

# 5502A

Multi-Product Calibrator

**Erste Schritte**

## **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.**

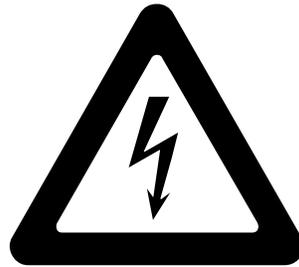
Angesichts der Tatsache, daß in einigen Ländern die Begrenzung einer gesetzlichen Gewährleistung sowie der Ausschluß oder die Begrenzung von Begleit- oder Folgeschäden nicht zulässig ist, kann es sein, daß die obengenannten Einschränkungen und Ausschlüsse nicht für jeden Erwerber gelten. Sollte eine 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

# ÜBERSICHT BEDIENERSICHERHEIT

## WARNUNG



**Beim Betrieb dieses Geräts wird  
HOCHSPANNUNG**  
verwendet.

**An den Anschlüssen können  
LEBENSGEFÄHRLICHE  
SPANNUNGEN**

vorhanden sein. Alle Sicherheitsvorkehrungen einhalten!

Um einen elektrischen Schlag zu verhindern, sollte der Bediener nicht die Ausgangsklemmen HI oder die Messklemmen HI sowie die daran angeschlossenen Schaltkreise berühren. Während des Betriebs können an diesen Klemmen lebensgefährliche Spannungen von bis zu 1020 V AC oder DC auftreten. Wenn die Anwendung es ermöglicht, eine Hand vom Gerät fernhalten, um die Gefahr zu verringern, dass Strom durch lebenswichtige Organe des Körpers fließt.



# Inhaltsverzeichnis

Titel	Seite
<b>Erste Schritte .....</b>	<b>1</b>
Einführung .....	1
Sicherheitsinformationen .....	2
Kontakt zu Fluke Calibration.....	4
Überlastschutz.....	4
Betriebsübersicht .....	4
Lokalgesteuerter Betrieb .....	4
Ferngesteuerte Bedienung (RS-232) .....	5
Ferngesteuerte Bedienung (IEEE-488).....	5
Auspacken und Inspektion.....	6
Auswählen der Netzspannung.....	6
Anschließen an die Netzspannung .....	7
Auswählen der Netzfrequenz.....	7
Aufstellung.....	9
Hinweise zur Luftzirkulation .....	10
Benutzerhandbücher .....	10
Handbuch „Erste Schritte 5502A“ .....	10
5502A Bedienungsanleitung.....	10
Allgemeine Spezifikationen.....	11
Leistungsspezifikationen für Gleich- und Wechselstrom.....	22



# ***Tabellen***

<b>Tabelle</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
1.	Symbole.....	3
2.	Standardausrüstung .....	6
3.	Von Fluke Calibration erhältliche Netzkabel.....	9



# ***Abbildungsverzeichnis***

<b>Abbildung</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
1.	5502A Multi-Product Calibrator .....	1
2.	Externe RS-232-Verbindungen .....	5
3.	Öffnen des Sicherungsfachs und Auswählen der Netzspannung wählen.....	8
4.	Von Fluke Calibration erhältliche Netzkabel .....	9
5.	Zulässige Dauer von Strömen >11 A .....	13
6.	Zulässige Kombinationen von Wechselspannung und Wechselstrom für Leistungs- und Doppelausgang .....	23



# Erste Schritte

## Einführung

### **Warnung**

**Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind vor Verwendung des Produkts alle „Sicherheitsinformationen“ zu lesen.**

Der Kalibrator 5502A („das Produkt“ oder der „Kalibrator“) in Abbildung 1 kann für folgende Quellen konfiguriert werden:

- Gleichspannung von 0 V bis  $\pm 1.020$  V
- Wechselspannung von 1 mV bis 1.020 V mit einem Ausgangsbereich von 10 Hz bis 500 kHz
- Wechselstrom von 29  $\mu$ A bis 20,5 A, mit variablen Frequenzgrenzen
- Gleichstrom von 0 bis  $\pm 20,5$  A
- Widerstandswerte von einem Kurzschluss bis 1.100 M $\Omega$
- Kapazitätswerte von 220 pF bis 110 mF.
- Simuliertes Ausgangssignal für acht Widerstandsthermometer-Typen (RTDs)
- Simuliertes Ausgangssignal für 11 Thermoelementtypen

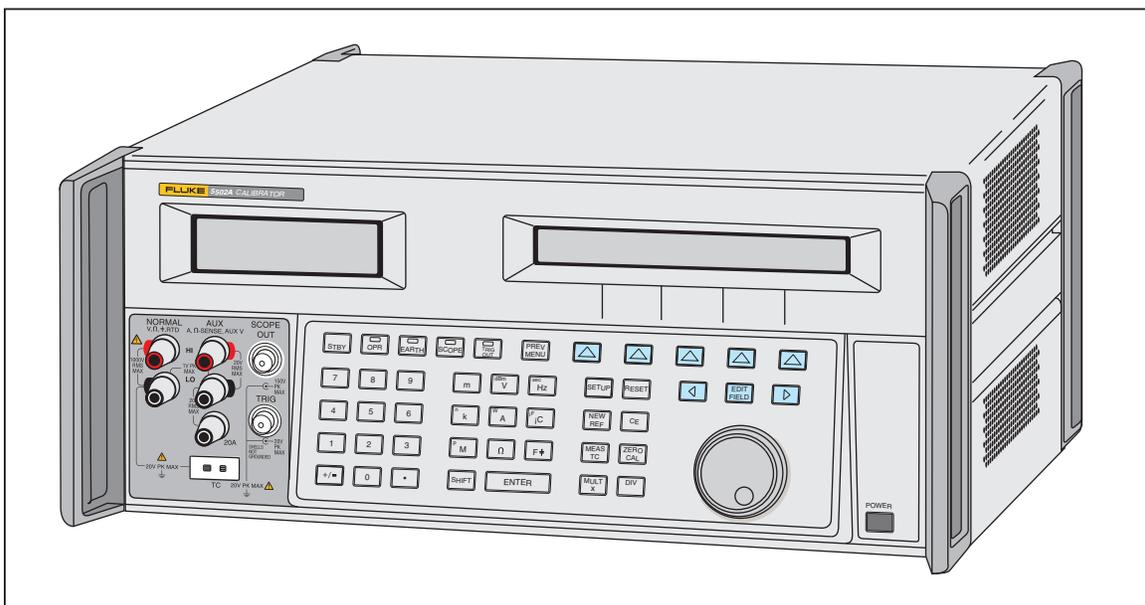


Abbildung 1: 5502A Multi-Product Calibrator

gvx001.eps

Zu den Funktionsmerkmalen des Kalibrators gehören:

- Automatische Fehlerberechnung des Messgeräts, mit wählbaren Referenzwerten
- Die Tasten  und  zum Ändern der Ausgangswerte verschiedener Funktionen auf vordefinierte Werte
- Programmierbare Eingabegrenzwerte Diese Grenzwerte beschränken den Ausgang auf vordefinierte Grenzwerte.
- Gleichzeitiger Ausgang von Spannung und Strom bis zu einem Äquivalent zu 20,9 kW
- Gleichzeitiger Ausgang von zwei Spannungen
- Erweiterter Bandbreitenmodus zur Ausgabe mehrerer Signale bis zu 0,01 Hz, und Sinuskurven bis 2 MHz
- Standard IEEE-488-Schnittstelle (GPIB), erfüllt die ANSI/IEEE-Standards 488.1-1987 und 488.2-1987
- Serielle RS-232-Datenschnittstelle gemäß EIA-Standard zum Drucken, Anzeigen oder Übertragen von intern gespeicherten Kalibrierkonstanten sowie zum Fernsteuern des Kalibrators 5502A
- Eine „durchreichende“, serielle RS-232-Schnittstelle, um Daten an den Prüfling (UUT) zu senden

## Sicherheitsinformationen

Eine **Warnung** kennzeichnet in diesem Handbuch Bedingungen und Verfahrensweisen, die für den Anwender gefährlich sind. **Vorsicht** kennzeichnet Bedingungen und Verfahrensweisen, die das Produkt oder die zu prüfende Ausrüstung beschädigen können.

### **Warnung**

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

- **Das Produkt nur gemäß Spezifikation verwenden, da andernfalls der vom Produkt gebotene Schutz nicht gewährleistet werden kann.**
- **Alle Anweisungen sorgfältig durchlesen.**
- **Das Produkt nicht in der Nähe von explosiven Gasen, Dämpfen oder in dunstigen oder feuchten Umgebungen verwenden.**
- **Dieses Produkt nur in Innenräumen verwenden.**
- **Keine Spannungen > 30 V AC eff, 42 V AC ss oder 60 V DC berühren.**
- **Das Produkt nicht verwenden, wenn es nicht richtig funktioniert.**
- **Das Produkt nicht verwenden oder unbrauchbar machen, wenn es beschädigt ist.**
- **Die Prüfleitungen nicht verwenden, wenn sie beschädigt sind. Die Prüfleitungen auf beschädigte Isolierung und freiliegendes Metall untersuchen oder aber wenn die Verschleißanzeige leuchtet. Durchgang der Messleitungen prüfen.**
- **Nur Kabel mit den korrekten Spannungsnennwerten verwenden.**
- **Die Masseleitung immer vor der spannungsführenden Leitung anschließen und die spannungsführende Leitung immer vor der Masseleitung abklemmen.**
- **Ausschließlich Netzkabel und Steckverbinder verwenden, die für die Spannung und Steckerkonfiguration in Ihrem Land zugelassen und für das Produkt spezifiziert sind.**

- **Sicherstellen, dass der Erdleiter des Netzkabels mit einer Schutzterde verbunden ist. Durch eine Unterbrechung der Schutzterde kann eine Spannung am Gehäuse anliegen, die tödlich sein kann.**
- **Das Netzkabel austauschen, wenn die Isolierung beschädigt ist oder Anzeichen von Verschleiß aufweist.**
- **Nicht direkt an das Stromnetz anschließen.**
- **Keine Verlängerungsschnur und keinen Adapterstecker verwenden.**
- **Für den sicheren Betrieb und die Wartung des Produkts sicherstellen, dass der Bereich um das Produkt die Mindestanforderungen erfüllt.**

Dieser Kalibrator ist konform mit:

- ANSI/ISA-61010-1 (82.02.01)
- CAN/CSA C22.2 Nr. 61010-1-04
- ANSI/UL 61010-1:2004
- EN 61010-1:2001
- ANSI/IEEE-Standards 488.1-1987 und 488.2-1987

Die in diesem Handbuch und am Produkt verwendeten Symbole sind in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1: Symbole**

Symbol	Beschreibung	Symbol	Beschreibung
CAT I	Die IEC-Messkategorie I – CAT I – ist für Messungen, die nicht direkt mit dem Stromversorgungsnetz verbunden sind. Die Buchsen sind mit der maximal zulässigen transienten Überspannung gekennzeichnet.		Entspricht den maßgeblichen nordamerikanischen Standards der Sicherheitstechnik.
CE	Entspricht den Richtlinien der Europäischen Union.		Dieses Produkt entspricht den Kennzeichnungsanforderungen der WEEE-Richtlinie (2002/96/EC). Das angebrachte Etikett weist darauf hin, dass dieses elektrische/elektronische Produkt nicht mit dem Hausmüll entsorgt werden darf. Produktkategorie: In Bezug auf die Gerätetypen in Anhang I der WEEE-Richtlinie ist dieses Produkt als Produkt der Kategorie 9, „Überwachungs- und Kontrollinstrument“ klassifiziert. Dieses Produkt nicht mit dem Hausmüll entsorgen. Für Informationen zum Recycling die Website von Fluke besuchen.
	Gefahr. Wichtige Informationen. Siehe Handbuch.		Gefährliche Spannung
	Schutzterde		Entspricht den relevanten australischen EMV-Anforderungen.

## 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

Für weitere Produktinformationen und zum Herunterladen der neuesten Ergänzungen für Bedienungsanleitungen besuchen Sie die Website von Fluke Calibration unter [www.flukecal.com](http://www.flukecal.com).

Zur Registrierung des Produkts <http://flukecal.com/register-product> aufrufen.

## Überlastschutz

Der Kalibrator ist mit einem Verpolungsschutz, schneller Ausgangsabschaltung und/oder Sicherungen zum Schutz der Ausgangsklemmen für alle Funktionen ausgestattet.

Der Verpolungsschutz schützt den Kalibrator vor gelegentlichen, versehentlichen Überlastungen im Normalbetrieb und Gleichtaktmodus bis zu einer Spannung von  $\pm 300$  V Spitze. Er ist nicht als Schutz gegen häufigen (systematischen und wiederholten) Missbrauch ausgelegt. Ein derartiger Missbrauch führt zum Ausfall des Kalibrators.

Für Spannungs-, Widerstands-, Kapazitäts-, und Thermoelement-Funktionen ist eine Schnellabschaltung der Ausgänge vorhanden. Dieser Schutz erkennt anliegende Spannungen von mehr als 20 V an den Ausgangsklemmen. Er trennt bei einer derartigen Überlastung die inneren Stromkreise von den Ausgangsklemmen und setzt Kalibrator zurück.

Für Strom- und Hilfsspannungsfunktionen schützen vom Anwender austauschbare Sicherungen vor Überlasten an den Strom- und Hilfsspannungs-Ausgangsklemmen. Die Sicherungen befinden sich hinter einer Zugangsklappe unten am Kalibrator. Bei einem Austausch müssen Sicherungen des gleichen Typs und mit den gleichen Kennwerten wie in dieser Anleitung angegeben eingesetzt werden, anderenfalls können die Schutzfunktionen des Kalibrators beeinträchtigt sein.

## Betriebsübersicht

Der Kalibrator kann am Bedienfeld oder per Fernsteuerung über die RS-232- oder IEEE-488-Anschlüsse betrieben werden. Für den ferngesteuerten Betrieb gibt es eine Software zur Integration von 5502A Funktionen in eine breite Palette von Kalibrieraufgaben.

## Lokalgesteuerter Betrieb

Zu typischen lokalgesteuerten Aufgaben gehören der Anschluss des Prüflings (UUT) an das Bedienfeld und die anschließende manuelle Tastatureingabe am Bedienfeld, um den erforderlichen Ausgabemodus des Kalibrators einzustellen. Mit  und  kann einfach per Tastendruck nach oben und unten geblättert werden. Die Kalibratorspezifikationen lassen sich über zwei Tasten abrufen. Die LCD mit Hintergrundbeleuchtung ist aus vielen Blickwinkeln und bei dunklem und hellen Licht gut ablesbar. Die großen, leicht lesbaren Tasten sind farblich gekennzeichnet und haben ein gutes Tastgefühl.

