFF).	Die Einstellung der Blende ist ein Kompromiss zwischen Rauschen und Bandbreite, der sich auf die Gesamtgenauigkeit auswirkt. Das Eingangssignal wird während der Abtastzeit gemittelt. Wenn sich die Größe des Signals während der Blende ändert, führt dies zu einem Amplitudenfehler. Während das Rauschen mit abnehmender Blende zunimmt, nimmt der Amplitudenfehler ab. Die Blendenzeit muss kleiner als die Abtastperiode sein, um Fehler durch ‚zu schnelle Auslösung‘ zu vermeiden.
Drücken Sie F3 (Kopplung, Zin (Coupling, Zin)) und wählen Sie die erforderliche Eingangskopplung und Impedanz aus.	Verwenden Sie „DC-Auto“ für Spannungsbereiche ≤ 10 V. Verwenden Sie für optimale Leistung „DC“, „1M“ für die Messbereiche 100 V und 1000 V.
Schließen Sie das abzutastende Signal an die aktiven Eingangsanschlüsse an.	Dies wird zu diesem Zeitpunkt durchgeführt, um für die Stabilisierung der Signalaufbereitungsschaltungen Zeit zu geben.
Drücken Sie auf TRIG SETUP .	
Drücken Sie F1 (Auf Stand. zurückset. (Reset to Defaults)), um das Untersystem „Trigger“ auf die Standardeinstellungen zurückzusetzen	Die für dieses Beispiel geltenden Standardeinstellungen sind: ARM2:SOURCE IMM ARM2:COUNT 1 ARM2:ECOUNT 1 ARM1:SOURce IMM ARM1:COUNT 1 ARM1:ECOUNT 1

Tabelle 11. Beispiel 2 für die Digitalisierung (Forts.)

Aktion	Comment (Kommentar)
Stellen Sie die erste Zeile „Trig. Ereignis“ (Trigger Event) mithilfe der Navigationstasten und durch Drücken der Taste SELECT auf Timer ein. Drücken Sie die Taste BACK , um zum Anfang des Menüs „Trigger-Setup“ zurückzukehren, und stellen Sie sicher, dass das Triggerereignis auf Timer eingestellt ist.	
Navigieren Sie mit den Navigationstasten zur zweiten Zeile mit der Bezeichnung Timer , und stellen Sie den Timer auf 20 µs ein.	Die Abtastrate ist gleich 1/Timer oder 50 kHz
Drücken Sie die Taste BACK , um zum Anfang des Menüs „Trigger-Setup“ zurückzukehren.	
Wählen Sie „Triggers/Arm (Count)“ aus, und stellen Sie den Wert auf 10.000 .	„Anzahl“ (Count) bestimmt die Anzahl der Messungen, die vorgenommen werden. Der Wert 10.000 bewirkt, dass 10.000 Messungen vorgenommen werden, bevor das Untersystem Trigger in den Status „Inaktiv“ (Idle) zurückkehrt.
Stellen Sie die Verzögerung auf Null .	Durch die Einstellung der „Verzögerung“ (Delay) auf Null wird sichergestellt, dass die Triggerzeitdauer langsamer als 1/Timer ist, wenn die Einstellungen „Verzögerung“ und „Holdoff“ gemeinsam mehr als die Triggerzeitdauer betragen.
Stellen Sie „Holdoff“ auf 0 s .	Der Holdoff-Zeitraum tritt nach Beginn der Messung ein. Wenn er jedoch länger als das Triggerintervall ist, führt dies dazu, dass die Triggerrate langsamer als 1/Timer ist.
Drücken Sie BACK zweimal.	Keht zur Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) zurück.
Starten Sie die Messung mit TRIG .	Das Produkt erfasst 10.000 Messwerte und speichert die Daten.

Wenn die Erfassungs- und Übertragungsbalken von weiß zu grün wechseln, sind die Daten erfasst und können mit **ANALYZE** analysiert oder zu einem externen Speichergerät zur Analyse an anderer Stelle exportiert werden. Um die Daten in eine Datei zu exportieren, drücken Sie **MEM SETUP**, um auf die Datenübertragungsoptionen zuzugreifen. Siehe den folgenden Bildschirm:



igi033.png

- 3) Erfassung von 4096 Abtastwerten einer 1 Veff-, 4 kHz-Wellenform mit einer Erfassungsdauer von 5 μ s und einer Rate, die von einer externen 10 kHz-Triggerwellenform gesteuert wird. Siehe Tabelle 12.

Tabelle 12. Beispiel 3 für die Digitalisierung

Aktion	Comment (Kommentar)
Drücken Sie auf DIGITIZE .	Bricht den aktuellen Triggerzyklus ab. Trigger-Untersystem auf INIT:CONT OFF gesetzt
Wenn sich das Gerät noch nicht im Spannungsmodus befindet, drücken Sie F1 (V oder I), um Spannung auszuwählen.	
Drücken Sie F2 (Bereich (Range)), und wählen Sie den 1 V-Messbereich aus.	
Drücken Sie F5 (Mess-Setup (Measure Setup)), und stellen Sie eine Blende von 5 μ s und ggf. einen Tiefpassfilter ein. Wenn Sie fertig sind, kehren Sie durch Drücken der Taste BACK zum Hauptmenü „Digitalisieren“ (Digitize) zurück.	Die Einstellung der Blende ist ein Kompromiss zwischen Rauschen und Bandbreite. Das Eingangssignal wird während der Abtastzeit gemittelt. Wenn sich die Größe des Signals während der Blende ändert, führt dies zu einem Amplitudenfehler. Während das Rauschen mit abnehmender Blende zunimmt, nimmt der Amplitudenfehler ab. Die Blendenzzeit muss kleiner als die Abtastperiode sein, um A/D-Erfassungsfehler zu vermeiden.
Drücken Sie F3 (Kopplung, Zin (Coupling, Zin)) und wählen Sie die erforderliche Eingangskopplung und Impedanz aus.	Verwenden Sie „DC“, „Auto“ für Spannungsbereiche von 10 V oder kleiner. Verwenden Sie für optimale Leistung „DC“, „1M“ für die Messbereiche 100 V und 1000 V.
Schließen Sie das abzutastende Signal an die aktiven Eingangsanschlüsse an.	Dies gibt Zeit für die Stabilisierung der Signalaufbereitungsschaltungen.
Drücken Sie auf TRIG SETUP .	
Drücken Sie die Taste F1 , um das Trigger-Untersystem auf die Standardeinstellungen zurückzusetzen	Die für dieses Beispiel geltenden Standardeinstellungen sind: ARM2:SOURce IMM ARM2:COUNT 1 ARM2:ECOUNT 1 ARM1:SOURce IMM ARM1:COUNT 1 ARM1:ECOUNT 1
Drücken Sie die Taste SELECT , um das „Trig. Ereignis“ (Trigger Event) im Menü „Trigger-Setup“ auf „Extern“ (External) zu setzen.	

Tabelle 12. Beispiel 3 für die Digitalisierung (Forts.)

Aktion	Comment (Kommentar)
Prüfen Sie, ob die zweite Zeile den Typ und die Polarität der erforderlichen Triggerflanke anzeigt. Ist dies nicht der Fall, markieren Sie Zeile zwei, und drücken Sie SELECT , um die Einstellungen zu ändern.	Die Standardeinstellung ist TTL, Negativ.
Markieren Sie mithilfe die Taste ▲ oder ▼ , die Einstellung „Trigger/Arm (Count)“, und geben Sie 4096 ein.	Die Trigger-Ereignisse für die Ebenen Arm 2 und Arm 1 des Trigger-Subsystems werden automatisch erfüllt, da sie auf die Standardwerte „Sofort“ (Immediate) gesetzt sind. Die Trigger-Ebene nimmt vor Rückkehr in den Status „Inaktiv“ (Idle) 4096 externe Trigger an.
Stellen Sie die Verzögerung auf Null.	Durch die Einstellung der „Verzögerung“ (Delay) auf Null wird die „Verzögerung“ (Latenz) zwischen der Triggerflanke und dem Messbeginn minimiert. Dies ist wichtig, wenn die digitalisierten Daten zur Bestimmung der Phasenwinkelbeziehung des Signals zum Trigger verwendet werden.
Stellen Sie „Holdoff“ auf Null.	„Holdoff“ verhindert Fehler durch zu schnelle Auslösung, wenn das Trigger-Subsystem ohne weitere Verzögerungen ausgeführt wird. In diesem Fall wird die Zeitsteuerung über ein externes Signal gesteuert, sodass „Holdoff“ auf Null gesetzt werden muss.
Drücken Sie einmal auf DIGITIZE oder zweimal auf BACK .	Hierdurch kehrt das System zur Funktion „Digitalisieren“ (Digitize) zurück
Schließen Sie das Triggersignal an den BNC-Anschluss auf der Rückseite an.	Das System ist nun bereit, mit der Datenerfassung zu beginnen.
Starten Sie die Messung mit TRIG .	Das Produkt erfasst 4.096 Messwerte und speichert die Daten.

Wenn der Fortschrittsbalken von weiß zu grün wechseln, sind die Daten erfasst und können mit **ANALYZE** analysiert oder zu einem externen Gerät zur Analyse an anderer Stelle exportiert werden. Drücken Sie **MEM SETUP**, um auf die Datenübertragungsoptionen zuzugreifen. Siehe Bildschirm unter *Beispiele für die Digitalisierung*.

Mehr (More)

Drücken Sie **[MORE]**, um auf diese Funktionen zuzugreifen:

- **F1** (Kapazität (Capacitance))
- **F2** (HF-Leistung (RF Power))
- **F3** (Frequenz (Frequency))
- **F4** (DCI Ext Shunt)
- **F5** (Mehr (More)) öffnet diese zusätzliche Funktionen:
 - **F2** (ACI Ext Shunt)
 - **F3** (PRT)
 - **F4** (Thermoelement (Thermocouple))

Hinweis

Nach Drücken von **F5** (Mehr (More)) wird „DCI Ext Shunt“ durch **F1** zur Verfügung gestellt. Durchlaufen Sie durch erneutes Drücken von **F5** (Mehr (More)) die Auswahl ab **F1** (Kapazität (Capacitance)) erneut.

Kapazität (nur 8588A)

⚠ Vorsicht

Zur Vermeidung von Schäden am Produkt oder am zu prüfenden Gerät muss die Stromversorgung vor dem Messen der Kapazität vom Stromkreis getrennt und alle Hochspannungskondensatoren entladen werden. Prüfen Sie mit der Gleichspannungsfunktion, ob der Kondensator entladen ist.

Drücken Sie **[MORE]** und dann **F1** (Kapazität (Capacitance)), um die Kapazitätsmessfunktion zu verwenden. Diese Funktion bietet 2-Leiter-Messungen, die die Eingangsklemmen V INPUT HI und LO verwenden. Schließen Sie bei polarisierten Kondensatoren die positive Seite an LO und die negative Seite an HI (V Ω) wie in Abbildung 13 gezeigt an.

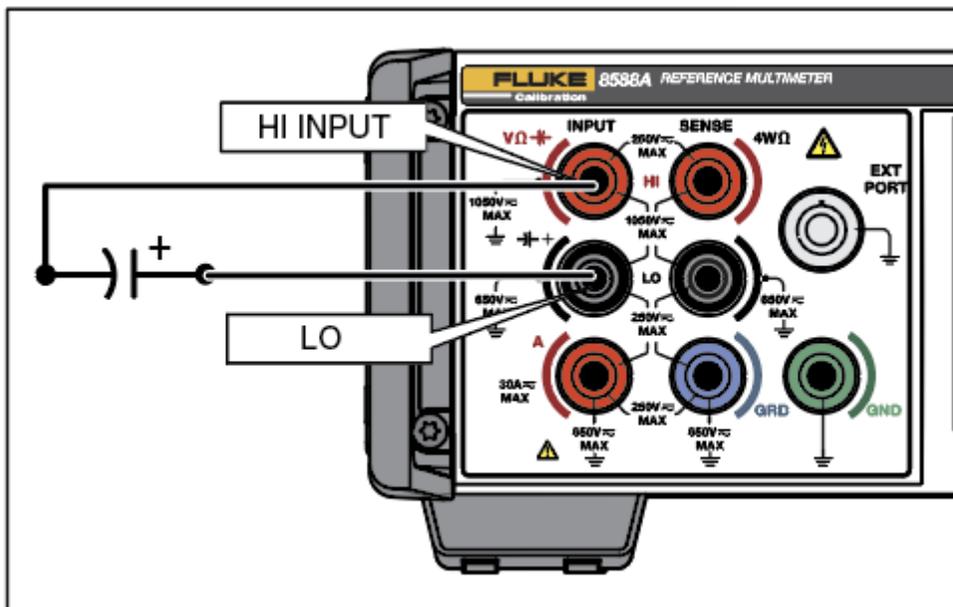


Abbildung 13. Anschluss für Kapazität

iei188.png

Im Modus „Kapazität Normal I“ (Capacitance Normal I) sind die Messbereiche Auto, 1 nF, 10 nF, 100 nF, 1 µF, 10 µF, 100 µF, 1 mF, 10 mF und 100 mF verfügbar. Der Lol-Modus ist auf die Bereiche Auto, 1 mF, 10 mF und 100 mF beschränkt.

Menü „Kapazität“

In diesem Abschnitt wird das Menü „Kapazität“ erläutert.

F1 (Bereich (Range)): Jeder Kapazitätsbereich kann manuell ausgewählt werden. Außerdem können Sie das Produkt durch automatische Auswahl (Auto) in die automatische Bereichswahl versetzen. Nehmen Sie die Bereichswahl mit den Softkeys vor, oder markieren Sie mit den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie **SELECT**. Drücken Sie **BACK**, um zur Startseite des Menüs zurückzukehren.

F2 (Auflösung (Resolution)): Die Kapazität hat eine Auflösung von 4 oder 5 Stellen. Wählen Sie die Auflösung mit den Softkeys aus, oder markieren Sie mit den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie **SELECT**. Drücken Sie **BACK**, um zur Startseite des Menüs zurückzukehren.

F3 (Lol): Für Kapazitätsmessungen stehen zwei verschiedene Stromstärken zur Verfügung. „Lol AUS“ (OFF) ist die Standardeinstellung und führt Messungen in allen Bereichen (1 nF bis 100 mF) durch. „Lol“ verwendet einen niedrigeren Stimulus-Strom und ist auf drei Messbereiche begrenzt (1 mF bis 100 mF). „Lol EIN“ (ON) kann nützlich sein, wenn der Standardstrom in diesen Bereichen zu einer Überlastung der Kapazitätsfunktion eines Kalibrators führt. Siehe *Spezifikationen*.

Messen der Kapazität

Das Produkt arbeitet mit einer DC-Lade-/Entlademethode, um die Kapazität basierend auf der Formel $C = I \, dV/dt$ zu messen. Eine Verwendung der Kapazitätsfunktion ist die Messung des Ausgangs von Multifunktions-Kalibratoren wie z. B. der Fluke 5522A. Verbinden Sie INPUT HI des Produkts mit OUTPUT HI des Kalibrators und INPUT LO des Produkts mit OUTPUT HI des Kalibrators. Schließen Sie bei polarisierten Kondensatoren die positive Seite an LO und die negative Seite an HI (V Ω), wie oben in Abbildung 14 gezeigt. Die Kapazität ist eine 2-Leiter-Messung, und der Produktmesswert umfasst die Kapazität der Anschlussleitungen. Kompensieren Sie die Wirkung der Anschlussleitungen mit der Null-Funktion. Verbinden Sie hierzu ein Ende der Anschlussleitungen mit dem Produkt und das andere Ende mit einem offenen Stromkreis auf einer nicht leitenden Arbeitsfläche. Drücken Sie **ZERO** und wählen Sie **F1** (Nullbereich (Zero Range)) oder **F2** (Null-Funktion (Zero Function)) aus. Die Null-Funktion kann ca. 200 pF Leitungskapazität aufnehmen. Daher empfiehlt Fluke Calibration die Verwendung von kurzen, Anschlussleitungen mit geringer Kapazität. Die Standardkapazität des Kabelsatzes beträgt unter 200 pF, daher ist dieser Wert ausreichend.

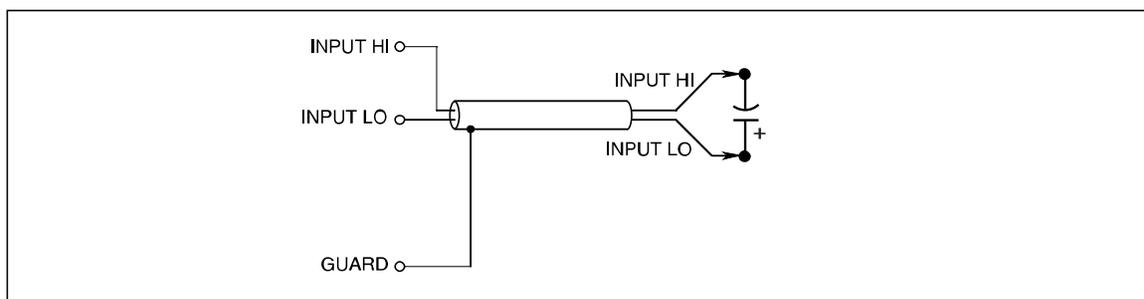


Abbildung 14. Anschluss für Kapazitätsmessungen

igi340.emf

Der Standard-Kabelsatz kann für die meisten Kapazitätsmessungen verwendet werden.

HF-Leistung (nur 8588A)

Zur Durchführung von HF-Leistungsmessungen kann an den **EXT PORT** des Produkts ein HF-Leistungssensor angeschlossen werden.

Anweisungen zum Anschluss eines Leistungssensors an das Produkt und an das zu prüfende Gerät (DUT) finden Sie unten. Stellen Sie keine Anschlüsse her, bevor Sie nicht alle Vorsichtshinweise in dieser Anleitung gelesen haben.

⚠ Vorsicht

Um Geräteschäden zu vermeiden, befolgen Sie die nachstehenden Anweisungen, bevor Sie den Stromsensor an das Produkt oder an ein zu prüfendes Gerät (DUT) anschließen.

⚠ Vorsicht

Die optionalen Leistungssensoren enthalten Komponenten, die durch elektrostatische Entladungen zerstört werden können. Um dies zu vermeiden, berühren Sie niemals den inneren Anschluss des HF-Sensoranschlusses und öffnen Sie niemals den Sensor. Überschreiten Sie niemals die maximale HF-Leistung des Sensors. Selbst kurze Überlastungen können den Sensor zerstören.

⚠ Vorsicht

Die Leistungssensor-Anschlusschnittstelle am Bedienfeld des Produkts darf nur mit kompatiblen Leistungssensoren verwendet werden. Um Schäden am Produkt zu vermeiden, ist kein anderer Anschluss erlaubt.

Fluke Calibration bietet optional einen Sensor des Typs NRP an.

Menü „HF-Leistung“

Drücken Sie **MORE** und dann **F2** (**HF-Leistung** (RF Power)), um die Funktion „HF-Leistung“ zu aktivieren. Wenn kein HF-Sensor angeschlossen ist, werden Sie durch eine Verbindungsmeldung am unteren Bildschirmrand dazu aufgefordert. In diesem Abschnitt wird das Menü „HF-Leistung“ (RF Power) erläutert. Siehe den folgenden Bildschirm:



igi34.png

Wenn ein kompatibler Sensor an einen **EXT PORT** angeschlossen ist, werden der Sensortyp und die Seriennummer oben im Menü „HF-Leistung“ (RF Power) angezeigt. Im unteren Teil des Bildschirms befinden sich zwei Parameter, die mit den Navigationstasten und dem numerischen Tastenfeld geändert werden können:

Frequenz: Die Messwerte der Leistung basieren auf der Frequenz des zu messenden Signals. Nach dem Anschließen des Sensors wird die Frequenz auf einen Standardwert von 50 MHz eingestellt. Sie können die Frequenz mithilfe der Navigationstasten oder des numerischen Tastenfelds ändern. Die erlaubten Frequenzwerte werden durch den verbundenen Sensor bestimmt und schließen i. d. R. 0 Hz ein.

Referenzpegel: Führen Sie mithilfe der Referenzebene relative Messungen durch. Die Standardeinstellung beim Einschalten ist -99 dBm. Zur Änderung der Referenzebene können Sie sie mithilfe der Navigationstasten markieren und auszuwählen. Der Referenzpegel liegt zwischen 99 dBm und -99 dBm. Wenn andere Einheiten ausgewählt sind, wird der Referenzebenenbereich in Tabelle 13 gezeigt. Die Referenzebene kann auch durch Drücken der Taste **F2** (**Letzte Messung** (Last Reading)) eingestellt werden.

Tabelle 13. Grenzwerte für Einheiten der Referenzebene festlegen

Parameter	Min	Max
dBm	-99	+99
Watt	100,03 fW	9,9997 MW
Veff	2,2364 μ V eff	22,358 kV eff
Vpk-pk	6,326 μ Vpk-pk	63,24 kVpk-pk
dB μ V	-6,991 dB μ V	206,988 dBV

Softkeys „HF-Leistung“

In diesem Abschnitt werden die Funktionstasten für „HF-Leistung“ erläutert.

F1 (Messwert (Reading)): Auswahl zwischen „Absolut“ (Absolute) und „Relativ“ (Relative). Die Standardeinstellung ist „Absolut“. Relativ zeigt Messungen relativ zur Referenzstufe an. Der relative angezeigte Messwert ist der absolute Messwert abzüglich der Referenzstufe.

F2 (Letzte Messung (Last Reading)): Durch Drücken von **F2** wird die Referenzstufe auf den aktuell angezeigten Messwert gesetzt. Die Funktion „Letzte Messung“ (Last Reading) ist nützlich, um die Planlage eines Generators relativ zur referenzierten Frequenzgang zu prüfen. **F2** funktioniert sowohl im absoluten als auch im relativen Modus auf die gleiche Weise, d. h. es wird alles angezeigt und zur Referenzstufe gemacht.

F3 (Durchschnitt (Average)): Legt den vom HF-Leistungssensor angewendeten Mittelungsfaktor fest. Wenn dieser auf „Auto“ eingestellt ist, bestimmt der Leistungssensor den Mittelungsfaktor abhängig vom Leistungspegel durchgehend mit einer maximalen Einstellungszeit von 4 Sekunden für den Mittelungsfaktor des Sensors. Alternativ kann ein bestimmter Mittelwertbildungsfaktor zwischen 1 und 32768 in einer Sequenz von 2^n ausgewählt werden. Wählen Sie mit den Navigationstasten den Mittelungsfaktor aus.

Verwenden Sie die Cursortasten oder die Softkeys:

- Auto
- 1
- 2
- 4
- 8
- 16
- 32
- 64
- 128
- 256
- 512
- 1024
- 2048
- 4096
- 8192
- 16384
- 32768

F4 (Einheiten (Units)): Messwerte mit diesen Einheiten: dBm, Watt, Veff, Vp-p und dB μ V. Die Einheiten werden mit den Navigationstasten oder den entsprechenden Softkeys geändert. Die Standardeinheit ist dBm. Das Produkt behält die zuletzt verwendeten Einheiten bei, bis es ausgeschaltet wird.

Hinweis

Bei der Anzeige der Werte in linearen Einheiten wie Watt oder Volt können je nach gemessenem Wert μ W und mW oder μ V und mV verwendet werden.

Anschluss eines Leistungssensors an das Produkt

So verbinden Sie den Schnittstellenkabel-Mehrfachstecker des Leistungssensors mit dem Produkt:

1. Entfernen Sie die Kunststoffschutzkappe vom Kabelendverbinder und heben Sie sie für eine spätere Verwendung auf.
2. Schließen Sie den Mehrfachstecker an den EXT PORT des Produkts an. Drücken Sie fest auf den Mehrfachstecker, bis er einrastet. Siehe Abbildung 15.

Das Vorhandensein eines Sensors am EXT PORT wird automatisch erkannt. Es werden nur kompatible Sensormodelle erkannt. Es kann eine kurze Verzögerung zwischen der Einführung des Steckverbinders und dem Ende der automatischen Erkennung geben.

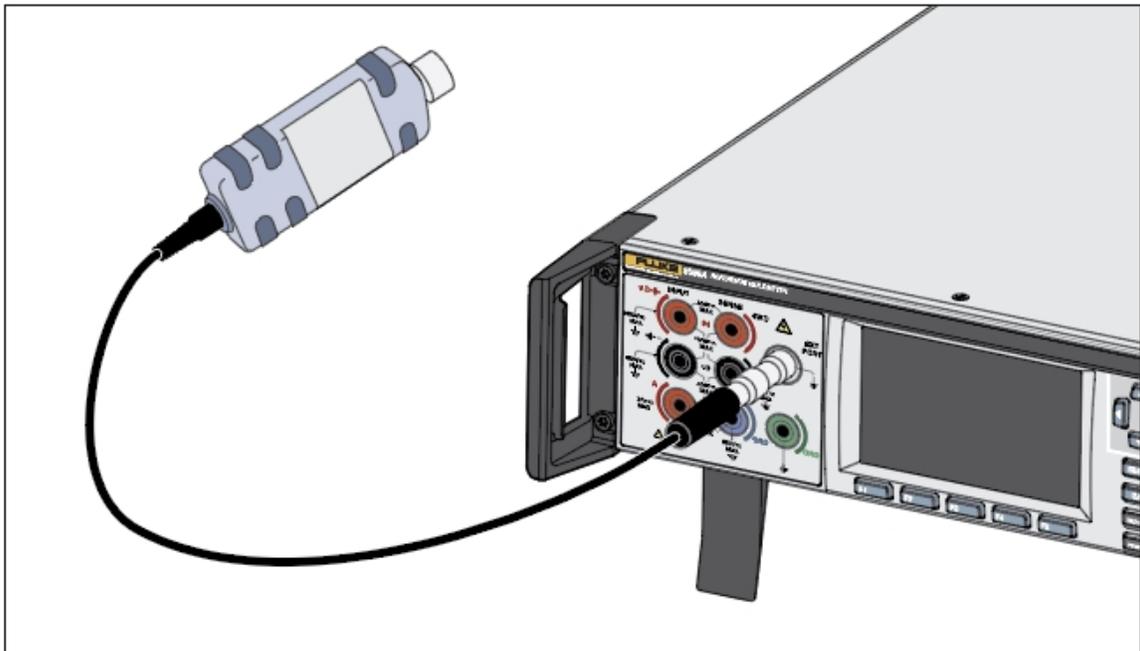


Abbildung 15. Anschluss eines Leistungssensors an das Produkt

iei337.jpg

Verbinden eines Leistungssensors mit einem Prüfling

⚠ Vorsicht

So vermeiden Sie eine Beschädigung des Geräts:

- **Überschreiten Sie niemals die maximale HF-Leistungsgrenze. Selbst kurze Überlastungen können den Sensor zerstören. Siehe *Spezifikationen*.**
- **Berühren Sie nicht den Innenleiter des HF-Anschlusses. Der Leistungssensor enthält Komponenten, die durch elektrostatische Entladungen zerstört werden können.**

So schließen Sie einen Leistungssensor an einen DUT an:

1. Entfernen Sie die Kunststoffschutzkappe vom HF-Eingangsanschluss des Sensors, und heben Sie sie für eine spätere Verwendung auf.
2. Stellen Sie sicher, dass der DUT-Ausgang entweder AUS ist oder sich auf einem sicheren HF-Pegel befindet und verbinden Sie den HF-Eingangsanschluss des Sensors mit dem Ausgang des DUT.
3. Bei einem NRP-Sensormodell, das mit einem 2,92 mm-HF-Anschluss ausgestattet ist, ziehen Sie den Anschluss bis 0,49 Nm (4 in-lb) mit einem Drehmomentschlüssel fest. Wenn ein anderer kompatibler Sensor mit einem anderen HF-Anschlusstyp verwendet wird, ziehen Sie ihn bis zu dem Drehmoment fest, der für diesen Anschlusstyp passend ist.

Hinweis

Die NRP-Leistungssensoren verfügen über einen neuen Typ von HF-Stecker mit Kugellager. Die Friktion ist bei diesem Design deutlich geringer als bei konventionellen HF-Anschlüssen, und eine wiederholbare Verbindung ist selbst bei relativ niedrigen Drehmomenten gewährleistet. Das Sensorgehäuse kann sich immer noch drehen, wenn es bis zum korrekten Drehmoment festgezogen wurde. Versuchen Sie nicht, dies zu verhindern, indem Sie das Drehmoment über den erlaubten Wert hinaus erhöhen, oder indem Sie versuchen, die Verbindung durch Drehen des Sensorgehäuses festzuziehen.

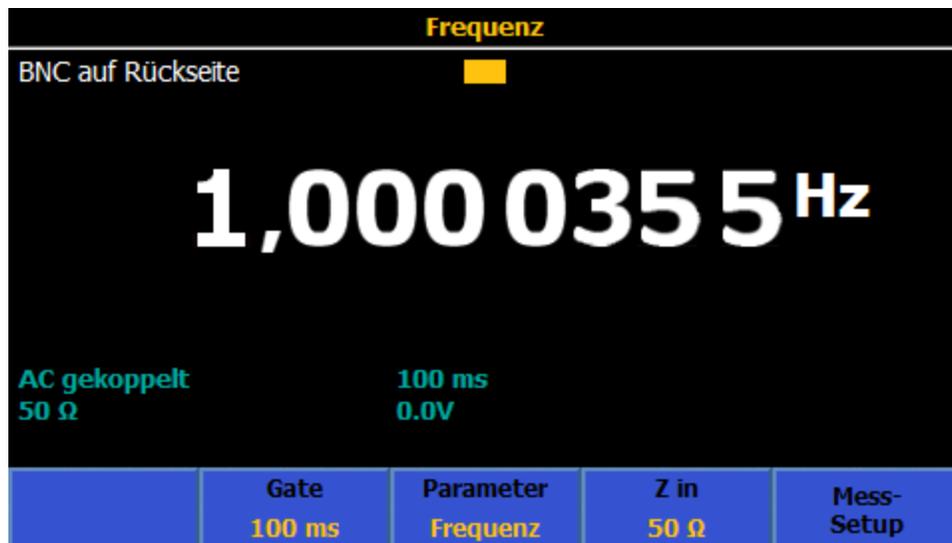
Setup der Messfrequenz

Für gültige Messungen muss die Frequenzeinstellung der Frequenz des zu messenden Signals entsprechen. Um die Frequenz einzustellen, wählen Sie mit den Navigationstasten dieses Feld aus. Geben Sie die Frequenz über das numerische Tastenfeld ein. Die erlaubten Frequenzwerte werden durch den verbundenen Sensor bestimmt und schließen i. d. R. 0 Hz ein.

Frequenzmesser (Frequency Counter)

Drücken Sie im Menü „Mehr“ auf **F3** (**Frequenz** (Frequency)), um die Frequenzmessfunktion zu verwenden. Die Frequenzmessfunktion verwendet standardmäßig den BNC-Steckverbinder auf der Rückseite, um Frequenzmessungen durchzuführen. Der Eingang wird über **F5** (**Mess-Setup** (Measure Setup)) ausgewählt. Im ACV-Modus werden die Anschlüsse V INPUT HI und LO verwendet, um die Frequenz eines ACV-Signals zu messen, und der BNC auf der Rückseite wird deaktiviert. Im ACI-Modus werden die Anschlüsse A INPUT HI und LO verwendet, um die Frequenz eines ACI-Signals zu messen, und der BNC auf der Rückseite wird deaktiviert.

Der übliche Messbildschirm für den Frequenzmesser ist unten gezeigt. Das Eingangsfeld zeigt an, welcher Stecker zur Messung des Eingangssignals ausgewählt ist. Das untere Statusfeld zeigt die Kopplung (AC oder DC) und die Zähler-Gate-Zeit (100 μ s bis 1 s) an. Siehe den folgenden Bildschirm:



igi011.png

Frequenzmesser (Frequency Counter)-Menü

In diesem Abschnitt werden die Menüs des Frequenzmessers erläutert, wenn der BNC auf der Rückseite ausgewählt ist.

F2 (**Gate**): Dient zur Auswahl der Zähler-Gate-Zeit: 100 μ s, 1 ms, 10 ms, 100 ms oder 1 s. Nutzen Sie zur Auswahl die Navigationstasten oder die entsprechenden Softkeys. Die Gate-Zeiten wirken sich auf die Zählauflösung aus, wie in Tabelle 14 dargestellt. In Frequenz werden die Gate-Zeiten nicht von den Eingangskanal- oder RMS-Filtereinstellungen in ACV oder ACI beeinflusst. Wenn Sie die Frequenz als zweite Messung verwenden, werden die Gate-Zeiten von den RMS-Filtereinstellungen in ACV oder ACI beeinflusst. Siehe *ACV-Menü* und *ACI-Menü*.

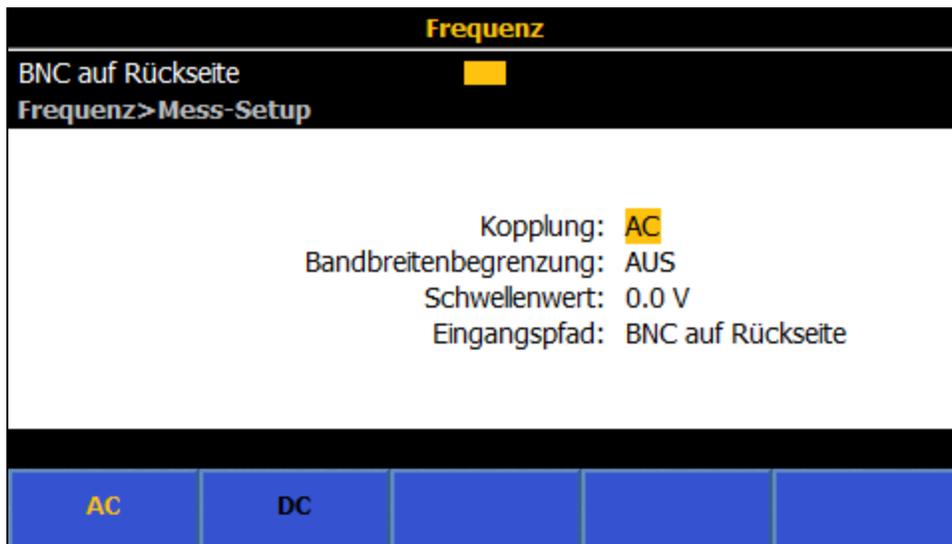
Tabelle 14. Äquivalente Auflösung/Gate-Einstellung

Zähleranzeigenauflösung	Zähler-Gate
8 Stellen	1 s
7 Stellen	100 ms
6 Stellen	10 ms
5 Stellen	1 ms
4 Stellen	100 μ s

F3 (Parameter): Ermöglicht die Anzeige von Frequenz (Standard) oder Zeitraum.

F4 (Z in): Ermöglicht die Auswahl von 50 Ω (Standard) oder Hoch-Impedanz (10 k Ω).

F5 (Mess-Setup (Measure Setup)): Zeigt den folgenden Bildschirm an:



igi012.png

Kopplung (Coupling): Stellt den Eingangspfad auf **F1** (AC) (Standard) oder **F2** (DC) ein.

Bandbreitenbegrenzung (Bandwidth Limit): Kann auf **F1** (EIN) oder **F2** (AUS) eingestellt werden. Wenn Z in auf 50 Ω eingestellt ist und die Bandbreitenbegrenzung eingeschaltet ist, beträgt die Bandbreite bei -3 dB 1,5 MHz. Wenn Z in auf Hoch eingestellt ist und die Bandbreitenbegrenzung eingeschaltet ist, beträgt die Bandbreite bei -3 dB 1 MHz. Die Bandbreite bei -3 dB beträgt 100 MHz, wenn die Bandbreitenbegrenzung auf AUS und Z in auf 50 Ω eingestellt ist. Wenn Z in auf Hoch eingestellt ist und ein externer Inline-Terminator des BNC-Frequenzeingangs auf der Rückseite verwendet wird, beträgt die Bandbreite ebenfalls 100 MHz.

Schwellenwert (Threshold): Kann bei Auswahl des BNC-Eingangs auf -5 V bis +5 V mit einer Auflösung von 0,1 V eingestellt werden. Die Standardeinstellung ist 0,0 V.

Eingangspfad (Input path): Damit wählen Sie den Eingangspfad für den Frequenzmesser aus. Die möglichen Optionen sind:

F1 (BNC auf der Rückseite (Rear BNC)): Wenn Sie den BNC-Eingang auf der Rückseite verwenden, ist die Mindestfrequenz für jede Gate-Zeit viermal höher als erwartet. Eine Gate-Zeit von 1 s hat beispielsweise eine Mindestfrequenzmessung von 4 Hz.

F2 (ACV-Signal): Verwendet die Anschlüsse V INPUT HI und LO.

F3 (ACI-Signal): Verwendet die Anschlüsse A INPUT HI und LO. Durch die Auswahl von **F2** (ACV-Signal) oder **F3** (ACI-Signal) wird der Frequenz-Hauptbildschirm auf den unten dargestellten Bildschirm umgestellt. Dieser Bildschirm verfügt über einen zusätzlichen Softkey **F1** (Bereich (Range)). Für ACV- und ACI-Signale gibt es keine automatische Bereichswahl. Es können nur diskrete Spannungs- oder Strombereiche ausgewählt werden. Die verfügbaren ACV-Bereiche sind 10 mV, 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V und 1 kV. Die verfügbaren ACI-Bereiche sind Auto, 10 µA, 100 µA, 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1 A, 10 A und 30 A. Siehe folgender Bildschirm.



Igi035.png

Messen der Frequenz

Wenn die Frequenz mit dem Steckverbinder am BNC auf der Rückseite gemessen werden soll, müssen Sie geschirmte Koaxialkabel verwenden. Siehe Abbildung 16.

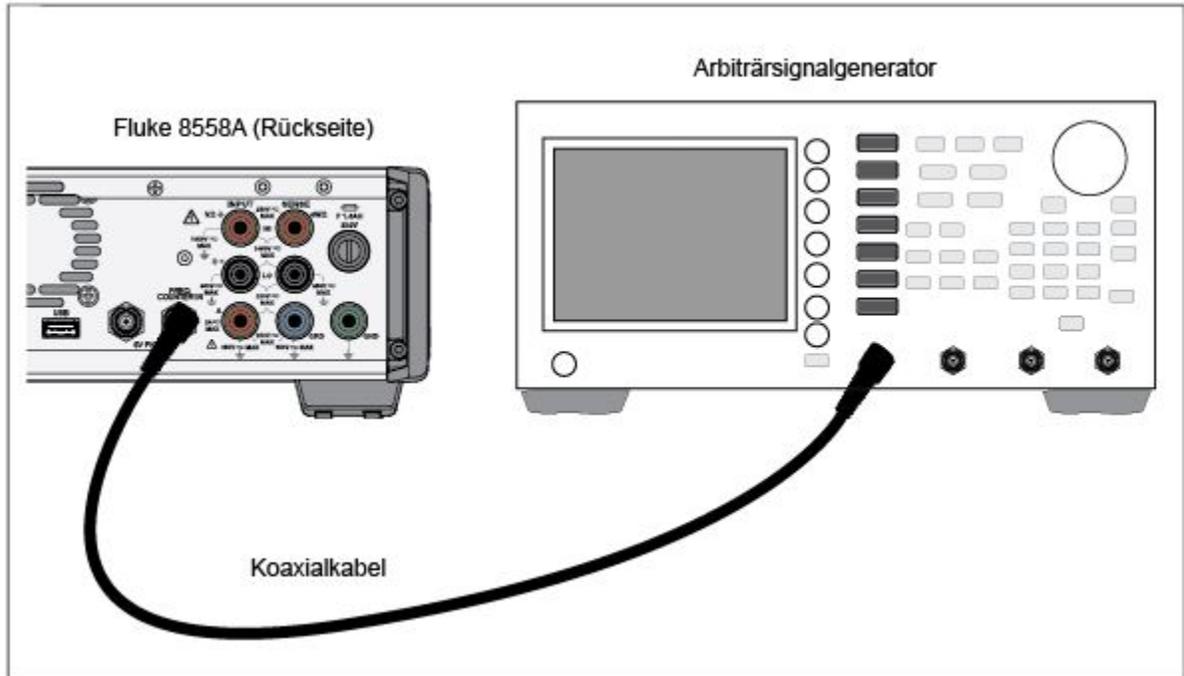


Abbildung 16. Frequenzmessung mit rückseitigem Eingang

igi341.jpg

Verwenden Sie bei der Frequenzmessung mit den Anschlüssen V INPUT HI und LO die gleichen Leitungen wie bei ACV. Vgl. *Wechselspannung*. Wenn Sie die Frequenz mit den Anschlüssen A INPUT HI und LO messen, verwenden Sie die gleichen Leitungen wie bei ACI. Vgl. *Wechselstrom*.

DCI Ext. Shunt (nur 8588A)

Die Funktion „DCI Ext. Shunt“ misst die Gleichspannung über den Shunt und zeigt den berechneten Strom unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften des externen Shunts an. Drücken Sie **[MORE]** und dann **[F4]** (**DCI Ext. Shunt**), um die Funktion „DCI Ext. Shunt“ zu verwenden. Durch „DCI Ext. Shunt“ wird das Produkt mit einem externen Gleichstromshunt zur Strommessung verwendet. Die Spannung kann als zweite Messung angezeigt werden. „DCI Ext. Shunt“ wird zur Erweiterung der Messfähigkeit des Produkts und zur Kalibrierung von Stromshunts verwendet.

Die Standardeinstellung für den externen Shunt ist „Basic“ und ermöglicht eine schnelle Einrichtung. Dieser Shunt erscheint immer oben in der Liste der Shunt-Daten mit Anlagenummer und Hersteller, beide durch „---“ dargestellt. Der maximale Strom- und Widerstandswert sind die einzigen editierbaren Felder für den standardmäßigen Basic-Shunt. Siehe folgender Bildschirm, der die Shunt-Informationszeile über dem berechneten Strommesswert anzeigt:



igi013.png

Menü „DCI Ext. Shunt“

In diesem Abschnitt wird das Menü „DCI Ext. Shunt“ erläutert.

[F4] (**Bereich** (Range)): Ermöglicht die Auswahl der Bereiche Auto, 100 mV, 1 V oder 10 V DC. Auto wechselt je nach Eingang automatisch zwischen diesen Bereichen. Die Eingangsimpedanz beträgt 10 MΩ. Die interne Firmware des Produkts berechnet und korrigiert die Shunt-Belastung auf Basis der Eingangsimpedanz von 10 MΩ, wenn die Shunt-Korrekturen unter Mess-Setup auf EIN gesetzt ist.

[F2] (**Auflösung** (Resolution)): Die Standardauflösung beträgt 6 Stellen. Weitere Auswahlmöglichkeiten sind 4, 5 und 7 Stellen.

[F3] (**2. Messung** (2nd Reading)): Die tatsächliche Gleichspannung oder zusätzliche Leistungsunsicherheit kann als zweite Messung angezeigt werden. Die zweite Messung wird nicht angezeigt, wenn AUS ausgewählt ist. Die Leistungsunsicherheit ist die symmetrische Unsicherheit aufgrund der Eigenerwärmung des Shunts auf der Grundlage des angelegten Stroms und der Leistungsreferenzpegelinstellung für den externen Shunt. Siehe *Berechnung der Leistungsunsicherheit*.

[F4] (**Shunt auswählen** (Select Shunt)): Dieses Menü öffnet eine Reihe weiterer Menüs, die Zugriff auf bestimmte Stromshunts und deren Kennwerte gewähren.

F5 (**Mess-Setup** (Measure Setup)): „Blende/SPS“ (Aperture/PLC) stellt die Integrationszeit des A-D-Wandlers mit den Navigationstasten ein, ähnlich wie beim Mess-Setup in DCV. Die möglichen Optionen sind:

- Auto
- Autom. schnell (Auto Fast)
- Handbuch

Wenn Sie „Manuell“ (Manual) auswählen, können Sie die Softkeys und die numerische Tastatur verwenden, um die Integrationszeit nach SPS und Zeit zu bearbeiten. Die kleinste Zeitblende beträgt 0 Sekunden in Schritten von 200 ns und hat ein oberes Zeitlimit von 10 Sekunden. Die kleinste Blende, die über PLC eingestellt werden kann, ist 0,01. Das obere Limit entspricht einem SPS von 10 Sekunden und wird durch die Einstellung der Netzfrequenz im Gerätesetupmenü festgelegt.

Shunt-Korrekturen (Shunt Corrections): Bei Einstellung auf EIN (Standardeinstellung) basiert der berechnete Strommesswert auf dem Wert des externen Shunts und der Shunt-Last von der 10 MOhm-Eingangsimpedanz des Produkts. Beachten Sie, dass bei der Einstellung AUS bei einem Zurücksetzen des Geräts (**Gerätesetup > Gerät zurücksetzen (Instrument Setup > Reset Instrument)**) die Einstellung AUS beibehalten wird. Wenn das Produkt aus- und wieder eingeschaltet wird, wird die Shunt-Korrektur immer auf EIN gesetzt.

Untermenü „Shunt auswählen“

In diesem Abschnitt wird das Untermenü „Shunt auswählen“ (Select Shunt) erläutert.

F1 (**Nach unten** (Page Down)) und **F2** (**Nach oben** (Page Up)): Hiermit können Sie durch alle im Produkt gespeicherten Stromshunts blättern.

F3 (**Sortieren nach** (Sort By)): Ermöglicht die Sortierung nach Anlagennummer, Seriennummer oder Max. A. Drücken Sie **F3**, um die drei Auswahlmöglichkeiten zu durchlaufen. Beachten Sie, dass sich der Basis-Shunt immer oben befindet.

F4 (**Shunt löschen** (Delete Shunt)): Ermöglicht das Löschen des ausgewählten Shunts (angezeigt durch den abgedunkelten Kreis auf der linken Seite). Vor dem tatsächlichen Löschen wird eine Benutzeranfrage angezeigt.

F5 (**Shunts verwalten** (Manage Shunts)): Ermöglicht das Bearbeiten bestimmter Eigenschaften des Shunts sowie das Hinzufügen eines neuen Shunts.

Untermenü „Shunts verwalten“ (Manage Shunts)

Das Untermenü „Shunts verwalten“ wird in diesem Abschnitt erläutert. Geben Sie die entsprechenden Informationen für jedes dieser Felder mit den Navigationstasten und dem Ziffernblock ein.

- **Anlagennummer** (Asset number) (wird als erstes Feld in der Shunt-Informationszeile des Hauptbildschirms „DCI Ext. Shunt“ angezeigt)
- **Hersteller** (Manufacturer) (wird als zweites Feld auf der Shunt-Informationszeile angezeigt)
- **Modell** (Model)
- **Seriennummer** (Serial Number)
- **Widerstandswert** (Resistance value): Verwenden Sie die numerische Tastatur und **ENTER**, um den Widerstandswert des Shunts einzugeben, z. B. aus dem letzten Kalibrierzertifikat. Der Widerstandswert wird als viertes Feld in der Shunt-Informationszeile angezeigt.

- **Maximaler Strom** (Maximum current): Geben Sie über das numerische Tastenfeld und **ENTER** den maximalen Strom ein, der am Shunt angelegt werden kann, ohne dass sich der Widerstandswert ändert. Der maximale Strom wird als drittes Feld in der Shunt-Informationszeile angezeigt.
- **Referenzleistungsstufe** (Power ref. level): Geben Sie den Strompegel ein, der bei der Kalibrierung des Shunt-Widerstandswerts angelegt wird.
- **Leistungskoeffizient** (Power coefficient): Geben Sie den Leistungskoeffizienten des Shunts in $\mu\text{A}/\text{A}$ ein.

Die Werte für die Referenzleistungsstufe und den Leistungskoeffizienten werden verwendet, um die zusätzliche Unsicherheit des angezeigten Stroms aufgrund der Eigenerwärmung des Shunts zu berechnen. Die Leistungsunsicherheit wird als ganzzahliger Wert zwischen $0 \mu\text{A}/\text{A}$ und $999.999 \mu\text{A}/\text{A}$ angezeigt und wirkt sich nicht auf den berechneten Strom aus. Siehe den folgenden Bildschirm .

Berechnung der Leistungsunsicherheit

Leistungsunsicherheit = Leistungskoeffizient x $\{1 - (\text{gemessener Strom}/\text{Referenzleistungsstufe})^2\}$

Siehe den folgenden Bildschirm:



igi014.png

Drücken Sie auf **F4** (**Als neu speichern** (Save as new)), um einen neuen DCI Ext. Shunt zu speichern, oder drücken Sie auf **F5**, um die Änderungen am vorhandenen Shunt zu speichern.

Messen von Gleichstrom mit „DCI Ext. Shunt“

Die Funktion „DCI Ext. Shunt“ liefert einen berechneten Stromwert für einen bestimmten Stromshunt, indem die Spannung über den Shunt gemessen wird. Wenn Shunt-Korrekturen auf AUS gesetzt ist, wird der angezeigte Strom aus $I = V/R$ berechnet, wobei R der Widerstand des Shunts ist. Wenn „Korrekturen“ eingeschaltet ist, wird der angezeigte Strom anhand des Parallelwiderstands des Shunts und der 10 M Ω -Eingangsimpedanz der Funktion „DCI Ext. Shunt“ berechnet. Die Verbindungen sind in Abbildung 17 dargestellt.

Für die Eingangsanschlüsse des externen Shunts sind ähnliche Anschlussüberlegungen erforderlich wie für die Gleichstrommessung. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Twisted-Pair-Kabel, um induzierte Störsignale zu reduzieren, und schließen Sie GUARD an die Quelle der Gleichtaktspannung an, um einen separaten Gleichstrompfad bereitzustellen. Um die Anschlüsse des externen Shunts an das Produkt anzuschließen, verwenden Sie Niedrigthermokabel wie bei DCV.



igi105.emf

Abbildung 17. Externer DC-Shunt-Anschluss

ACI Ext. Shunt (nur 8588A)

Die Funktion „ACI Ext. Shunt“ misst die Wechsellspannung über den Shunt und zeigt den berechneten Strom unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften des externen Shunts an. Drücken Sie auf **MORE**, **F5** (Mehr) und dann **F2** (ACI Ext. Shunt), um die Funktion „ACI Ext. Shunt“ zu verwenden. Bei „ACI Ext. Shunt“ wird das Produkt mit einem externen AC-Stromshunt verwendet. Wenn Shunt-Korrekturen auf AUS gesetzt ist (unter **F5** (Mess-Setup (Measure Setup))), wird der angezeigte Strom aus $I = V/R$ berechnet, wobei R der Widerstand des Shunts ist. Wenn Shunt-Korrekturen auf EIN gesetzt ist, wird der angezeigte Strom unter Berücksichtigung der AC/DC-Differenz des Shunts und der Eingangsimpedanz der Funktion „ACI Ext. Shunt“ berechnet. Die Spannung kann auch als zweite Messung angezeigt werden. „ACI Ext. Shunt“ erweitert die Strommessfähigkeit des Produkts und wird zur Kalibrierung von Stromshunts verwendet.

Menü „ACI Ext. Shunt“

In diesem Abschnitt wird das Menü „ACI Ext. Shunt“ erläutert.

F1 (Bereich (Range)): Dieses ermöglicht die Auswahl der Bereiche Auto, 10 mV, 100 mV, 1 V oder 10 V AC. Auto wechselt je nach Eingang automatisch zwischen diesen Bereichen. Die Eingangsimpedanz beträgt 10 MOhm parallel zu 80 pF. Die interne Firmware des Produkts berechnet und korrigiert die Shunt-Last auf Basis der Eingangsimpedanz von 10 M Ω /80 pF, wenn die Shunt-Korrektur auf EIN gesetzt ist.

F2 (Auflösung (Resolution)): Die Standardauflösung beträgt 6 Stellen. Weitere Auswahlmöglichkeiten sind 4, 5 und 7 Stellen.

F3 (RMS Filter): Drücken Sie diese Taste, um verschiedene Filter für den Effektivwertwandler auszuwählen, sodass Messungen bis zur gewählten Filterfrequenz möglich sind, ohne dass die Genauigkeit beeinträchtigt wird und die Messwerte zu stark schwanken. Einer der Filter befindet sich immer im Stromkreis. Der 40 Hz-Filter ist die Standardauswahl beim Einschalten. Die verfügbaren Filter sind 0,1 Hz, 1 Hz, 10 Hz, 40 Hz, 100 Hz und 1 kHz. Die Filtereinstellung bestimmt die Leserate in ACI. Siehe *Spezifikationen*. Markieren Sie mit den Softkeys oder den Navigationstasten die Auswahl, und drücken Sie dann **SELECT**. Drücken Sie **BACK**, um zum vorherigen Menü zurückzukehren.

F4 (Shunt auswählen (Select Shunt)): Dieses Menü öffnet eine Reihe von Untermenüs, die den Zugriff auf bestimmte Stromshunts und deren Eigenschaften ermöglichen. (**Mess-Setup (Measure Setup)**) des Menüs „ACI Ext. Shunt“ liefert Zugriff auf ein Menü, in dem Sie ändern können, wie Messungen durchgeführt und was angezeigt werden soll. Siehe *Menü „Mess-Setup ACI Ext. Shunt“*.

Untermenü „Shunt auswählen“

In diesem Abschnitt wird das Untermenü „Ext. Shunt“ erläutert.

F1 (Nach unten (Page Down)) und **F2 (Nach oben (Page Up)):** Hiermit können Sie durch alle im Produkt gespeicherten Stromshunts blättern.

F3 (Sortieren nach (Sort by)): Ermöglicht die Sortierung nach Anlagennummer, Seriennummer oder Max. A. Drücken Sie **F3**, um die Auswahlmöglichkeiten zu durchlaufen.

F4 (Shunt löschen (Delete Shunt)): Ermöglicht das Löschen des ausgewählten Shunts (angezeigt durch den abgedunkelten Kreis auf der linken Seite). Vor dem tatsächlichen Löschen wird eine Bestätigungsanfrage angezeigt.

F5 (Shunts verwalten (Manage Shunts)): Ermöglicht das Bearbeiten bestimmter Eigenschaften des Shunts sowie das Hinzufügen eines neuen Shunts.

Untermenü „Shunts verwalten“ (Manage Shunts)

In diesem Abschnitt wird das Untermenü „Shunts verwalten“ (Manage Shunts) beschrieben, das dem zuvor erwähnten Untermenü „DCI Ext. Shunt“ ähnelt.

Drücken Sie auf **F3 (AC-DC-Diff. bearbeiten (Edit AC-DC Differences))**, um ein Menü zum Eingeben von AC-DC-Differenzen des Stromshunts zu öffnen. Geben Sie bei Verwendung von Fluke A40B Stromshunts die AC/DC-Differenzen an jedem der Frequenzpunkte aus dem Kalibrierungszertifikat des jeweiligen Shunts ein. Wenn Shunt-Korrekturen auf EIN (unter **F5 (Mess-Setup)**) eingestellt ist, wird der berechnete Stromwert mithilfe einer linearen Interpolation der AC-Differenzen auf der Basis der Frequenz korrigiert. Siehe den folgenden Bildschirm:

ACI Ext. Shunt	
Vorderseite	
Shunt auswählen>Shunts verwalten>AC-DC-Diff.	
Frequenz (Hz)	AC-DC-Diff. (µA/A)
300 Hz	45
500 Hz	15
1 kHz	60
3 kHz	75
10 kHz	90
30 kHz	120

Seite nach unten Seite nach oben Punkt bearbeiten Punkt einfügen Punkt löschen

igi015.png

Geben Sie die entsprechenden Informationen für jedes der mit den Navigationstasten und dem numerischen Tastenfeld aufgelisteten Felder ein.

- **Anlagennummer** (Asset number) (wird als erstes Feld in der Shunt-Informationszeile des Hauptbildschirms „DCI Ext. Shunt“ angezeigt)
- **Hersteller** (Manufacturer)
- **Modell** (Model) (wird als zweites Feld in der Shunt-Informationszeile angezeigt)
- **Seriennummer**
- **Widerstandswert** (Resistance value): Verwenden Sie die numerische Tastatur und **ENTER**, um den Widerstandswert des Shunts einzugeben, z. B. aus dem letzten Kalibrierzertifikat. Der Widerstandswert wird als viertes Feld in der Shunt-Informationszeile angezeigt.
- **Maximaler Strom** (Maximum current): Geben Sie über das numerische Tastenfeld und **ENTER** den maximalen Strom ein, der am Shunt angelegt werden kann, ohne dass sich der Widerstandswert ändert. Der maximale Strom wird als drittes Feld in der Shunt-Informationszeile angezeigt.
- **Referenzleistungsstufe** (Power ref. level): Geben Sie den Strompegel ein, der bei der Kalibrierung des Shunt-Widerstandswerts angelegt wird.
- **Leistungskoeffizient** (Power coefficient): Geben Sie den Leistungskoeffizienten des Shunts in $\mu\text{A/A}$ ein.

Die Werte für die Referenzleistungsstufe und den Leistungskoeffizienten zeigen die zusätzliche Unsicherheit des angezeigten Stroms aufgrund der Eigenerwärmung des Shunts an. Die Leistungsunsicherheit wird als ganzzahliger Wert zwischen $0 \mu\text{A/A}$ und $999.999 \mu\text{A/A}$ angezeigt und wirkt sich nicht auf den berechneten Strom aus. Siehe den folgenden Bildschirm .

Berechnung der Leistungsunsicherheit:

Leistungsunsicherheit = Leistungskoeffizient x $\{1 - (\text{gemessener Strom/Referenzleistungsstufe})^2\}$

Drücken Sie auf **F4** (**Als neu speichern** (Save as new)), um den ACI Ext. Shunt zu speichern, oder auf **F5** (**Änderungen speichern** (Save changes)), um die Shunt-Änderungen zu speichern. Siehe den folgenden Bildschirm:

ACI Ext. Shunt				
Vorderseite				
Shunt auswählen>Shunts verwalten				
Anlagennummer: n. z.				
Hersteller: n. z.				
Modell: n. z.				
Seriennummer: n. z.				
Widerstandswert: 0.0800000 Ω				
Maximaler Strom: 1.0 A				
Referenzleistungsstufe: 0 nA				
Leistungskoeffizient: 1 $\mu\text{A/A}$				
		AC-DC-Diff bearbeiten	Als neu speichern	Änderungen speichern

igi020.png

Menü „Mess-Setup ACI Ext. Shunt“ (ACI Ext Shunt Measure Setup)

In diesem Abschnitt wird das Untermenü „ACI Ext. Shunt“ **F5** (Mess-Setup (Measure Setup)) erläutert.

- **Kopplung Signalpfad** (Signal path coupling): Wählen Sie **F1** (AC) oder **F2** (DC).
- **Zweite Messung** (Secondary Reading): In der ACI-Funktion kann eine zweite Messung angezeigt werden. Folgende Menüoptionen stehen zur Verfügung:
 - **F1** (Shunt-Spannung (Shunt Voltage))
 - **F2** (Frequenz (Frequency))
 - **F3** (Zeitraum (Period))
 - **F4** (Leistungsunsicherheit (Power Uncertainty)) Die Leistungsunsicherheit basiert auf dem Eingangsstrompegel des Shunts, der Leistungsreferenzstufe und dem Leistungskoeffizienten. Die Leistungsunsicherheit ist die symmetrische Unsicherheit aufgrund der Eigenerwärmung des Shunts auf Basis des Eingangsstrompegels. Siehe Berechnung der Leistungsunsicherheit.
 - **F5** (Mehr (More)) zusätzliche Parameter für sekundäre Messwerte
 - **F1** (Spitze-Spitze (Pk to Pk) (einfache Wiederholung))
 - **F2** (Positive Spitze (Positive Peak))
 - **F3** (Negative Spitze (Negative Peak))
 - **F4** (Scheitelfaktor (Crest Factor))
 - **F5** (Mehr (More)) zeigt an:
 - **F1** (Positive Spitze (Positive Peak)) (einfache Wiederholung)
 - **F2** (Negative Spitze (Negative Peak))
 - **F3** (Scheitelfaktor (Crest Factor))
 - **F4** (AUS (OFF))
 - **F5** (More (Mehr)) bringt Sie zur obersten Ebene des Mess-Setup-Menüs zurück.

Wenn „Spitze-Spitze“ ausgewählt ist, wird die Spitze-zu-Spitze-Methode aktiv. (Siehe unten).

- **Kopplung Frequenzpfad** (Frequency path coupling): Die Kopplung Frequenzpfad kann AC oder DC sein, wenn die Kopplung Signalpfad (oben) auf DC eingestellt ist. Andernfalls ist nur Wechselstrom verfügbar.

- **Bandbreitenbegr. Frequenzpfad** (Frequency path bandwidth limit): Wählen Sie **F1** (**AUS**) oder **F2** (**EIN**). Reduziert Rauschen im Frequenzmesser-Signalpfad. Wenn ein zu starkes Rauschen beobachtet wird, schalten Sie die Bandbreitenbegrenzung (Bandwidth limit) für Signale < 70 kHz ein.
- **Zähler-Gate (Counter Gate)** : Eingestellt auf:
 - **F1** (**Auto**)
 - **F2** (**1 ms**)
 - **F3** (**10 ms**)
 - **F4** (**100 ms**)
 - **F5** (**1 s**)
- **Spitze-zu-Spitze-Methode**: Dieses Untermenü wird aktiviert, wenn die zweite Messung (Secondary Reading) auf Spitze-Spitze (Pk to Pk) eingestellt ist.
 - **F1** (**Gemessen (Measured)**) zeigt den Spitze-Spitze-Wert, wie in ACI gemessen, unter der Annahme, dass keine bestimmte Signalwellenform vorliegt.
 - **F2** (**Sinus (Sine)**)
 - **F3** (**Rechteck (Square)**)
 - **F4** (**Dreieck**)
 - **F5** (**Abgeschnittene Sinuswelle (Truncated Sine)**)

F2 bis **F5** geben den Typ der gemessenen Signalwellenform an, und berechnen basierend auf dem Effektivwert den Spitze-Spitze-Wert.