### Ferngesteuerte Bedienung (RS-232)

An der Geräterückseite befinden sich zwei serielle RS-232-Anschlüsse, SERIAL 1 FROM HOST und SERIAL 2 TO UUT (siehe Abbildung 2). Jeder Anschluss betreibt und steuert über eine serielle Datenkommunikation das Produkt während der Kalibrierungsverfahren. Für vollständige Informationen zur ferngesteuerten Bedienung siehe Kapitel 5 der Bedienungsanleitung.

Der serielle Datenanschluss SERIAL 1 FROM HOST verbindet ein Host-Terminal oder einen PC mit dem Kalibrator. Befehle an den Kalibrator senden: Befehle über ein Terminal (oder einen PC mit Terminal-Programm) eingeben, eigene Prozeduren mit BASIC schreiben oder optionale Windows-Software wie MET/CAL Plus verwenden.

Der serielle Datenanschluss SERIAL 2 TO UUT verbindet ein UUT (UUT = Unit Under Test = Prüfling) indirekt über den 5502A mit einem PC oder Terminal (siehe Abbildung 2). Diese „durchreichende“ Konfiguration erübrigt einen zweiten COM-Anschluss am PC oder Terminal. Die Steuerung des seriellen Datenanschlusses SERIAL 2 TO UUT erfolgt mit Hilfe eines aus vier Befehlen bestehenden Befehlssatzes. Für eine Beschreibung der UUT-Befehle siehe Kapitel 6.

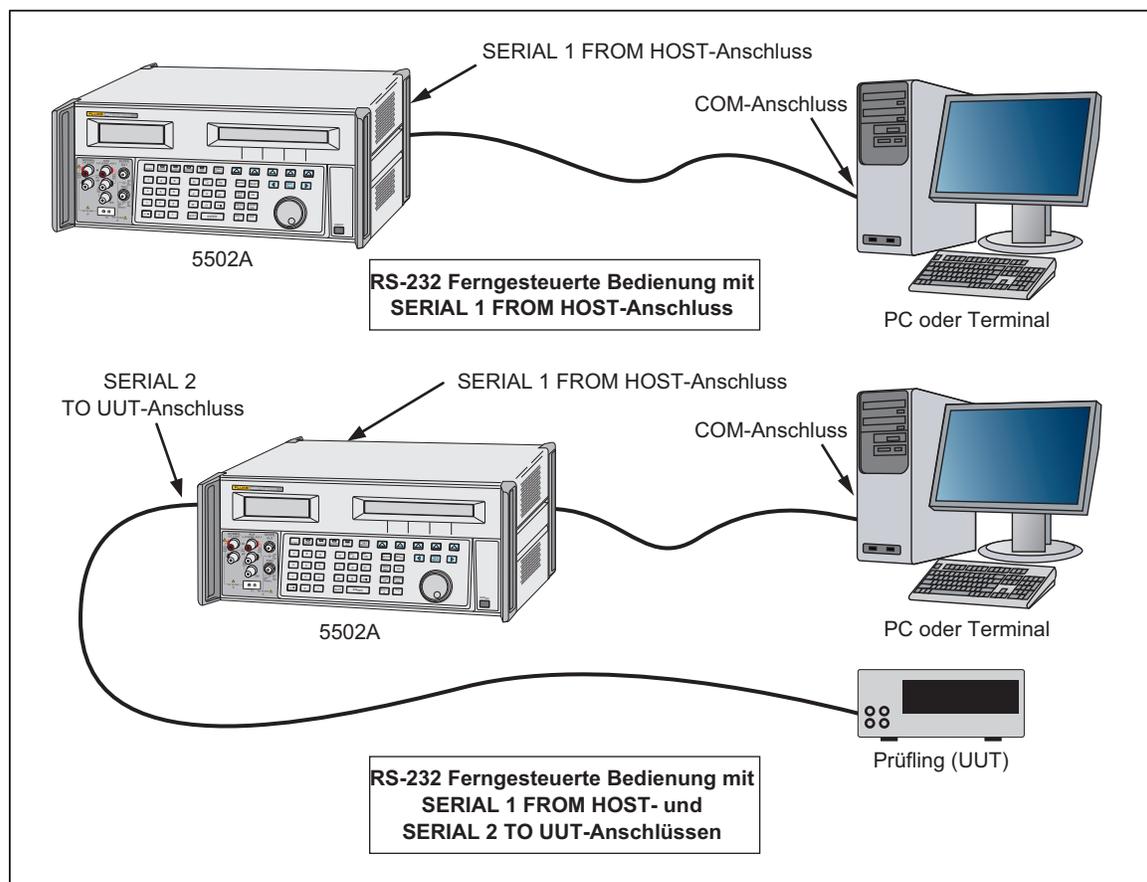


Abbildung 2: Externe RS-232-Verbindungen

gwb002.eps

### Ferngesteuerte Bedienung (IEEE-488)

Der IEEE-488-Anschluss an der Rückseite ist ein voll programmierbarer paralleler Schnittstellenbus, der Standard-IEEE-488.1 und den ergänzenden Standard-IEEE-488.2 erfüllt. Wenn der Kalibrator per Fernsteuerung einer Gerätesteuerung betrieben wird, funktioniert er ausschließlich als „Talker/Listener“. Die Lösung ermöglicht das Schreiben von eigenen Programmen mit dem IEEE-488-Befehlssatz oder den Einsatz der als optionalen Windows-Software MET/CAL Plus. Für eine Beschreibung der für den IEEE-488-Betrieb verfügbaren Befehle siehe Kapitel 6 der Bedienungsanleitung.

## Auspacken und Inspektion

Der Kalibrator wird in einem Behälter versandt, um eine Beschädigung zu verhindern. Den Kalibrator sorgfältig überprüfen und eventuelle Schäden unverzüglich dem Transporteur melden. Anleitungen für Überprüfung und Ansprüche sind in der Verpackung enthalten.

Beim Auspacken des Kalibrators prüfen, dass der gesamte Standardlieferungsumfang aus Tabelle 2 enthalten ist. Den Lieferschein prüfen und sicherstellen, dass andere erworbene Teile enthalten sind. Weitere Informationen sind dem Abschnitt „Zubehör“ in Kapitel 8 der Bedienungsanleitung zu entnehmen. Fehlende Teile dem Händler oder dem nächstgelegene Fluke Calibration Service Center melden (siehe „Kontakt zu Fluke Calibration“). Eine Leistungsprüfung ist im Abschnitt „Wartung“ in Kapitel 7 der Bedienungsanleitung enthalten.

Beim Einschicken des Kalibrators an Fluke Calibration den ursprünglichen Behälter verwenden. Wenn dieser nicht verfügbar ist, bei Fluke Calibration unter Angabe der Kalibratormodell- und -seriennummer einen neuen Behälter bestellen.

**Tabelle 2: Standardausrüstung**

Nr.	Modell- oder Teilenummer
Kalibrator	5502A
Netzkabel	Siehe Tabelle 3 und Abbildung 4
Handbuch „Erste Schritte 5502A“	4155209
5502A Bedienungsanleitung auf CD-ROM	4155227

## Auswählen der Netzspannung

Der Kalibrator wird ab Werk für die im Bestimmungsland übliche Netzspannung oder gemäß beim Kauf angegebener Spezifikation konfiguriert. Der Kalibrator kann mit einer der folgenden vier Netzspannungseinstellungen betrieben werden: 100 V, 120 V, 200 V und 240 V (47 Hz bis 63 Hz). Die eingestellte Netzspannung kann im Fenster im Deckel des Sicherungsfachs abgelesen werden (Abb. 3). Die Netzspannung darf um höchstens 10 % nach oben und unten von der Nennspannung abweichen.

Zum Ändern der Netzspannungseinstellung wie folgt vorgehen:

### **Warnung**

**Zur Vermeidung von elektrischen Schlägen, Brand oder Verletzungen muss das Netzkabel getrennt werden.**

1. Zum Öffnen des Sicherungsfachs einen Schraubendreher in die Lasche links am Fach einstecken und das Fach aufhebeln.
2. Zum Entfernen der Netzspannungsauswahlvorrichtung die Lasche der Netzspannungsanzeige mit einer Zange halten und gerade aus der Einfassung herausziehen.
3. Die Netzspannungsauswahlvorrichtung auf die gewünschte Spannung drehen und wieder einsetzen.
4. Darauf achten, dass die richtige Sicherung für die ausgewählte Netzspannung verwendet wird (für 100 V/120 V eine 5 A/250 V-Sicherung träge, für 220 V/240 V eine 2,5 A/250 V-Sicherung träge verwenden). Zum Montieren der Sicherung in das Fach diese wieder einsetzen, bis die Lasche einrastet.

## **Anschließen an die Netzspannung**

### **⚠⚠ Warnung**

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

- **Kein Zweileiter-Netzkabel verwenden, es sei denn, es wurde vor der Verwendung des Produkts ein Schutzerdekabel mit dem Masseanschluss des Produkts verbunden.**
- **Keine Verlängerungsschnur und keinen Adapterstecker verwenden.**

Vor der Verwendung sicherstellen, dass das Produkt geerdet ist. Der Kalibrator wird mit dem im Bestimmungsland üblichen Netzstecker geliefert. Wenn ein anderer Typ verwendet werden muss, sind der Tabelle 3 und Abbildung 4 eine Liste und Abbildungen der von Fluke Calibration erhältlichen Netzsteckertypen zu entnehmen.

Zuerst überprüfen, ob die Netzspannungseinstellung korrekt und die installierte Sicherung dafür geeignet ist, dann den Kalibrator an eine vorschriftsmäßig geerdete dreipolige Steckdose anschließen.

## **Auswählen der Netzfrequenz**

Beim Versand ist der Kalibrator auf den Betrieb mit einer Netzfrequenz von 60 Hz eingestellt. Wenn das Gerät mit 50 Hz Netzspannung betrieben wird, den Kalibrator für eine optimale Leistung bei 50 Hz neu konfigurieren. Wie folgt vorgehen:

1. Am Bedienfeld SETUP, INSTMT SETUP, OTHER SETUP (Konfiguration, Gerätekonfiguration, Weitere Konfiguration) wählen.
2. Die Funktionstaste unter MAINS drücken, um die Auswahl auf 50 Hz zu ändern.
3. Die Änderung speichern.

Nachdem das Gerät die Betriebstemperatur erreicht hat (nach 30 Minuten oder länger), muss das komplette Gerät wieder auf Null gestellt werden. Siehe Abschnitt „Kalibrator auf Null stellen“ in Kapitel 4 der Bedienungsanleitung.

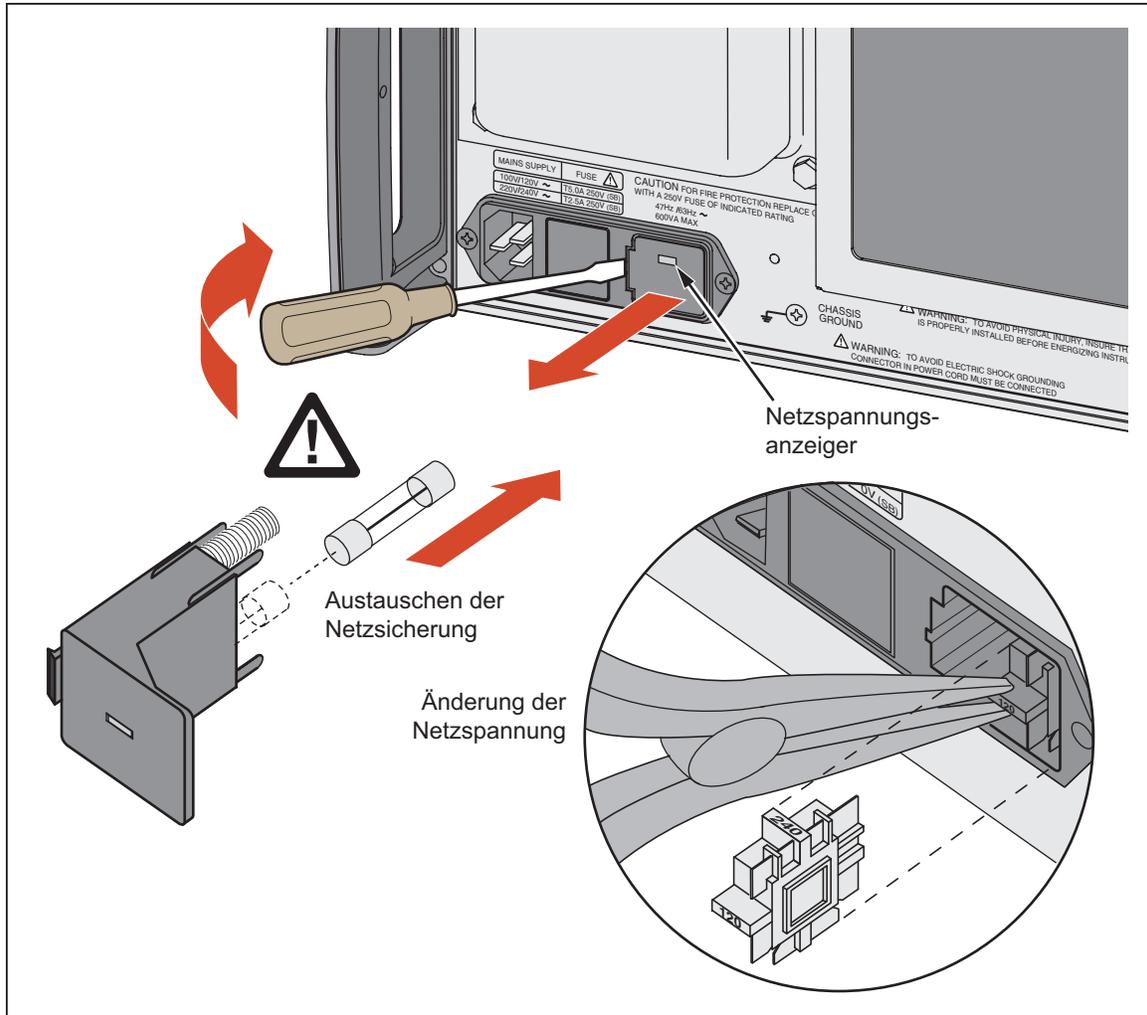
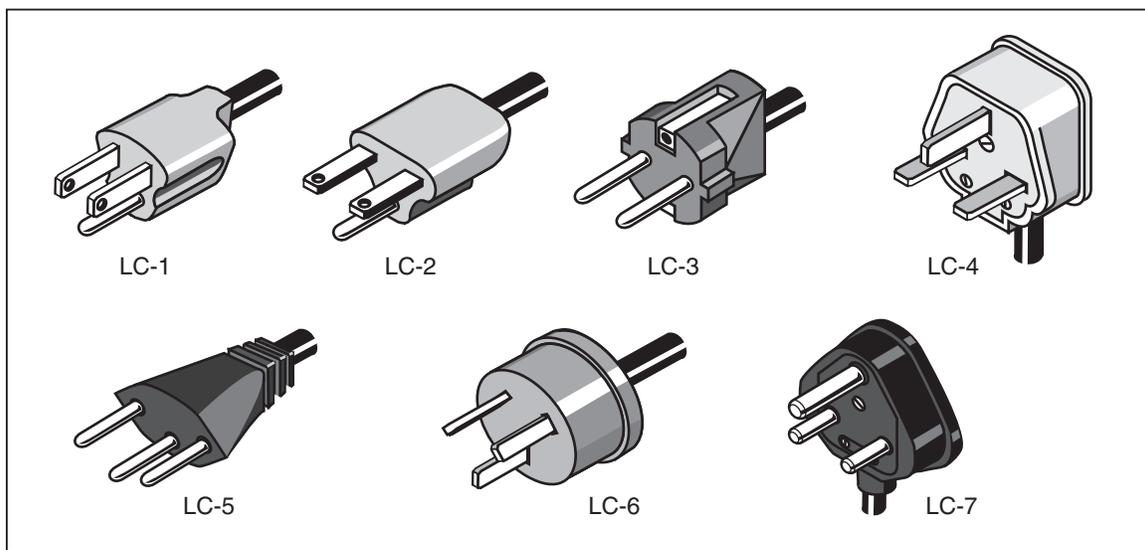


Abbildung 3: Öffnen des Sicherungsfachs und Auswählen der Netzspannung wählen

gwb004.eps

**Tabelle 3: Von Fluke Calibration erhältliche Netzkabel**

Typ	Spannung/Stromstärke	Fluke Calibration Optionsnummer
Nordamerika	120 V/15 A	LC-1
Nordamerika	240 V/15 A	LC-2
Universal Europa	220 V/15 A	LC-3
Großbritannien	240 V/13 A	LC-4
Schweiz	220 V/10 A	LC-5
Australien	240 V/10 A	LC-6
Südafrika	240 V/5 A	LC-7



nn008f.eps

**Abbildung 4: Von Fluke Calibration erhältliche Netzkabel**

## **Aufstellung**

Das Gerät kann auf einer horizontalen Fläche aufgestellt oder in einem Rahmen mit Standardbreite und 61 cm Tiefe (24 Zoll) eingebaut werden. Für den Einsatz auf einer Fläche verfügt der Kalibrator über rutschfeste Füße. Zum Einbauen des Kalibrators in einen Gestellrahmen den 5502A Rahmeneinbausatz verwenden (Modell Y5537). Einbauanweisungen für den Kalibrator in einen Gestellrahmen sind im Bausatz enthalten.

## Hinweise zur Luftzirkulation

### **Warnung**

**Für den sicheren Betrieb und die Wartung des Produkts sicherstellen, dass der Bereich um das Produkt die Mindestanforderungen erfüllt.**

Über Leitbleche wird kühle Luft vom Lüfter in das Gehäuse geleitet, um bei Betrieb des Kalibrators intern Hitze abzuführen. Die Präzision und Verlässlichkeit aller Innenteile des Kalibrators werden bei einer kühlen Innentemperatur erhöht. Durch Einhalten der folgenden Grundsätze kann die Lebensdauer des Kalibrators erhöht und seine Leistung verbessert werden:

- Der Bereich um den Luftfilter muss mindestens 7,5 cm von Wänden, Gestellwänden oder anderen behindernden Objekten entfernt sein.
- Die Auslasslochungen an den Kalibratorseitenwänden müssen frei sein.
- Die in den Kalibrator eintretende Luft muss Raumtemperatur haben. Sicherstellen, dass die Abluft anderer Geräte nicht in den Lüftereinlass geleitet wird.
- Den Luftfilter alle 30 Tage reinigen, oder häufiger, wenn der Kalibrator in einer staubbelasteten Umgebung betrieben wird. (Weitere Informationen zur Reinigung des Luftfilters sind dem Kapitel „Wartung“ in der Bedienungsanleitung zu entnehmen.)

## Benutzerhandbücher

Die Handbuchreihe für 5502A umfasst:

- *Bedienungsanleitung 5502A* auf der beiliegenden CD-ROM (PN 4155227)
- *Erste Schritte 5502A* (PN 4155209)

Alle oben genannten Handbüchern werden mit dem Gerät geliefert. Werden weitere gedruckte Kopien benötigt, sind die Informationen zur Bestellung dem Katalog von Fluke Calibration zu entnehmen oder ist ein Vertriebsmitarbeiter von Fluke Calibration zu kontaktieren (siehe „Kontakt zu Fluke Calibration“). Die Handbücher können auch von der Website von Fluke Calibration heruntergeladen werden.

### Handbuch „Erste Schritte 5502A“

Dieses Handbuch *Erste Schritte 5502A* enthält eine kurze Einführung in den 5502A Handbuchsatz, Anweisungen zu den Betriebsvorbereitungen für den Kalibrator sowie die vollständigen Spezifikationen.

### 5502A Bedienungsanleitung

Die *Bedienungsanleitung 5502A* enthält ausführliche Informationen zum Installieren des Kalibrators, zum Betrieb mithilfe der Tasten auf dem Bedienfeld und in externen Konfigurationen. Das Handbuch verfügt auch über ein Glossar zur Kalibrierung, zu Spezifikationen und zu Fehlercodes. Die Bedienungsanleitung umfasst:

- Installation
- Bedienelemente und Funktionen, Betrieb über das Bedienfeld
- Ferngesteuerte Bedienung (über den IEEE-488-Bus oder seriellen Anschluss)
- Betrieb über seriellen Anschluss (Daten drucken, anzeigen oder übertragen und Setup für eine Fernsteuerung über den seriellen Anschluss)
- Wartung durch den Bediener mit Überprüfungs- und Kalibrierverfahren
- Zubehör
- Kalibrierungsoptionen für Oszilloskop SC600 und SC300

## Allgemeine Spezifikationen

Die folgenden Tabellen enthalten die Spezifikationen des 5502A. Alle Spezifikationen gelten nach Gewährung einer Aufwärmzeit von 30 Minuten oder doppelt so lange, wie der 5502A ausgeschaltet war. (Beispiel: wenn der 5502A für 5 Minuten ausgeschaltet war, beträgt die minimale Aufwärmzeit 10 Minuten.)

Alle Spezifikationen gelten für die angegebene Temperatur und Zeitdauer. Für Temperaturen außerhalb von  $\pm 5\text{ °C}$  (tcal ist die Umgebungstemperatur, bei der der 5502A kalibriert wurde) gilt der in den allgemeinen Spezifikationen angegebene Temperaturkoeffizient.

Die Spezifikationen setzen weiterhin voraus, dass der Kalibrator alle sieben Tage oder bei Änderungen der Umgebungstemperatur um mehr als  $5\text{ °C}$  einem Nullabgleich unterzogen wird. Die engsten Widerstandsspezifikationen werden eingehalten, wenn alle 12 Stunden innerhalb von  $\pm 1\text{ °C}$  des Gebrauchs ein Nullabgleich ausgeführt wird.

Informationen zu erweiterten Spezifikationen sind den zusätzlichen Spezifikationen für Wechselspannung und Strom später in diesem Kapitel zu entnehmen.

<b>Aufwärmzeit</b> .....	Doppelt so lange, wie das Gerät ausgeschaltet war – bis maximal 30 Minuten
<b>Einschwingzeit</b> .....	Weniger als 5 Sekunden für alle Funktionen und Bereiche, falls nicht anders angegeben
<b>Standardschnittstellen</b> .....	IEEE-488 (GPIB), RS-232
<b>Temperatur</b>	
Betrieb.....	0 °C bis 50 °C
Kalibrierung (tcal).....	15 °C bis 35 °C
Lagerung.....	-20 °C bis +70 °C; die Gleichstrombereiche von 0 bis 1,09999 A und 1,1 A bis 2,99999 A reagieren empfindlich auf Temperaturen über 50 °C. Wenn der 5502A für mehr als 30 Minuten bei 50 °C gelagert wurde, müssen diese Bereiche neu kalibriert werden. Anderenfalls verdoppeln sich die für 90 Tage und 1 Jahr angegebenen Unsicherheiten.
<b>Temperatur-Koeffizient</b> .....	Temperaturkoeffizient für Temperaturen außerhalb tcal $\pm 5\text{ °C}$ ist 10 % der angegebenen Spezifikation pro °C.
<b>Relative Luftfeuchtigkeit</b>	
Betrieb.....	<80 % bis 30 °C, <70 % bis 40 °C, <40 % bis 50 °C
Lagerung.....	< 95 %, nicht-kondensierend. Nach längerer Lagerung bei hoher Feuchtigkeit kann eine Trocknungszeit (bei eingeschalteter Stromversorgung) von mindestens einer Woche erforderlich sein.
<b>Höhe</b>	
Betrieb.....	3.050 m (10.000 Fuß) maximal
Nicht in Betrieb .....	12.200 m (40.000 Fuß) maximal
<b>Sicherheit</b> .....	Erfüllt EN/IEC 61010-1:2001, CAN/CSA-C22.2 Nr. 61010-1-04, ANSI/UL 61010-1:2004;
<b>Elektrischer Überlastschutz der Ausgangsklemmen</b>	Das Gerät ist mit einem Verpolungsschutz, schneller Ausgangsabschaltung und/oder Sicherungen zum Schutz der Ausgangsklemmen aller Funktionen ausgestattet. Dieser Schutz gilt für angelegte externe Spannungen bis $\pm 300\text{ V}$ Spitzenwert.
<b>Niedrige analoge Isolierung</b> .....	20 V im normalen Betrieb, Transienten 400 V Spitze
<b>EMV</b> .....	Erfüllt EN/IEC 61326-1:2006, EN/IEC 61326-2-1:2006 für kontrollierte EM-Umgebungen unter folgenden Bedingungen. Beim Einsatz in Umgebungen mit elektromagnetischen Feldern von 1 bis 3 V/m bei 0,08–1 GHz haben die Widerstandsausgänge einen Bodenaufschlag von 0,508 $\Omega$ . Leistung über 3 V/m nicht spezifiziert. Dieses Gerät kann an den Stromanschlussklemmen empfindlich auf elektrostatische Entladungen (ESD) reagieren. Beim Umgang mit diesem und anderen elektronischen Geräten sollten die üblichen Vorsichtsmaßnahmen hinsichtlich elektrostatischer Entladung beachtet werden. Außerdem kann dieses Gerät empfindlich auf schnelle elektrische Transienten an den Netzstromanschlüssen reagieren. Wenn beim Betrieb Störungen festgestellt werden, empfehlen wir, den Erdungsanschluss auf der Rückseite des Gehäuses an einem bekanntermaßen einwandfreien Erdungsanschluss mithilfe eines Erdungskabels mit geringer Induktivität anzuschließen. Achtung! Eine Netzsteckdose bietet zwar einen ausreichenden Erdungsschutz gegen elektrische Schläge, verfügt aber möglicherweise über keinen angemessene Erdungsanschluss zur Ableitung von HF-Störungen und kann sogar die eigentliche Störungsquelle sein. Dieses Messgerät ist für einen ausreichenden EMV-Schutz mit Datenkabeln zertifiziert, die höchstens 3 m lang sind.
<b>Netzspannung</b> .....	Netzspannung (wählbar): 100 V, 120 V, 220 V, 240 V Netzfrequenz: 47 Hz bis 63 Hz Netzspannungsabweichung: $\pm 10\%$ über der Netzspannungseinstellung Für eine optimale Leistung bei vollen Doppelausgängen (z. B

1.000 V, 20 A) eine Netzspannung mit  $\pm 7,5\%$  über dem Nennwert wählen.

<b>Leistungsaufnahme</b> .....	600 VA
Abmessungen (H x B x L) .....	17,8 cm x 43,2 cm x 47,3 cm (7 Zoll x 17 Zoll x 18,6 Zoll) Standard-Einbaugehäusebreite und Standard-Höheneinheiten, plus 1,5 cm (0,6 Zoll) für Füße an der Geräteunterseite.
Gewicht (ohne Zubehör) .....	22 kg (49 US-Pfund)
<b>Definition der Absolut-Unsicherheit</b> .....	Die Spezifikationen des 5502A beinhalten Stabilität, Temperaturkoeffizient, Linearität, Netz- und Lastregelung und die Rückführbarkeit externer, für die Kalibrierung verwendeter Standards. Es sind keine weitere Parameter für die Gesamtspezifikationen des 5502A innerhalb des angegebenen Temperaturbereichs zu beachten.
<b>Sicherheit der Spezifikation</b> .....	99 %