Einstellung:

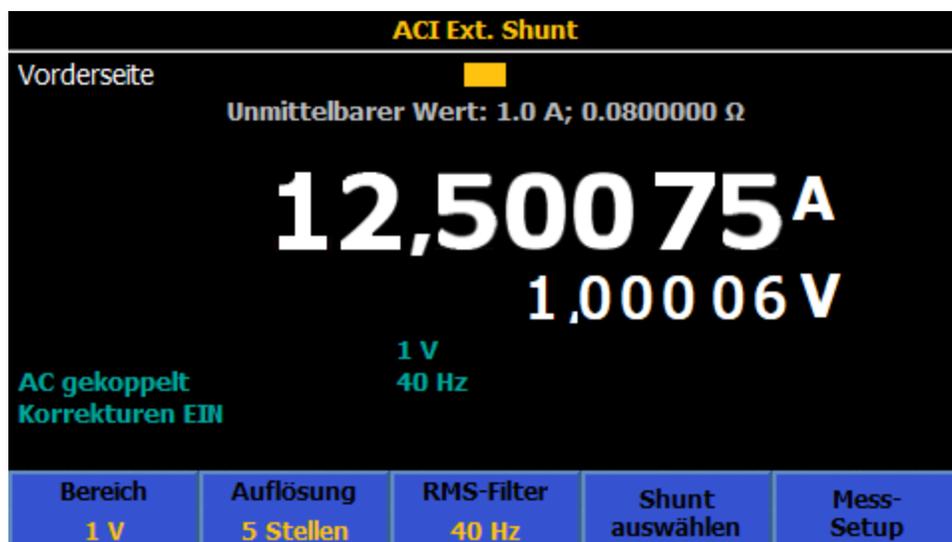
- Sinus, der angezeigte Spitze-Spitze-Wert ist $2 \times (\text{Quadratwurzel von } 2) \times \text{Effektivwert}$.
- Rechteck (Square) ist $2 \times \text{Effektivwert}$
- Dreieck (Triangle): $2 \times (\text{Quadratwurzel von } 3) \times \text{Effektivwert}$
- Abgeschnittene Sinuswelle ist $4,618803 \times \text{Effektivwert (eff.)}$

Die Auswahl Rechteck (Square), Dreieck (Triangle) und Abgeschnittene Sinuswelle (Truncated Sine) dienen dazu, um die Spitze-zu-Spitze-Leistung von Multi-Produkt Calibrators wie dem Fluke 5522A zu messen, die über diese Nicht-Sinuswellenausgabe verfügen. Siehe den folgenden Bildschirm:



igi017.png

Das untere Feld (Shunt-Korrekturen (Shunt Corrections) EIN/AUS) legt fest, ob die AC/DC-Differenzen für den ausgewählten Shunt auf den angezeigten Strompegel angewendet werden und die Shunt-Last auf Grund der Eingangsimpedanz des Spannungsmesskreises (10 MOhm parallel zu 80 pF) berücksichtigt wird. Das Hauptdisplay zeigt an, ob die Korrekturen eingeschaltet sind. Beachten Sie, dass bei der Einstellung AUS bei einem Zurücksetzen des Geräts (unter **Gerätesetup > Gerät zurücksetzen** (Instrument Setup > Reset Instrument)) die Einstellung AUS beibehalten wird. Wenn das Produkt aus- und wieder eingeschaltet wird, ist Shunt-Korrekturen immer auf EIN gesetzt. Das Produkt verwendet eine lineare Interpolation der geladenen AC/DC-Unterschiede zwischen den Frequenzpunkten, um Korrekturen vorzunehmen. Siehe den folgenden Bildschirm:



igi019.png

Messen von Wechselstrom mit „ACI Ext. Shunt“

Die Funktion „ACI Ext. Shunt“ liefert einen berechneten Strommesswert für einen bestimmten Stromshunt. Die Funktion „ACI Ext. Shunt“ ist besonders nützlich für Stromshunts, die Korrekturen für AC/DC-Differenzen bei verschiedenen Frequenzen aufweisen, wie z. B. die Stromshunts der Serie A40B. Die Anschlüsse sind in Abbildung 18 dargestellt.

Für die externen Shunt-Eingänge sind ähnliche Anschlussüberlegungen erforderlich wie für die Wechselstrommessung. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Twisted-Pair-Kabel, um induzierte Störsignale zu reduzieren, und schließen Sie GUARD an die Quelle der Gleichtaktspannung an, um einen separaten Gleichstrompfad bereitzustellen. Verwenden Sie qualitativ hochwertige Leitungen und Anschlüsse, um die für Strommessungen erzeugte Belastung (Konformität) zu minimieren und so die Messgenauigkeit zu verbessern. Fluke Calibration empfiehlt die Verwendung von möglichst kurzen Leitungen, um die Leitungskapazität, die Leitungsinduktivität und den Schleifenbereich zu reduzieren. Die Messanschlüsse des externen Shunts sollten mit abgeschirmten Kabeln an die Anschlüsse V INPUT HI und LO des Produkts angeschlossen werden.

⚠ ⚠ Warnung

GROSSE STROMSTÄRKE !

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- **Die Spezifikation der Messkategorie (CAT) der am niedrigsten spezifizierten Komponente eines Geräts, Messfühlers oder Zubehörs nicht überschreiten.**
- **Nur Messfühler, Messleitungen und Zubehör verwenden, die dieselbe Messkategorie, Spannung und Nennstromstärke wie das Produkt aufweisen.**

Hinweis

Bei Wechselstrommessungen beachten Sie besonders die Leitungsimpedanzen und zwar insbesondere die kapazitive Wirkung bei hohen Frequenzen in niedrigen Strombereichen. (Siehe Messen von Wechselspannung)



Abbildung 18. ACI Ext. Shunt

igi105.emf

PRT

Drücken Sie auf **MORE**, **F5** (**Mehr (More)**) und dann **F3** (**PRT**) (Platin-Widerstandsthermometer), um die PRT-Messfunktion zu verwenden. Die PRT-Messfunktion liefert eine Temperaturanzeige durch Messung des Widerstands eines angeschlossenen PRT. Es können 2-, 3- oder 4-Leiter-Messungen durchgeführt werden.

PRT-Untermenü

In diesem Abschnitt wird das PRT-Untermenü erläutert.

F1 (**Stromzange R_o(Probe R_o)**): Wählt entweder 100 Ω- oder 25 Ω-PRT aus.

F2 (**Auflösung (Resolution)**): Die Standardauflösung beträgt 5 Stellen. Die andere Option ist 6 Stellen.

F3 (**Stromzange (Probe)**): Ermöglicht die Auswahl von PRTs mit 2, 3 oder 4 Leitern.

F4 (**Einheiten (Units)**): Mit diesem Softkey wird ein Menü geöffnet, in dem die gewünschten Temperatureinheiten K, °C oder °F ausgewählt werden können.

F5 (**Mess-Setup (Measure Setup)**): Bietet Zugriff auf ein Menü, das die Messwertrate ähnlich wie DCV ändert. Zur Auswahl stehen „Auto“, „Autom. schnell“ und „Manuell“.

PRTs messen

Bevor Sie ein 2- oder 3-Leiter-PRT anschließen, müssen Sie den Eingangnullpunkt für die in Tabelle 15 aufgeführten Widerstandsbereiche durchführen.

Tabelle 15. PRTs messen

Stromzange R _o	2-Leiter-PRT	3-Leiter-PRT
25 Ω	100 Ω, Lol EIN, 2 Leiter	100 Ω, Lol EIN, 2 und 4 Leiter
100 Ω	100 Ω, Lol und 1 kΩ, Lol EIN, 2 Leiter	100 Ω, Lol und 1 kΩ, Lol AUS, 2 und 4 Leiter

Hinweis

PRT mit 4 Leitern verwendet Echte Ω , sodass kein Nullabgleich erforderlich ist.

Verbinden Sie die PRT-Stromzange mit dem Produkt auf die gleiche Weise wie bei Widerstandsmessungen mit dem entsprechenden Anschluss, wie in Abbildung 19 gezeigt. Wählen Sie den entsprechenden 2-, 3- oder 4-Leiter-Stromzangentyp mit dem Softkey **F3** (**Stromzange** (Probe)) aus. Fluke Calibration empfiehlt, das „Ext. Schirmung“ auf EIN ist (**INPUTS**, **F4** (**Ext. Schirmung** (Ext. Guard))).

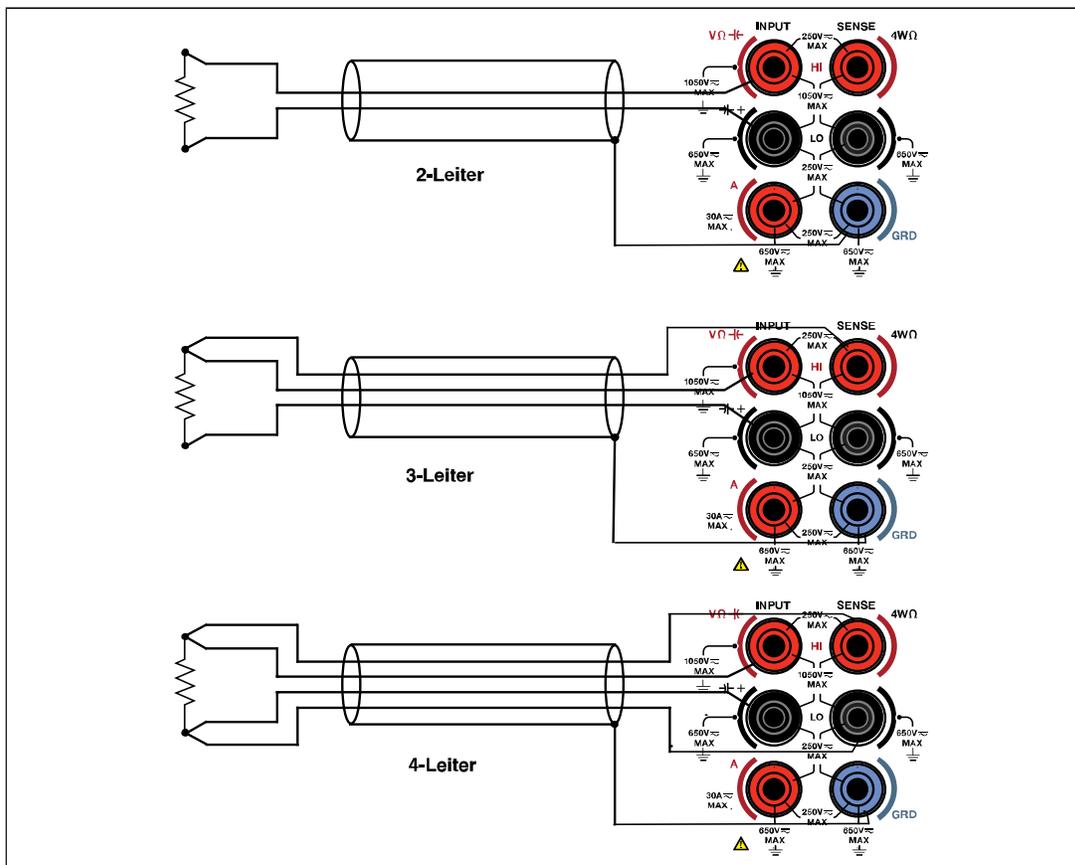


Abbildung 19. PRT-Anschlüsse

igi131f.emf

Hinweis

Die 3-Leiter-PRT-Verbindung ist eigentlich eine 4-Leiter-Messung und erfordert einen Kurzschluss zwischen den in Abbildung 19 dargestellten niedrigen Anschlüssen.

Thermoelement

Die Thermoelement-Messfunktion (Thermocouple Measure) ermöglicht 2-Leiter-Messungen, die die Anschlüsse V INPUT HI und LO verwenden, um Gleichspannung in Temperatur umzuwandeln. Drücken Sie **MORE**, **F5** (**Mehr** (More)) und dann **F4** (**Thermoelement** (Thermocouple)), um die Thermoelement-Messfunktion zu verwenden.

Für Thermoelementmessungen ist eine externe Vergleichsstellenkompensation erforderlich. Die unterstützten Thermoelementtypen sind J, R, E, N, U, C, L, T, B, K und S. Das Produkt verwendet für alle Thermoelementmessungen den 100 mV-Gleichspannungsbereich.

Menü „Thermoelement“

F1 (**Typ** (Type)): Drücken Sie diesen Softkey, um die Thermoelementauswahl anzuzeigen. Nehmen Sie die Auswahl des Thermoelementtyps mit den Softkeys vor oder markieren Sie mit den Navigationstasten die Auswahl und drücken dann **SELECT**. Das Produkt verfügt über integrierte Tabellen, die je nach Thermoelementtyp die gemessene Spannung in Temperatur umwandeln.

F2 (**Auflösung** (Resolution)): Die Standardauflösung beträgt 5 Stellen. Die andere Option ist 6 Stellen.

F3 (**2. Messung** (2nd reading)): Wählen Sie EIN, um die tatsächliche Gleichspannung anzuzeigen, die für die 2. Messung gemessen wurde.

F4 (**Einheiten** (Units)): Mit diesem Softkey wird ein Menü geöffnet, in dem die gewünschten Temperatureinheiten K, °C oder °F ausgewählt werden können.

F5 (**Mess-Setup** (Measure setup)): Bietet Zugriff auf ein Menü, in dem Sie die Messrate ähnlich wie bei DCV ändern können. Zur Auswahl stehen „Auto“, „Autom. schnell“ und „Manuell“.

Messung von Thermoelementen

Thermoelemente werden häufig zur Temperaturmessung über einen großen Bereich eingesetzt, da sie schnell ansprechen und keine Eigenerwärmung haben. Die Thermoelementfunktion kann verwendet werden, um die Thermoelemente selbst zu kalibrieren oder um den elektronischen Thermoelementausgang von Thermoelementsimulatoren zu kalibrieren, wie sie im Multi-Product Calibrator Fluke 5522A zu finden sind. Beide Anwendungen erfordern die Verwendung einer externen Vergleichsstelle, die oft als Vergleichsstelle für niedrige Temperaturen bezeichnet wird.

Ein Thermoelement wie in Abbildung 20 besteht im Allgemeinen aus zwei Leitern aus unterschiedlichen Metallen, die an einem Ende miteinander verbunden sind. Dieses Ende heißt Messverbindung oder heiße Verbindung. Das andere Ende, an dem die Leiter nicht verbunden sind, wird mittels Kupferdraht mit den Anschlüssen V INPUT HI und LO des Produkts verbunden. Zwischen den Metall- und den Kupferleitern des Thermoelements muss eine Vergleichsstelle (auch als kalte Verbindung bezeichnet) bereitgestellt werden.

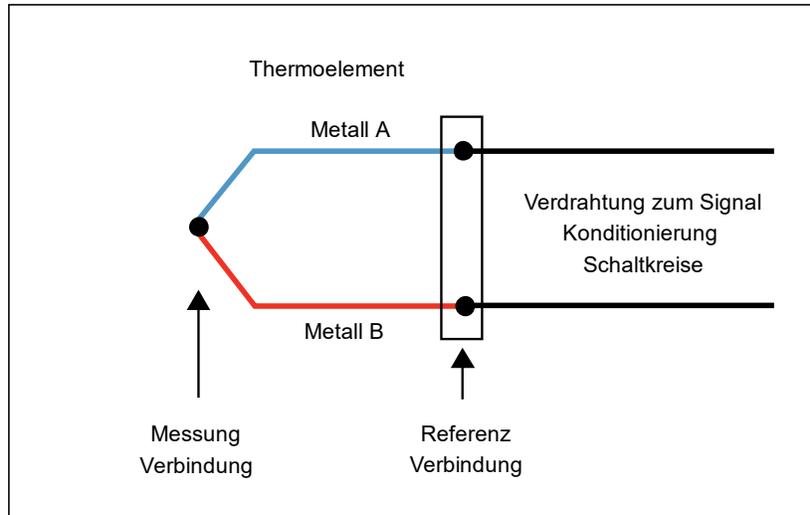


Abbildung 20. Thermoelement

igi107.emf

Die Temperatur der Thermoelement-Vergleichsstelle muss bekannt sein, um einen genauen absoluten Temperaturmesswert von einem Thermoelementsimulator zu erhalten. Abbildung 21 zeigt die erforderlichen Verbindungen zwischen dem Produkt und dem DUT, einem elektronischen Simulator des Fluke 5522A, unter Verwendung eines handelsüblichen Nullpunkt-Blockkalibrators als kalte Verbindung.

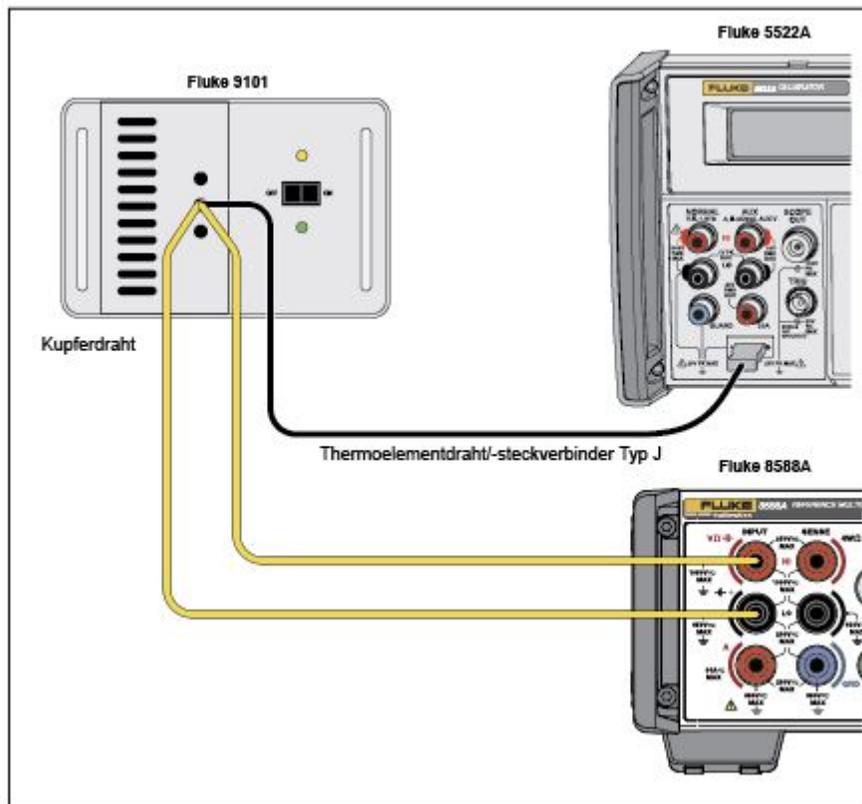


Abbildung 21. Thermoelementanschluss

igi338.jpg

In diesem Beispiel sind der Simulator des Fluke 5522A und das Produkt beide auf ein Thermoelement vom Typ J (Konstantan und Eisen) eingestellt. Zwischen dem DUT und der Kaltverbindung müssen Sie den richtigen Anschlussdraht und Steckverbinder für Typ J verwenden. Die Verbindung von der Kaltverbindung zum Produkt muss mit Kupferdraht erfolgen. Anstelle des Nullpunkt-Blockkalibrators kann auch ein Dewargefäß mit einer Eis-/Wasserschlammischung verwendet werden. Zur Erreichung höchster Genauigkeit und guter Testunsicherheitsverhältnisse (TURs) gegenüber den anspruchsvollsten Thermoelement-Simulatoren können Sie ein externes Referenzthermometer zur Charakterisierung des Fluke 9101 oder des Eis-/Wasserschlamm-Gemischs einsetzen.

Für die Anschlüsse zur Kalibrierung der eigentlichen Thermoelemente ist zudem eine externe Vergleichsstelle erforderlich. Verwenden Sie einen Aufbau, bei dem ein Nullpunkt-Blockkalibrator wie in Abbildung 21 zum Einsatz kommt, oder stellen Sie eine externe Vergleichsstelle mit einem Dewargefäß und einem Eisbad wie in Abbildung 22 her. Abgebildet ist ein Thermoelement vom Typ J (Konstantan und Eisen). Die Kupferdrähte werden verwendet, um die Verbindung von der Kaltverbindung mit den Anschlüssen V INPUT HI und LO des Produkts herzustellen. Das Eisbad besteht in diesem Beispiel aus einem Dewargefäß mit einer Eis-/Wasserschlammischung. Siehe Abbildung 22.

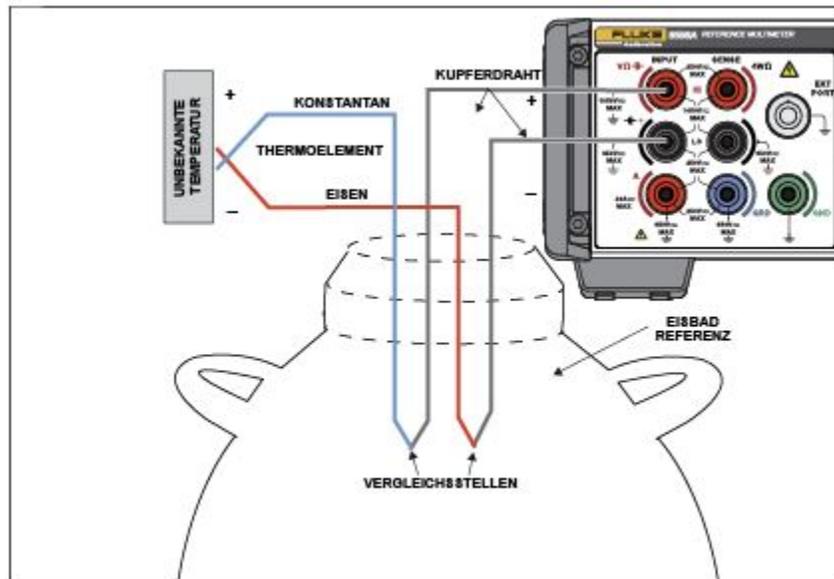


Abbildung 22. Thermoelementkreis zur Kalibrierung eines Thermoelements vom Typ J

igi108.jpg

Funktionen

Auswahl der Eingangsanschlüsse

Das Produkt verfügt über Eingangsanschlüsse auf der Vorder- und auf der Rückseite. Drücken Sie innerhalb einer beliebigen Funktion auf **INPUTS**, um die verschiedenen Eingangskonfigurationen zu öffnen. Die Softkeys **F1** bis **F5** dienen zum Konfigurieren der Anschlüsse.

Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen zwischen beliebigen Anschlüssen bzw. zwischen Anschlüssen und Erde niemals eine höhere Spannung als die angegebene Nennspannung anlegen.

F1 (**Anschlüsse** (Terminals)): Diese Funktion dient zur dazu, um auszuwählen, welche Anschlüsse verwendet werden sollen. Zur Auswahl stehen:

- **Vorderseite** (Front): Auswahl der Anschlüsse nur an der Vorderseite für alle Eingänge.
- **Rückseite** (Rear): Auswahl der Anschlüsse nur an der Rückseite für alle Eingänge.
- **Scannen** (Scan): **Vorderseite - Rückseite** (Front – Rear): Die Messungen werden zunächst von den Anschlüssen an der Vorderseite und dann von denen an der Rückseite vorgenommen, um das angezeigte Ergebnis zu erzeugen. Dies ist die Differenz zwischen den Messungen der Anschlüsse an der Vorderseite und denen an der Rückseite.
- **Scannen** (Scan): **Vorderseite/Rückseite** (Front / Rear): Die Messungen werden zunächst von den Anschlüssen an der Vorderseite und dann von denen an der Rückseite vorgenommen, um das angezeigte Ergebnis zu erzeugen. Dies ist das Verhältnis der Messung an der Vorderseite zur Messung an der Rückseite.
- **Scannen (Scan): (Vorderseite - Rückseite) (Front – Rear)/Rückseite** (Rear): Die Messwerte werden von den Anschlüssen an der Vorderseite und dann von denen an der Rückseite genommen, um das angezeigte Ergebnis zu erhalten. Dies ist der normalisierte Abweichungswert.
- **Isoliert** (Isolated): Wenn diese Option aktiviert ist, befindet sich das Produkt in einem Isolationszustand und hebt die Auswahl aller Eingangsanschlüsse auf. Dieser Zustand ist in einem ferngesteuerten System sinnvoll, um das Produkt vom analogen Systembus zu isolieren. Siehe *Technische Daten*. Weitere Informationen finden Sie im *Programmierhandbuch*.

F2 (**Verzögerung Vorderseite** (Front Delay)): Legt die Verzögerung fest, bevor die Messung an der Vorderseite während des Scanbetriebs durchgeführt wird. Im Echte Ω -Verhältnis wird die Verzögerung der Vorderseite für Messungen sowohl im Durchlassstrom als auch im Rückstrom implementiert. Wenn das Produkt nur auf Eingang an der Vorderseite eingestellt ist, verwendet Echte Ω auch die vordere Verzögerung für die Durchlass- und Rückströme. Die Verzögerung kann auf „Auto“ (Standard) oder auf einen Wert zwischen 0 und 65.000 Sekunden eingestellt werden.

Die Verzögerungseinstellung und die Auflösung sind in Tabelle 16 aufgeführt.

Tabelle 16. Verzögerungseinstellungen und Auflösung

Verzögerungseinstellung	Auflösung
<1 s	1 ms
1 bis 10 s	10 ms
10 bis 65 000 s	100 ms

1. Verwenden Sie die Cursortasten und **SELECT**, um von Verzögerung Vorderseite: „Auto“ zu Verzögerung Vorderseite: [Wert] zu wechseln.
2. Wählen Sie mit den Pfeiltasten die Option „Verzögerung Vorderseite“ (Front Delay) aus.
3. Geben Sie den neuen Wert über das Ziffernfeld ein.
4. Drücken Sie auf **ENTER**, um den neuen Wert zu ändern und zu speichern.
5. Drücken Sie auf **BACK**, um zum Haupteingabebildschirm zurückzukehren.

F3 (Verzögerung Rückseite (Rear Delay)): Legt die Verzögerung fest, bevor die Messung an der Rückseite während des Scanbetriebs durchgeführt wird. Im Echte Ω -Verhältnis wird die Verzögerung der Rückseite für Messungen sowohl im Durchlassstrom als auch im Rückstrom implementiert. Wenn das Produkt nur auf Eingang an der Rückseite eingestellt ist, verwendet Echte Ω auch die hintere Verzögerung für die Durchlass- und Rückströme. Die Verzögerung kann auf „Auto“ (Standard) oder auf einen Wert zwischen 0 und 65.000 Sekunden eingestellt werden. Siehe Tabelle 16 für Verzögerungseinstellungen und Auflösung.

1. Verwenden Sie die Cursortasten und **SELECT**, um von Verzögerung Rückseite: „Auto“ zu Verzögerung Rückseite: [Wert] zu wechseln.
2. Wählen Sie mit den Pfeiltasten die Option „Verzögerung Vorderseite“ (Front Delay) aus.
3. Geben Sie den neuen Wert über das Ziffernfeld ein.
4. Drücken Sie auf **ENTER**, um den neuen Wert zu ändern und zu speichern.
5. Drücken Sie auf **BACK**, um zum Haupteingabebildschirm zurückzukehren.

Verwendung des Scanbetriebs

Wenn die Anschlüsse auf einen der Scanmodi (Vorderseite - Rückseite, Vorderseite/Rückseite und (Vorderseite - Rückseite)/Rückseite) eingestellt sind, werden die Messungen abwechselnd von den vorderen und den hinteren Anschlüssen durchgeführt. Diese Messungen werden mathematisch zu einem einzigen Ergebnis kombiniert. Der Scanbetrieb steht in folgenden Funktionen zur Verfügung: DCV, ACV, Ohm, Kapazität und Thermoelement. Er ist nicht verfügbar in DCI, ACI, Digitalisierung, HF-Leistung, DCI Ext. Shunt, ACI Ext. Shunt, Frequenzmesser und PRT.

Hinweis

In der Ohm-Funktion schaltet der Scanbetrieb sowohl den Stromstimulus als auch die Messung der potenziellen Differenz zwischen den Anschlüssen an der Vorder- und an der Rückseite um. Dieser Vorgang wird auch als Echte Ω -Verhältnis bezeichnet und scannt nur die potenzielle Differenzmessung zwischen den Anschlüssen an der Vorder- und an der Rückseite, um den gemeinsamen Stimulusstrom über die Anschlüsse an der Vorder- und an der Rückseite zu erhalten. Siehe 4 W Echte Ω -Scanmodus (Echte Ω -Verhältnis).

Scansequenzen

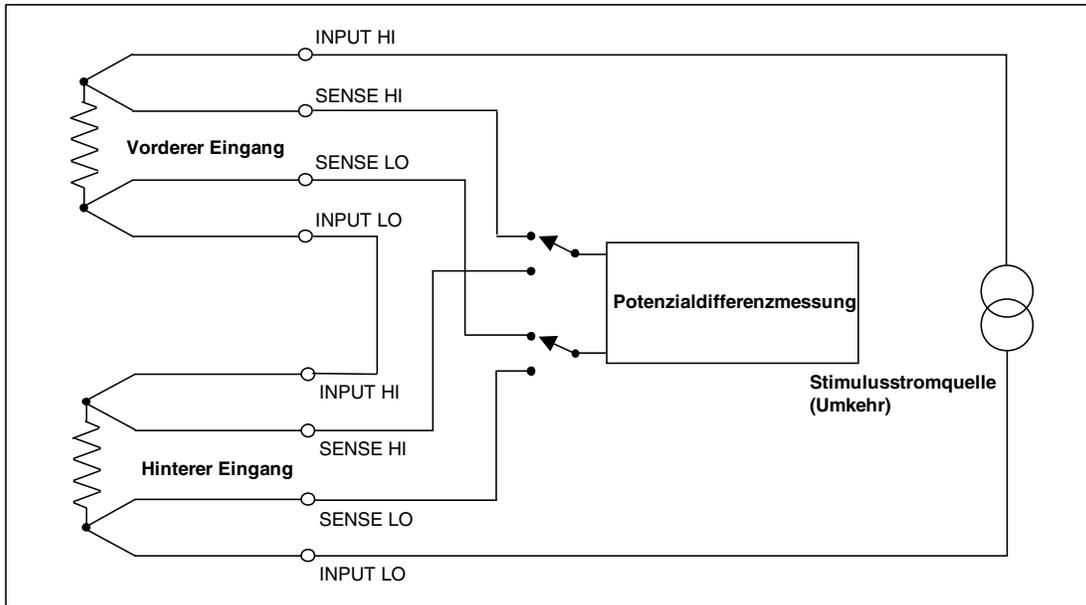
Während das Produkt scannt, erzeugt jedes Triggerereignis ein Messergebnis. Die Triggereinstellungen legen alle Messwerte fest, aus denen ein Messergebnis besteht. Der Scan durchläuft diese Sequenz für alle Scanvorgänge außer dem Echte Ω -Verhältnis wie folgt:

1. Das Produkt wartet mit ausgewählten Anschlüssen an der Rückseite, während die Anschlüsse an der Vorderseite isoliert sind.
2. Bei Eingang eines Triggers führt das Produkt eine beliebige Triggerverzögerung aus.
3. Nach dieser Verzögerung wechselt das Produkt zur Auswahl der Anschlüsse an der Vorderseite, während die Anschlüsse an der Rückseite isoliert sind.
4. Das Produkt führt die Verzögerung der Vorderseite aus und führt eine Messung durch.
5. Das Produkt wählt den **Eingang auf der Rückseite** aus, während die Anschlüsse an der Vorderseite isoliert sind.
6. Das Produkt führt die Verzögerung der Rückseite aus und führt eine Messung durch.
7. Das angezeigte Ergebnis ist die Kombination der beiden Messungen.

Das Produkt wartet, bis der nächste Trigger aktiviert wird, während **Rückseite** (Rear) ausgewählt ist (Vorderseite ist isoliert).