## Ausführliche Spezifikationen

### Gleichspannung

Bereich	Absolut-Unsicherheit, tcal $\pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ (% des Ausgangs + $\mu\text{V}$ )		Stabilität	Auflösung ( $\mu\text{V}$ )	Maximaler Bürdenwert <sup>[1]</sup>
	90 Tage	1 Jahr	24 Stunden, $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ $\pm$ (ppm des Ausgangs + $\mu\text{V}$ )		
0 bis 329,9999 mV	0,005 + 3	0,006 + 3	5 + 1	0,1	65 $\Omega$
0 bis 3,299999 V	0,004 + 5	0,005 + 5	4 + 3	1	10 mA
0 bis 32,999999 V	0,004 + 50	0,005 + 50	4 + 30	10	10 mA
30 bis 329,9999 V	0,0045 + 500	0,0055 + 500	4,5 + 300	100	5 mA
100 bis 1.020,000 V	0,0045 + 1.500	0,0055 + 1.500	4,5 + 900	1.000	5 mA
<b>Hilfsausgang (nur Doppelausgangsmodus)<sup>[2]</sup></b>					
0 bis 329,999 mV	0,03 + 350	0,04 + 350	30 + 100	1	5 mA
0,33 bis 3,299999 V	0,03 + 350	0,04 + 350	30 + 100	10	5 mA
3,3 bis 7 V	0,03 + 350	0,04 + 350	30 + 100	100	5 mA
<b>Thermoelemente simulieren und messen in linearen 10 <math>\mu\text{V}/\text{C}</math>- und 1 <math>\text{mV}/\text{C}</math>- Modi<sup>[3]</sup></b>					
0 bis 329,999 mV	0,005 + 3	0,006 + 3	5 + 1	0,1	10 $\Omega$
<p>[1] Remote-Abtastung ist nicht verfügbar. Der Ausgangswiderstand ist <math>&lt; 5\text{ m}\Omega</math> für Ausgangssignale <math>\geq 0,33\text{ V}</math>. Der Hilfsausgang hat einen Ausgangswiderstand von <math>&lt; 1\text{ }\Omega</math>. Die Thermoelementsimulation hat eine Ausgangsimpedanz von <math>10\text{ }\Omega \pm 1\text{ }\Omega</math>.</p> <p>[2] Es werden zwei Gleichspannungs-Ausgangskanäle bereitgestellt.</p> <p>[3] Das Simulieren und Messen von Thermoelementen ist für den Betrieb in elektromagnetischen Feldern über <math>0,4\text{ V/m}</math> nicht spezifiziert.</p>					

Bereich	Rauschen	
	Bandbreite 0,1 Hz bis 10 Hz ss $\pm$ (ppm Ausgang + Boden in $\mu\text{V}$ )	Bandbreite 10 Hz bis 10 kHz eff.
0 bis 329,9999 mV	0 + 1	6 $\mu\text{V}$
0 bis 3,299999 V	0 + 10	60 $\mu\text{V}$
0 bis 32,999999 V	0 + 100	600 $\mu\text{V}$
30 bis 329,9999 V	10 + 1.000	20 mV
100 bis 1.020,000 V	10 + 5.000	20 mV
<b>Hilfsausgang (nur Doppelausgangsmodus)<sup>[1]</sup></b>		
0 bis 329,999 mV	0 + 5 $\mu\text{V}$	20 $\mu\text{V}$
0,33 bis 3,299999 V	0 + 20 $\mu\text{V}$	300 $\mu\text{V}$
3,3 bis 7 V	0 + 100 $\mu\text{V}$	1.000 $\mu\text{V}$
[1] Es werden zwei Gleichspannungs-Ausgangskanäle bereitgestellt.		

**Gleichstrom**

Bereich	Absolut-Unsicherheit, tcal $\pm 5^\circ\text{C} \pm$ (% des Ausgangs + $\mu\text{A}$ )		Auflösung	Max. Vorspannung V	Max. induktive Last mH
	90 Tage	1 Jahr			
0 bis 329,999 $\mu\text{A}$	0,012 + 0,02	0,015 + 0,02	1 nA	10	400
0 bis 3,29999 mA	0,010 + 0,05	0,010 + 0,05	0,01 $\mu\text{A}$	10	
0 bis 32,9999 mA	0,008 + 0,25	0,010 + 0,25	0,1 $\mu\text{A}$	7	
0 bis 329,999 mA	0,008 + 3,3	0,010 + 2,5	1 $\mu\text{A}$	7	
0 bis 1,09999 A	0,023 + 44	0,038 + 44	10 $\mu\text{A}$	6	
1,1 bis 2,99999 A	0,030 + 44	0,038 + 44	10 $\mu\text{A}$	6	
0 bis 10,9999 A (20-A-Bereich)	0,038 + 500	0,060 + 500	100 $\mu\text{A}$	4	
11 bis 20,5 A <sup>[1]</sup>	0,080 + 750 <sup>[2]</sup>	0,10 + 750 <sup>[2]</sup>	100 $\mu\text{A}$	4	

[1] Tastgrad: Dauerströme <11 A können bereitgestellt werden. Für Ströme > 11 A siehe Abbildung 3. Innerhalb eines 60-Minutenintervalls kann ein Strom von 60-T-I Minuten bereitgestellt werden, wobei T die Temperatur in  $^\circ\text{C}$  (die Zimmertemperatur beträgt ca.  $23^\circ\text{C}$ ) und I der Ausgangsstrom in A ist. Zum Beispiel kann ein Strom von 17 A bei  $23^\circ\text{C}$  für 60-23-17 = 20 Minuten pro Stunde bereitgestellt werden. Wenn der 5502A über einen längeren Zeitraum hinweg Ströme zwischen 5 und 11 A ausgibt, verringert sich der Tastgrad durch die interne Selbsterwärmung. Unter diesen Bedingungen wird die durch die Gleichung und Abbildung 3 beschriebene „Ein“-Zeit erst erreicht, nachdem der 5502A zuvor für die „Aus“-Zeit einen Strom <5 A ausgegeben hat.

[2] Die Bodenspezifikation ist 1.500  $\mu\text{A}$  innerhalb von 30 Sekunden nach Auswahl des Betriebs. Für Betriebsdauern >30 Sekunden beträgt die Bodenspezifikation 750  $\mu\text{A}$ .

Bereich	Rauschen	
	Bandbreite 0,1 Hz bis 10 Hz ss	Bandbreite 10 Hz bis 10 kHz eff.
0 bis 329,999 $\mu\text{A}$	2 nA	20 nA
0 bis 3,29999 mA	20 nA	200 nA
0 bis 32,9999 mA	200 nA	2,0 $\mu\text{A}$
0 bis 329,999 mA	2.000 nA	20 $\mu\text{A}$
0 bis 2,99999 A	20 $\mu\text{A}$	1 mA
0 bis 20,5 A	200 $\mu\text{A}$	10 mA

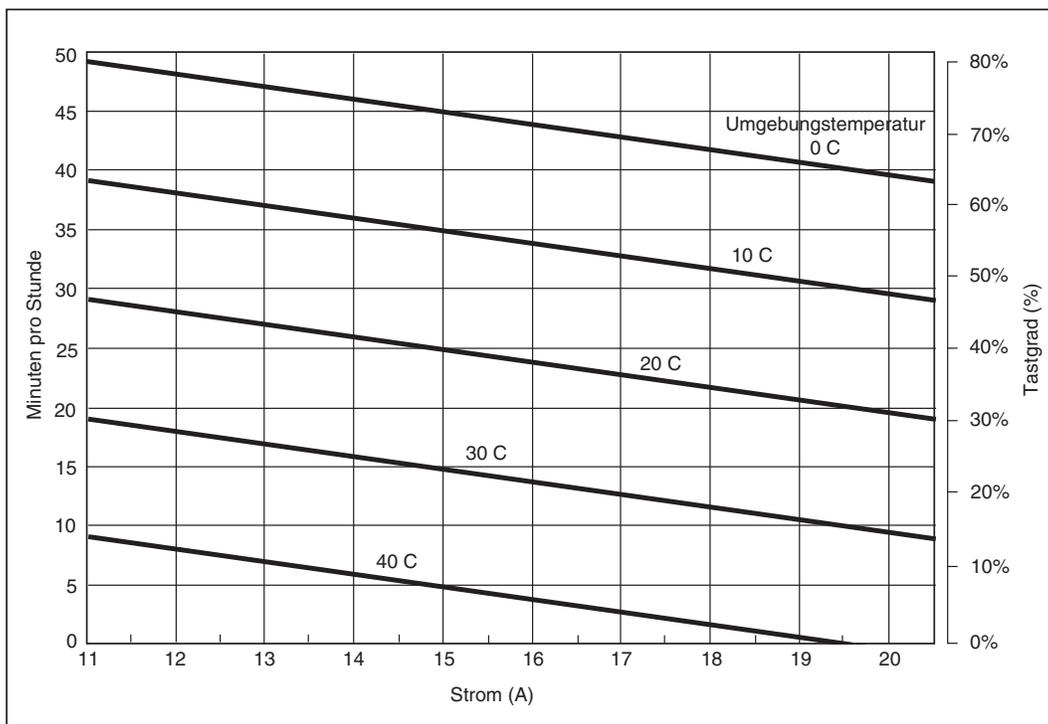


Abbildung 5. Zulässige Dauer von Strömen >11 A

gwb326f.eps

**Widerstand**

Messbereich <sup>[1]</sup>	Absolut-Unsicherheit, tcal ±5 °C ±(% des Ausgangs + Boden) <sup>[2]</sup>				Auflösung (Ω)	Zulässiger Strom <sup>[3]</sup> (A)
	% des Ausgangs		Boden (Ω) Zeit und Temp. seit Nullabgleich des Widerstands			
	90 Tage	1 Jahr	12 Std ± 1 °C	7 Tage ± 5 °C		
0 bis 10,999Ω	0,009	0,012	0,001	0,01	0,001	1 mA bis 125 mA
11 bis 32,999Ω	0,009	0,012	0,0015	0,015	0,001	1 mA bis 125 mA
33 bis 109,999Ω	0,007	0,009	0,0014	0,015	0,001	1 mA bis 70 mA
110 bis 329,999Ω	0,007	0,009	0,002	0,02	0,001	1 mA bis 40 mA
330 bis 1,09999 kΩ	0,007	0,009	0,002	0,02	0,01	1 mA bis 18 mA
1,1 bis 3,29999 kΩ	0,007	0,009	0,02	0,2	0,01	100 µA bis 5 mA
3,3 bis 10,9999 kΩ	0,007	0,009	0,02	0,1	0,1	100 µA bis 1,8 mA
11 bis 32,9999 kΩ	0,007	0,009	0,2	1	0,1	10 µA bis 0,5 mA
33 bis 109,999 kΩ	0,008	0,011	0,2	1	1	10 µA bis 0,18 mA
110 bis 329,999 kΩ	0,009	0,012	2	10	1	1 µA bis 50 µA
330 kΩ bis 1,09999 MΩ	0,011	0,015	2	10	10	1 µA bis 18 µA
1,1 bis 3,29999 MΩ	0,011	0,015	30	150	10	250 nA bis 5 µA
3,3 bis 10,9999 MΩ	0,045	0,06	50	250	100	250 nA bis 1,8 µA
11 bis 32,9999 MΩ	0,075	0,1	2500	2500	100	25 nA bis 500 nA
33 bis 109,999 MΩ	0,4	0,5	3.000	3.000	1.000	25 nA bis 180 nA
110 bis 329,999 MΩ	0,4	0,5	100.000	100.000	1.000	2,5 nA bis 50 nA
330 bis 1.100,00 MΩ	1,2	1,5	500.000	500.000	10.000	1 nA bis 13 nA

[1] Stufenlos variabel von 0 Ω bis 1,1 GΩ.  
 [2] Nur für 4-Leiter-Kompensation. Für die Betriebsmodi 2-WIRE und 2-WIRE COMP sind der Bodenspezifikation 5 µV pro Ampere Erregungsstrom hinzuzufügen. Zum Beispiel ist in 2-WIRE-Modus bei 1 kΩ die Bodenspezifikation innerhalb von 12 Stunden nach einem Widerstands-Nullabgleich für die Messung eines Stroms von 1 mA:  $0,002 \Omega + 5 \mu V / 1 \text{ mA} = (0,002 + 0,005) \Omega = 0,007 \Omega$ .  
 [3] Nicht den höchsten Strom eines Bereichs überschreiten. Bei geringeren Ströme als dargestellt erhöht sich der Bodenaufschlag:  $\text{Boden}_{(\text{neu})} = \text{Boden}_{(\text{alt})} \times I_{\text{min}}/I_{\text{ist}}$ . Beispiel: Ein 50 µA-Erregung zur Messung von 100 Ω hat eine Bodenspezifikation von:  $0,0014 \Omega \times 1 \text{ mA}/50 \mu A = 0,028 \Omega$ . Dies gilt innerhalb von 12 Stunden nach einer Widerstands-Nullpunkt-Kalibrierung.

**Wechselspannung (sinusförmig)**

Bereich	Frequenz	Absolut-Unsicherheit, tcal ±5 °C± (% des Ausgangs + µV)		Auflösung	Max. Bürdenwert	Max. Verzerrung und Rauschen 10 Hz bis 5 MHz Bandbreite± (% des Ausgangs + Boden)
		90 Tage	1 Jahr			
1,0 bis 32,999 mV	10 Hz bis 45 Hz	0,120 + 20	0,150 + 20	1 µV	65 Ω	0,15 + 90 µV
	45 Hz bis 10 kHz	0,080 + 20	0,100 + 20			0,035 + 90 µV
	10 kHz bis 20 kHz	0,120 + 20	0,150 + 20			0,06 + 90 µV
	20 kHz bis 50 kHz	0,160 + 20	0,200 + 20			0,15 + 90 µV
	50 kHz bis 100 kHz	0,300 + 33	0,350 + 33			0,25 + 90 µV
	100 kHz bis 500 kHz	0,750 + 60	1,000 + 60			0,3 + 90 µV <sup>[1]</sup>
33 mV bis 329,999 mV	10 Hz bis 45 Hz	0,042 + 20	0,050 + 20	1 µV	65 Ω	0,15 + 90 µV
	45 Hz bis 10 kHz	0,029 + 20	0,030 + 20			0,035 + 90 µV
	10 kHz bis 20 kHz	0,066 + 20	0,070 + 20			0,06 + 90 µV
	20 kHz bis 50 kHz	0,086 + 40	0,100 + 40			0,15 + 90 µV
	50 kHz bis 100 kHz	0,173 + 170	0,230 + 170			0,2 + 90 µV
	100 kHz bis 500 kHz	0,400 + 330	0,500 + 330			0,2 + 90 µV <sup>[1]</sup>
0,33 V bis 3,29999 V	10 Hz bis 45 Hz	0,042 + 60	0,050 + 60	10 µV	10 mA	0,15 + 200 µV
	45 Hz bis 10 kHz	0,028 + 60	0,030 + 60			0,035 + 200 µV
	10 kHz bis 20 kHz	0,059 + 60	0,070 + 60			0,06 + 200 µV
	20 kHz bis 50 kHz	0,083 + 60	0,100 + 60			0,15 + 200 µV
	50 kHz bis 100 kHz	0,181 + 200	0,230 + 200			0,2 + 200 µV
	100 kHz bis 500 kHz	0,417 + 900	0,500 + 900			0,2 + 200 µV <sup>[1]</sup>
3,3 V bis 32,9999 V	10 Hz bis 45 Hz	0,042 + 800	0,050 + 800	100 µV	10 mA	0,15 + 2 mV
	45 Hz bis 10 kHz	0,025 + 600	0,030 + 600			0,035 + 2 mV
	10 kHz bis 20 kHz	0,064 + 600	0,070 + 600			0,08 + 2 mV
	20 kHz bis 50 kHz	0,086 + 600	0,100 + 600			0,2 + 2 mV
	50 kHz bis 100 kHz	0,192 + 2.000	0,230 + 2.000			0,5 + 2 mV
33 V bis 329,999 V	45 Hz bis 1 kHz	0,039 + 3.000	0,050 + 3.000	1 mV	5 mA, außer 20 mA für 45 Hz bis 65 Hz	0,15 + 10 mV
	1 kHz bis 10 kHz	0,064 + 9.000	0,080 + 9.000			0,05 + 10 mV
	10 kHz bis 20 kHz	0,079 + 9.000	0,090 + 9.000			0,6 + 10 mV
	20 kHz bis 50 kHz	0,096 + 9.000	0,120 + 9.000			0,8 + 10 mV
	50 kHz bis 100 kHz	0,192 + 80.000	0,240 + 80.000			1 + 10 mV
330 V bis 1020 V	45 Hz bis 1 kHz	0,042 + 20.000	0,050 + 20.000	10 mV	2 mA, außer 20 mA für 45 bis 65 Hz	0,15 + 30 mV
	1 kHz bis 5 kHz	0,064 + 20.000	0,080 + 20.000			0,07 + 30 mV
	5 kHz bis 10 kHz	0,075 + 20.000	0,090 + 20.000			0,07 + 30 mV

[1] Max. Verzerrung für 100 kHz bis 200 kHz. Für 200 kHz bis 500 kHz ist die maximale Verzerrung 0,9 % des Ausgangs + Boden, wie gezeigt.