4 W Echte Ω -Scanmodus (Echte Ω -Verhältnis).

Wenn Sie unter Widerstand (Ohm) den 4 W Echte Ω -Modus (4W Tru mode) auswählen, werden die oben genannten Scanmodi (Vorderseite - Rückseite, Vorderseite/Rückseite und (Vorderseite - Rückseite)/Rückseite)) eindeutig in einem Fluke Calibration-Modus konfiguriert, den man als Echte Ω -Verhältnis bezeichnet, eine Funktion, die auch im Fluke 8508A Reference Multimeter zu finden ist. Das Produkt legt gleichzeitig einen Stimulusstrom wechselnder Polarität auf beide Widerstände an, und die über die Widerstände gemessene Potenzialdifferenz wird zwischen den Anschlüssen an der Vorder- und an der Rückseite gescannt. Siehe Abbildung 23. Diese Messkonfiguration ist für Widerstandsmessungen mit niedrigeren Werten zwischen einem unbekanntem und einem Referenzwiderstand vorteilhaft und senkt die Selbsterwärmung (Unsicherheit), die andernfalls durch das Scannen des Stimulusstroms zwischen den beiden getesteten Widerständen entstehen würde. Das Echte Ω -Verhältnis kann nur ausgewählt werden, wenn der Ohm-Bereich gesperrt ist. Bei Auswahl des Auto-Bereichs sind die Scanmodi ausgegraut, und das Echte Ω -Verhältnis ist nicht verfügbar. Siehe den folgenden Bildschirm .



igi132f.emf

Abbildung 23. Echte Ω -Verhältnismessungen



igi036.png

Die Scanssequenz der Messung im Echte Ω -Verhältnis ist:

1. Das Produkt wartet mit einem an die beiden Widerstände angelegten Vorwärtsstrom, wobei die SENSE-Anschlüsse auf der Rückseite aktiv sind.
2. Bei Eingang eines Triggers führt das Produkt eine beliebige Triggerverzögerung aus.
3. Nach dieser Verzögerung schaltet das Produkt auf die Erfassung mit den Anschlüssen der Vorderseite um.
4. Das Produkt führt die Verzögerung der Vorderseite aus und anschließend wird eine Messung mit dem Vorwärtsstrom durchgeführt.
5. Das Produkt schaltet auf den Rückstrom um, führt die Verzögerung der Vorderseite aus und führt dann eine weitere Messung durch.
6. Das Produkt stellt die hinteren SENSE-Anschlüsse ein.
7. Das Produkt führt die Verzögerung auf der Rückseite aus und nimmt eine Messung mit dem Rückstrom vor.
8. Das Produkt schaltet auf den Vorwärtsstrom um, führt die Verzögerung auf Rückseite aus und führt dann eine weitere Messung durch.
9. Das angezeigte Ergebnis ist die Kombination der vier durchgeführten Messungen.
10. Das Produkt wartet, bis der nächste Trigger ausgelöst wird, wobei die SENSE-Anschlüsse auf der Vorder- und der Rückseite aktiviert sind.

Der Auto-Bereich ist in diesem Modus nicht verfügbar.

Warnung

Um Stromschlag, Feuer oder Verletzungen zu vermeiden, stellen Sie keine Verbindungen mit einer externen Kapazität >50 nF zu den Produktanschlüssen her.

Vorsicht

HOCHSPANNUNG. Um Geräteschäden beim Betrieb der Hochspannungsfunktion zu vermeiden, stellen Sie sicher, dass alle angeschlossenen Stromkreise oder Bauteile eine Spannungsfestigkeit von mindestens 240 V Gleichspannung aufweisen.

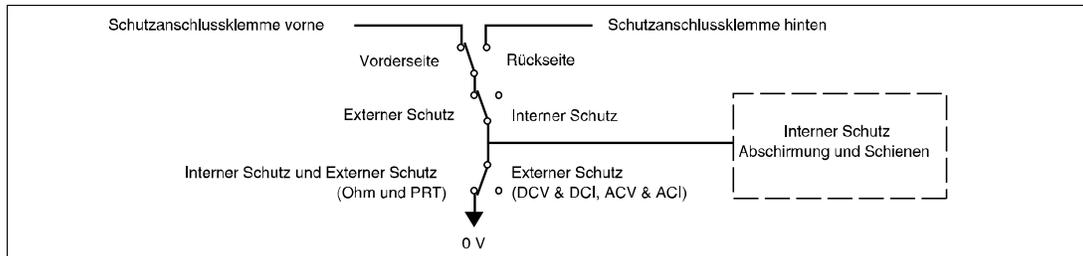
EXTERNE SCHIRMUNG

F4 (Ext. Schirmung (Ext. Guard) ist Teil des Eingänge-Menüs. Drücken Sie auf **F4** (Ext. Schirmung), um die Schirmung ein- und auszuschalten.

F4 (Ext. Schirmung (Ext. Guard) hat folgende Auswahlmöglichkeiten:

- **AUS** (Standard): Die GUARD-Anschlüsse auf der Vorder- und der Rückseite sind voneinander und von allen internen Verbindungen isoliert. Die internen Schirmungsschilde sind direkt mit dem internen 0 V verbunden.
- **EIN**: Die internen Schirmungsschilde sind vom internen 0 V getrennt und mit dem GUARD-Anschluss des ausgewählten Eingangs an der Vorder- oder Rückseite verbunden. Siehe *Gleichspannungsmessung*.

In den Ohm- oder PRT-Funktionen wird der externe Schutz so modifiziert, dass er einen Ohm-Schutz bietet. In diesen Fällen werden die internen Schirmungsschilde und der ausgewählte GUARD-Anschluss an der Vorder- oder Rückseite mit dem internen 0 V verbunden. Siehe Abbildung 24 und *Widerstandsmessung*.



igi062f.emf

Abbildung 24. Interne Schutzanschlüsse

Ausgangssignal

F5 (**Ausgangssignal** (Output Signal)) steuert das Verhalten des BNC-Anschlusses an der Rückseite mit der Bezeichnung TRIG OUT. Drücken Sie auf **F5** (**Ausgangssignal** (Output Signal)), um den Ausgangssignalbildschirm zu öffnen. Verwenden Sie die Cursortasten und **SELECT**, um eine Auswahl zu treffen:

- **AUS**
- **Signal erfasst (Signal Acquired)**
- **Blende offen (Aperture open)**
- **Messung der Digits abgeschlossen (Reading counts complete)**
- **Bei Ereignis (On Event)**
- **Messung abgeschlossen (Reading complete)**

Verwenden Sie **F1** (Polarität), um die Polarität von POS in NEG zu ändern.

Wenn Sie Blende offen wählen, ist der Ausgang eine Rechteckwelle, die aktiv ist, solange die Blende geöffnet ist. Das TRIG OUT-Signal ist eine Flanke für alle anderen Auswahlen. Verwenden Sie das Signal TRIG OUT.

TRIG OUT

Viele Anwendungen profitieren von der Synchronisierung der Produktmesswerte mit anderen externen Geräten. Sie können das Produkt so programmieren, dass es ein TTL-kompatibles Signal an seinen Trigger Out (TRIG OUT)-BNC-Anschluss ausgibt, wenn ein bestimmtes Messereignis eintritt. Das TRIG OUT-Signal ist vergleichbar mit dem HP/Agilent/Keysight 3458A EXTOUT-Signal. Siehe Tabellen 17 und 18.

Drücken Sie auf **INPUTS** und **F5**, und dann auf **(Ausgangssignal (Output Signal))**, um das TRIG OUT-Messereignis zu konfigurieren. Siehe den folgenden Bildschirm.

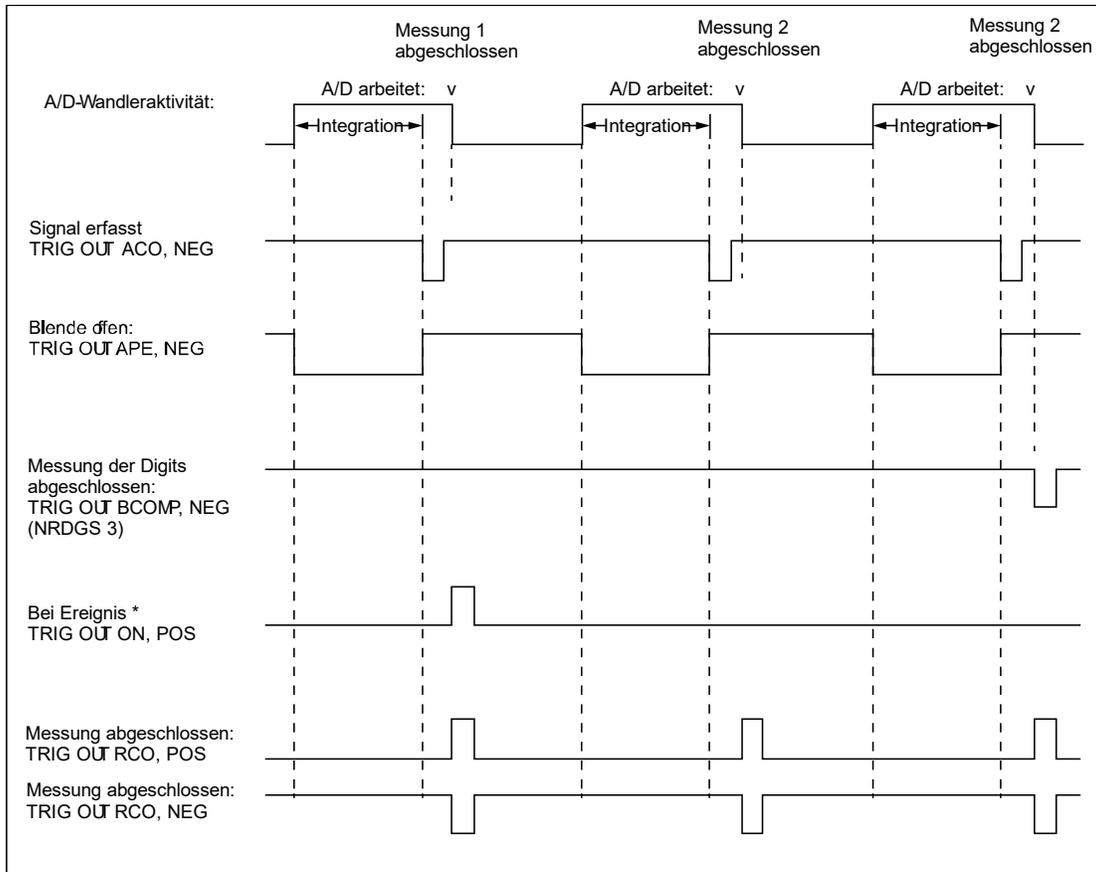


igi004.png

Verwenden Sie die Navigationstasten und wählen Sie das entsprechende Verhalten für das TRIG OUT-Signal aus. Eine genaue Erläuterung finden Sie in Abbildung 25.

Tabelle 17. Auswahlmöglichkeiten für das Ausgangsverhalten

Trigger Out-Messereignis	Beschreibung	Übliche Verwendung
Signal erfasst	Ein Ausgangsimpuls mit 1 μ s tritt am Ende der Signalerfassung auf (A/D-Integrationszeitraum), bevor der Messwert tatsächlich vollständig ist. Drücken Sie auf F1 (Polarität), um einen POS (hoch)- oder NEG (niedrig)-Impuls auszuwählen. Siehe Abbildung 25.	Einen externen Scanner zum nächsten Kanal triggern. Wenn der Scanner ein langsames Verzögerungsmodell ist, wird mit dieser Einstellung der Kanal früher als mit dem unten aufgeführten „Messung abgeschlossen“-Ereignis vorangetrieben.
Blende offen (Aperture open)	Rechteckwellenausgang mit hohem oder niedrigem Pegel während des Signalerfassungszeitraum (Integriert). Drücken Sie auf F1 (Polarität), um einen POS (hoch)- oder NEG (niedrig)-Pegel auszuwählen.	Um die Geräuschaufnahme zu minimieren, werden externe Geräte so synchronisiert, dass sie nur aktiv sind, wenn die Produkt-A/D kein Signal erfasst.
Messung der Digits abgeschlossen (Reading counts complete)	Ein Ausgangsimpuls mit 1 μ s wird ausgelöst, nachdem eine bestimmte Anzahl von Messwerten erreicht wurde. Drücken Sie auf F1 (Polarität), um einen POS (hoch)- oder NEG (niedrig)-Impuls auszuwählen. Die Anzahl der Messwerte wird durch den Parameter „Anzahl“ im Trigger-Setup festgelegt. Siehe <i>Triggern von Messungen</i> .	Synchronisieren Sie einen externen Scanner mit dem Produkt, wenn Sie mehrere Messungen pro Scannerkanal vornehmen.
Bei Ereignis (neu)	Ein Ausgangsimpuls mit 1 μ s wird ausgelöst, wenn ein Limit überschritten wird. Die Limits werden in der Analysefunktion festgelegt.	Schalten Sie einen externen Scanner auf den nächsten Kanal um, wenn eine durch die Funktion „Mathematisches Limit“ eingestellte Spannung überschritten wird.
Messung abgeschlossen (Reading complete)	Ein Ausgangsimpuls mit 1 μ s wird nach jedem Messwert für jede Messfunktion ausgelöst. Bei ACV- und ACI-Messungen, bei denen es sich um abgetastete Messungen handelt, wird nach jedem berechneten Messwert ein Impuls ausgegeben, nicht nach jeder Probe im Messvorgang. Drücken Sie auf F1 (Polarität), um einen POS (hoch)- oder NEG (niedrig)-Impuls auszuwählen.	Synchronisieren Sie einen externen Scanner mit dem Produkt, wenn Sie eine Messung pro Scannerkanal vornehmen.



igi104.emf

Abbildung 25. Timing-Diagramm für TRIG OUT-Einstellungen

In der Tabelle 18 sind die Remote-Befehle für die Produktauslösung im Vergleich zu den HP/Agilent/Keysight 3458A EXTOUT-Befehlen aufgeführt.

Tabelle 18. Remote-Befehle für die Produktauslösung im Vergleich zu den HP/Agilent/Keysight 3458A EXTOUT-Befehlen

8558A/8588A Trig Out	3458A EXTOUT
AUS	AUS
Signal erfasst (ACO) (Signal Acquired)	ICOMP
Einmal	EINMAL
Blende offen (APE) (Aperture open)	APER
Mehrere Messungen abgeschlossen (BCO) (Multiple readings complete)	BCOMP
Bei Ereignis	Keine Entsprechung
Messung abgeschlossen (RCO) (Reading complete)	RCOMP
Nicht implementiert	SRQ

Null

Der Null-Betrieb entfernt unerwünschte Nullpunktabweichungen in einer bestimmten Funktion und in einem bestimmten Bereich. Diese Nullpunktabweichungen stammen entweder vom Produkt oder von den verwendeten Anschlussleitungen. Einige Spezifikationen erfordern unter bestimmten Umgebungsbedingungen die Verwendung von Null oder der mathematischen Nullfunktion. Siehe *Spezifikationen*.

„Null“ wird verwendet, wenn sich die Umgebungstemperatur oder die Konfiguration der Eingangsleitungen ändert und eine Nullpunktabweichung von den thermalen EMFs verursacht. „Null“ kann auch verwendet werden, wenn Sie möchten, dass die Null-Anzeige mit einem Nulleingang angezeigt werden soll und dies nicht auf kleine Verschiebungen innerhalb des Produkts zurückzuführen ist. (Eine Ausnahme bilden ACV und ACI. Siehe *Verwenden des Null-Betriebs*.) „Null“ funktioniert in allen Funktionen außer „PRT“, „HF-Leistung“ und „Frequenzmesser“ oder wenn der Scanbetrieb ausgewählt ist.

„Null“ bleibt nach dem Zurücksetzen des Geräts erhalten (**INST SETUP** > Gerät zurücksetzen (Reset Instrument)), wird aber nach dem Ausschalten entfernt.

„Mathe Null“, aufgerufen mit **MATH**, ist ein benutzerdefinierter Eingabewert, der entweder den Ziffernblock oder den Softkey **F4** (**Letzte Messung** (Last Reading)) verwendet. „Mathe Null“ ist ähnlich wie „Null“, wird aber in der Regel verwendet, um Messwerte auf der Grundlage anderer Faktoren außer thermischer EMFS oder Leitungsanschlüssen zu kompensieren. So kann beispielsweise eine Kalibratorquelle eine Offsetspannung von 10 mV aufweisen, die in der mathematischen Funktion als Wert „c“ eingegeben werden kann. Bei nachfolgenden Messungen der Kalibratorquelle wird die 10-mV-Abweichung entfernt. „Mathe Null“ wird nach einem Geräte-Reset (**INST SETUP** > **Gerät zurücksetzen** (Reset Instrument)) oder nach dem Ausschalten auf „Aus“ (Off) gesetzt, und der Nullwert wird auf seinen Standardwert gesetzt.

Der Nullabgleich funktioniert bis zu 1 % des Bereichs, z. B. 100 mV im 10-V-Bereich. Bei 2-Leiter-Ohm beträgt das Limit 1 % des Bereichs + 0,5 Ohm; und bei Kapazität beträgt das Limit 1 % des Bereichs + 200 pF.

F1 (Nullbereich (Zero Range)): Startet eine Reihe von Messungen, um den Eingang auf Null zu stellen und das Ergebnis im flüchtigen Speicher zu speichern. Der Nullbereich wirkt sich nur auf den tatsächlichen Bereich aus, in dem sich das Produkt befindet, selbst wenn die Bereichsautomatik ausgewählt ist. Auf der Anzeige wird die Anwendung eines Eingangsnullpunkts angezeigt, dabei wird „Nullen ein“ (Zero On) angezeigt. Unabhängige Nullpunktkorrekturen werden für die vorderen und hinteren Anschlüsse und, wenn die Ohm-Funktionen aktiv sind, für alle Modi und den Lol-Ein- und -Aus-Betrieb angeboten. Verwenden Sie für Wechselstrom immer den niedrigsten Bereich. Nach der Eingabe von Null in AC werden alle nachfolgenden Messwerte um diese Null mit dem quadratischen Mittelwert korrigiert, sodass der Messwert möglicherweise nicht absolut „Null“ anzeigt.

F2 (Nullpunkt-Funktion (Zero Function)): Startet eine Reihe von Messungen für jeden Bereich der Funktion, beginnend mit dem höchsten Bereich, um den Restversatz in jedem Bereich zu bestimmen und zu korrigieren.

F3 (Bereich löschen (Clear Range)): Löscht den Nullpunkt für den Bereich, in dem sich das Produkt gerade befindet. Die Nullanzeige wird aus der Anzeige entfernt.

F4 (Löschfunktion (Clear Function)): Löscht den Nullpunkt für die Funktion, in dem sich das Produkt gerade befindet. Die Nullanzeige wird aus der Anzeige entfernt.

F5 (Null abbrechen (Abort Zero)): Bricht den laufenden Nullabgleich ab. Wenn ein Bereich oder eine Funktion einen vorherigen Nullpunkt hat, wird dieser Wert beibehalten.

Verwenden des Nullabgleichs

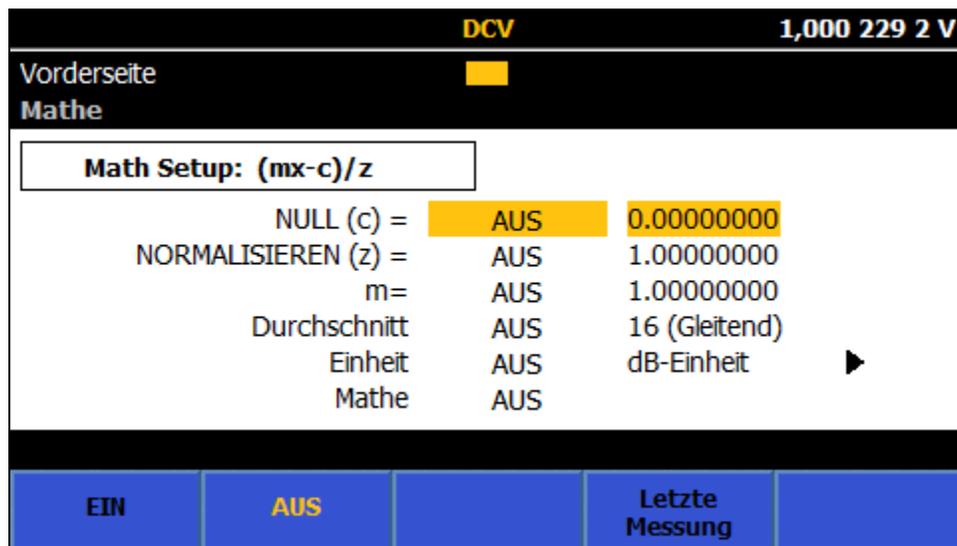
Verwenden Sie bei der Durchführung des Nullabgleichs die Ableitungskonfiguration für diese spezielle Funktion, da es sich in der Regel um Wärme-EMFs aus den zu korrigierenden Leitungsverbindungen handelt. Schließen Sie bei DCV, ACV und Ohm die von HI nach LO verwendeten Leitungen kurz. Bei DCI, ACI und Kapazität sollten die Leitungen von HI nach LO offen sein. Beobachten Sie nach dem Herstellen der korrekten Leitungsverbindungen den Produktmesswert und warten Sie, bis die Messwerte stabil sind, bevor der Nullabgleich durchgeführt wird. Der Nullabgleich kann auch verwendet werden, damit das Produkt den Nullpunkt in DCV, Ohm oder DCI ohne Einfluss externer Leitungen anzeigt. Schließen Sie dazu in DCV und Ohm die Produkteingänge mit dem Kurzschluss-Leiterplattenzubehör und ggf. Null-Funktionen oder -bereiche kurz. Lassen Sie für DCI die Produkteingänge offen.

Ohm: Ein unabhängiger Nullabgleich kann für die Modi (2 W Normal, 4 W Normal, 4 W Tru, 2 W HV und 4 W HV) sowie für „Lol Ein“ oder „Lol Aus“ ausgeführt werden.

ACV und ACI: Ein Nullabgleich zeigt bei kurzgeschlossenen Eingangskabeln möglicherweise nicht genau Null an, da die angezeigten Messwerte mit einem beliebigen Rauschen quadratisch gemittelt (RSS) angezeigt werden.

Math

Das Menü „Mathe“ (Math) bietet Auswahlmöglichkeiten für eine Vielzahl an linearen, gemittelten und logarithmischen Berechnungen. Drücken Sie die Taste **MATH**, um das Menü „Mathe“ (Math) aufzurufen, das in allen Funktionen außer „Digitalisieren“ (Digitize) und „HF-Leistung“ (RF Power) verfügbar ist. Siehe den folgenden Bildschirm:



Mathematische Operationen werden für die Messwerte durchgeführt, die von der Hauptmessfunktion abgerufen wurden. Wenn „Mathe“ aktiviert ist, basiert der angezeigte Messwert auf der Formel in Mathe-Setup: $(mx - c) / z$. Das „x“ in der Formel ist entweder ein einzelner Messwert des Produkts oder ein Durchschnittswert, der auf dem Wert „Durchschnitt“ (Average) basiert.

Die drei Konstanten in der Formel für die mathematische Einrichtung sind:

c: Der angezeigte Messwert ist die Messung minus der Konstante **c**. **c** wird verwendet, um einen Messwert durch Eingabe eines Wertes über das numerische Tastenfeld oder durch Drücken von **F4** (**Letzte Messung** (Last Reading)) zu verschieben oder zu nullen. Drücken Sie **F1** (**EIN** (On)) (oder **F2** (**AUS** (OFF))), um die Verwendung dieser Konstante zu aktivieren (oder zu deaktivieren).

z: Der angezeigte Messwert ist die Messung dividiert durch die Konstante **z**. Dies wird verwendet, um einen Messwert durch Eingabe eines Wertes über das numerische Tastenfeld oder durch Drücken von **F4** (**Letzte Messung** (Last Reading)) zu normalisieren. Drücken Sie **F1** (**EIN** (On)) (oder **F2** (**AUS** (OFF))), um die Verwendung dieser Konstante zu aktivieren (oder zu deaktivieren).

m: Der angezeigte Messwert wird mit einer Konstante **m** multipliziert. Damit wird ein Messwert skaliert, indem ein Wert über das numerische Tastenfeld eingegeben wird. Drücken Sie **F1** (**EIN** (On)) (oder **F2** (**AUS** (OFF))), um die Verwendung dieser Konstante zu aktivieren (oder zu deaktivieren). Siehe den folgenden Bildschirm:



igi038.png

Alle Konstanten und Operationen können unabhängig voneinander ausgewählt werden. Bei Aktivierung einer mathematischen Operation wird auf dem Hauptbildschirm **Mathe** (Math) angezeigt. Wenn die Konstanten **c**, **z** oder **m** aktiviert sind, wird dem angezeigten Messwert ein Exponent hinzugefügt. Alle mathematischen Operationen bleiben aktiviert, wenn sich die Funktion ändert, außer wenn „Digitalisieren“ (Digitize) und „HF-Leistung“ (RF Power) aufgerufen werden. Wenn „Mathe“ (Math) in DCV aktiviert ist, z. B. beim Aufrufen von „Digitalisieren“ (Digitize), wird „Mathe“ ausgeschaltet. Beim Wechsel zurück zu DCV wird „Mathe“ (Math) wieder aktiviert.

Durchschn. (Average) kann entweder auf einen Blockdurchschnitt (**F1**) oder auf einen gleitenden Durchschnitt (**F2**) eingestellt werden. Die Standardeinstellung ist „Gleitend“ (Rolling). Der angezeigte Messwert ist $(mx - c) / z$, wobei x der Durchschnitt der Messwerte ist, der durch den Mittelwert festgelegt wird. Wenn der Durchschnittswert gelb hervorgehoben ist, geben Sie den Durchschnittswert über die numerische Tastatur ein. Wenn die Option auf Blockmittelwert eingestellt ist, wird der angezeigte Messwert erst aktualisiert, nachdem die Anzahl der durch Mittelwert ermittelten Messwerte erreicht wurde, was zu einer langsameren Abtastrate führt. Beim gleitenden Durchschnitt wird die angezeigte Leserate nicht beeinflusst, obwohl der Mittelwert erst nach der Anzahl der unter Durchschnitt angegebenen Messwerte auftritt. Wenn beispielsweise ein gleitender Mittelwert auf 8 eingestellt ist, hat die 1. Messung keine Mittelung, die 2. Messung ist der Mittelwert der Messwerte 1 und 2, die 3. Messung ist der Mittelwert von 1, 2 und 3, und so weiter.

Der angezeigte Messwert kann auch durch Auswahl eines Einheitenparameters geändert werden. Der Parameter „Einheit“ (Unit) beeinflusst, wie der Messwert nach der Berechnung der Formel für Mathe-Setup angezeigt wird. Maßeinheiten, z. B. „V“, werden nicht angezeigt, wenn die mathematische Einheit auf EIN gesetzt ist.

Blättern Sie mit den Navigationstasten nach unten zu „Einheit“ (Unit), und drücken Sie **SELECT**. Die Einheitenauswahl und die resultierende Anzeige sind

%: Bei Aktivierung wird der angezeigte Messwert als Prozentsatz des Messwerts (R) zum Zeitpunkt der Aktivierung von % angezeigt. Der angezeigte Messwert wird angezeigt durch

$$\text{Anzeige} = ((\text{Messwert} - R)/R) * 100.$$

dB, Ref 1 mW in 50 Ω (dB, Ref 1mW into 50 ohm): Bei Aktivierung ist der angezeigte Messwert die Leistung, die an einen 50-Ohm-Widerstand geliefert wird, bezogen auf 1 mW, basierend auf einem Messwert (R). Der angezeigte Messwert wird angezeigt durch

$$\text{Anzeige} = 10 * \log_{10}(R^2 / 50) / 1\text{mW}$$

dB, Ref 1 mW in 75 Ω (dB, Ref 1mW into 50 ohm): Bei Aktivierung ist der angezeigte Messwert die Leistung, die an einen 75-Ohm-Widerstand geliefert wird, bezogen auf 1 mW, basierend auf einem Messwert (R). Der angezeigte Messwert wird angezeigt durch

$$\text{Anzeige} = 10 * \log_{10}(R^2 / 75) / 1\text{mW}$$

dB, Ref 1 mW in 600 Ω (dB, Ref 1mW into 50 ohm): Bei Aktivierung ist der angezeigte Messwert die Leistung, die an einen 600-Ohm-Widerstand geliefert wird, bezogen auf 1 mW, basierend auf einem Messwert (R). Der angezeigte Messwert wird angezeigt durch

$$\text{Anzeige} = 10 * \log_{10}(R^2 / 600) / 1\text{mW}$$

dB, Ref.-Einheit (dB, Ref unity): Bei Aktivierung entspricht der angezeigte Messwert einem Verhältnis in Dezibel relativ zu 1. Der angezeigte Messwert wird angezeigt durch

$$\text{Anzeige} = 20 * \log_{10}(R)$$

Hinweis

Die Einheit „dB, Ref. 1mW“ kann nur in DCV und ACV ausgewählt werden.

Hinweis

*Zum Zurücksetzen aller mathematischen Konstanten und Einstellungen auf ihre Standardwerte drücken Sie **INST SETUP** und **F1** (Gerät zurücksetzen (Reset Instrument)).*

Analysieren

„Analysieren“ bietet verschiedene Ansichten der Messungen. Drücken Sie **ANALYZE**, um auf die Funktion „Analysieren“ (Analyze) zuzugreifen. Für die volle Nutzung der Möglichkeiten der Analysefunktion ist eine Diskussion der im Produkt verwendeten Messdatensätze erforderlich. Alle Messungen werden in einem flüchtigen Puffer gespeichert, der als Datensatz bezeichnet wird. Wenn das Produkt eingeschaltet wird, ist die Standardeinstellung des Trigger-Subsystems der Freilaufmodus, und die Messwerte werden kontinuierlich in einem Datensatz erfasst. Die maximale Anzahl der Messwerte in einem Datensatz wird durch die Größe des Lesepuffers und die Anzahl der Elemente in jedem Ergebnis begrenzt, siehe Tabelle 19.

Tabelle 19. Datensatz analysieren

Ergebniselemente	Zeitmarke AUS	Zeitmarke EIN
Nur Primärwert	15000000	7500000
Primärer + sekundärer Wert	7500000	5000000
Nur Primärwerte scannen	5000000	3750000
Primäre + sekundäre Werte scannen	3750000	3000000

Wenn der Lesepuffer die maximale Größe erreicht, liest das Produkt die numerischen Messwerte weiter und zeigt sie an, aber die Messwerte werden nicht gespeichert oder dargestellt. Die statistische Berechnung wird ebenfalls gestoppt.

Wenn sich das Trigger-Subsystem im Zustand „Inaktiv“ (Idle) befindet, werden keine Messwerte in einen Datensatz abgelegt, wird durch Drücken von **RUN/STOP** oder Versetzen des Produkts in **Kontinuierlich AUS** (Continuous OFF) mit **TRIG SETUP** erreicht. Siehe *Triggern von Messungen*. Wenn das Trigger-Subsystem den Zustand „Inaktiv“ (Idle) verlässt, wird der vorherige Datensatz verworfen und ein neuer Datensatz initiiert. Ein neuer Datensatz beginnt auch, wenn die Hauptfunktion des Produkts geändert wird und wenn bestimmte Parameter innerhalb einer Funktion geändert werden, wie z. B. der Bereich oder die Auflösung. Wenn ein Datensatz nicht an einen anderen Speicherort im Speicher-Setup kopiert wird, geht er verloren, sobald ein neuer Datensatz gestartet wird.

Diese Softkeys sind verfügbar, wenn Sie **ANALYZE** drücken:

- F1** (Statistik (Statistics))
- F2** (Diagramm + Statistik (Chart + Statistics))
- F3** (Nur Diagramm (Chart Only))
- F5** (Grenzen (Limits))

Diese Funktionen sind in allen Funktionen verfügbar: DCV, ACV, DCI, ACI, Ohm, Kapazität, HF-Leistung, Frequenz, DCI Ext Shunt, ACI Ext Shunt, PRT und Thermoelement. Unter „Digitalisieren“ (Digitize) sind sie auch verfügbar, jedoch sind „Statistiken“ (Statistics) nicht verfügbar, und „Histogramm“ (Histogram) wird durch „Frequenz“ (Frequency) ersetzt. Siehe *Verwenden von Analysieren im Digitalisierungsmodus*.

F1 (Statistik (Statistics)): Bei Betätigung wird die Statistikfunktion angezeigt, die die Werte „Maximum“, „Minimum“, „Messspanne (Max.–Min.)“, „Durchschnitt“, „Standardabweichung“ und die Gesamtzahl der Messwerte im Datensatz anzeigt. Statistiken beginnen bei der ersten Aktivierung keinen neuen Datensatz; die Daten werden im aktuellen Datensatz verwendet. Ein neuer Datensatz wird beim Einschalten, beim Zurücksetzen des Produkts und bei jeder Funktionsänderung oder bei einer Parameteränderung in einer Funktion gestartet. Zum Beispiel „Bereich“, „Auflösung“ und „Eingangseigenschaften“ oder wenn das Trigger-Subsystem aus dem Modus „Inaktiv“ genommen wird. Eine praktische Möglichkeit, einen neuen Datensatz (in allen Funktionen außer „Digitalisieren“) zu starten, ist, **RUN/STOP** zu drücken. Dadurch wird die Produkt-Triggerung in den Zustand „Inaktiv“ versetzt. Anschließend können Sie **RUN/STOP** erneut drücken, um das Produkt in den Freilauf-Triggermodus zu versetzen.

In „Statistiken“ legt **F1** (Std.-Abw. (Std Dev)) fest, wie die Standardabweichung angezeigt wird, entweder in der Maßeinheit oder in Teile pro Millionen (PPM). Siehe den folgenden Bildschirm.



igi039.png

Beispiel für Statistiken

Messung: Quantifizieren Sie die Leistung einer Reihe von DC-Ausgängen, und führen Sie jedes Mal 10 Messungen durch, um den Durchschnitt und das Rauschen des Ausgangs zu bewerten.

Lösung: Legen Sie im Trigger-Setup die Option „Trigger/Arm (Count)“ als 10 fest. Drücken Sie in DCV **ANALYZE**, um die Statistik zu aktivieren, und dann **F1** (**Statistiken** (Statistics)). Drücken Sie **RUN/STOP**, um das Produkt in den Triggermodus „Inaktiv“ zu versetzen. Mit jedem Drücken von **TRIG** werden neue 10 Messwerte angezeigt und dann die Messung gestoppt. Der Durchschnitt von 10 Messwerten wird angezeigt, und die Standardabweichung ist repräsentativ für das Rauschen im Ausgangssignal.

F2 (**Diagramm + Statistik** (Chart + Statistics)): Bei Betätigung werden die Statistiken zusammen mit einem Diagramm des Trends oder Histogramms angezeigt. Trend bietet eine visuelle Trenddarstellung von Messungen im Zeitverlauf, wobei die vertikale Achse die Amplitude des Signals und die horizontale Achse die Zeit ist. Histogramm liefert eine grafische Darstellung der Standardabweichung einer Reihe von Messungen. Messungen sind in Anteile gruppiert und werden in vertikalen Balken dargestellt. Die vertikale Achse gibt die relative Anzahl der Messwerte für einen Wertebereich als Prozentsatz an. Die Summe der vertikalen Balken entspricht 100 %. In der Ansicht „Diagramm + Statistik“ (Chart + Statistics) wird etwa ein Drittel der Produktanzeige für das Diagramm verwendet.

Das Menü **F2** (**Diagramm + Statistik** (Chart + Statistics)) besteht aus:

F1 (**Std Abw** (Std Dev)), wobei „Normal“ die Standardabweichung des Datensatzes in den Maßeinheiten anzeigt, und „PPM“ diese als Teile pro Millionen.

F2 (**Diagramm** (Plot)) wählt entweder die Trend- oder die Histogramm-Diagramme aus.

Wenn **Trend** ausgewählt ist:

F3 (**Modus** (Mode)) wählt aus, welcher Teil des Datensatzes angezeigt wird. „Alle“ (All) zeigt die Messpunkte vom Anfang des Datensatzes an. Die linke Seite der horizontalen Achse beginnt in diesem Fall bei 0. „Letzte“ (Recent) zeigt die letzten Messwerte zum Zeitpunkt der Betätigung der Taste an, wobei die linke Seite der horizontalen Achse die Gesamtzahl der Messwerte minus 101 ist und effektiv die letzten 100 Messwerte zum Zeitpunkt des Drückens des Tasters anzeigt. Auf der rechten Seite wird in beiden Fällen die Gesamtzahl der Messungen oder die Zeitskala des Datensatzes angezeigt. Siehe folgender Bildschirm.

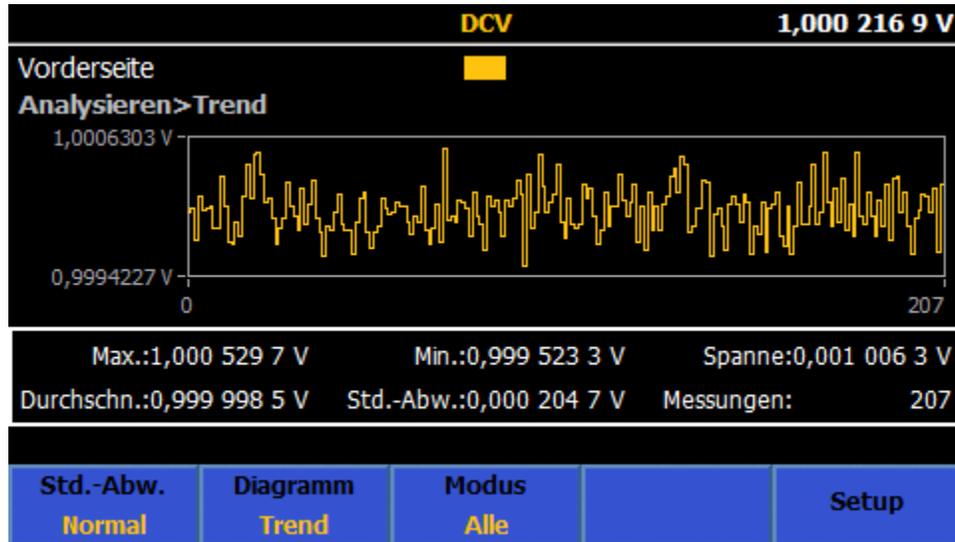
Unter Trend-Setup:

F1 (**Auto**) ermöglicht die automatische Skalierung der vertikalen Achse, sodass alle Daten im Datensatz mit optimaler vertikaler Skalierung angezeigt werden.

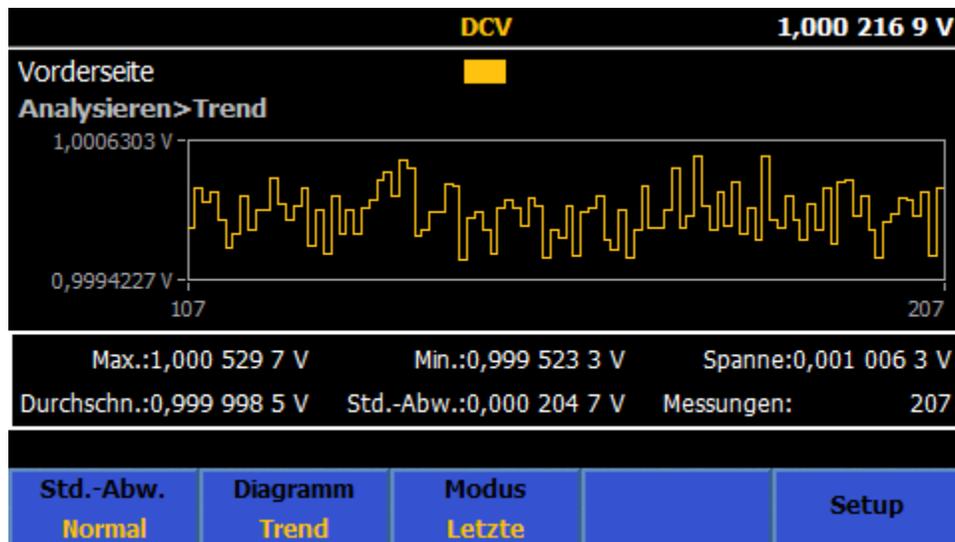
F2 (**Manuell** (Manual)) ermöglicht die Steuerung der vertikalen Skala (Maximum und Minimum).

F3 (**Auto Einmal** (Auto Once)) stellt die vertikale Skalierung für den bisher erfassten Datensatz entsprechend ein, skaliert das Diagramm jedoch nicht weiter, wenn weitere Daten hinzugefügt werden (wie dies bei „Auto“ der Fall wäre).

F5 (**X-Achse** (X-axis)) ermöglicht die Auswahl der horizontalen Achse als Anzahl der Messwerte oder als Zeit. Für „Zeit“ (Time) aktivieren Sie zunächst „Zeitstemp.“ (Timestamps) im Menü „Speicher-Setup“ (Memory Setup).



igi040.png



igi041.png

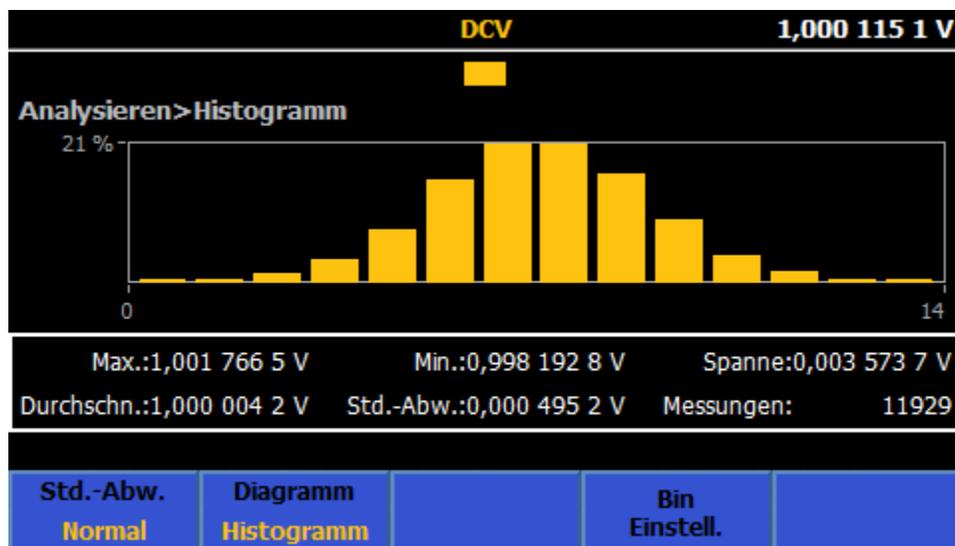
Wenn **F2** (**Diagramm** (Plot)) für **Histogramm** (Histogram) ausgewählt ist:

F3 (**Bin-Einstell.** (Bin Settings)) ermöglicht die Steuerung der horizontalen Achse über „Auto“ oder „Manuell“ (Manual). Solange neue Messwerte aufgenommen werden, können Sie durch den Wechsel zwischen „Auto“ und „Manuell“ (Manual) verschiedene Ansichten der Messwertverteilung anzeigen. Wenn die Datenerfassung durch Drücken von **RUN/STOP** gestoppt wird, wird nur die aktuelle Ansicht der Daten angezeigt. Wenn beispielsweise die Bin-Einstellungen auf „Manuell“ eingestellt sind, wird nach dem Drücken von **RUN/STOP** nur die Ansicht „Manueller Anteil“ angezeigt.

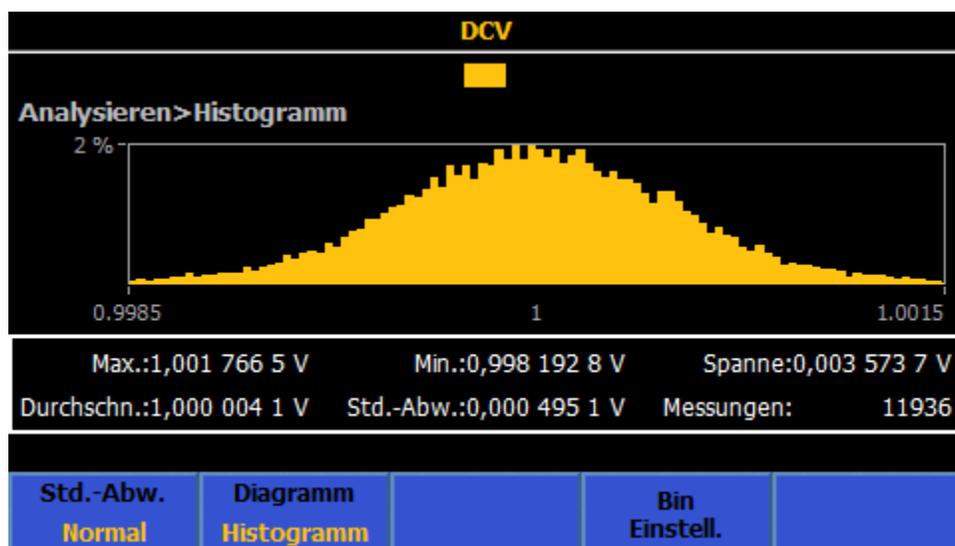
F1 (Auto): Die horizontale Achse zeigt die Anzahl der Anteile basierend auf der Anzahl der Messungen im Datensatz und dem Geräuschpegel des Eingangs. In der Regel erhöht sich die Anzahl der Anteile mit weiteren Messungen, wobei 100 Messungen 7 Anteile ergeben können, während 1.000 Messungen 11 Anteile ergeben können. „Auto“ geht implizit von einer normalen Verteilung aus.

F2 (Manuell (Manual)): Wählen Sie die Einstellung **F2 (Manuell (Manual))** für eine andere Ansicht des Messwertes. Im Menü „Manuell“ (Manual) wird mit „Anzahl der Spektralanteile“ (# Bins) die horizontale Achse auf bis zu 100 Anteile eingestellt. Die horizontale Achse der Anteile kann entweder als niedrige und hohe Werte oder als Spanne um einen mittleren Wert angegeben werden.

„Histogramm“ verwendet ähnliche Datensätze, wobei die Einstellungen für die automatische oder manuelle horizontale Skalierung unten angezeigt werden:



igi042.png



igi043.png

Hinweis

Wenn Sie „Diagramm“ (Chart) verwenden, verwenden Sie einen festen Bereich, da sich der automatische Bereich auf die Daten auswirken kann. Wenn sich Messwerte im Datensatz außerhalb des zulässigen Bereichs befinden, enthält das Diagramm diesen Datenpunkt nicht, und das Diagramm wird rot.

Die anderen Softkeys in Analyse sind

F3 (Nur Diagramm (Chart Only)): Zeigt ein Diagramm (entweder „Trend“ oder „Histogramm“) an, ohne die Statistikdaten anzuzeigen. Verhalten und Steuerung des Diagramms sind mit denen in **F2** (Diagramm + Statistik (Chart + Statistics)) identisch. In „Nur Diagramm“ (Chart Only) wird die gesamte Anzeige des Diagramms verwendet.

F5 (Grenzen (Limits)): Bietet eine visuelle Anzeige des Eingangs im Verhältnis zu einstellbaren oberen und unteren Grenzwerten. Wenn entweder der obere oder der untere Grenzwert überschritten wird, wird der entsprechende Pfeil nach oben/unten rot, wie in der folgenden Abbildung dargestellt:



igi044.png

F1 (Grenzwerteinstellung (Limits Setup)): Stellen Sie die obere und untere Grenze mit **SELECT** und dem numerischen Tastenfeld ein. Die obere und untere Grenze können einzeln ein- oder ausgeschaltet werden.

F2 (Grenzen (Limits)): Schaltet die Grenzwertanzeige EIN oder AUS.

F3 (Alarm löschen (Clear Alarm)): Wenn ein Grenzwert rot angezeigt wird, wird dieser Softkey durch Drücken wieder grün, bis ein anderer Messwert diesen Grenzwert überschreitet.

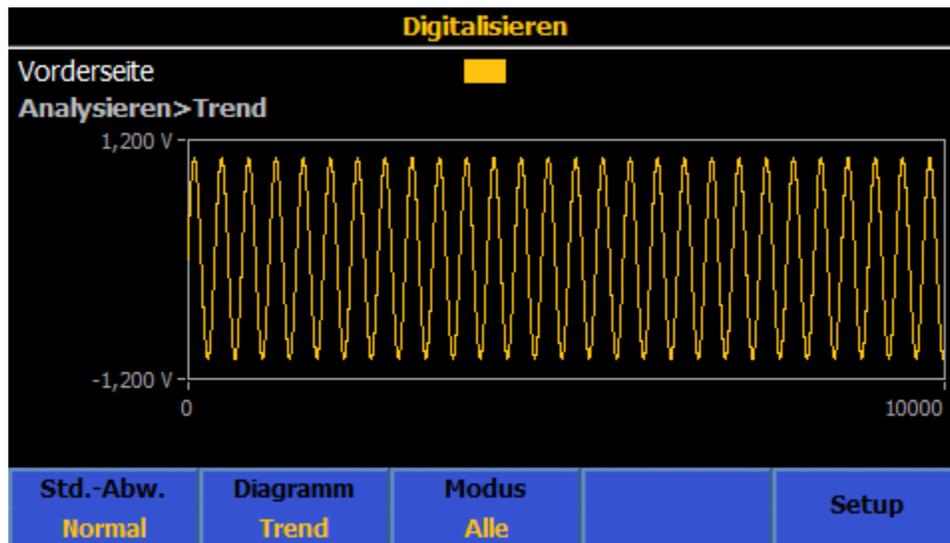
Verwenden von Analysieren im Digitalisierungsmodus

Bei der Digitalisierung verwendet „Analysieren“ immer den vollständigen Datensatz der digitalisierten Daten. Die Dokumentation erfolgt nach der Datenerfassung, nicht *live* wie bei den anderen Funktionen. „Analysieren im Digitalisierungsmodus“ (Analyze in Digitize) verfügt nicht wie die anderen Funktionen über Statistiken. Es gibt zwei Möglichkeiten, die Daten grafisch darzustellen:

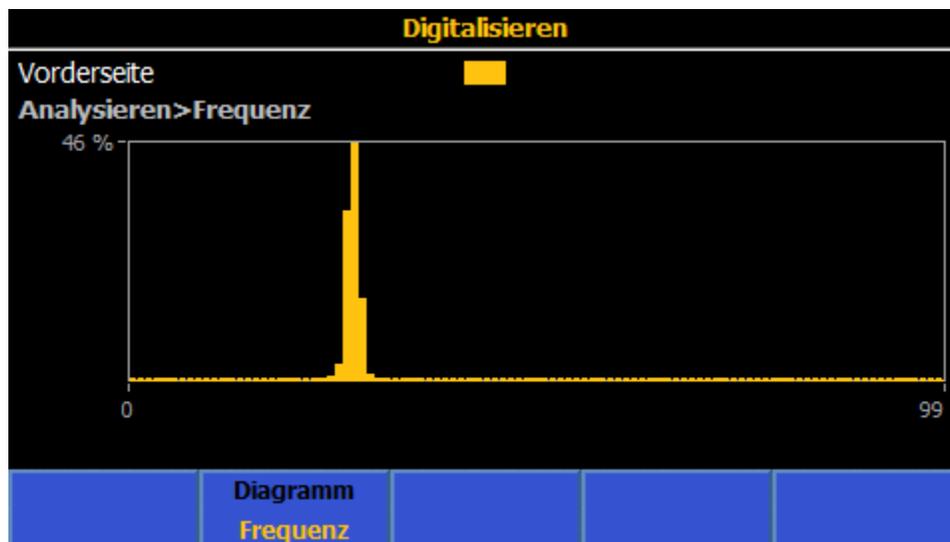
Trenddiagramm (Trend chart): Das Trenddiagramm ähnelt dem Diagramm in allen anderen Funktionen. **F3** (**Auto**) oder **F4** (**Manuell** (Manual)) skaliert die vertikale Achse, und **F5** (**Auto Einmal** (Auto Once)) skaliert die Daten, um sie an das Diagramm anzupassen, und kehrt dann zu „Manuell“ zurück.

Histogramm der Frequenzbereiche (Frequency domain histogram chart): Die erfassten Daten werden mit einer diskreten Fourier-Transformation verarbeitet, um die digitalisierten Zeitbereichsdaten in die Frequenzdomäne zu konvertieren. Das Frequenzbereich-Diagramm bietet eine bequeme Möglichkeit, den Spektralinhalt der Daten ohne externe Nachbearbeitung anzuzeigen.

Wenn „Analysieren“ (Analyze) aktiviert ist, wird durch Drücken von **TRIG** ein weiterer Datensatz aufgenommen und geplottet. Siehe folgender Bildschirm.



igi045.png



igi046.png

Speicher-Setup

Drücken Sie **MEM SETUP**, um auf die Menüs für die Speicherverwaltung zuzugreifen. Siehe Tabelle 20. Auf der Anzeige werden die Informationen zur Geräteeinrichtung angezeigt.

- **Anzahl der Messungen (# Readings):** Zeigt die Anzahl der Messwerte im Datensatz an; dies wird kontinuierlich aktualisiert, wenn sich das Produkt im Freilauf-Triggerstatus befindet.
- **Nicht verw. flüchtiger Speicher (Unused volatile memory):** Zeigt die Anzahl der verbleibenden Bytes im flüchtigen Speicher an. Ein Lesevorgang allein belegt 9 Bytes. Andere Daten, z. B. mehrere Messungen und Zeitstempel, können 5 Mal mehr als dies belegen.
- **Gespeicherte Aufzeichnungen (Stored records):** Zeigt die Anzahl der gespeicherten Datensätze an.
- **Nicht verw. Permanenter Speicher (Unused non-volatile memory):** Zeigt die Anzahl der verfügbaren Bytes im permanenten Speicher an. Die Verwendung dieses Speichers ermöglicht eine größere Datensatzgröße auf Kosten einer gewissen Geschwindigkeitsverschlechterung bei internen Datenübertragungen und einer effektiven Leserate.
- **Messungen speichern in (Store readings to):** Legt fest, wo Messwerte gespeichert werden. Die Standardeinstellung ist der flüchtige Puffer. Dieser Parameter wird durch **F3** (**Ergebnisse speichern in (Store Results To)**) festgelegt.

Mit den Softkeys werden die Untermenüs des Speicher-Setups aufgerufen. Siehe Tabelle 20.

Tabelle 20. Menü „Speicherverwaltung“

Menü „Softkeys“	Parameter
F1 (Zeitmarke (Time Stamp))	Hinzufügen von Zeitmarken zu gespeicherten Aufzeichnungen. Die Auswahl ist AUS (OFF) oder EIN (ON).
F3 (Ergebnisse speichern in (Store results to))	<p>Wählen Sie aus, wo die Ergebnisdaten gespeichert werden sollen. Zur Auswahl stehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nur flüchtiger Puffer (Volatile Buffer Only): Dies ist die Standardeinstellung und bietet die schnellste Datenübertragung in den Speicher und damit die schnellste effektive Lesegeschwindigkeit. Der flüchtige Puffer kann 15.000.000 Messwerte bei ausgeschalteter Zeitmarke, 7.500.000 bei eingeschalteter Zeitmarke speichern. Wenn der Puffer seine Speichergrenze erreicht, werden alle neuen Messwerte verworfen. • Permanenter Speicher (Non-volatile memory): Dadurch werden die Ergebnisse im permanenten Speicher gespeichert. <p>Bewegen Sie mit den Navigationstasten den Cursor, um die Speichermethode zu markieren, und drücken Sie dann SELECT, um die Auswahl zu treffen. Drücken Sie BACK, um das Menü „Speicher-Setup“ (Memory-Setup) aufzurufen.</p>

Tabelle 20. Menü „Speicherverwaltung“ (Fortsetzung)

Menü „Softkeys“	Parameter
F4 (Datensatz speichern (Save Record))	Drücken Sie, um den aktuellen Datensatz in einen archivierten Datensatz auszuwählen. Mit jedem Drücken dieser Funktionstaste wird ein weiterer archivierter Datensatz erstellt, wie im Feld „Gespeicherte Aufzeichnungen“ (Stored records) angezeigt. Wenn der aktuelle Datensatz weiterhin Messwerte aufzeichnet (d. h. das Produkt befindet sich im Freilaufmodus), wird dies auch nach Drücken von F4 (Aufzeichnung speichern (Save Records)) fortgesetzt. Drücken Sie F5 (Aufzeichnungen verwalten (Manage Records)), um archivierte Datensätze anzuzeigen.
F5 (Aufzeichnungen verwalten (Manage Records))	Drücken Sie, um das Menü „Aufzeichnungen verwalten“ (Manage Recors) aufzurufen. Im Menü „Aufzeichnungen verwalten“ (Manage Records) werden die archivierten Datensätze angezeigt, die als CSV-Dateien gespeichert sind. Siehe Abbildung 26. In der Spalte „Datensätze“ (Records) wird der Name der Datensatzdatei angezeigt, und Datum und Uhrzeit werden verwendet. Der neueste Datensatz wird oben angezeigt. In der Spalte „Anzahl der Messungen“ (# Readings) wird die Anzahl der Messwerte in jedem Datensatz angezeigt. Die Spalte „Kommentar“ (Comment) enthält vom Benutzer mit F4 (Kommentar bearbeiten (Edit Comment)) eingegebene Kommentare. Kommentare werden nicht im archivierten Datensatz gespeichert, sondern nur im Menü „Aufzeichnungen verwalten (Manage Records)“ angezeigt, um Datensätze leichter identifizieren zu können. Das Kommentarfeld ist 15 Zeichen breit. Die Softkeys „Aufzeichnungen verwalten (Manage Records)“ sind: F1 (Seite nach unten (Page Down)): Zum Anzeigen der archivierten Datensätze. F2 (Seite nach oben (Page Up)): Zum Anzeigen der archivierten Datensätze. F3 (Kopieren (Copy)): Untermenü zum Kopieren eines Datensatzes in einen USB-Speicher mit den folgenden Softkeys: F4 (Auf USB kopieren (Copy to USB)): Kopiert die markierte Aufzeichnung in den USB-Speicher. F5 (Alle auf USB kopieren (Copy All to USB)): Kopiert alle archivierten Aufzeichnungen in den USB-Speicher. Das Produkt identifiziert die USB-Anschlüsse nicht eindeutig. Schließen Sie während dieses Vorgangs nur ein USB-Speichergerät an. Drücken Sie BACK , um dieses Untermenü zu verlassen. F4 (Kommentar bearbeiten (Edit Comment)): Kommentare können über die Popup-Tastatur und SELECT , oder die numerische Tastatur des Produkts und ENTER eingegeben werden. Im numerischen Tastenfeld wird BKSP sowohl für die numerische Eingabe als auch für die Eingabe von Buchstaben verwendet.

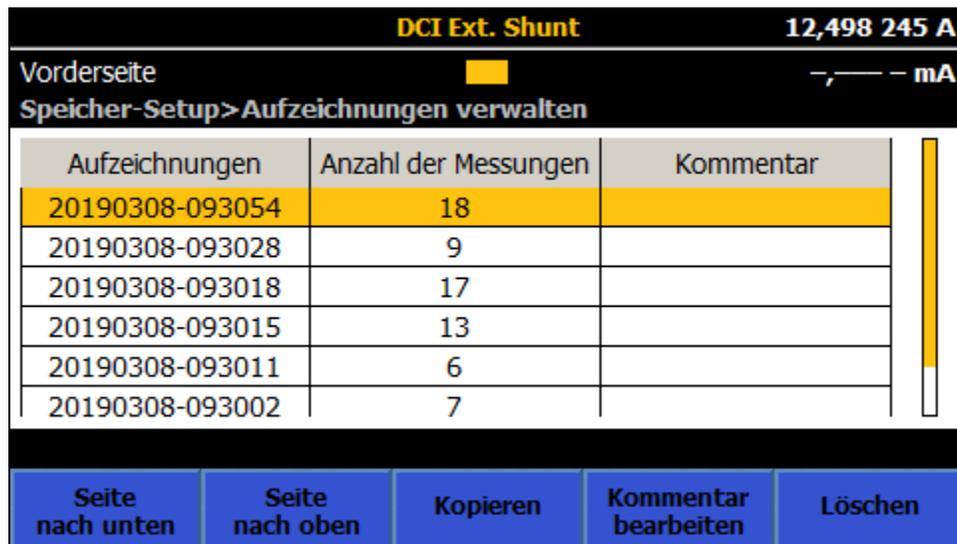


Abbildung 26. Menü „Aufzeichnungen verwalten“

igi047.png

Geräteeinrichtung

Wenn das Produkt eingeschaltet ist, drücken Sie **INST SETUP**, um das Gerätesetup anzuzeigen. Bevor Sie das Produkt verwenden, richten Sie über das Menü „Gerätesetup“ (Instrument Setup) das Produkt Ihren Wünschen entsprechend ein. Auf der Anzeige werden die Informationen zum **Gerätesetup** angezeigt:

- **Modell**
- **Seriennummer**
- **Firmware**

Mit den Softkeys (**F1** bis **F5**) werden die Untermenüs aus **Gerätesetup** (Instrument Setup) aufgerufen:

- **F1** (**Gerät zurücksetzen** (Reset Instrument)): Drücken Sie diesen Softkey, um das Produkt auf die Standardeinstellungen zurückzusetzen, mit Ausnahme der folgenden Einstellungen, die beibehalten werden:
 - „Netzfrequenz“ (Line Frequency) und „Ext. Ref.-Uhr“ (Ext. Ref. Clk) (**INST SETUP** > **Geräteeinstellungen** (Instrument Settings))
 - Alle Einstellungen unter **INST SETUP** > **Anzeigeeinstellungen** (Display Settings)
 - Alle Remote-Einstellungen (**INST SETUP** > **Remote-Einstellungen** (Remote Settings)), außer dass „Emulation“ beim Aus- und Einschalten und Zurücksetzen des Geräts standardmäßig auf „Keine“ (None) eingestellt ist
 - Kalibrierkonstanten
 - Nullwerte einschließlich der Verwendung von Null
- **F2** (**Geräteeinstellungen** (Instrument Settings)): Umfasst das Menü „Anzeigeeinstellungen“ (Display Settings), die Auswahl „Netzfrequenz“ (Line Frequency) (Auto, 50 Hz, 60 Hz) und „Ext. Ref.-Uhr“ (Ext Ref Clk) (AUS, 1 MHz oder 10 MHz).
- **F3** (**Remote-Einstellungen** (Remote Settings))
- **F4** (**Kalibrier. Anpassen** (Cal Adjust))
- **F5** (**Diagnostik** (Diagnostics))

Jedes dieser Menüs kann verwendet werden, um Änderungen an der Einrichtung des Produkts vorzunehmen. Diese Menüs werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

Untermenü „Anzeigeeinstellungen“

F2 (Geräteeinstellungen (Instrument Settings)) bietet Zugriff auf verschiedene andere globale Geräteeinstellungen, wie in Tabelle 21 dargestellt.