Hinweis  
Remote-Abtastung ist nicht verfügbar. Der Ausgangswiderstand ist <5 mΩ für Ausgangssignale ≥0,33 V. Der Hilfsausgang hat einen Widerstand von <1 Ω. Die maximale Lastkapazität ist 500 pF und unterliegt den Grenzwerten des maximalen Bürdenstroms.

**Wechselspannung (sinusförmig) (Fortsetz.)**

AUX (Hilfsausgang) [nur Doppelausgangsmodus]						
Bereich	Frequenz <sup>[1]</sup>	Absolut-Unsicherheit, tcal ±5 °C± (% des Ausgangs + µV)		Auflösung	Max. Bürdenwert	Max. Verzerrung und Rauschen 10 Hz bis 5 MHz Bandbreite± (% des Ausgangs + Boden)
		90 Tage	1 Jahr			
1,0 bis 329,999 mV	10 bis 20 Hz	0,15 + 370	0,20 + 370	1 µV	5 mA	0,20 + 200 µV
	20 bis 45 Hz	0,08 + 370	0,10 + 370			0,06 + 200 µV
	45 bis 1 kHz	0,08 + 370	0,10 + 370			0,08 + 200 µV
	1 bis 5 kHz	0,15 + 450	0,20 + 450			0,30 + 200 µV
	5 bis 10 kHz	0,30 + 450	0,40 + 450			0,60 + 200 µV
	10 bis 30 kHz	4,00 + 900	5,00 + 900			1,00 + 200 µV
0,33 bis 3,29999 V	10 bis 20 Hz	0,15 + 450	0,20 + 450	10 µV	5 mA	0,20 + 200 µV
	20 bis 45 Hz	0,08 + 450	0,10 + 450			0,06 + 200 µV
	45 bis 1 kHz	0,07 + 450	0,09 + 450			0,08 + 200 µV
	1 bis 5 kHz	0,15 + 1.400	0,20 + 1.400			0,30 + 200 µV
	5 bis 10 kHz	0,30 + 1.400	0,40 + 1.400			0,60 + 200 µV
	10 bis 30 kHz	4,00 + 2.800	5,00 + 2.800			1,00 + 200 µV
3,3 bis 5 V	10 bis 20 Hz	0,15 + 450	0,20 + 450	100 µV	5 mA	0,20 + 200 µV
	20 bis 45 Hz	0,08 + 450	0,10 + 450			0,06 + 200 µV
	45 bis 1 kHz	0,07 + 450	0,09 + 450			0,08 + 200 µV
	1 bis 5 kHz	0,15 + 1.400	0,20 + 1.400			0,30 + 200 µV
	5 bis 10 kHz	0,30 + 1.400	0,40 + 1.400			0,60 + 200 µV

[1] Es gibt zwei Spannungsausgangs-Kanäle. Die maximale Frequenz des Doppelausgangs ist 30 kHz.  
Hinweis  
Remote-Abtastung ist nicht verfügbar. Der Ausgangswiderstand ist <5 mΩ für Ausgangssignale ≥0,33 V. Der Hilfsausgang hat einen Widerstand von <1 Ω. Die maximale Lastkapazität ist 500 pF und unterliegt den Grenzwerten des maximalen Bürdenstroms.

**Wechselstrom (sinusförmig)**

Bereich	Frequenz	Absolut-Unsicherheit, tcal ±5 °C± (% des Ausgangs + µA)		Compliance- Aufschlag ± (µA/V)	Max. Verzerrung und Rauschen 10 Hz bis 100 kHz Bandbreite± (% des Ausgangs + Boden)	Max. induktive Last µH
		90 Tage	1 Jahr			
<b>LCOMP Off (aus)</b>						
29 bis 329,99 µA	10 bis 20 Hz	0,16 + 0,1	0,2 + 0,1	0,05	0,15 + 0,5 µA	200
	20 bis 45 Hz	0,12 + 0,1	0,15 + 0,1	0,05	0,10 + 0,5 µA	
	45 Hz bis 1 kHz	0,1 + 0,1	0,125 + 0,1	0,05	0,05 + 0,5 µA	
	1 bis 5 kHz	0,25 + 0,15	0,3 + 0,15	1,5	0,50 + 0,5 µA	
	5 bis 10 kHz	0,6 + 0,2	0,8 + 0,2	1,5	1,00 + 0,5 µA	
	10 bis 30 kHz	1,2 + 0,4	1,6 + 0,4	10	1,20 + 0,5 µA	
0,33 bis 3,29999 mA	10 bis 20 Hz	0,16 + 0,15	0,2 + 0,15	0,05	0,15 + 1,5 µA	200
	20 bis 45 Hz	0,1 + 0,15	0,125 + 0,15	0,05	0,06 + 1,5 µA	
	45 Hz bis 1 kHz	0,08 + 0,15	0,1 + 0,15	0,05	0,02 + 1,5 µA	
	1 bis 5 kHz	0,16 + 0,2	0,2 + 0,2	1,5	0,50 + 1,5 µA	
	5 bis 10 kHz	0,4 + 0,3	0,5 + 0,3	1,5	1,00 + 1,5 µA	
	10 bis 30 kHz	0,8 + 0,6	1,0 + 0,6	10	1,20 + 0,5 µA	
3,3 bis 32,9999 mA	10 bis 20 Hz	0,15 + 2	0,18 + 2	0,05	0,15 + 5 µA	50
	20 bis 45 Hz	0,075 + 2	0,09 + 2	0,05	0,05 + 5 µA	
	45 Hz bis 1 kHz	0,035 + 2	0,04 + 2	0,05	0,07 + 5 µA	
	1 bis 5 kHz	0,065 + 2	0,08 + 2	1,5	0,30 + 5 µA	
	5 bis 10 kHz	0,16 + 3	0,2 + 3	1,5	0,70 + 5 µA	
	10 bis 30 kHz	0,32 + 4	0,4 + 4	10	1,00 + 0,5 µA	
33 bis 329,999 mA	10 bis 20 Hz	0,15 + 20	0,18 + 20	0,05	0,15 + 50 µA	50
	20 bis 45 Hz	0,075 + 20	0,09 + 20	0,05	0,05 + 50 µA	
	45 Hz bis 1 kHz	0,035 + 20	0,04 + 20	0,05	0,02 + 50 µA	
	1 bis 5 kHz	0,08 + 50	0,10 + 50	1,5	0,03 + 50 µA	
	5 bis 10 kHz	0,16 + 100	0,2 + 100	1,5	0,10 + 50 µA	
	10 bis 30 kHz	0,32 + 200	0,4 + 200	10	0,60 + 50 µA	
0,33 bis 1,09999 A	10 bis 45 Hz	0,15 + 100	0,18 + 100		0,20 + 500 µA	2,5
	45 Hz bis 1 kHz	0,036 + 100	0,05 + 100		0,07 + 500 µA	
	1 bis 5 kHz	0,5 + 1.000	0,6 + 1.000	[2]	1,00 + 500 µA	
	5 bis 10 kHz	2,0 + 5.000	2,5 + 5.000	[3]	2,00 + 500 µA	
1,1 bis 2,99999 A	10 bis 45 Hz	0,15 + 100	0,18 + 100		0,20 + 500 µA	2,5
	45 Hz bis 1 kHz	0,05 + 100	0,06 + 100		0,07 + 500 µA	
	1 bis 5 kHz	0,5 + 1.000	0,6 + 1.000	[2]	1,00 + 500 µA	
	5 bis 10 kHz	2,0 + 5.000	2,5 + 5.000	[3]	2,00 + 500 µA	
3 bis 10,9999 A	45 bis 100 Hz	0,05 + 2.000	0,06 + 2.000		0,2 + 3 mA	1
	100 Hz bis 1 kHz	0,08 + 2.000	0,10 + 2.000		0,1 + 3 mA	
	1 kHz bis 5 kHz	2,5 + 2.000	3,0 + 2.000		0,8 + 3 mA	
11 bis 20,5 A [1]	45 bis 100 Hz	0,1 + 5.000	0,12 + 5.000		0,2 + 3 mA	1
	100 Hz bis 1 kHz	0,13 + 5.000	0,15 + 5.000		0,1 + 3 mA	
	1 bis 5 kHz	2,5 + 5.000	3,0 + 5.000		0,8 + 3 mA	

[1] Tastgrad: Dauerströme <11 A können bereitgestellt werden. Für Ströme > 11 A siehe Abbildung 3. Innerhalb eines 60-Minutenintervalls kann ein Strom von 60-T-I Minuten bereitgestellt werden, wobei T die Temperatur in °C ist (die Zimmertemperatur beträgt ca. 23 °C) und I der Ausgangsstrom in A ist. Zum Beispiel kann ein Strom von 17 A bei 23 °C für 60-17-23 = 20 Minuten pro Stunde bereitgestellt werden. Wenn der 5502A über einen längeren Zeitraum hinweg Ströme zwischen 5 und 11 A ausgibt, verringert sich der Tastgrad durch die interne Selbsterwärmung. Unter diesen Bedingungen wird die durch die Gleichung und Abbildung 3 beschriebene „Ein“-Zeit erst erreicht, nachdem der 5502A zuvor für die „Aus“-Zeit einen Strom <5 A ausgegeben hat.

[2] Für Compliance-Spannungen über 1 V einen Wert von 1 mA/V zur Bodenspezifikation bei 1 bis 5 kHz addieren.

[3] Für Compliance-Spannungen über 1 V einen Wert von 5 mA/V zur Bodenspezifikation bei 5 bis 10 kHz addieren.

**Wechselstrom (sinusförmig) (Fortsetz.)**

Bereich	Frequenz	Absolut-Unsicherheit, tcal ±5 °C± (% des Ausgangs + µA)		Max. Verzerrung und Rauschen 10 Hz bis 100 kHz Bandbreite± (% des Ausgangs + Boden)	Max. induktive Last
		90 Tage	1 Jahr		
<b>LCOMP On (ein)</b>					
29 bis 329,99 µA	10 bis 100 Hz	0,20 + 0,2	0,25 + 0,2	0,1 + 1,0 µA	400 µH
	100 Hz bis 1 kHz	0,50 + 0,5	0,60 + 0,5	0,05 + 1,0 µA	
330 µA bis 3,29999 mA	10 bis 100 Hz	0,20 + 0,3	0,25 + 0,3	0,15 + 1,5 µA	
	100 Hz bis 1 kHz	0,50 + 0,8	0,60 + 0,8	0,06 + 1,5 µA	
3,3 bis 32,9999 mA	10 bis 100 Hz	0,07 + 4	0,08 + 4	0,15 + 5 µA	
	100 Hz bis 1 kHz	0,18 + 10	0,20 + 10	0,05 + 5 µA	
33 bis 329,999 mA	10 bis 100 Hz	0,07 + 40	0,08 + 40	0,15 + 50 µA	
	100 Hz bis 1 kHz	0,18 + 100	0,20 + 100	0,05 + 50 µA	
330 mA bis 2,99999 A	10 bis 100 Hz	0,10 + 200	0,12 + 200	0,2 + 500 µA	
	100 bis 440 Hz	0,25 + 1.000	0,30 + 1.000	0,25 + 500 µA	
3,3 A bis 20,5 A [1]	45 bis 100 Hz	0,10 + 2.000 [2]	0,12 + 2.000 [2]	0,1 + 0 µA	400 µH [4]
	100 bis 440 Hz	0,80 + 5.000 [3]	1,00 + 5.000 [3]	0,5 + 0 µA	
<p>[1] Tastgrad: Dauerströme &lt;11 A können bereitgestellt werden. Für Ströme &gt; 11 A siehe Abbildung 3. Innerhalb eines 60-Minutenintervalls kann ein Strom von 60-T-I Minuten bereitgestellt werden, wobei T die Temperatur in °C ist (die Zimmertemperatur beträgt ca. 23 °C) und I der Ausgangsstrom in A ist. Zum Beispiel kann ein Strom von 17 A bei 23 °C für 60-17-23 = 20 Minuten pro Stunde bereitgestellt werden. Wenn der 5502A über einen längeren Zeitraum hinweg Ströme zwischen 5 und 11 A ausgibt, verringert sich der Tastgrad durch die interne Selbsterwärmung. Unter diesen Bedingungen wird die durch die Gleichung und Abbildung 3 beschriebene „Ein“-Zeit erst erreicht, nachdem der 5502A zuvor für die „Aus“-Zeit einen Strom &lt;5 A ausgegeben hat.</p> <p>[2] Für Ströme &gt;11 A ist die Bodenspezifikation 4.000 µA innerhalb von 30 Sekunden nach Auswahl des Betriebs. Für Betriebsdauern &gt;30 Sekunden beträgt die Bodenspezifikation 2.000 µA.</p> <p>[3] Für Ströme &gt;11 A ist die Bodenspezifikation 1.000 µA innerhalb von 30 Sekunden nach Auswahl des Betriebs. Für Betriebsdauern &gt;30 Sekunden beträgt die Bodenspezifikation 5.000 µA.</p> <p>[4] Innerhalb der Grenzwerte der Compliance-Spannung</p>					

Bereich	Auflösung µA	Max. Compliance-Spannung V eff [1]
29 bis 329,99 µA	0,01	7
0,33 bis 3,29999 mA	0,01	7
3,3 bis 32,9999 mA	0,1	5
33 bis 329,999 mA	1	5
0,33 bis 2,99999 A	10	4
3 bis 20,5 A	100	3
[1] Unter Berücksichtigung des Spezifikationsaufschlags für Compliance-Spannungen über 1 V eff.		