Tabelle 21. Untermenü „Anzeigeeinstellungen“

Menüparameter	Ändern des Parameters
Sprache	<p>Zum Ändern der Anzeigesprache drücken Sie F1 (Sprache (Language)). Die Anzeige ändert sich und zeigt die verfügbaren Sprachen an. Markieren Sie mit den Navigationstasten die Sprache, und drücken Sie SELECT. Drücken Sie dann ENTER. Die neue Sprache wird gespeichert. Drücken Sie BACK, um zum Bildschirm „Anzeigeeinstellungen“ (Display Settings) zurückzukehren.</p> <p>Folgende Anzeigesprachen stehen zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> • English • Chinesisch • Französisch • Deutsch • Japanisch • Koreanisch • Russisch • Spanisch
Datum	<p>Das aktuelle Datum wird angezeigt. Zum Ändern des Datums bewegen Sie den Cursor mit den Navigationstasten, um dieses Feld zu markieren; nehmen Sie Änderungen über die numerische Tastatur vor. Drücken Sie dann ENTER. Das neue Datum wird gespeichert.</p>
Datumsformat	<p>Zum Ändern des Formats des Datums bewegen Sie den Cursor mit den Navigationstasten in dieses Feld. Die Softkeys wechseln zu F1 (MM/TT/JJJJ (MM/DD/YYYY)), F2 (TT/MM/JJJJ (DD/MM/YYYY)) und F3 (JJJJ-MM-TT (YYYY-MM-DD)). Drücken Sie den entsprechenden Softkey, um das Datumsformat auszuwählen. Wenn Sie auf diesen drücken, ändert sich das Datumsfeld in das neue Format.</p>
Zeit	<p>Die aktuelle Zeit wird angezeigt. Zum Ändern der Zeit bewegen Sie den Cursor mit den Navigationstasten, um dieses Feld zu markieren; nehmen Sie Änderungen über die numerische Tastatur vor. Drücken Sie im 12-Stunden-Zeitformat F1 (AM) oder F2 (PM). Drücken Sie dann ENTER. Die neue Zeit wird gespeichert.</p>
Zeitformat	<p>Zum Ändern des Zeitformats bewegen Sie den Cursor mit den Navigationstasten, um dieses Feld zu markieren, und drücken Sie dann F1 (12 h) oder F2 (24 h).</p>
Display Brightness (Displayhelligkeit)	<p>Passen Sie die Helligkeit des Displays an die unterschiedlichen Lichtverhältnisse an. Zum Ändern der Anzegehelligkeit bewegen Sie den Cursor mit den Navigationstasten, um dieses Feld zu markieren; nehmen Sie Änderungen über die numerische Tastatur vor. Drücken Sie zum Speichern der Helligkeit ENTER. Beachten Sie, dass die Helligkeitseinstellung die Lebensdauer der Anzeige-Hintergrundbeleuchtung beeinflusst. Fluke Calibration empfiehlt eine Einstellung von 50 % oder weniger.</p>
Dimmer Hintergrundbeleuchtung (Backlight Dimmer)	<p>Die Hintergrundbeleuchtung des Produkts kann für benutzerdefinierte Zeitintervalle auf Dimmen eingestellt werden. Bewegen Sie den Cursor mit den Navigationstasten, um dieses Feld zu markieren; nehmen Sie Änderungen über die numerische Tastatur vor. Die Dimmerzeit für die Hintergrundbeleuchtung wird im Format hhmm eingegeben. Um beispielsweise die Dimmzeit auf 1 Stunde 25 Minuten einzustellen, geben Sie „0125“ ein. Drücken Sie zum Speichern der Änderung ENTER.</p>

Gerätekonfiguration

Ändern Sie über das Menü „Geräteeinstellungen (Instrument Settings) die globalen Geräteeinstellungsparameter. Drücken Sie **F2** (**Geräteeinstellungen** (Instrument Settings)), um das Untermenü „Geräteeinstellungen“ anzuzeigen. Siehe Tabelle 22.

Tabelle 22: Parameter „Geräteeinstellungen“

Menüparameter	Ändern des Parameters
Netzfrequenz	Das Produkt erkennt automatisch die Netzfrequenz, aber hier kann im nichtflüchtigen Speicher eine bestimmte Netzfrequenz eingestellt werden. Zum Ändern der Netzfrequenz bewegen Sie den Cursor mit den Navigationstasten, um dieses Feld zu markieren, und drücken Sie dann F1 (Auto) oder F2 (50 Hz) F3 (60 Hz). Die Einstellung „Auto“ misst die Netzfrequenz zum Zeitpunkt der Einstellung „Auto“ und beim Einschalten des Produkts. Die Netzfrequenz wird nicht kontinuierlich überwacht, und es wird auch kein Wert verwendet, der nicht dem Nennwert entspricht.
Ext. Ref.-Uhr (Externe Referenzuhr; Ext. Ref. Clk)	Wenn diese Option aktiviert ist, kann der Eingang FREQ REF IN an der Rückseite einen externen 1-MHz- oder 10-MHz-Takt verwenden. Zum Ändern der externen Referenzuhr bewegen Sie den Cursor mit den Navigationstasten, um dieses Feld zu markieren, und drücken Sie dann F1 (AUS (OFF)) oder F2 (1 MHz) oder F3 (10 MHz).

Remote-Einstellungen

Das Menü „Remote-Einstellungen“ (Remote Settings) zeigt eine Liste der Parameter für die Remote-Schnittstelle an. Drücken Sie im Menü „Gerätesetup“ (Instrument Setup) **F3** (**Remote-Einstellungen** (Remote Settings)), um das Untermenü „Remote-Einstellungen“ zu verwenden. Siehe Tabelle 23.

Weitere Informationen zur Einrichtung und Verwendung der Remote-Schnittstellen finden Sie im *Programmierhandbuch*.

Tabelle 23. Untermenü „Remote-Einstellungen“

Menüparameter	Ändern des Parameters
Emulation	Die Remote-Schnittstelle des Produkts kann die Digitalmultimeter Fluke 8508A (F2) oder HP/Agilent/Keysight 3458A (F3) emulieren. Wenn F1 (Keine (None)) ausgewählt ist, verwendet das Produkt seine nativen SCPI-Befehle.
Aktiver Port (Active Port)	Für die Auswahl des aktiven Remote-Ports bewegen Sie den Cursor mit den Navigationstasten, um das Feld für den aktiven Port zu markieren. Möglichen Optionen sind: <ul style="list-style-type: none"> • F1 (GPIB) • F2 (Ethernet) • F3 (USB)
GPIB-Adresse (GPIB Address)	Zum Ändern der GPIB-Adresse markieren Sie mit den Navigationstasten das GPIB-Adressfeld, und ändern Sie dann die Adresse mit den numerischen Tasten. Drücken Sie zum Speichern der Adresse ENTER .
Ethernet	Zum Ändern der Ethernet-Einstellungen markieren Sie mit den Navigationstasten das Feld „Ethernet-Einstellungen“ (Ethernet Settings), drücken Sie die Taste SELECT , und ändern Sie dann mit den Navigationstasten, Softkeys und numerischen die Einstellungen. Sie können DHCP, Ethernet-IP-Adresse, Gateway, Subnetzmaske, Port, Remote-IF und EOL ändern.

Kalibrierungsanpassung

Erhöhen Sie mit der Kalibrierungsanpassung die Genauigkeit. Drücken Sie im Menü „Gerätesetup“ (Instrument Setup) **F4** (Kalibrierungsanpassung (Calibration Adjust), um das Untermenü „Kalibrierungsanpassung“ zu verwenden. Der Hauptbildschirm des Menüs „Kalibrierungsanpassung“ (Calibration Adjust) wird hier angezeigt:



igi025.png

Korrekturen der Kalibrierungsanpassung werden für sehr viel höhere Genauigkeit angewendet. Das Produkt verfügt über zwei Speicher, die als „Zertifiziert“ (Certified) und „Grundmodell“ (Baseline) bezeichnet werden. Wählen Sie aus, welche Korrekturen aktiv sind. Das Produkt verlässt das Werk mit zertifizierten aktiven Speichern, und das Kalibrierungszertifikat bezieht sich auf die Leistung in dieser Konfiguration. Die zertifizierten Korrekturen werden in die Basisspeicher des Herstellers kopiert.

Basisspeicher würden normalerweise nur nach Reparatur überschrieben werden. Die jährliche oder zweijährliche Neukalibrierung des Produkts aktualisiert die zertifizierten Speicher, aber das Grundmodell wird nicht geändert.

Beispiele für die Verwendung des Produkt-Grundmodells:

- Überwachung der langfristigen Drift des Produkts, die von den Änderungen an den zertifizierten Speichern durch die routinemäßige Kalibrierungsanpassung nicht betroffen ist.
- Nachweis, dass die Digitalmultimeter-Leistung durch den Transport zur und von der Routinekalibrierung nicht beeinträchtigt wurde.

Drücken Sie **F5** (**Passcode eingeben** (Enter Passcode)), um den Anpassungsmodus aufzurufen. Für das Produkt ist ein Passcode erforderlich. Die Standardeinstellung lautet **123456**. Geben Sie mithilfe der numerischen Tastatur und **ENTER** Ihren Passcode ein. Siehe den folgenden Bildschirm. Wählen Sie **Aktive Speicher einstellen** (Set Active stores), um den aktiven Speicher bei Bedarf zu ändern.



igi026.png

So löschen Sie die zertifizierten Speicher oder kopieren die zertifizierten Speicher über das Grundmodell: Wählen Sie „Kalibrierspeicher verwalten“ (Manage Cal stores). Siehe den folgenden Bildschirm.



igi342.png

Wählen Sie „Anpassung zertifizierter Speicher“ (Certified Stores Adjustment), um das Menü für die Kalibrierungseinstellung aufzurufen, siehe Bildschirm unten.

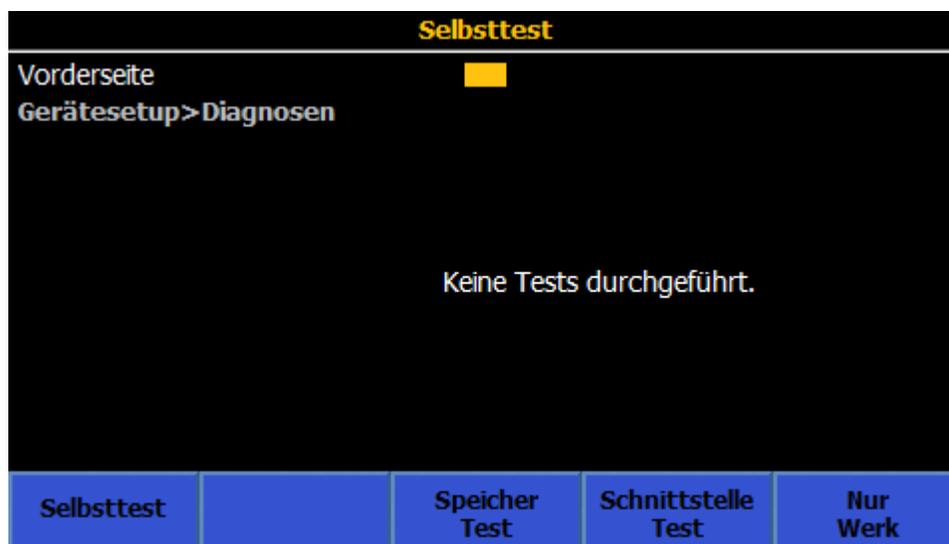


igi343.png

Diagnostik

Das letzte Untermenü im Menü „Gerätesetup“ (Instrument Setup) ist das Menü „Diagnostik“ (Diagnostics). Drücken Sie **F5** (Diagnostik (Diagnostics)), um dieses Untermenü aufzurufen. Das Produkt kann verschiedene Selbsttests durchführen. Siehe den folgenden Bildschirm.

- **F1** (Selbsttest; Selftest)
- **F3** (Tastaturtest; Keyboard Test)
- **F4** (Anzeigetest; Display Test)



igi344.png

Triggerung von Messungen

Das Produkt verfügt über ein auslösendes Subsystem, das aus mehreren Schichten besteht, wie in Abbildung 27 dargestellt. Im Standardstatus beim Einschalten werden alle Ebenen auf einen Status gesetzt, der es dem Produkt ermöglicht, kontinuierlich automatische Messungen durchzuführen. Das auslösende Subsystem kann so konfiguriert werden, dass es Messungen nicht kontinuierlich durchführt, wenn andere Ereignisse sehr spezifisch eintreten. Bei vielen Anwendungen müssen nur ein oder zwei Parameter in einer bestimmten Ebene geändert werden, sodass die anderen Ebenen im Standardstatus bleiben.

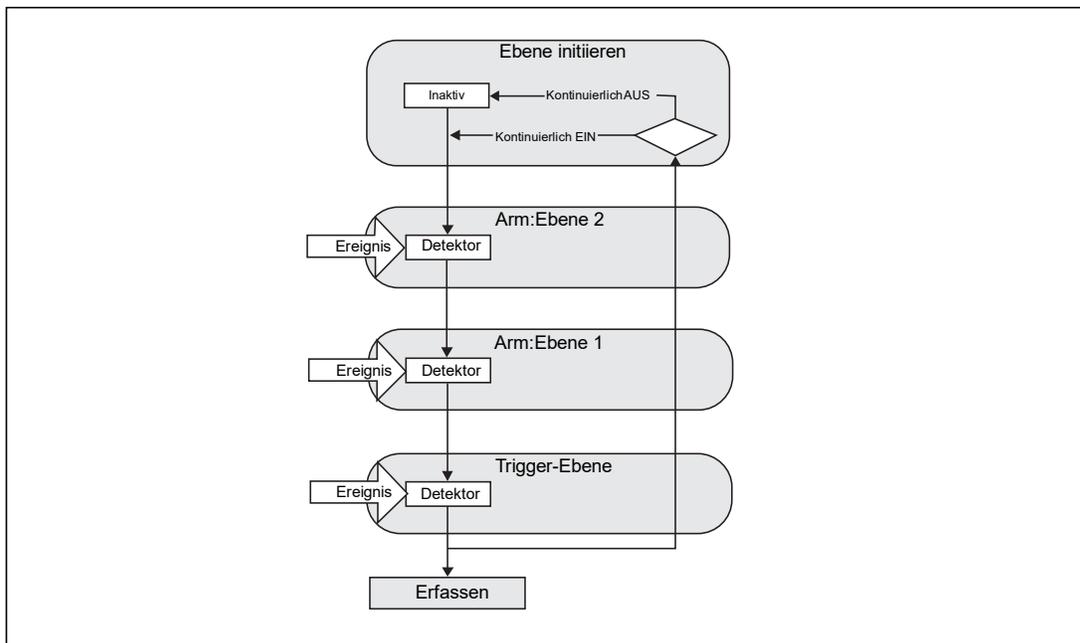


Abbildung 27. Trigger-Subsystem

igi106p.emf

Im standardmäßigen Einschaltzustand ist das auslösende Subsystem so konfiguriert, dass es eine Messung durchführt, ohne auf etwas warten zu müssen, und dann kontinuierlich Messungen durchführt. Drücken Sie **RUN/STOP**, um alle Messungen sofort zu stoppen. Im gestoppten Zustand kann **TRIG** zum Starten eines einzelnen Zyklus des Trigger-Subsystems verwendet werden, um eine Messung durchzuführen. Jede weitere Betätigung von **TRIG** führt zu einer weiteren Messung. Drücken Sie **RUN/STOP** erneut, um die kontinuierliche Messung fortzusetzen.

In diesem einfachen Beispiel wird durch Drücken von **RUN/STOP** die Ebene „Initiieren“ in den Status „Kontinuierlich“ (oder „Inaktiv“) versetzt, und die Messwerte werden nicht mehr angezeigt. Wenn die Ebene „Initiieren“ (Initiate) auf „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) gesetzt ist, wird durch Drücken von **TRIG** ein Messwert erzeugt, indem das auslösende Subsystem durch die anderen drei Schichten (Arm2, Arm1 und Trigger) fließt, wie in Abbildung 27 dargestellt. Im Standardstatus „Sofort“ (Immediate) wird jede der drei Ebenen so eingestellt, dass sie automatisch zur nächsten Ebene fließen, bis zu „Aufnahme“ (Acquire), wo das Produkt einen Messwert erstellt, und zurück bis zur Ebene „Initiieren“ (Initiate). Drücken Sie die Taste **RUN/STOP** erneut, um die Ebene „Initiieren“ (Initiate) wieder auf „Kontinuierlich“ (Continuous) (oder den Zustand „Freilauf“) zu setzen. Das Produkt führt dann automatisch Messungen durch.

Die Einstellung „Kontinuierlich EIN/AUS“ (Continuous ON/OFF) in der Ebene „Initiieren“ (Initiate) bestimmt, ob der Zyklus nach dem Durchlaufen von Arm2, Arm1 und Trigger wiederholt wird oder ob es sich um eine Einzelmessung handelt. Mit Ausnahme der Funktion „Digitalisieren“ (Digitize), die nicht über die Einstellung „Kontinuierlich“ (Continuous) verfügt, kann diese Funktion mit der Taste **RUN/STOP** gesteuert werden. Die Ebene „Initiieren“ (Initiate) kann auch über die Bildschirme „Trigger-Setup“ unter **F5** (Erweiterte Einstellungen (Extended Settings)) bearbeitet werden, die weiter unten beschrieben werden.

Details des Triggerung-Subsystems

Für eine bessere Regelung des Triggerung-Subsystems geben Sie ein Ereignis oder mehrere Ereignisse an, die in den anderen drei Schichten Arm2, Arm1 und Trigger auftreten müssen. Abbildung 28 zeigt die einstellbaren Aspekte der Trigger-Ebene: Ereigniseinstellungen (und Definitionsbegriffe), Schleifenzähler (Loop Counter), Ereigniszähler (Event Counter), Verzögerung (Delay) und Holdoff-Timer (Holdoff timer). Die Schichten Arm2 und Arm1 sind sehr ähnlich wie die Abbildung 28, mit Ausnahme von Holdoff, das nur in der Trigger-Ebene verfügbar ist.

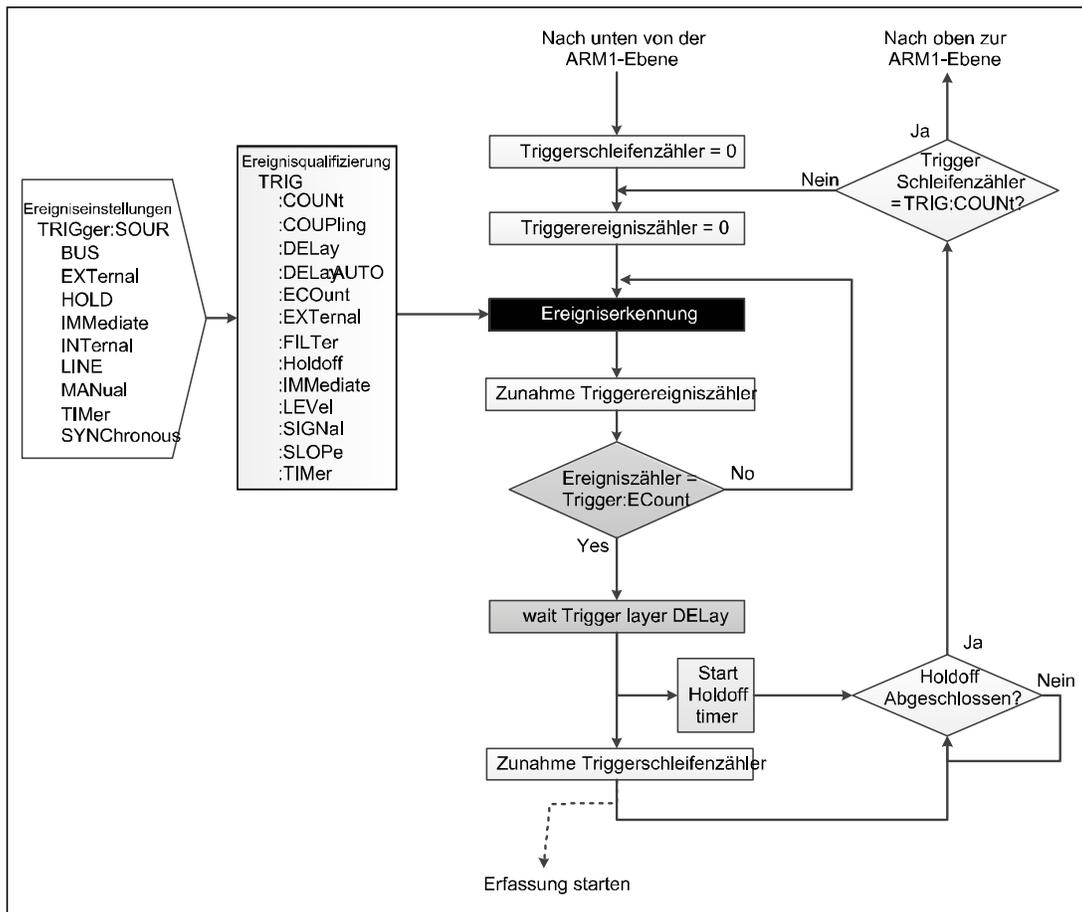


Abbildung 28. Trigger-Ebene ohne besondere Ereignisse

igi102.emf

Hinweis

Auf der Ebene „Trigger“ sowie auf den Ebenen „Arm2“ und „Arm1“ sind Sonderereignisse, die in Abbildung 28 nicht dargestellt sind, über die SCPI-Remote-Befehle verfügbar. Die Sonderereignisse werden unter „Spezielle Ereignisqualifizierer“ beschrieben.

Das standardmäßige Einschaltereignis in den Ebenen „Arm2“, „Arm1“ und „Trigger“ ist „Sofort“ (Immediate), das eine automatische kontinuierliche Auslösung ermöglicht. Wenn alle drei Schichten auf „Sofort“ (Immediate) eingestellt sind, ist kein weiteres diskretes Auslöseereignis erforderlich, um einen Messwert zu erhalten, solange die Ebene „Initiiieren“ (Initiate) auf „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) gesetzt ist. Wenn die Ebene „Initiiieren“ (Initiate) auf „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) gesetzt ist, hat das Auftreten eines Ereignisses in einer der anderen Ebenen keine Auswirkung. Das Trigger-Subsystem bleibt im Status „Inaktiv“ (Idle), es sei denn, **TRIG** wird gedrückt oder der Remote-Befehl INIT:IMM wird gesendet (siehe später).

Die einstellbaren Trigger-Ereignisse sind:

- **Sofort** (Immediate): Kein Warten am Ereignisdetektor. Dies ist der Standardstatus für alle Ebenen und ermöglicht dem Produkt, kontinuierlich im Freilaufmodus zu messen. Dies ist die Standardeinstellung beim Einschalten aller Funktionen außer „Digitalisieren“ (Digitize) und „HF-Leistung“ (RF Power).
- **Extern** (External): Wartet auf einen Triggerflankeneingang am BNC-Anschluss an der Rückseite. Typ und Polarität der Kante sind standardmäßig negativ bei TTL. Die Auswahl des Kantentyps wird im Folgenden beschrieben.
- **Bus**: Wartet auf einen Triggerbefehl für die Remote-Schnittstelle (*TRG oder GET) vom steuernden Computer.
- **Halten** (Hold): Versetzt das Trigger-Subsystem in einen unterbrochenen Zustand, es werden keine Messwerte erfasst. „Halten“ (Hold) pausiert das Produkt von einer Signalerfassung, bis dieser Modus beendet wird. Beachten Sie, dass das Ereignis „Halten“ (Hold) nicht mit dem weiter unten beschriebenen „Holdoff“ in Beziehung steht.
- **Intern** (Internal): Wartet, bis das Eingangssignal einen bestimmten Pegel an der positiven oder negativen Flanke erreicht. Die Einstellung des Punktes (Pegel) auf dem Signal wird im Folgenden beschrieben. Andere Digitalmultimeter bezeichnen diesen Ereignisparameter möglicherweise als „PEGEL“ oder „ATrigger“.
- **Netz** (Line): Das Ereignis wird synchron mit der Netzfrequenz erfüllt. Wenn die Erfassungszeit (die Zeit, die zum Abschließen eines Messwerts benötigt wird) kürzer ist als der Zeitraum der Netzfrequenz, werden die Messwerte mit der Netzfrequenz angezeigt. Wenn die Erfassungszeiten länger als der Zeitraum der Netzfrequenz sind, werden die Messwerte bei Vielfachen des Netzfrequenzzeitraums ausgelöst. Bei einer ausreichend langen Aufnahmedauer kann bei einer 60 Hz-Leitung eine Triggerung bei 30 Hz oder 20 Hz auftreten.

- **Manuell** (Manual): Drücken Sie **TRIG** , um das Ereignis aufzunehmen. „Manuell“ (Manual) ist nicht dasselbe wie das Drücken von **RUN/STOP** , da „Manuell“ eine Ereigniseinstellung für die Ebenen „Arm2“, „Arm1“ und „Trigger“ ist, während sich **RUN/STOP** auf die Ebene „Initiiieren“ (Initiate) auswirkt. Das Verhalten von **TRIG** unterscheidet sich im manuellen Modus von dem Verhalten, wenn **RUN/STOP** gedrückt wird, um die Ebene „Initiiieren“ (Initiate) auf „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) zu setzen. Wenn sich das Produkt im Status „Inaktiv“ (Idle) befindet, bei dem die Ebene „Initiiieren“ (Initiate) auf „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) gesetzt ist und die Ebene „Trigger“ auf „Manuell“ (Manual) eingestellt ist, führt das erste Drücken von **TRIG** dazu, dass das System den Status „Inaktiv“ verlässt. Zur Erfüllung des Auslöseereignisses ist eine zweite Betätigung von **TRIG** erforderlich. Anschließend wird ein Messwert erfasst.
- **Synchron** (Synchronous) – Nur Fernsteuerung. Das Ereignis ist erfüllt, wenn der Produktausgabepuffer leer ist und das Produkt Daten anfordert.
- **Timer**: Wartet, bis der Timer-Zeitraum abgelaufen ist. Ermöglicht dem Trigger-Subsystem, Messungen in einem bestimmten Zeitintervall durchzuführen. Beim ersten Durchlauf durch den Ereignisdetektor, der auf „Timer“ eingestellt ist, verhält sich der Timer wie „Sofort“ (Immediate), d. h. der Prozess wartet nicht auf den Ereignisdetektor. Wenn die Anzahl auf dieser Ebene größer als eins ist, wartet der Prozess auf den Ereignisdetektor, bis der Timer-Zeitraum abgelaufen ist. Auf diese Weise kann der Timer Messwerte mit einem bestimmten Zeitintervall speichern, wobei der erste Messwert „sofort“ kommt und die nachfolgenden Messwerte zum angegebenen Timer-Intervall erfolgen. Wenn das Timer-Zeitintervall kürzer ist als die Zeit, die der Prozess benötigt, um zum Detektor zurückzukehren, gibt es keine Wartezeit. Das Timer-Zeitintervall wird zurückgesetzt, wenn der Prozess diese Schicht auf dem Aufwärtsweg verlässt. Es gibt eine Ausnahme zu dieser Regel: Wenn „Kontinuierlich“ (Continuous) auf EIN (ON) gesetzt ist und alle Schichten oberhalb der Schicht mit Ereigniszeitgeber das Ereignis auf „Sofort“ gesetzt haben, wird der Zeitgeber nicht zurückgesetzt. Die Messwerte werden im angegebenen Zeitgeberintervall so angezeigt, als hätte diese Schicht einen unendlichen Zählwert. Ein Beispiel ist die Einstellung des Trigger-Ebenenereignisses auf „Timer“ mit einem Intervall von 10 Sekunden, wobei die beiden anderen Schichten in ihrem standardmäßigen Ereigniszustand von „Sofort“ (Immediate) darüber bleiben. Bei diesem Trigger-Setup wird der erste Messwert „sofort“ angezeigt, und die nachfolgenden Messwerte werden in einem Abstand von 10 Sekunden angezeigt.

Aus Sicht des Anwenders des Bedienfeldes sind nur die Ereigniseinstellungen „Sofort“ (Immediate), „Extern“ (External), „Intern“ (Internal), „Netz“ (Line), „Manuell“ (Manual) und „Timer“ relevant, da alle anderen eine Remote-Schnittstellenaktivität beinhalten.

Neben einstellbaren Triggerereignissen haben die Ebenen Arm2, Arm1 und Trigger jeweils einen Schleifenzähler (Anzahl), der angibt, wie oft die Ebene wiederholt wird. Diese Zählungen werden verschachteln, sodass die Anzahl der Triggerebenen für jede Anzahl der Arm1-Schichten usw. erreicht wird. Die Gesamtzahl der durchgeführten Messungen ist die Summe der Zählwerte aller drei Schichten.

Jede Ebene verfügt über einen Wert für den Ereigniszähler (eCount), der erfordert, dass das angegebene Ereignis so oft auftritt, bis das Trigger-Subsystem den Block „Verzögerung“ (Delay) in dieser Ebene erreicht.

Jede Ebene verfügt über einen Verzögerungswert, um eine bestimmte Pause einzufügen, nachdem das Ereignis in dieser Ebene erfüllt wurde. Diese Verzögerungen werden standardmäßig auf „Auto“ gesetzt, was aus Sicht des Bedienfeldanwenders als Null behandelt werden kann.

Hinweis

Die Verzögerung „Auto“ für Schicht „Arm1“ und „Arm2“ ist immer Null. Die Verzögerung „Auto“ der Trigger-Schicht kann ein endlicher Wert sein, der auf der Signalpfadkonfiguration basiert, es kann aber auch keine Verzögerung auftreten. Beispielsweise beginnt die Verzögerung „Auto“, wenn eine Signalpfadkonfiguration geändert wird, und endet, bevor das Trigger-Subsystem diesen Punkt im Zyklus erreicht. In diesem Fall tritt keine Verzögerung auf.

Menü „Trigger-Setup“

Das Menü „Trigger-Setup“ ist für den einfachen Zugriff auf die Trigger-Ebene eingerichtet, die die Ebene vor der eigentlichen Signalerfassung darstellt. Drücken Sie **TRIG SETUP**, um die Parameter einzustellen, die unter *Details des Triggerung-Subsystems* zu finden sind. Eine Vielzahl von Triggervorgängen kann allein durch die Steuerung der Trigger-Ebene durchgeführt werden, wobei die anderen Ebenen in ihrem Standardstatus bleiben. Der Zugriff auf das gesamte Trigger-Subsystem (Schichten „Initiieren“ (Initiate), „Arm2“, „Arm1“ und Triggerung „Triggering“) erfolgt über den Softkey **F5** (**Erweiterte Einstellungen** (Extended Settings)).

Hinweis

In Anbetracht der komplexen Natur des Trigger-Subsystems wird empfohlen, bei einem bestimmten Trigger-Setup zuerst den Softkey „Auf Stand. zurückset.“ (Reset to Defaults) zu drücken, bevor irgendwelche Parameter eingestellt werden.



igi031.png

In der ersten Zeile des Bildschirms „Trigger-Setup“, „Triggerereignis“ (Trigger Event), wird festgelegt, welche der einstellbaren Ereignisse die Triggerung in der Triggerebene auslösen. Die Standardeinstellung für das Ereignis ist „Sofort“ (Immediate), was kontinuierliches, automatisches Auslösen ermöglicht.

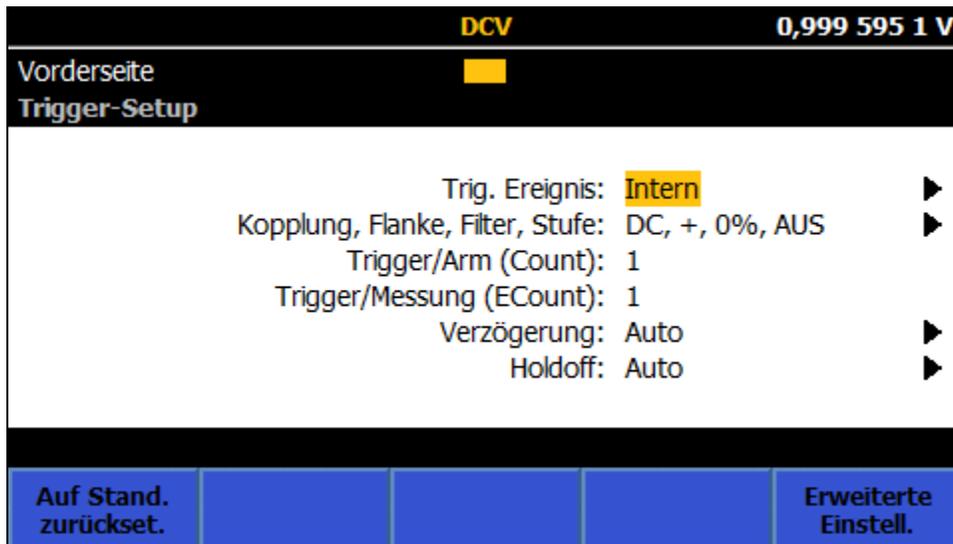
Die zweite Zeile des Trigger-Setups ist kontextsensitiv und muss nicht unbedingt Informationen enthalten; siehe Bildschirm unten:

Die Ereigniseinstellungen mit zusätzlichen Informationen und einstellbaren Parametern sind:

Extern: Die Triggerung basiert auf dem am BNC-Anschluss **TRIG IN** auf der Geräterückseite angelegten Signal. Die verfügbaren Einstellungen werden mit **SELECT**, vorgenommen und sind „TTL Negativ“, „TTL Positiv“, „Bipolar Negativ“

und „Bipolar Positiv“. Die Standardeinstellung für die externe Triggerflanke ist „TTL Negativ“.

Intern: Die Triggerung basiert auf dem Pegel des Analogeingangs für DCV, ACV, DCI, ACI, „Ohm“ und „Digitalisieren“ (Digitize). Die interne Triggerung lässt sich für die Frequenz (basierend auf der Amplitude der Spannung bzw. des Stroms) verwenden, wenn die Eingangsklemmen an der Vorder- oder Rückseite verwendet werden. Die Triggerung erfolgt jedes Mal, wenn das Eingangssignal einen bestimmten Pegel an der positiven oder negativen Flanke erreicht. Die einstellbaren Parameter sind „Kopplung“ (Coupling, „AC“ oder „DC“), „Pegel“ (Level, als Prozentsatz des Bereichs, bis zu $\pm 200\%$ des Bereichs), „Flanke“ (Slope, + oder -) und „Filter“ („Ein“ (On), „Aus“ (Off)). Filter „Ein“ (On) fügt einen 70-kHz-Filter in den Triggersignalweg ein. Siehe den folgenden Bildschirm.



igi028.png

Timer: Triggert mit einer voreingestellten Geschwindigkeit aus. Wenn „Anzahl“ (Count) größer als eins ist, gilt die Timer-Einstellung ab Messwert zwei. Auf diese Weise kann der Timer Messwerte mit einem bestimmten Zeitintervall speichern, wobei der erste Messwert „sofort“ kommt und die nachfolgenden Messwerte zum angegebenen Timer-Intervall erfolgen. Siehe *Beispiele für die Verwendung des triggerenden Untersystems*. Der Timer steuert den Start von Erfassungen und ist nicht die Zeitdauer zwischen dem Ende einer Erfassung und dem Beginn der nächsten (siehe *Verzögerung*).

Die anderen Zeilen des Menüs „Trigger-Setup“ sind:

Trigger/Arm (Count): Standardeinstellung: eine; dies ist die Anzahl der Messwerte pro Scharfstellen in der Triggerebene. „Anzahl“ (Count) legt fest, wie oft der Triggerungsvorgang um die Triggerungsebene zirkuliert, bevor er wieder zurück nach oben in Richtung der Initialisierungsebene beendet wird.

Ein Beispiel für die Verwendung von „Anzahl“ (Count) ist die Aufnahme und grafische Darstellung eines Bursts von 100 Punkten auf einer Eingangswellenform. Wenn „Trigger/Arm (Count)“ auf 100 eingestellt ist, müssen Sie **RUN/STOP** drücken, um das Triggerungs-Untersystem auf „Inaktiv“ (Idle) zu setzen. Drücken Sie auf **TRIG**. Der Triggerschleifenzähler wird beim ersten Durchlauf auf eins erhöht. Im Aufwärtslauf wird der Wert des Triggerschleifenzählers mit dem Wert von „Anzahl“ (Count) verglichen. Der Vorgang verbleibt solange in der Triggerebene, bis der Schleifenzähler den Wert in „Anzahl“ (Count) erreicht. Wenn der Schleifenzähler den in „Anzahl“ (Count) festgelegten Wert erreicht (und 100 Messungen vorgenommen werden), verlässt der Prozess die Triggerebene und kehrt zur Initialisierungsebene zurück.

Details des Trigger-Untersystems in diesem Beispiel: Nach dem Drücken von **TRIG** verlässt der Triggervorgang die Initialisierungsebene, durchläuft die beiden (standardmäßig auf „Sofort“ (Immediate) eingestellten) ARM-Ebenen und tritt in die Triggerebene ein. Da das Ereignis auf „Sofort“ (Immediate“, Standardeinstellung) eingestellt ist, benötigt man kein separates Ereignis, und der Vorgang wird nach unten verschoben, um eine Erfassung zu starten. Der Triggerschleifenzähler wird auf dem Weg nach unten inkrementiert. Im Aufwärtslauf wird der Wert des Triggerschleifenzählers mit dem Wert von „Anzahl“ (Count) verglichen. Der Vorgang verbleibt solange in der Triggerebene, bis der Schleifenzähler den Wert in „Anzahl“ (Count) erreicht. Wenn der Schleifenzähler den Wert von „Anzahl“ (Count) erreicht, verlässt der Vorgang die Triggerebene nach oben über ARM1 und ARM2 zur Initialisierungsebene. Das System bleibt solange inaktiv, bis **TRIG** erneut gedrückt wird.

Trigger/Messung (ECount) (Triggers/reading (ECount)): Die Standardeinstellung für „Anzahl der Ereignisse“ (Event Count, ECount) ist eins. „ECount“ legt fest, wie viele Triggerereignisse erforderlich sind, um einen Messwert zu erfassen.

Ein Beispiel für die Verwendung von „ECount“ wäre, wenn Sie bei einer Digitalisierung präzise mit einer Frequenz von 2 MHz triggern müssen. Zum Bereitstellen einer präzisen Frequenzquelle ist ein 10-MHz-Off-Air-Standard zu verwenden. Das externe Triggersignal muss durch 5 geteilt werden, um die gewünschte Frequenz von 2 MHz zu erreichen. Setzen Sie ECount auf 5. Setzen Sie „Triggerereignis“ (Trigger Event) auf „Extern“ (External). Stellen Sie den Flankentyp auf „TTL Negativ“ (oder positiv) ein, und legen Sie das 10-MHz-Signal an den Anschluss „TRIG IN BNC“ an der Geräterückseite an. Das Gerät misst jetzt mit einer Frequenz von 2 MHz (mit einem Intervall von 500 ns), wobei an jeder fünften konformen Triggerflanke Messwerte erfasst werden.

Details des Trigger-Untersystems in diesem Beispiel: Beim Erkennen eines konformen Ereignisses wird in diesem Fall der Zähler für das Triggerereignis inkrementiert. Wenn die Anzahl der Triggerereignisse kleiner als „ECount“ ist, wird der Prozessfluss zurück zum Ereignisdetektor geleitet. Die Schleife wird solange fortgesetzt, bis der Triggerereigniszähler den ECount-Wert erreicht. Dann setzt sich der Prozessfluss nach unten fort, um eine Erfassung zu triggern.

Verzögerung (Delay): Dies ist die Zeitdauer, die nach einem Triggerereignis gewartet werden muss, bevor eine Erfassung gestartet wird. Die Standardeinstellung AUTO legt eine Verzögerung fest, die ausreicht, damit sich der Messkreis auf diese Funktion und diesen Bereich einschwingen kann, und auch nach einer Konfigurationsänderung. Die automatische Verzögerung ist variabel und hängt von der Gerätekonfiguration ab. Die Verzögerung lässt sich manuell auf eine feste Dauer von 30 ns bis zu 4.000.000 Sekunden einstellen. Die Auflösung beträgt für Verzögerungen von bis zu 40 Sekunden 10 ns.

Ein Beispiel für die Verwendung von „Verzögerung“ (Delay) wäre eine empfindliche hochohmige Widerstandsmessung. In einem solchem Fall empfiehlt sich ein manuelles Starten der Messung, und es muss genügend Zeit zum Verlassen der Umgebung zur Verfügung stehen. Nehmen wir an, dass sich das Trigger-Untersystem im Standardzustand befindet, mit dem begonnen werden soll, sodass das Triggerereignis auf „Sofort“ (Immediate) gesetzt wird. Stellen Sie „Verzögerung“ (Delay) auf einen geeigneten Wert ein, z. B. 20 Sekunden. Drücken Sie **RUN/STOP**, um die Initialisierungsebene auf „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) zu setzen. Das Gerät befindet sich jetzt im Status „Inaktiv“ (Idle). Das Gerät befindet sich jetzt im Status „Leerlauf“ (Idle).

Details des Trigger-Untersystems in diesem Beispiel: Beim Drücken von **TRIG** verlässt der Triggervorgang die Initialisierungsebene, durchläuft die beiden (standardmäßig auf „Sofort“ (Immediate) eingestellten) ARM-Ebenen und tritt in die Triggerebene ein. Da das Ereignis auf „Sofort“ (Immediate“, Standardeinstellung) eingestellt ist, muss kein separates Ereignis auftreten, und der Vorgang wird nach unten zum Verzögerungsblock verschoben. Da das Ereignis auf „Sofort“ (Immediate“, Standardeinstellung) eingestellt ist, muss kein separates Ereignis auftreten, und der Vorgang wird nach unten zum Verzögerungsblock verschoben.

Holdoff: Dies führt dazu, dass die Triggerebene die eingestellte Zeit lang nach dem Initiieren einer Erfassung pausiert. Dadurch kann die Erfassung abgeschlossen werden, bevor das System den nächsten Trigger annehmen kann. Die Standardeinstellung für „Holdoff“ ist „Auto“. Damit lässt sich die Erfassung abschließen, bevor das System den nächsten Trigger in einer beliebigen Funktion und einen bestimmten Bereich annehmen kann. In den meisten Fällen empfiehlt es sich, „Holdoff“ auf „Auto“ zu lassen, um Fehlermeldungen „Trigger zu schnell“ (Trigger too fast) zu vermeiden. „Holdoff“ lässt sich manuell auf einen Wert zwischen 0 und 100 Sekunden einstellen. Wenn Sie „Holdoff“ auf 0 Sekunden setzen, wird die schnellste Messfrequenz erzielt. „Holdoff“ ist in den Ebenen ARM2 und ARM1 nicht verfügbar.

Ein Beispiel für die Verwendung von „Holdoff“ wäre, wenn das Triggerebenenereignis auf „Extern“ gesetzt ist und Trigger durch einen ECount-Wert größer als 1 geteilt werden. Im obigen Beispiel mit „ECount“ beträgt die erforderliche Abtastfrequenz 2 MHz. „ECount“ wird auf fünf gesetzt, um Trigger durch fünf zu teilen. Die Triggerebenen-Zykluszeit muss unter 500 ns liegen. Die Triggerebenen-Zykluszeit muss unter 500 ns liegen.

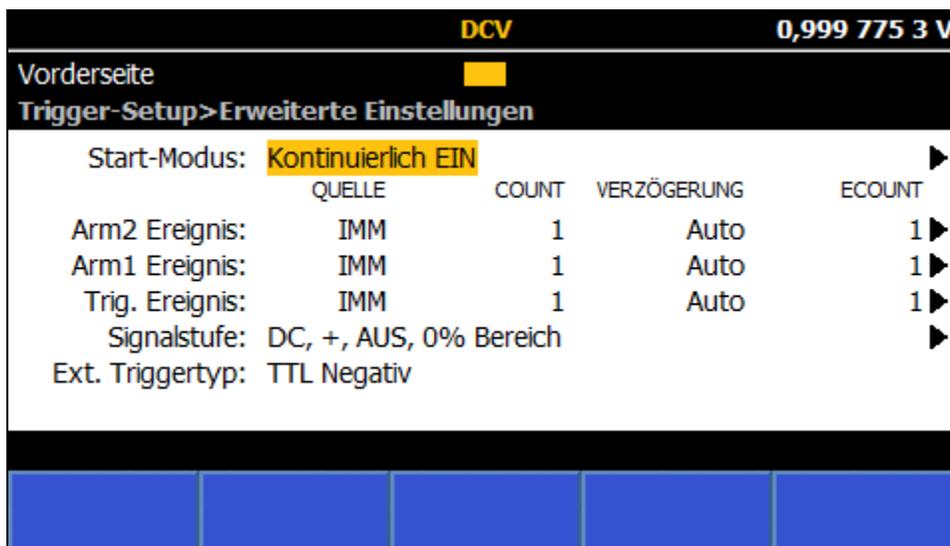
Hinweis

Auf den ersten Blick mag es so aussehen, als ob die o. g. Beispiele für „Verzögerung“ (Delay) bzw. „ECount“ nur mit dem Holdoff-Wert des Triggers erreicht werden können. Im Fall von „Verzögerung“ (Delay) würde das nicht ordnungsgemäß funktionieren, da „Holdoff“ nach dem Triggern der Erfassung implementiert wurde, während „Verzögerung“ (Delay) vor der Erfassung erfolgt. Es scheint, als würde „ECount“ funktionieren, wenn „Holdoff“ entsprechend eingestellt wäre. Dies ist jedoch keine gute Alternative, da Fehlermeldungen wegen einer zu schnellen Triggerung ausgelöst werden könnten, wenn die Holdoff-Zeit nicht genau mit dem 10-MHz-Takteingang übereinstimmt.

Das Menü „Trigger-Setup“ enthält folgende Softkeys:

F1 (Auf Stand. zurückset. (Reset to Defaults)): Setzt alle Triggerparameter in allen Ereignisebenen auf die beim allerersten Einschalten des Geräts vorhandenen Standardeinstellungen zurück. Wenn das Setup des auslösenden Untersystems unsicher ist, bietet die Option „Auf Stand. zurückset.“ (Reset to Defaults) eine schnelle Möglichkeit, das Untersystem in einen bekannten Zustand zurückzusetzen.

F5 (Erweiterte Einstellungen (Extended Settings)): Bietet Zugriff auf alle vier Triggerebenen, die Initialisierungsebene und die Ereignisebenen „Arm 2“, „Arm 1“ und „Trigger“. Wird sie betätigt, zeigt **F5** (Erweiterte Einstellungen (Extended Settings)) Menüs für die Initialisierungs- und die drei Triggerebenen anzeigt. Siehe den folgenden Bildschirm:



igi029.png

Die erste Zeile in „Erweiterte Einstellungen“ (Extended Settings) ist der Start-Modus (Initiate Mode).

Start-Modus (Initiate Mode): Wenn diese Option ausgewählt ist, lässt sich „Start-Modus“ (Initiate Mode) auf „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON), „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) oder „Epoche“ (Epoch) setzen. „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) schaltet das triggerende Untersystem in den Modus „Triggerfreilauf“ (Free Run). „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) schaltet das triggerende Untersystem in den Modus „Inaktiv“ (Idle).

Das Einstellen von „Start-Modus“ (Initiate Mode) auf „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) ist ähnlich wie das Drücken von **RUN/STOP**, jedoch mit einem geringfügigen Unterschied: Beim Drücken von **RUN/STOP** wird der Start-Modus auf „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) gesetzt, und alle Aktivitäten des Trigger-Untersystems werden abgebrochen. Wenn Sie im Menü „Erweiterte Einstellungen“ (Extended Settings) die Option „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) wählen, wird eine bereits laufende Triggeraktivität nicht beendet.

Wählen Sie „Epoche“ (Epoch), um die Triggerung auf der Grundlage der Echtzeituhr des Gerätes einzurichten. Der Epochenmodus ist eine Erweiterung des SCPI-Ferntriggermodells. Mit dem Epochenmodus lässt sich die Initialisierungsebene zu einem bestimmten Datum/einer bestimmten Uhrzeit von „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) in „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) ändern und dann zu einem späteren Zeitpunkt wieder auf „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) setzen. Das Epochenverhalten hängt vom aktuellen Zustand von „Start-Modus (Initiate Mode)“ ab. Ist „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) eingestellt, hat die Epochenstartzeit keine Auswirkung. Zur Epochenstoppzeit ist „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) eingestellt. Wenn bei Epochenbeginn „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) eingestellt ist, wird bei Epochenbeginn „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) und beim Epochenstopp wieder „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) gesetzt. Siehe den folgenden Bildschirm:



igi030.png

Beim Einstellen des Status für „Kontinuierlich“ (Continuous) werden Anfangs- und Endzeiten von Epochen ignoriert, es sei denn, sie liegen in der Zukunft. Wenn beispielsweise genau zur Epochenstoppzeit „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) gesetzt ist, wird „Epochenende“ (Epoch Stop) ignoriert, und es bleibt weiterhin „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) gesetzt.

RUN/STOP schaltet unabhängig von den Epochenereinstellungen zwischen „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) und „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF). **TRIG** hat keine Auswirkung, wenn „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) gesetzt ist. Wenn „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) gesetzt ist, verlässt das Drücken von **TRIG** unabhängig von den Epochenereinstellungen die Initialisierungsebene.

Weitere Informationen zu den Initialisierungseinstellungen finden Sie in den entsprechenden SCPI-Fernsteuerungsbefehlen in Tabelle 24.

Tabelle 24. SCPI-Initialisierungsbefehle

Befehl	Aktion
INITiate:CONTInuous ON	Nach Abschluss des aktuellen Triggerzyklus beginnt das Trigger-Untersystem sofort einen weiteren Triggerzyklus, ohne in den Status „Inaktiv“ (Idle) zu wechseln. Wenn sich das System im Status „Inaktiv“ (Idle) befindet, während „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) gesetzt ist, wird der Status „Inaktiv“ sofort beendet und das System wechselt in die ARM2-Ebene.
INITiate:CONTInuous OFF	Nach Abschluss des aktuellen Triggerzyklus wechselt das Subsystem in den Status „Inaktiv“ (Idle). Das Trigger-Untersystem verbleibt solange im Status „Inaktiv“ (Idle), bis der Befehl INIT:IMM gesendet wird.
INITiate:EPOCH start>, <stop>	„Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) erfolgt bei Datum und Uhrzeit <start>. „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) erfolgt bei Datum und Uhrzeit <stop>.
INITiate:IMMEDIATE	Dieser Befehl bewirkt das Verlassen des Status „Inaktiv“ (Idle). Nach Abschluss eines vollständigen Triggerzyklus kehrt das System in den Status „Inaktiv“ (Idle) zurück. Wenn sich das Trigger-Untersystem nicht im Status „Inaktiv“ (Idle) befindet oder „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) gesetzt ist, wird der Fehlercode -213 generiert.

Die nächsten drei Zeilen in „Erweiterte Einstellungen“ (Extended Settings) legen die Parameter in den Ebenen ARM2, ARM1 und Trigger fest. Alle Parameter in ARM2 und ARM1 sind mit der Triggerebene (siehe oben) identisch. Eine Ausnahme bildet „Holdoff“, das nur in der Triggerebene verfügbar ist.

Die letzten beiden Zeilen in „Erweiterte Einstellungen“ (Extended Settings) sind „Signalpegel“ (Signal Level) und „Ext. Triggertyp“ (Ext Trig Type). Signalpegelparameter sind wirksam, wenn das Triggerereignis auf „Intern“ eingestellt ist. Parameter vom Typ „Ext. Triggertyp“ (Ext Trig Type) sind wirksam, wenn das Triggerereignis auf „Extern“ gesetzt ist. Die Parameter „Signalpegel“ (Signal Level) und „Ext. Triggertyp“ (Ext Trig Type) können in jeder Ebene eingestellt werden, sind jedoch für alle Ebenen stets gleich.

Triggeranzeige

Alle Funktionen verfügen über eine Triggeranzeige (siehe folgende Abbildung).



igi189.png

Die Triggeranzeige zeigt verschiedene Triggerzustände an, wie unten dargestellt.



iei345.png

- Status „Inaktiv“ (Idle), Warten auf Initialisierung
- Getriggert
- Warten auf ARM2-Ereignisdetektor
- ARM2-Verzögerung läuft
- Warten auf ARM1-Ereignisdetektor
- ARM2-Verzögerung läuft
- Warten auf Trigger-Ereignisdetektor
- Triggerverzögerung läuft
- „Holdoff“ läuft
- Triggerung oder Messung zu schnell

Beispiele für die Verwendung des Triggerungs-Untersystems

Allgemeine Beispiele

Der standardmäßige Triggerstatus lässt sich mit nur wenigen Parametern ändern, um Messungen unter anderen Bedingungen durchführen zu können. So können Sie beispielsweise aus dem standardmäßigen Einschaltzustand im Trigger-Setup das Triggerereignis auf „Extern“ einstellen. Jetzt werden Messwerte nur dann erfasst, wenn (standardmäßig) bei dem am TRIG IN BNC-Anschluss anliegenden Signal eine negative TTL-Flanke erkannt wird. Im Feld „Externe Triggerflanke“ (External Trigger Edge) lassen sich verschiedene Polaritäten und Pegel einstellen.

Eine allgemein gebräuchliche Einstellung kann die Auswahl eines Triggerereignisses vom Timer sein. Setzen Sie im Menü „Trigger-Setup“ den Timer auf die gewünschte Zeitdauer zwischen dem Start der einzelnen Messungen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Messung weniger Zeit in Anspruch nimmt als der angegebene Zeitraum. Alternativ können Sie „Netz“ (Line) als Triggerereignis auswählen. Die Messungen werden jetzt synchron mit der Stromleitung durchgeführt. Wenn die Messung länger als 1 Netzyklus dauert, wird die nächste Messung synchron mit dem nächsten verfügbaren Netzyklus gestartet.

Eine weitere Möglichkeit zum Triggern eines Ereignisses ist die interne Triggerung. Dies überwacht das an den Klemmen anliegende Signal und wartet, dass es eine Schwelle in einer bestimmten Richtung passiert. Standardmäßig ist dies als positive Flanke über den Nullpunkt des Bereichs hinweg festgelegt. Jedes Mal, wenn das angelegte Signal dies tut, wird eine Messung gestartet. Polarität und Pegel der Schwelle lassen sich ändern. Außerdem können ein Filter und eine AC/DC-Kopplung auf das überwachte Signal angewendet werden. Dieser Triggerereignistyp ist in Kombination mit anderen Aspekten des Triggerungs-Untersystems nützlicher. Beispielsweise kann der Triggerparameter „Anzahl“ (Count) geändert werden, um die Anzahl der für jeden Zyklus des Trigger-Untersystems erfassten Messungen zu ändern.

Spezifische Beispiele

Die nachfolgenden Beispiele sollen ein besseres Verständnis des Trigger-Untersystems vermitteln und wichtige Aspekte hervorheben. Sehen Sie sich bei jedem Beispiel die Flussdiagramme in Abbildung 27 und 28 an, um zu verstehen, was das Untersystem tut. Im Statistikmodus können Sie deutlich sehen, wann die Messungen durchgeführt werden, wie viele Messwerte erfasst werden und wann der Messwertpuffer gelöscht wird. Die Statistiken lassen sich durch Drücken von **ANALYZE** aktivieren.

Jedes der Beispiele geht vom DCV-Modus aus, ist aber in den meisten Fällen allgemein anwendbar.

Beispiel 1:

Messung: Führen Sie nach einer Verzögerung eine Reihe von Messungen durch. Machen Sie bei jedem Drücken von **TRIG** 10 Messungen und lassen Sie das Gerät dann 5 Sekunden lang nach dem Drücken der Taste warten, damit Sie von der Einstellung für empfindliche Messungen weggelangen.

Lösung: Drücken Sie im Trigger-Standardzustand **RUN/STOP**, um die Messwerterfassung zu stoppen. Setzen Sie im Menü „Trigger-Setup“ die Option „Trigger/Arm (Count)“ auf 10. Stellen Sie unter „Erweiterte Einstellungen“ (Extended Settings) den Parameter „Verzögerung“ (Delay) für ARM1 auf 5 Sekunden ein. Drücken Sie **TRIG**, um das Trigger-Untersystem aus dem Status „Inaktiv“ (Idle) zu schalten. Das Trigger-Untersystem wartet 5 Sekunden lang, erfasst 10 Messwerte und stoppt dann.

Dies geht durch Erzwingen einer Verzögerung in einer Ebene vor derjenigen, in der die 10 Messwerte erfasst werden.

Beispiel 1b

Messung: Beispiel 1 verwirft die zuvor erfassten Messwerte bei jedem Drücken von **TRIG** gemäß „Messungen“ (Rdgs) in der Statistikfunktion, die bei jedem Drücken von **TRIG** ab 0 beginnt.

Wenn bei jedem Drücken von **TRIG** ein Satz Messwerte erfasst werden soll, sollten Sie die nachfolgende 1b-Lösung verwenden.

Lösung: Drücken Sie im Trigger-Setup auf **F1** („Auf Stand. zurückset. (Reset to Defaults)). Nicht auf **RUN/STOP** drücken, da die Initialisierungsebene auf „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) gesetzt sein soll. Setzen Sie „Trigger/Arm (Count)“ wie in Beispiel 1 auf 10. Setzen Sie in „Erweiterte Einstellungen“ (Extended Settings) den Parameter „Ereignis“ (Event) von ARM1 auf „Manuell“ (Manual) und „Verzögerung“ (Delay) von ARM1 auf 5 Sekunden ein. Bei jedem Drücken von **TRIG** wartet das Trigger-Untersystem 5 Sekunden lang und erfasst 10 Messwerte, wobei jeder Satz mit 10 Messwerten akkumuliert wird. (Beachten Sie bei jedem Drücken von **TRIG** die Anzahl für „Messungen“ (Rdgs) in den Statistiken).

Dies funktioniert, indem die TRIG-Taste als Ebenenquellenereignis verwendet wird, anstatt sie wie in Beispiel 1 zum Auslösen des Trigger-Untersystems einzusetzen. Wenn die Initialisierungsebene auf „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) gesetzt bleibt, verbleibt das Trigger-Untersystem im initialisierten Freilaufstatus. Da es sich hierbei um das Initialisierungsereignis handelt, das die vorherigen Messwerte verwirft, werden diese bei nachfolgenden Zyklen beibehalten.

Hinweis

*Beim Setzen des Triggerereignisses auf „Manuell“ (Manual) in der Triggerebene anstelle der ARM1-Ebene werden bei jedem Drücken von **TRIG** keine 10 Messwerte angezeigt. **TRIG** muss 10 Mal gedrückt werden, um 10 Messwerte zu erhalten.*

In den Beispielen 1 und 1b kommen die Ebenen ARM1 und Trigger zum Einsatz. Da das Objekt lediglich die Verzögerung vor der Zählung hatte, hätten beliebige zwei Ebenen verwendet werden können, sofern die Verzögerung in der Ebene auftrat, die in der Trigger-Untersystem-Sequenz (ARM2 -> ARM1 -> Trigger) am frühestmöglichsten kam. Auch wenn es im vorliegenden Beispiel keinen Unterschied macht, bietet der Betrieb mit maximalen von der Digitalisierungsfunktion unterstützten Geschwindigkeiten, begonnen von der Triggerebene bis hin zu ARM1 und ARM2 je nach Bedarf, die optimalste Leistung.

Beispiel 2:

Messung: Nehmen Sie Messungen in einem festgelegten, genauen Zeitraum vor. Das Gerät sollte 10 Messungen mit 100-ms-Blende in 1-Sekunden-Intervallen durchführen.

Lösung: Stellen Sie im DCV-Mess-Setup die Messblende auf 100 ms (**F5** (**Mess-Setup** (Measure Setup)) > Manuell (Manual) > **F2** (**Zeit bearbeiten** (EditTime)) > 0,1 s) ein. Drücken Sie im Menü „Trigger-Setup“ **F1** (**Auf Standardwerte zurücksetzen**) und dann auf **RUN/STOP**, um die Messung zu stoppen. Stellen Sie das Trigger-Ereignis auf **Timer** und das Timer-Intervall (2. Zeile des Menüs „Trigger-Setup“) auf 1 Sekunde ein. Setzen Sie „Trigger/Arm (Count)“ auf 10. Drücken Sie **TRIG**, um die Erfassung zu starten, wobei jede Sekunde ein Messwert erfasst wird. Nach 10 Messungen stoppt es. Wenn Sie **TRIG** erneut drücken, werden die zuvor erfassten Messwerte verworfen, wie aus der aktivierten Statistik ersichtlich ist.

Dies funktioniert durch Verwenden des Timers als Ereignisquelle, was zu Messungen im eingestellten Intervall führt. Die für eine Messung benötigte Zeit muss kleiner als das eingestellte Intervall sein. Das minimale Triggerintervall ist je nach Funktion und Blendeneinstellung unterschiedlich. Siehe *Spezifikationen*.

Beispiel 2b

Messung: Wiederholen Sie den Vorgang aus Beispiel 2 fünf Minuten lang jede Minute.

Lösung: Setzen Sie in den Einstellungen aus Beispiel 2 das Arm1-Ereignis auf „Timer“, den Arm1-Timer auf 60 Sekunden und den Arm1-Zähler auf 5. Jedes Drücken auf **TRIG** führt zu fünf Bursts mit je 10 Impulsen über einen Zeitraum von 5 Minuten und 10 Sekunden, insgesamt 50 Messungen lang. Beachten Sie, dass die Beispiele 2 und 2b die Initialisierungsebene auf „Kontinuierlich aus“ (Continuous Off) schalten, sodass bei jedem Drücken von **TRIG** die zuvor erfassten Messwerte verworfen werden.