**Kapazität**

Bereich	Absolut-Unsicherheit tcal $\pm 5^\circ\text{C}$ $\pm(\% \text{ des Ausgangs} + \text{Boden})$ <sup>[1] [2] [3]</sup>		Auflösung	Zulässige Frequenz oder Laden-Entladen-Rate		
	90 Tage	1 Jahr		Min und Max müssen den Spezifikation entsprechen	Typisches Max. für <0,5 % Fehler	Typisches Max. für <1 % Fehler
220,0 bis 399,9 pF	0,38 + 0,01 nF	0,5 + 0,01 nF	0,1 pF	10 Hz bis 10 kHz	20 kHz	40 kHz
0,4 bis 1,0999 nF	0,38 + 0,01 nF	0,5 + 0,01 nF	0,1 pF	10 Hz bis 10 kHz	30 kHz	50 kHz
1,1 bis 3,2999 nF	0,38 + 0,01 nF	0,5 + 0,01 nF	0,1 pF	10 Hz bis 3 kHz	30 kHz	50 kHz
3,3 bis 10,999 nF	0,19 + 0,01 nF	0,25 + 0,01 nF	1 pF	10 Hz bis 1 kHz	20 kHz	25 kHz
11 bis 32,999 nF	0,19 + 0,1 nF	0,25 + 0,1 nF	1 pF	10 Hz bis 1 kHz	8 kHz	10 kHz
33 bis 109,99 nF	0,19 + 0,1 nF	0,25 + 0,1 nF	10 pF	10 Hz bis 1 kHz	4 kHz	6 kHz
110 bis 329,99 nF	0,19 + 0,3 nF	0,25 + 0,3 nF	10 pF	10 Hz bis 1 kHz	2,5 kHz	3,5 kHz
0,33 bis 1,0999 $\mu\text{F}$	0,19 + 1 nF	0,25 + 1 nF	100 pF	10 bis 600 Hz	1,5 kHz	2 kHz
1,1 bis 3,2999 $\mu\text{F}$	0,19 + 3 nF	0,25 + 3 nF	100 pF	10 bis 300 Hz	800 Hz	1 kHz
3,3 bis 10,999 $\mu\text{F}$	0,19 + 10 nF	0,25 + 10 nF	1 nF	10 bis 150 Hz	450 Hz	650 Hz
11 bis 32,999 $\mu\text{F}$	0,30 + 30 nF	0,40 + 30 nF	1 nF	10 bis 120 Hz	250 Hz	350 Hz
33 bis 109,99 $\mu\text{F}$	0,34 + 100 nF	0,45 + 100 nF	10 nF	10 bis 80 Hz	150 Hz	200 Hz
110 bis 329,99 $\mu\text{F}$	0,34 + 300 nF	0,45 + 300 nF	10 nF	0 bis 50 Hz	80 Hz	120 Hz
0,33 bis 1,0999 mF	0,34 + 1 $\mu\text{F}$	0,45 + 1 $\mu\text{F}$	100 nF	0 bis 20 Hz	45 Hz	65 Hz
1,1 bis 3,2999 mF	0,34 + 3 $\mu\text{F}$	0,45 + 3 $\mu\text{F}$	100 nF	0 bis 6 Hz	30 Hz	40 Hz
3,3 bis 10,999 mF	0,34 + 10 $\mu\text{F}$	0,45 + 10 $\mu\text{F}$	1 $\mu\text{F}$	0 bis 2 Hz	15 Hz	20 Hz
11 bis 32,999 mF	0,7 + 30 $\mu\text{F}$	0,75 + 30 $\mu\text{F}$	1 $\mu\text{F}$	0 bis 0,6 Hz	7,5 Hz	10 Hz
33 bis 110,00 mF	1,0 + 100 $\mu\text{F}$	1,1 + 100 $\mu\text{F}$	10 $\mu\text{F}$	0 bis 0,2 Hz	3 Hz	5 Hz

[1] Der Ausgang ist von 220 pF bis 110 mF kontinuierlich variabel.  
 [2] Die Spezifikationen gelten für DC-Kapazitätsmessgeräte, die den Kondensator zur Messung laden und entladen, sowie für AC-RCL-Messgeräte. Die maximal zulässige Spitzenspannung beträgt 3 V. Der maximal zulässige Spitzenstrom beträgt 150 mA, mit einer Begrenzung des Effektivwerts von 30 mA unter 1,1  $\mu\text{F}$  und 100 mA für 1,1  $\mu\text{F}$  und darüber.  
 [3] Der maximale Leiterwiderstand ohne zusätzlichen Fehler im 2-Leiterkompensationsmodus ist 10  $\Omega$ .

### Temperaturkalibrierung (Thermoelement)

Thermoelementtyp <sup>[1]</sup>	Bereich °C <sup>[2]</sup>	Absolut-Unsicherheit Quelle/Messen tcal ±5 °C± °C <sup>[3]</sup>		Thermoelementtyp <sup>[1]</sup>	Bereich °C <sup>[2]</sup>	Absolut-Unsicherheit Quelle/Messen tcal ±5 °C± °C <sup>[3]</sup>	
		90 Tage	1 Jahr			90 Tage	1 Jahr
B	600 bis 800	0,42	0,44	L	-200 bis -100	0,37	0,37
	800 bis 1.000	0,34	0,34		100 bis 800	0,26	0,26
	1.000 bis 1.550	0,30	0,30		800 bis 900	0,17	0,17
	1550 bis 1.820	0,26	0,33	N	-200 bis -100	0,30	0,40
C	0 bis 150	0,23	0,30		100 bis -25	0,17	0,22
	150 bis 650	0,19	0,26		25 bis 120	0,15	0,19
	650 bis 1.000	0,23	0,31		120 bis 410	0,14	0,18
	1.000 bis 1.800	0,38	0,50		410 bis 1.300	0,21	0,27
	1.800 bis 2.316	0,63	0,84	R	0 bis 250	0,48	0,57
E	-250 bis -100	0,38	0,50		250 bis 400	0,28	0,35
	-100 bis -25	0,12	0,16		400 bis 1.000	0,26	0,33
	-25 bis 350	0,10	0,14		1.000 bis 1.767	0,30	0,40
	350 bis 650	0,12	0,16	S	0 bis 250	0,47	0,47
	650 bis 1.000	0,16	0,21		250 bis 1.000	0,30	0,36
J	-210 bis -100	0,20	0,27		1.000 bis 1.400	0,28	0,37
	-100 bis -30	0,12	0,16	1.400 bis 1.767	0,34	0,46	
	-30 bis 150	0,10	0,14	T	-250 bis -150	0,48	0,63
	150 bis 760	0,13	0,17		-150 bis 0	0,18	0,24
	760 bis 1.200	0,18	0,23		0 bis 120	0,12	0,16
K	-200 bis -100	0,25	0,33		120 bis 400	0,10	0,14
	-100 bis -25	0,14	0,18	U	-200 bis 0	0,56	0,56
	-25 bis 120	0,12	0,16		0 bis 600	0,27	0,27
	120 bis 1.000	0,19	0,26				
	1.000 bis 1.372	0,30	0,40				

[1] Als Temperaturstandard kann ITS-90 oder IPTS-68 gewählt werden.  
Das Simulieren und Messen von Thermoelementen ist für den Betrieb in elektromagnetischen Feldern über 0,4 V/m nicht spezifiziert.

[2] Die Auflösung beträgt 0,01 °C

[3] Thermoelement ist nicht eingeschlossen.

**Temperaturkalibrierung (RTD)**

RTD-Typ	Bereich °C <sup>[1]</sup>	Absolut-Unsicherheit tcal ±5 °C ± °C <sup>[2]</sup>		RTD-Typ	Bereich °C <sup>[1]</sup>	Absolut-Unsicherheit tcal ±5 °C ± °C <sup>[2]</sup>	
		90 Tage	1 Jahr			90 Tage	1 Jahr
Pt 385, 100 Ω	-200 bis -80	0,04	0,05	Pt 385, 500 Ω	-200 bis -80	0,03	0,04
	-80 bis 0	0,05	0,05		-80 bis 0	0,04	0,05
	0 bis 100	0,07	0,07		0 bis 100	0,05	0,05
	100 bis 300	0,08	0,09		100 bis 260	0,06	0,06
	300 bis 400	0,09	0,10		260 bis 300	0,07	0,08
	400 bis 630	0,10	0,12		300 bis 400	0,07	0,08
	630 bis 800	0,21	0,23		400 bis 600	0,08	0,09
Pt 3926, 100 Ω	-200 bis -80	0,04	0,05	Pt 385, 1.000 Ω	-200 bis -80	0,03	0,03
	-80 bis 0	0,05	0,05		-80 bis 0	0,03	0,03
	0 bis 100	0,07	0,07		0 bis 100	0,03	0,04
	100 bis 300	0,08	0,09		100 bis 260	0,04	0,05
	300 bis 400	0,09	0,10		260 bis 300	0,05	0,06
Pt 3916, 100 Ω	-200 bis -190	0,25	0,25	Pt 385, 1.000 Ω	300 bis 400	0,05	0,07
	-190 bis -80	0,04	0,04		400 bis 600	0,06	0,07
	-80 bis 0	0,05	0,05		600 bis 630	0,22	0,23
	0 bis 100	0,06	0,06		PtNi 385, 120 Ω (Ni120)	-80 bis 0	0,06
	100 bis 260	0,06	0,07	0 bis 100		0,07	0,08
	260 bis 300	0,07	0,08	100 bis 260		0,13	0,14
	300 bis 400	0,08	0,09	Cu 427 10 Ω <sup>[3]</sup>	-100 bis 260	0,3	0,3
400 bis 600	0,08	0,10					
600 bis 630	0,21	0,23					
Pt 385, 200 Ω	-200 bis -80	0,03	0,04				
	-80 bis 0	0,03	0,04				
	0 bis 100	0,04	0,04				
	100 bis 260	0,04	0,05				
	260 bis 300	0,11	0,12				
	300 bis 400	0,12	0,13				
	400 bis 600	0,12	0,14				
600 bis 630	0,14	0,16					

[1] Die Auflösung beträgt 0,003 °C  
 [2] Gilt für die Einstellung COMP OFF (für die NORMAL-Buchsen an der Vorderseite des Kalibrators 5502A) und 2- und 4-Leiterkompensation.  
 [3] Basiert auf MINCO Application Aid No. 18

**Phase**

1-Jahres-Absolut-Unsicherheit, tcal ±5 °C, (Δ Φ °)					
Frequenz (Hz)					
10 bis 65 Hz	65 bis 500 Hz	500 Hz bis 1 kHz	1 bis 5 kHz	5 bis 10 kHz	10 bis 30 kHz
0,15 °	0,9 °	2 °	6 °	10 °	15 °
Hinweis Siehe Leistungs- und Doppelausgangs-Grenzwertspezifikationen für die anwendbaren Ausgänge.					

Phase (Φ) Watt	Phase (Φ) VAR	PF	Leistungsunsicherheits-Aufschlag aufgrund des Phasenfehlers				
			10 bis 65 Hz	65 bis 500 Hz	500 Hz bis 1 kHz	1 bis 5 kHz	5 bis 10 kHz
			0,00 %	0,01 %	0,06 %	0,55 %	1,52 %
5 °	85 °	0,996	0,02 %	0,15 %	0,37 %	1,46 %	3,04 %
10 °	80 °	0,985	0,05 %	0,29 %	0,68 %	2,39 %	4,58 %
15 °	75 °	0,966	0,07 %	0,43 %	1,00 %	3,35 %	6,17 %
20 °	70 °	0,940	0,10 %	0,58 %	1,33 %	4,35 %	7,84 %
25 °	65 °	0,906	0,12 %	0,74 %	1,69 %	5,42 %	9,62 %
30 °	60 °	0,866	0,15 %	0,92 %	2,08 %	6,58 %	11,54 %
35 °	55 °	0,819	0,18 %	1,11 %	2,50 %	7,87 %	13,68 %
40 °	50 °	0,766	0,22 %	1,33 %	2,99 %	9,32 %	16,09 %
45 °	45 °	0,707	0,26 %	1,58 %	3,55 %	11,00 %	18,88 %
50 °	40 °	0,643	0,31 %	1,88 %	4,22 %	13,01 %	22,21 %
55 °	35 °	0,574	0,37 %	2,26 %	5,05 %	15,48 %	26,32 %
60 °	30 °	0,500	0,45 %	2,73 %	6,11 %	18,65 %	31,60 %
65 °	25 °	0,423	0,56 %	3,38 %	7,55 %	22,96 %	38,76 %
70 °	20 °	0,342	0,72 %	4,33 %	9,65 %	29,27 %	49,23 %
75 °	15 °	0,259	0,98 %	5,87 %	13,09 %	39,56 %	66,33 %
80 °	10 °	0,174	1,49 %	8,92 %	19,85 %	59,83 %	100,00 %
85 °	5 °	0,087	2,99 %	17,97 %	39,95 %		
90 °	0 °	0,000	—	—			

Zur Berechnung der genauen Wechselspannungs-Leistungsaufschläge aufgrund der Phasenunsicherheit für hier nicht angegebene Werte kann die folgende Gleichung verwendet werden.