Dies funktioniert durch Einbetten der Triggerebenenaktivität innerhalb der Arm1-Zählung. Da Triggeraktivitäts-Bursts durch ein festgelegtes Zeitintervall voneinander getrennt sein müssen, wird dieses Intervall durch einen Timer in der Arm1-Ebene gesteuert.

Beispiel 3:

Messung: Verwenden Sie ein externes Triggersignal (an den Anschluss TRIG IN BNC auf der Geräterückseite anzulegen), um einen Burst von 1000 Messungen mit Blende 500 μ s in 1-ms-Intervallen durchzuführen.

Lösung: Drücken Sie im Menü „Trigger Setup“ **F1** (Auf Standardwerte zurücksetzen) und setzen Sie das Trigger-Ereignis auf „Timer“ mit einer Zeitdauer von 1 ms ein. Setzen Sie „Trigger/Arm (Count)“ auf 1000. Stellen Sie das Arm1-Ereignis auf „Extern“ (External) ein. Setzen Sie die Blende auf 500 μ s. Jedes Auftreten des externen Triggersignals (am Anschluss TRIG IN BNC auf der Geräterückseite angelegt) führt zu einem Burst von 1000 Messungen, wobei jeder Burst akkumuliert wird.

Dies bewirkt, dass das Trigger-Untersystem in der Arm1-Ebene wartet, bis das externe Triggerereignis eintritt. Sobald dies der Fall ist, steuern Triggerzähler und Timer die Messungen. Da sich das System im Modus „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) befindet, kehrt das Gerät nach dem Abschluss der Erfassung sofort in den Wartezustand in Arm1 zurück.

Beispiel 4:

In den bisherigen Beispielen wurde die Holdoff-Einstellung auf „Auto“ belassen. Dies führt dazu, dass das Trigger-Untersystem auf den Abschluss einer Messung wartet, bevor die Messung um die Schleife herum fortgesetzt wird, was die Bedienung im Allgemeinen intuitiver gestaltet. In einigen Fällen ist dies jedoch nicht das gewünschte Verhalten.

Messung: Ein externes 1-MHz-Signal wird an den Anschluss TRIG IN BNC auf der Geräterückseite angelegt, und Messungen sind synchron mit diesem Signal durchzuführen, jedoch mit einer Rate von nur 10.000 Messungen pro Sekunde.

Lösung: Setzen Sie in den Standardeinstellungen das Triggerereignis auf „Extern“ (External) und „Trigger/Messung (ECount)“ (Triggers/reading ECount) auf 100. „Holdoff“ auf Null setzen. Die Blende muss kurz genug sein, dass 10.000 Messungen pro Sekunde durchgeführt werden können; für DCV beträgt der geeignete Wert 50 µs.

Dafür sind für jede durchgeführte Messung 100 Zyklen des externen Triggersignals erforderlich. Während des Mess-/Holdoff-Zeitraums sind jedoch alle eingehenden Zyklen zu zählen; sie dürfen nicht ignoriert werden. Durch das Setzen von „Holdoff“ auf Null wird das Trigger-Untersystem vom Messvorgang unabhängig.

Beispiel 5:

Messung: Messen Sie das Überschwingen einer (langsamen) steigenden Flanke, die unter Umständen nachschwingen kann.

Lösung: Setzen Sie die DCV-Blende auf 1 s und unter „Trigger-Setup“ die Option „Triggerereignis“ (Trigger Event) auf „Intern“ (Internal), „Positive Flanke“ (+ Slope), 90 % des Bereichs. Stellen Sie „Holdoff“ auf 10 Sekunden ein, um sicherzustellen, dass Nachschwingen ignoriert wird. Wenn der Analogeingang 90 % des Bereichs erreicht, führt das triggernde Untersystem eine Messung durch und wartet dann die verbleibende Holdoff-Zeit lang, bevor auf das nächste Ereignis gewartet wird.

In diesem Beispiel werden zum Veranschaulichen des Zeitpunktes zwischen Holdoff und Erfassungsbeginn lange Zeitintervalle verwendet. Das Trigger-Untersystem wartet auf die steigende Flanke, führt eine Messung durch, verbleibt dann jedoch 9 weitere Sekunden lang im Holdoff-Zustand (10 seit Messbeginn), bevor es auf eine weitere steigende Flanke wartet. Sämtliches während dieser Zeit auftretendes Nachschwingen wird ignoriert. In der Praxis wird diese Messung besser mit einem 10-Sekunden-Timer-Ereignis in Arm2 oder Arm1 durchgeführt, anstatt „Holdoff“ zu verwenden, da ein „Holdoff“ in der Regel zum Eliminieren von „Trigger zu schnell“-Fehlermeldungen dient. Darüber hinaus ist der genaue Zeitpunkt im Trigger-Untersystem, an dem der Holdoff-Timer gestartet wird, geräteabhängig und kann bei anderen Geräten unterschiedlich sein.

Beispiel 6:

Messung: Warten Sie, bis das angelegte Signal unter 12 V fällt, und führen Sie dann drei Messungen durch, indem Sie 200 Netzyklen (SPS) lang verzögern und anschließend 10 Messungen in Intervallen durchführen, die von einem externen Triggersignal gesteuert werden. Insgesamt werden 30 Messungen durchgeführt.

Lösung: Verwenden Sie den 10-V-DC-Bereich. Setzen Sie im Menü „Trigger-Setup“ das Triggerereignis auf „Extern“ (External) und „Trigger/Arm (Count)“ auf 10. Setzen Sie unter „Erweiterte Einstellungen“ (Extended Settings) das „Arm1 Ereignis“ (Arm1 Event) auf „Netz“ (Line), „Anzahl Arm1“ (Arm1 Count) auf 3 und „Anzahl der Ereignisse Arm1“ (Arm1 Event Count (ECount)) auf 200. Setzen Sie das Arm2-Ereignis auf „Intern“ (Internal) mit einer Pegelschwelle von 120 % und einer negativen Flanke. Legen Sie an den Anschluss TRIG IN BNC ein externes Signal mit 5 V Spitzenwert und 1 kHz an. Legen Sie an den 10-VDC-Bereich 15 Vdc an. Stellen Sie den 15-V-DC-Eingang auf 11 Vdc ein. Es werden drei Gruppen von 10 Messwerten mit einer Verzögerung zwischen jeder Gruppe von 10 Messwerten (insgesamt 30 Messwerte) erstellt. Wenn Sie die Statistikfunktion (Analyse > Statistik (Analyse > Statistics)) aktivieren, können Sie den Zählerstand in den Gruppen zu 10 Messwerten deutlich sehen und bei 30 Messungen anhalten.

Dazu muss die erste Ebene (Arm2) warten, bis das Signal unter die Schwelle fällt. Danach zählt die Arm1-Ebene 200 Netzyklen, bevor die Triggerebene die 10 extern gesteuerten Messungen durchführen kann. Der Zählwert 3 in der Arm1-Ebene führt dazu, dass die 200-SPS-Verzögerung und die Erfassung der 10 Messwerte dreimal auftreten. Die Triggerung stoppt dann, da nur ein Ereignis vom Typ Arm2 aufgetreten ist (Eingang fällt auf < 120 % des Bereichs).

Beispiel 7:

Messung: Genaue Messung der oberen und unteren Pegel einer kontinuierlichen 1-kHz-Rechteckwelle mit 1 V Spitzenwert.

Die nur 500 µs lange Zeitdauer der Pegel erschwert eine genaue und rauschfreie Messung. Nach der Flanke kann es zu Über- und Nachschwingen kommen. Zur Lösung dieses Problem lässt sich die Gerätetriggerung so einstellen, dass eine Reihe von Messungen an der Spitzenlinie und der Grundlinie der Rechteckwelle durchgeführt werden. Dabei wird der Durchschnitt der 5000 Messwerte mit Statistik angezeigt. In diesem Beispiel ist das triggernde Untersystem so konfiguriert, dass es eine Flanke am Hauptanalogeingang erkennt, 100 µs wartet, eine Messung mit 200-µs-Blende durchführt und diesen Vorgang 5000 Mal wiederholt, um eine kombinierte Messblende von 1 Sekunde zu erhalten.

Lösung: Drücken Sie in den Standardeinstellungen **RUN/STOP**, um die Messwernerfassung zu stoppen. Stellen Sie das Triggerereignis auf intern, positive Flanke bei 0 % des Bereichs, DC-gekoppelt, kein Filter ein. Setzen Sie „Trigger/Arm (Count)“ auf 5000. Setzen Sie die Triggerverzögerung auf 100 µs, in der DCV-Funktion den Bereich auf 1 V und im Mess-Setup die Blende auf 200 µs. Drücken Sie **TRIG**, um die Messung vorzunehmen. Bei aktivierter Statistikfunktion können Sie die Kumulation der 5000 Messwerte und den Mittelwert dieser Messwerte (die Spitzenwerte der Rechteckwelle) anzeigen. Zum Messen des unteren Pegels setzen Sie die Polarität der Schwelle im Menü „Trigger-Setup“ auf negativ.

Hinweis

Eine alternative Methode zur Anzeige des Durchschnitts von 5000 Messwerten ist die Verwendung der mathematischen Funktion zur Einstellung des Blockdurchschnitts von 5000 Messwerten. Wenn die Blockmittelung eingestellt ist, zeigt das Display für jeden Trigger einen Messwert an. Der Wert ist der Mittelwert aus 5000 einzelnen 200- μ s-Messungen und stellt den Spitzenwert der angelegten Rechteckwelle dar. Wie gewohnt kann dies mit **RUN/STOP** zur kontinuierlichen Messung verwendet werden. Wenn das gewünschte Verhalten ursprünglich „Kontinuierlich“ war, ist der Parameter „Trigger/Arms Count“ in diesem speziellen Beispiel irrelevant und kann auf 1 belassen werden. MATH führt die Zählung durch.

Beispiel 8:

Messung: Ab Mitternacht am 5. Oktober 2018 soll das Gerät eine Gruppe von 50 Messungen in Intervallen von 30 Sekunden durchführen, beginnend 3 Tage lang zur vollen Stunde. Das Gerät befindet sich im Standard-Triggermodus (Freilauf), und Befehle laufen statt über das Bedienfeld ferngesteuert ein.

Lösung: Stellen Sie im Epochenmodus die Start- und Stoppzeiten ein. Wenn „Epoche“ als Initialisierungsmodus ausgewählt ist, steht die Initialisierung außerhalb der Epochenzeiten kontinuierlich auf „Kontinuierlich AUS“ (Continuous OFF) und dazwischen auf „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON).

Der Triggerebenen-Timer ist zum Bestimmen des Abstands der einzelnen Messwerte auf 30 Sekunden eingestellt. Ab dem Standardstatus sind die Busbefehle:

TRIGger:SOURce TIMer

TRIGger:TIMer 30

TRIGger:DELay 0

Die Anzahl der Triggerebenen ist so eingestellt, dass vor dem Verlassen der Triggerebene in die Arm1-Ebene 50 Messwerte erfasst werden.

TRIGger:COUNt 50

Der Timer für die Arm1-Ebene ist auf 3600 Sekunden (1 Stunde) eingestellt.

ARM1:TIMer 3600

Der Epochenbeginn ist auf die Startzeit Mitternacht des 5. Oktober 2018 eingestellt. Die Endzeit wird unmittelbar nach dem Start der letzten stündlichen Sequenz festgelegt.

INIT:EPOCH 2018:10:05:00:00:00, 2018:10:07:23:01:00

Die Sequenz ist:

Um Mitternacht am 5. Oktober 2018 verlässt der Triggerprozess die Initialisierungsebene und durchläuft (ohne Verzögerung) die ARM2-Ebene, die auf ihre Standardwerte eingestellt ist. Da die ARM1-Quelle auf „Timer“ gesetzt ist, wird der Vorgang über den Arm1-Ereignisdetektor fortgesetzt, wobei der Arm1-Timer gestartet und der Schleifenzähler der Arm1-Ebene dabei inkrementiert wird.

Der Timer der Triggerebene startet, wenn der Prozess den Ereignisdetektor der Triggerebene passiert. Der Schleifenzähler der Triggerebene wird erhöht, und die erste Messung wird getriggert. Der Schleifenzähler der Triggerebene (1) ist kleiner als die Anzahl (50), sodass der Aufwärts-Prozessfluss zurück zum Ereignisdetektor der Triggerebene geleitet wird. Der Vorgang wird an diesem Punkt solange angehalten, bis der 30-Sekunden-Timer abgelaufen ist und eine weitere Messung ausgelöst wird. Diese Schleife wird wiederholt, bis der Schleifenzähler der Triggerebene gleich dem Wert in „Anzahl“ (Count) (50) ist, wo der Prozessfluss bis zur Arm1-Ebene läuft.

Der Schleifenzähler der Arm1-Ebene (1) entspricht dem Wert „Anzahl“ (Count) der Arm1-Ebene, sodass der Prozessfluss weiter aufwärts durch Arm2 zurück zur Initialisierungsebene geht. Der Vorgang hat bisher $50 \times 30 = 1500$ Sekunden = 25 Minuten gedauert, sodass die Zeit 2018:10:05:00:25:00 Uhr ist. Dies liegt noch vor dem Epochenablauf, sodass der Prozess zurück zu Arm2 geht und solange am Arm1-Ereignisdetektor wartet, bis der Arm1-Timer (3600 Sekunden) 35 Minuten später um 2018:10:05:01:00:00 abläuft. Der Prozess tritt in die Triggerebene ein, um mit der zweiten Gruppe von 50 Messwerten zu beginnen, und der 3-tägige Prozess wird fortgesetzt.

Um 2018:10:07:23:00:00 läuft der Arm1-Timer zu Beginn des abschließenden Durchlaufs um das Trigger-Untersystem ab. 25 Minuten wurde die letzte Gruppe von 50 Messwerten erfasst, und der Prozessfluss kehrt zur Initialisierungsebene zurück. Dieses Mal ist die Epoche abgelaufen, sodass das System keine Messwerte mehr erfasst.

Angaben für besondere Ereignisse

Zwei spezielle Attribute lassen sich zur Umgehung des Triggerereignisdetektors ferngesteuert senden, unabhängig davon, welches Ereignis durch die 8 oben beschriebenen Triggerereignisse festgelegt wurde. (Die 8 Triggerereignisse sind Parameter des Befehls TRIGger:SOURce.) Diese Attribute sind auf dem Bedienfeld (in der lokalen Steuerung) nicht verfügbar. Die beiden ARM-Schichten implementieren außerdem dieselben speziellen Attribute. Siehe Abbildung 29.

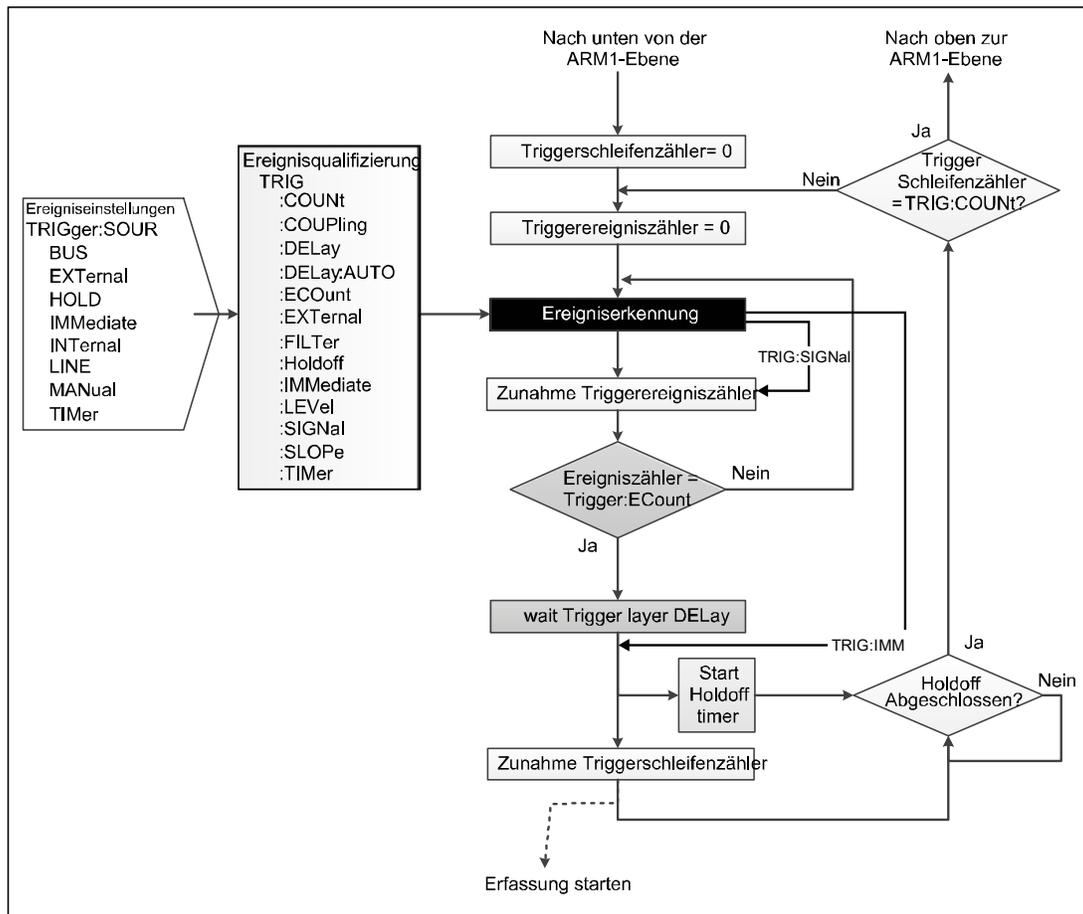


Abbildung 29. Triggerebene mit besonderen Ereignissen

igi339.emf

TRIGger:SIGNAL führt zum sofortigen Verlassen des Triggerebenen-Ereignisdetektors. Der Prozessablauf wird unmittelbar unter dem Ereignisdetektor fortgesetzt. TRIGger:SIGNAL ist ein einmaliger Befehl, der keine Einstellungen ändert. Der ARM2-Befehl ist ARM2:SIGNAL, und ARM1 ist ARM1:SIGNAL.

TRIGger:IMMEDIATE führt zum sofortigen Verlassen des Triggerebenen-Ereignisdetektors. Der Prozessablauf wird unmittelbar unter dem Verzögerungsblock fortgesetzt. TRIGger:IMMEDIATE ist ein einmaliger Befehl, der keine Einstellungen ändert. Der ARM2-Befehl ist ARM2:IMMEDIATE, und ARM1 ist ARM1:IMMEDIATE.

Beispiele für die Verwendung besonderer Ereignisattribute

Sie haben ein System so eingerichtet, dass es eine Reihe von DCV-Messungen durchführt, wenn das Eingangssignal 0,9 V erreicht, und weitere Messungen solange macht, bis der Pegel unter die Schwelle sinkt. Das Eingangssignal ist eine schwankende Gleichspannung. Die Initialisierungsebene ist auf „Kontinuierlich EIN“ (Continuous ON) eingestellt, die Ereignisse der ARM-Ebene auf „Sofort“ (Immediate). Die Triggerebene ist so eingerichtet, dass Messungen gestartet werden, wenn das Eingangssignal den voreingestellten Pegel erreicht. Der gewünschte Pegel ist im Menü „Trigger-Setup“ manuell einstellbar. Die folgenden Remote-Befehle sind (standardmäßig) verfügbar:

TRIGger:SOURce INT

TRIGger:LEVel 0.9

TRIGger :SLOPe POSitive

Sie haben keine Kontrolle über den Signalpegel, um den Pegel auf über 0,9 V einzustellen, sodass Sie nicht schnell überprüfen können, ob alles richtig konfiguriert ist. Um zu testen, ob das System die Messungen nach Bedarf durchführt, können Sie einen speziellen Remote-Befehl für das Ereignisattribut senden, um eine Messung durchzuführen:

TRIGger:SIG

Die Standardverzögerung wird vor dem Triggern der Messerfassung ausgeführt. Um die Verzögerung zu ignorieren, senden Sie TRIGger:IMMediate. Beachten Sie, dass TRIGger:IMMediate nicht mit TRIGger:SOURce IMMEDIATE identisch ist.

Richtlinien zum Vermeiden von Messfehlern

Informationen zur Fehlervermeidung finden Sie in Tabelle 25.

Tabelle 25. Richtlinien zum Vermeiden von Fehlern

Ursache für Ungenauigkeit	Vermeiden bzw. Minimieren der Ungenauigkeit
<p>Thermische elektromagnetische Einflüsse können insbesondere dann, wenn große Ströme an Kreuzungen einen Heizeffekt haben, Störungen im Serienmodus (Normalmodus) verursachen. In ansonsten thermoelektrisch ausbalancierten Messkreisen kann die Kühlung durch Zugluft das Gleichgewicht stören.</p>	<p>Thermische Übergangsstellen vor Zugluft schützen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lassen Sie vor der Messung Zeit, bis das thermische Gleichgewicht erreicht ist. • Verwenden Sie Leiter, Verbindungen und Anschlussklemmen mit gutem Toleranzspielraum in Sachen Strombelastbarkeit. • Vermeiden Sie nach Möglichkeit thermoelektrische Übergangsstellen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Verwenden Sie hochgradig reinen, unverzinneten, einadrigen Kupferdraht. ○ Vermeiden Sie Übergangsstellen mit Nickel, Zinn, Messing und Aluminium. Wenn Oxidation ein Problem darstellt, sollten vergoldete Kupferanschlüsse verwendet werden. Solche Anschlüsse sind auszuwechseln, bevor sich die Beschichtung abnutzt. ○ Wenn Verbindungen gelötet werden müssen, gibt es dafür Niedrigtemperaturlot, Crimpverbindungen sind jedoch vorzuziehen. ○ Verwenden Sie Niedertemperaturschalter und -relais, wenn sie Teil des Messkreises sind. ○ Wenn möglich, sollte ein thermischer elektromagnetischer Einfluss gegen andere abgewogen werden (Schalter- und Relaiskontakte, Klemmen usw.).

Tabelle 25. Richtlinien zum Vermeiden von Fehlern (Forts.)

Ursache für Ungenauigkeit	Vermeiden bzw. Minimieren der Ungenauigkeit
<p>Elektromagnetische Interferenz: störsignalreiche oder intensive elektrische, magnetische und elektromagnetische Effekte in der Nähe können den Messkreis stören. Einige typische Quellen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrostatische Felder • Leuchtstofflampen • unzureichend geschirmte, gefilterte oder geerdete Netzstromleitungen • von Schalterbetätigungen stammende Transienten (Einschwingvorgänge) • Induktions- und Strahlungsfelder lokaler elektromagnetische Strahlung aussendender Geräte • zu hohe Gleichtaktspannungen zwischen Quelle und Last <p>Diese Störungen können durch die Kapazität Ihrer Hände verstärkt werden. Elektrische Störungen haben den größten Einfluss in hochohmigen Stromkreisen. Trennung von Leitungen und die Bildung von Schleifen in Stromkreisen können die Störungen verstärken.</p>	<p>Wählen Sie eine möglichst störungsfreie Stelle aus (ein abgeschirmter Käfig kann erforderlich sein, wenn Interferenz zu stark sind oder die Stromkreisimpedanz hoch ist). So viele Quellen wie möglich unterdrücken!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbindungsleitungen insbesondere bei ungeschirmten Abschnitten immer so kurz wie möglich halten. • Verdrillte Aderpaare sind einer gemeinsamen Abschirmung zuzuführen, um die Bildung von Stromschleifen zu verringern. Dabei ist aber auf Leckageprobleme und übermäßige Kapazität zu achten. • Wenn sowohl Quelle als auch Last potentialfrei sind, LO an der Quelle an Masse anschließen, um Gleichtaktspannungen zu reduzieren. • Wenn ein externer Masseanschluss für Messungen vorgenommen wurde, wählen Sie bei den Spannungs- und Stromfunktionen des Gerätes die Option „Externe Schirmung“ (External Guarding) aus und deaktivieren diese in Ohm- und PRT-Funktionen. • Bei Anschluss eines Multifunktionskalibrators wie Fluke 5730A oder 5522A sind die Hinweise zum Schutz des Gerätes und zur Erdung zu befolgen und „Externe Schirmung“ (External Guarding) am Gerät zu deaktivieren.
<p>Der Messleitungswiderstand kann insbesondere bei hohen Lastströmen erhebliche Spannungsabfälle zwischen Quelle und Last hervorrufen.</p>	<p>Alle Zuleitungen sollen so kurz wie möglich gehalten werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden Sie Leiter mit gutem Toleranzspielraum in Sachen Strombelastbarkeit. • Bei Bedarf externe Schutzeinrichtungen oder 4-adrige Anschlüsse verwenden.
<p>Aus Zuleitungsisolierungen stammende Ableitströme können bei hohen Spannungen und Widerständen erhebliche Fehler in Messkreisen verursachen.</p> <p>Einige Isoliermaterialien verursachen beispielsweise größere Verluste als andere. PVC verursacht mehr Ableitströme als PTFE.</p>	<p>Wählen Sie verlustarme isolierte Leitungen - PTFE ist PVC vorzuziehen. Beim Verlegen von Kabeln in geschirmten Paaren sind große Spannungen zwischen Kabeln in derselben Schirmung zu vermeiden. Dies gilt insbesondere bei Verwendung von PVC-Isolierung.</p>

Instandhaltung

In diesem Abschnitt werden die routinemäßig auszuführenden Aufgaben für Instandhaltung und Kalibrierung erläutert. Diese Tätigkeiten sind auszuführen, damit das Gerät im optimalen Zustand bleibt. Umfangreichere Instandhaltungsarbeiten wie z. B. Fehlersuche und Reparaturen lassen Sie bitte in Ihrem Fluke Calibration Servicezentrum vornehmen. Siehe *Kontakt zu Fluke Calibration*.

Austauschen der Sicherung

Die Sicherung ist von der Rückseite her zugänglich. Auf dem Typenschild der Sicherung unter dem Sicherungsträger sind die korrekten Ersatzsicherungen angegeben. Netz und Neutralleiter sind einzeln abgesichert. Die gleichen Sicherungen werden sowohl für den Betrieb mit 100 V bis 120 V als auch mit 200 V bis 240 V verwendet.

⚠️⚠️ **Warnung**

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- **Das Gerät ausschalten, und das Netzkabel von der Steckdose trennen. Vor dem Öffnen des Sicherungskastens zwei Minuten warten, damit die Stromeinheiten sich entladen können.**
- **Die durchgebrannte Sicherung gegen eine neue Sicherung vom gleichen Typ austauschen, um den Schutz vor Lichtbögen aufrechtzuerhalten.**
- **Nur die spezifizierten Ersatzsicherungen verwenden, siehe Tabelle 26.**

Weitere Informationen zum Zugang zur Sicherung entnehmen Sie der Abbildung 30.

1. Netzkabel abziehen.
2. Mit einem Standard-Schraubendreher die Klappe des Sicherungsträgers lösen.
3. Den Sicherungsträger herausziehen.
4. Ersetzen Sie bei Bedarf eine oder beide Sicherungen.
5. Den Sicherungsträger wieder einsetzen.
6. Die Klappe des Sicherungsträgers schließen.

Tabelle 26. Ersatzsicherungen

Netzspannungsbereich	Sicherungsbeschreibung – Netzsicherung	Fluke Teilenummer
⚠️ 100 V - 120 V	T1.5AH 250 V	2059740
⚠️ 220 V bis 240 V		
Hintere Eingangsstromschutzsicherung		
⚠️ 250 V	1,6 Ah, 250 V	1582072

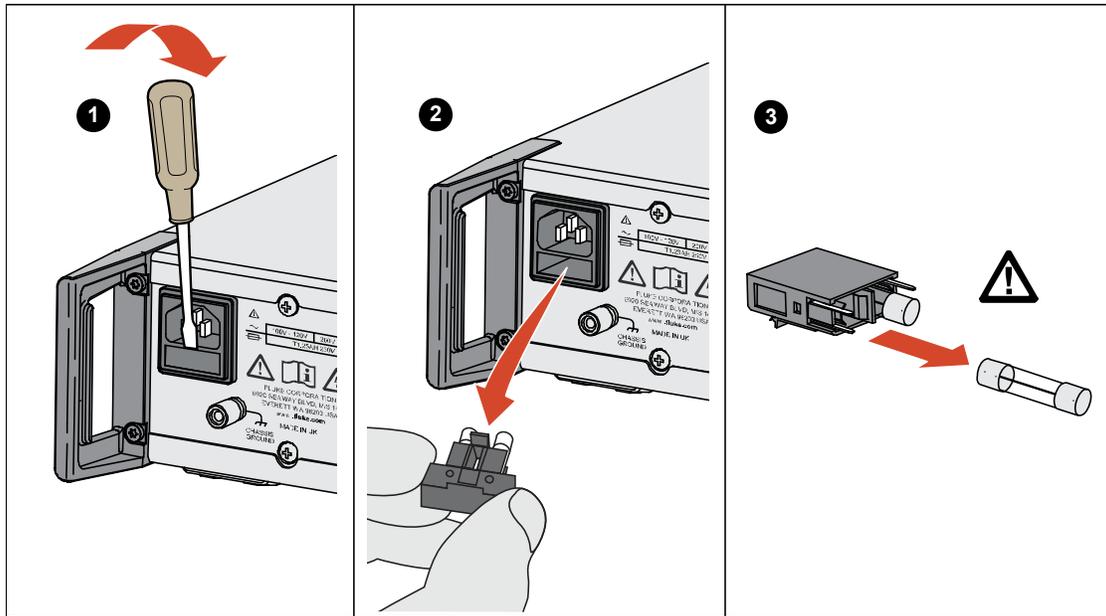


Abbildung 30. Zugriff auf die Sicherung

lei103.emf

Reinigen der Außenseite

Damit das Gerät sauber und gepflegt aussieht, das Gehäuse, die Tasten auf dem Bedienfeld und die Anzeige mit einem weichen Tuch reinigen, das leicht mit Wasser oder einem nicht scheuernden, milden und für Kunststoffe geeigneten Reinigungsmittel angefeuchtet wurde.

⚠ Vorsicht

Keine aromatischen Kohlenwasserstoffe oder Chlidlösungsmittel zur Reinigung verwenden. Sie können die im Gerät verwendeten Kunststoffmaterialien beschädigen.

Zubehör

Optionales Zubehör für das Gerät ist in Tabelle 27 aufgeführt.

Tabelle 27. Sonderzubehör

Modellname	Beschreibung	Modellnummer
Y8588	Rackmontagesatz (2U – 3,5 Zoll)	4975758
Y8588S	Rackmontagesatz verschiebbar	4983232
8588A/CASE	Transportkoffer	4964948
8588A-LEAD	Umfassendes Messleitungskit. Im Lieferumfang enthalten: 1x 8588A-LEAD-KIT-OSP, Universal-Prüfspitzenkit 1 x 1 m, geschirmt, 322/0.1 Kupfer (30 A Nennstrom) mit vergoldeten 6-mm-Kupfer-Kabelschuhanschlüssen,	5011135
8588A-SHORT	4-poliger Kurzschlussstecker, Leiterplatte	5011158
8588A- LEAD/THERMAL	Kit mit Messleitungen für niedrige Temperaturen, 1,5 m zweiadriges geschirmtes Kabel für niedrige Temperaturen mit vergoldeten 6-mm-Kupfer-Kabelschuhanschlüssen	5069961
8588A-7000K	CAL-Kit mit 1 G Ω -Standard und Anschlussleitungen	5069977
96000SNS	R&S-Leistungssensor	4489668