$$Adder(\%) = 100 \left( 1 - \frac{\cos(\Phi + \Delta\Phi)}{\cos(\Phi)} \right)$$

Beispiel: bei einem Leistungsfaktor von 0,9205 ( $\Phi = 23$ ) und einer Phasenunsicherheit von  $\Delta\Phi = 0,15$  ist der Wechselspannungs-Leistungsaufschlag:

$$Adder(\%) = 100 \left( 1 - \frac{\cos(23 + 0,15)}{\cos(23)} \right) = 0,11\%$$

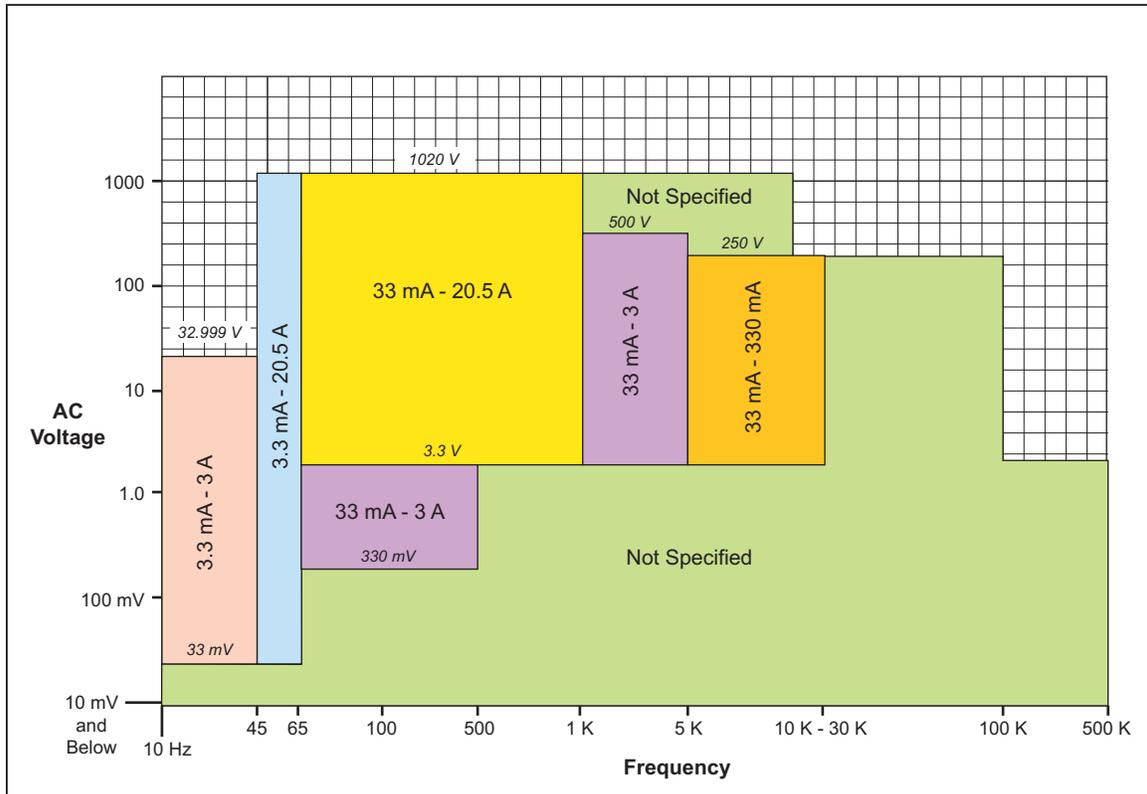
### Leistungsspezifikationen für Gleich- und Wechselstrom

Leistung wird beim Kalibrator durch den kontrollierten gleichzeitigen Ausgang von Spannung und Strom simuliert. Obwohl die Ausgänge einen großen Amplituden- und Frequenzbereich abdecken, unterliegen die Kombinationen aus Spannung und Strom gewissen Spezifikationen. Im Allgemeinen gelten diese für alle Gleichspannungen und -ströme, und Wechselspannungen von 30 mV bis 1.020 V, Wechselströme von 33 mA bis 20,5 A bei Frequenzen von 10 Hz bis 30 kHz. Ein Betrieb außerhalb dieser Bereiche und ohne Funktionseinschränkungen des Kalibrators ist möglich, aber nicht spezifiziert. Die Tabelle und Abbildung unten zeigen die Bereiche, in denen eine Leistungsabgabe und ein Doppelausgang möglich sind.

### Spezifikationen für den Leistungs- und Doppelausgangsbetrieb

Frequenz	Spannungen (NORMAL)	Ströme	Spannungen (AUX)	Leistungsfaktor (PF)
Gleichspannung	0 bis ±1.020 V	0 bis ±20,5 A	0 bis ±7 V	—
10 bis 45 Hz	33 mV bis 32,9999 V	3,3 mA bis 2,99999 A	10 mV bis 5 V	0 bis 1
45 bis 65 Hz	33 mV bis 1.020 V	3,3 mA bis 20,5 A	10 mV bis 5 V	0 bis 1
65 bis 500 Hz	330 mV bis 1.020 V	33 mA bis 2,99999 A	100 mV bis 5 V	0 bis 1
65 bis 500 Hz	3,3 bis 1.020 V	33 mA bis 20,5 A	100 mV bis 5 V	0 bis 1
500 Hz bis 1 kHz	330 mV bis 1.020 V	33 mA bis 20,5 A	100 mV bis 5 V	0 bis 1
1 bis 5 kHz	3,3 bis 500 V	33 mA bis 2,99999 A	100 mV bis 5 V	0 bis 1
5 bis 10 kHz	3,3 bis 250 V	33 bis 329,99 mA	1 bis 5 V	0 bis 1
10 bis 30 kHz	3,3 V bis 250 V	33 mA bis 329,99 mA	1 V bis 3,29999 V	0 bis 1

Hinweise  
Die in den „Gleichspannungsspezifikationen“, „Gleichstromspezifikationen“, „Wechselspannungsspezifikationen (sinusförmig)“ und „Wechselstromspezifikationen (sinusförmig)“ angegebenen Spannungs- und Strombereiche sind in den Leistungs- und Doppelausgangsmodi verfügbar (außer dass der Mindeststrom für Wechselspannungsleistung 0,33 mA beträgt). Es sind nur die in dieser Tabelle genannten und in der folgenden Abbildung angegebenen Grenzen spezifiziert.  
Zur Bestimmung der Unsicherheit an diesen Punkten siehe „Berechnung der Leistungsunsicherheit“.  
Der Phasenabgleichbereich für AC-Doppelausgänge ist 0 ° bis ± 179,99 °. Die Phasenauflösung für AC-Doppelausgänge ist 0,01 °.



**Figure 6. Zulässige Kombinationen von Wechselspannung und Wechselstrom für Leistungs- und Doppelausgang**

**Berechnen der Unsicherheitsspezifikationen für Leistungs- und Doppelausgänge**

Die Gesamtunsicherheit für Leistungsausgänge in Watt (oder VAR) basiert auf der Wurzel der Summe der Quadrate (rss) der einzelnen Unsicherheiten in Prozent für die gewählte Spannung, den Strom und die Phase bei Wechselstromleistung:

Leistungs-Unsicherheit (W) 
$$U_{\text{power}} = \sqrt{U^2_{\text{Voltage}} + U^2_{\text{Current}} + U^2_{\text{Phase}}}$$

VAR-Unsicherheit 
$$U_{\text{VARs}} = \sqrt{U^2_{\text{Voltage}} + U^2_{\text{Current}} + U^2_{\text{Phase}}}$$

Doppelausgangs-Unsicherheit 
$$U_{\text{Dual}} = \sqrt{U^2_{\text{Voltage}} + U^2_{\text{AuxVoltage}} + U^2_{\text{Phase}}}$$

Aufgrund der unendlichen Anzahl von Kombinationen muss die tatsächliche AC Leistungsunsicherheit für die gewählten Parameter berechnet werden. Das nachfolgende Beispiel zeigt die Ergebnisse dieses Berechnungsverfahrens. Diese Beispiele zeigen verschiedene ausgewählte Kalibratoreinstellungen (mit 1-Jahr-Spezifikationen):

**Beispiele von spezifizierten Leistungsunsicherheiten bei verschiedenen Ausgangseinstellungen:**

Ausgewählte Ausgangseinstellungen						Absolute Unsicherheit für tc al ±5 °C, ±(% des Ausgangs)			Absolute Leistungsun- sicherheit ±(% von W) <sup>[1]</sup>
Spannungseinstellung (V)	StromEinstellung (A)	Frequenz Hz	Phaseneinstellung (Einheiten des Leistungsfaktors)	Phaseneinstellung (Grad)	Ausgewählte Leistung (W)	U <sub>Spannung</sub>	U <sub>Strom</sub>	U <sub>Phase</sub>	U <sub>Leistung</sub>
+10,000	+0.500.000	DC			5	0,00550 %	0,04680 %		0,047 %
15,000	+2,0000	DC			30	0,00533 %	0,03220 %		0,033 %
100,000	+20,000	DC			2.000	0,00600 %	0,10375 %		0,104 %
1.000,00	20,000	DC			20.000	0,00565 %	0,10375 %		0,104 %
120,000	1,00000	60	1	0,0	120	0,05250 %	0,06000 %	0,000 %	0,080 %
120,000	1,00000	60	0,766	40,0	91,92	0,05250 %	0,06000 %	0,220 %	0,234 %
240,000	1,00000	50	1	0,0	240	0,05125 %	0,06000 %	0,000 %	0,079 %
240,000	1,00000	50	0,766	40,0	183,84	0,05125 %	0,06000 %	0,220 %	0,234 %
1.000,00	20	55	1	0,0	20.000	0,05200 %	0,14500 %	0,000 %	0,154 %
1.000,00	20	55	0,766	40,0	15320	0,05200 %	0,14500 %	0,220 %	0,269 %
1.000,00	20	55	-0,906	-25,0	18120	0,05200 %	0,14500 %	0,122 %	0,196 %
100	0,30	30.000	1	0,0	30,0	0,12900 %	0,4667 %	3,407 %	3,442 %
100	0,30	30.000	0,766	40,0	22,98	0,12900 %	0,4667 %	25,128 %	25,133 %

[1] Plus 0,02 %, außer bei einer zulässigen Einschwingzeit von 30 Sekunden für Ausgangsströme >10 A oder für Ströme in den höchsten beiden Strombereichen innerhalb von 30 Sekunden eines Ausgangstroms >10 A.

**Berechnen der Leistungsunsicherheit**

Die Gesamtunsicherheit für Leistungsausgänge in Watt (oder VAR) basiert auf der Wurzel der Summe der Quadrate (rss) der einzelnen Unsicherheiten in Prozent für die gewählte Spannung, den Strom und die Phase:

Leistungs-Unsicherheit (W) 
$$U_{Power} = \sqrt{U^2_{Voltage} + U^2_{Current} + U^2_{Phase}}$$

VAR-Unsicherheit 
$$U_{VARs} = \sqrt{U^2_{Voltage} + U^2_{Current} + U^2_{Phase}}$$

Aufgrund der unendlichen Anzahl von Kombinationen muss die tatsächliche AC Leistungsunsicherheit für die gewählten Parameter berechnet werden. Die Berechnungsmethode lässt sich am besten anhand der folgenden Beispiele veranschaulichen (unter Verwendung der 1-Jahres-Spezifikationen):

**Beispiel 1** Ausgang: 100 V, 1 A, 60 Hz, Leistungsfaktor = 1,0 (Φ = 0).

**Spannungsunsicherheit** Die Unsicherheit für 100 V bei 60 Hz beträgt 0,050 % + 3 mV, insgesamt: 100 V x 0,0005 = 50 mV plus 3 mV = 53 mV. In Prozent ausgedrückt: 53 mV/100 V x 100 = 0,053 % (siehe „Wechselspannungsspezifikationen (sinusförmig)“).

**Stromunsicherheit** Die Unsicherheit für 1 A bei 60 Hz ist 0,05 % + 100 µA, insgesamt: 1 A x 0,0005 = 500 µA plus 100 µA = 0,6 mA. In Prozent ausgedrückt: 0,6 mA/1 A x 100 = 0,06 % (siehe „Wechselstromspezifikationen (sinusförmig)“).

**Phasenunsicherheit (W).** Der Aufschlag für Leistungsfaktor = 1 (Φ=0) bei 60 Hz ist 0 % (siehe „Phasenspezifikationen“).

**Gesamte Leistungsunsicherheit** = 
$$U_{power} = \sqrt{0.053^2 + 0.06^2 + 0^2} = 0.080\%$$

**Beispiel 2** Ausgang: 100 V, 1 A, 400 Hz, Leistungsfaktor = 0,5 (Φ = 60)

**Spannungsunsicherheit** Die Unsicherheit für 100 V bei 400 Hz beträgt 0,050% + 3 mV, insgesamt: 100 V x 0,0005 = 50 mV plus 3 mV = 53 mV. In Prozent ausgedrückt: 53 mV/100 V x 100 = 0,053 % (siehe „Wechselspannungsspezifikationen (sinusförmig)“).

**Stromunsicherheit** Die Unsicherheit für 1 A bei 400 Hz ist 0,05 % + 100 µA, insgesamt: 1 A x 0,0005 = 500 µA plus 100 µA = 0,6 mA. In Prozent ausgedrückt: 0,6 mA/1 A x 100 = 0,06 % (siehe „Wechselstromspezifikationen (sinusförmig)“).

**Phasenunsicherheit (W).** Der Aufschlag für Leistungsfaktor = 0,5 (Φ=60) bei 400 Hz ist 2,73 % (siehe „Phasenspezifikationen“).

**Gesamte Leistungsunsicherheit** = 
$$U_{power} = \sqrt{0.021^2 + 0.06^2 + 2.73^2} = 2.73\%$$

**VAR** Wenn der Leistungsfaktor gegen 0,0 geht, wird die Leistungsausgangs-Unsicherheit unrealistisch, da der VAR-Ausgang (V-A-Reactiv) zum dominanten Kennwert wird. In diesen Fällen kann die VAR-Ausgangs-Gesamtunsicherheit wie in Beispiel 3 gezeigt berechnet werden:

**Beispiel 3** Ausgang: 100 V, 1 A, 60 Hz, Leistungsfaktor = 0,174 (Φ = 80)

**Spannungsunsicherheit** Die Unsicherheit für 100 V bei 60 Hz beträgt 0,050% + 3 mV, insgesamt: 100 V x 0,0005 = 50 mV plus 3 mV = 53 mV. In Prozent ausgedrückt: 53 mV/100 V x 100 = 0,053 % (siehe „Wechselspannungsspezifikationen (sinusförmig)“).

**Stromunsicherheit** Die Unsicherheit für 1 A bei 60 Hz ist 0,05 % + 100 µA, insgesamt: 1 A x 0,0005 = 500 µA plus 100 µA = 0,6 mA. In Prozent ausgedrückt: 0,6 mA/1 A x 100 = 0,06 % (siehe „Wechselstromspezifikationen (sinusförmig)“).

**Phasenunsicherheit (VAR).** Der Aufschlag für  $\Phi=80$  bei 60 Hz ist 0,05 % (siehe „Phasenspezifikationen“).

**Gesamte VAR-Unsicherheit** =  $U_{VARs} = \sqrt{0.053^2 + 0.06^2 + 0.05^2} = 0.094\%$

## Zusätzliche Spezifikationen

Die folgenden Absätze enthalten zusätzliche Spezifikationen für die Wechselspannungs- und Wechselstromfunktionen des Kalibrators 5502A. Diese Spezifikationen gelten nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten oder doppelt so lange, wie der 5502A ausgeschaltet war. Alle erweiterten Bereichsspezifikationen basieren darauf, dass die interne Nullkalibrierungsfunktion wöchentlich oder bei jeder Änderung der Umgebungstemperatur um mehr als 5 °C ausgeführt wird.

### Frequenz

Frequenzbereich	Auflösung	1-Jahres-Absolut-Unsicherheit, tcal $\pm 5\text{ °C } \pm (\text{ppm} + \text{mHz})$	Jitter
0,01 bis 119,99 Hz	0,01 Hz	25 + 1	2 $\mu\text{s}$
120,0 bis 1199,9 Hz	0,1 Hz	25 + 1	2 $\mu\text{s}$
1,2 bis 11,999 kHz	1 Hz	25 + 1	2 $\mu\text{s}$
12 bis 119,99 kHz	10 Hz	25 + 15	140 ns
120,0 bis 1199,9 kHz	100 Hz	25 + 15	140 ns
1,2 bis 2,000 MHz	1 kHz	25 + 15	140 ns

### Harmonische (2. bis 50.)

Grundfrequenz <sup>[1]</sup>	Spannungen NORMAL-Buchsen	Ströme	Spannungen AUX-Buchsen	Amplitudenunsicherheit
10 bis 45 Hz	33 mV bis 32,9999 V	3,3 mA bis 2,99999 A	10 mV bis 5 V	Der %-Wert des Ausgangs ist gleich dem des entsprechenden einfachen Ausgangs, der Bodenaufschlag verdoppelt sich jedoch.
45 bis 65 Hz	33 mV bis 1.020 V	3,3 mA bis 20,5 A	10 mV bis 5 V	
65 bis 500 Hz	33 mV bis 1.020 V	33 mA bis 20,5 A	100 mV bis 5 V	
500 Hz bis 5 kHz	330 mV bis 1.020 V	33 mA bis 20,5 A	100 mV bis 5 V	
5 bis 10 kHz	3,3 bis 1.020 V	33 bis 329,9999 mA	100 mV bis 5 V	
10 bis 30 kHz	3,3 bis 1.020 V	33 bis 329,9999 mA	100 mV bis 3,29999 V	

[1] Die maximale Frequenz des Oberschwingungsausgangs 30 kHz (10 kHz für 3,3 bis 5 V an den AUX-Buchsen). Wenn zum Beispiel die Grundschiwingung am Ausgang 5 kHz beträgt, ist die maximale Auswahl die 6. Oberschwingung (30 kHz). Alle Oberschwingungsfrequenzen (2. bis 50.) stehen für Grundschiwingungsausgänge zwischen 10 Hz und 600 Hz zur Verfügung (200 Hz für 3,3 bis 5 V an den AUX-Buchsen).

**Phasenunsicherheit**..... Die Phasenunsicherheit für Oberschwingungsausgänge ist 1 Grad, mindestens jedoch die in „Phasenspezifikationen“ für den gegebenen Ausgang genannte Phasenunsicherheit. Zum Beispiel beträgt die Phasenunsicherheit bei Ausgabe einer 400-Hz-Grundschiwingung und einer 10-kHz-Oberschwingung 10 ° (aus „Phasenspezifikationen“). Als ein weiteres Beispiel beträgt die Phasenunsicherheit bei Ausgabe einer 50-Hz-Grundschiwingung und einer 400-Hz-Oberschwingung 1 Grad.

#### Beispiel zur Bestimmung der Amplitudenunsicherheit im Oberschwingungsmodus mit Doppelausgang

##### Welche Amplitudenunsicherheiten gelten für die folgenden Doppelausgänge?

NORMAL-Ausgang (Grundschiwingung):

100 mV, 100 kHz ..... Aus den „Wechselspannungsspezifikationen 90 Tage (sinusförmig)“ ergeben sich für den einfachen Ausgang von 100 V, 100 Hz die Spezifikationen von 0,039 % + 3 mV. Für den Doppelausgang in diesem Beispiel beträgt die Spezifikation 0,039 % + 6 mV, da der Wert von 0,039 % gleich bleibt und sich der Bodenwert verdoppelt (2 x 3 mV).

AUX-Ausgang (50. Oberschwingung):

100 mV, 5 kHz ..... Aus den „Wechselspannungsspezifikationen 90 Tage (sinusförmig)“ ergeben sich für den Hilfsausgang von 100 mV, 5 kHz, eine Spezifikation von 0,15 % + 450  $\mu\text{V}$ . Für den Doppelausgang in diesem Beispiel beträgt die Spezifikation 0,15 % + 900  $\mu\text{V}$ , da der Wert von 0,15 % gleich bleibt und sich der Bodenwert verdoppelt (2 x 450  $\mu\text{V}$ ).

**Wechselspannung (sinusförmig), erweiterte Bandbreite**

Bereich	Frequenz	1-Jahres-Absolut- Unsicherheit tcal $\pm 5^\circ\text{C}$	Max. Spannungsauflösung
<b>Normaler Kanal (Einzelausgangsmodus)</b>			
1,0 bis 33 mV	0,01 bis 9,99 Hz	$\pm(5,0\%$ des Ausgangs, $+0,5\%$ des Bereichs)	zwei Stellen, z. B. 25 mV
34 bis 330 mV			drei Stellen
0,4 bis 33 V			zwei Stellen
0,3 bis 3,3 V	500,1 kHz bis 1 MHz	-10 dB bei 1 MHz, typisch	zwei Stellen
	1,001 bis 2 MHz	-31 dB bei 2 MHz, typisch	
<b>Hilfsausgang (Doppelausgangsmodus)</b>			
10 bis 330 mV	0,01 bis 9,99 Hz	$\pm(5,0\%$ des Ausgangs, $+0,5\%$ des Bereichs)	drei Stellen
0,4 bis 5 V			zwei Stellen

**Wechselspannung (nicht-sinusförmig)**

Bereich für Dreieck- und abgeschnittene Sinussignale Spitze- Spitze <sup>[1]</sup>	Frequenz	1-Jahres-Absolut-Unsicherheit, tcal $\pm 5^\circ\text{C}, \pm(\%$ des Ausgangs + $\%$ des Bereichs) <sup>[2]</sup>	Max. Spannungsauflösung
<b>Normaler Kanal (Einzelausgangsmodus)</b>			
2,9 bis 92,999 mV	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 20 kHz	0,5 + 0,25	
	20 bis 100 kHz <sup>[3]</sup>	5,0 + 0,5	
93 bis 929,999 mV	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 20 kHz	0,5 + 0,25	
	20 bis 100 kHz <sup>[3]</sup>	5,0 + 0,5	
0,93 bis 9,29999 V	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 20 kHz	0,5 + 0,25	
	20 bis 100 kHz <sup>[3]</sup>	5,0 + 0,5	
9,3 bis 93 V	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 20 kHz	0,5 + 0,25	
	20 bis 100 kHz <sup>[3]</sup>	5,0 + 0,5	
<b>Hilfsausgang (Doppelausgangsmodus)</b>			
29 bis 929,999 mV	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 10 kHz	5,0 + 0,5	
	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	
0,93 bis 9,29999 V	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 10 kHz	5,0 + 0,5	
	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
9,3 bis 14,0000 V	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	zwei Stellen in jedem Bereich
	1 bis 10 kHz	5,0 + 0,5	
	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
<p>[1] Zum Umrechnen von Spitze-Spitze-Werten in Effektivwerte von Dreieckssignalen den Spitze-Spitze-Wert mit 0,2886751 multiplizieren. Zum Umrechnen von Spitze-Spitze-Werten in Effektivwerte von abgeschnittenen Sinussignalen den Spitze-Spitze-Wert mit 0,2165063 multiplizieren.</p> <p>[2] Die Unsicherheit ist als Spitze-Spitze-Wert angegeben. Die Amplitude wird mit einem Effektivwert-DMM geprüft.</p> <p>[3] Die Unsicherheit für abgeschnittene Sinusausgangssignale ist typisch über diesen Frequenzbereich.</p>			

**Wechselspannung (nicht-sinusförmig) (Fortsetz.)**

Rechteck-Bereich (ss) <sup>[1]</sup>	Frequenz	1-Jahres-Absolut-Unsicherheit, tcal ±5 °C, ±(% des Ausgangs + % des Bereich) <sup>[2]</sup>	Max. Spannungsauflösung
<b>Normaler Kanal (Einzelausgangsmodus)</b>			
2,9 bis 65,999 mV	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	sechs Stellen in jedem Bereich
	1 bis 20 kHz	0,5 + 0,25	
	20 bis 100 kHz	5,0 + 0,5	
66 bis 659,999 mV	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	sechs Stellen in jedem Bereich
	1 bis 20 kHz	0,5 + 0,25	
	20 bis 100 kHz	5,0 + 0,5	
0,66 bis 6,59999 V	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	sechs Stellen in jedem Bereich
	1 bis 20 kHz	0,5 + 0,25	
	20 bis 100 kHz	5,0 + 0,5	
6,6 bis 66,0000 V	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	sechs Stellen in jedem Bereich
	1 bis 20 kHz	0,5 + 0,25	
	20 bis 100 kHz	5,0 + 0,5	
<b>Hilfsausgang (Doppelausgangsmodus)</b>			
29 bis 659,999 mV	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	sechs Stellen in jedem Bereich
	1 bis 10 kHz <sup>[3]</sup>	5,0 + 0,5	
0,66 bis 6,59999 V	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	sechs Stellen in jedem Bereich
	1 bis 10 kHz <sup>[3]</sup>	5,0 + 0,5	
6,6 bis 14,0000 V	0,01 bis 10 Hz	5,0 + 0,5	zwei Stellen in jedem Bereich
	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	sechs Stellen in jedem Bereich
	1 bis 10 kHz <sup>[3]</sup>	5,0 + 0,5	
<p>[1] Zum Umrechnen von Spitze-Spitze-Werten in Effektivwerte von Rechtecksignalen den Spitze-Spitze-Wert mit 0,5 multiplizieren.</p> <p>[2] Die Unsicherheit ist als Spitze-Spitze-Wert angegeben. Die Amplitude wird mit einem Effektivwert-DMM geprüft.</p> <p>[3] Begrenzt auf 1 kHz für Hilfsausgangsspannungen ≥6,6 V ss.</p>			

### Wechselspannung, Gleichspannungsoffset

Bereich <sup>[1]</sup> (Normaler Kanal)	Offsetbereich <sup>[2]</sup>	Max. Spitzensignal	1-Jahres-Absolut-Unsicherheit, tcal ±5 °C <sup>[3]</sup> ± (%) Gleichspannungsausgang + Boden)
<b>Sinuskurven (eff)</b>			
3,3 bis 32,999 mV	0 bis 50 mV	80 mV	0,1 + 33 µV
33 bis 329,999 mV	0 bis 500 mV	800 mV	0,1 + 330 µV
0,33 bis 3,29999 V	0 bis 5 V	8 V	0,1 + 3300 µV
3,3 bis 32,9999 V	0 bis 50 V	55 V	0,1 + 33 mV
<b>Dreieck- und abgeschnittene Sinussignale (Spitze-Spitze)</b>			
9,3 bis 92,999 mV	0 bis 50 mV	80 mV	0,1 + 93 µV
93 bis 929,999 mV	0 bis 500 mV	800 mV	0,1 + 930 µV
0,93 bis 9,29999 V	0 bis 5 V	8 V	0,1 + 9300 µV
9,3 bis 93,0000 V	0 bis 50 V	55 V	0,1 + 93 mV
<b>Rechtecksignal (Spitze-Spitze)</b>			
6,6 bis 65,999 mV	0 bis 50 mV	80 mV	0,1 + 66 µV
66 bis 659,999 mV	0 bis 500 mV	800 mV	0,1 + 660 µV
0,66 bis 6,59999 V	0 bis 5 V	8 V	0,1 + 6600 µV
6,6 bis 66,0000 V	0 bis 50 V	55 V	0,1 + 66 mV
<p>[1] In Bereichen oberhalb des jeweils größten oben angegebenen Bereichs sind keine Offsets zulässig.</p> <p>[2] Der maximale Offsetwert ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Spitzenwert des gewählten Spannungsausgangs und dem zulässigen maximalen Spitzensignal. Zum Beispiel hat ein 10-Vss-Ausgang mit Rechtecksignal einen Spitzenwert von 5 V, sodass sich ein maximaler Offset von bis zu ±50 V ergibt, um das maximale Spitzensignal von 55 V nicht zu überschreiten. Die oben genannten Offsetwerte gelten für das Mindestausgangssignal im jeweiligen Bereich.</p> <p>[3] Für Frequenzen von 0,01 bis 10 Hz und 500 kHz bis 2 MHz beträgt die Offset-Unsicherheit 5 % des Ausgangs, ±1 % des Offsetbereichs.</p>			

### Wechselspannung, Rechteck

Anstiegszeit bei 1 kHz typisch	Einschwingzeit bei 1 kHz typisch	Überschwingen bei 1 kHz typisch	Tastgradbereich	Tastgrad-Unsicherheit
<1 µs	<10 µs für 1 % des Endwerts	<2 %	1 % bis 99 %, <3,3 V ss. 0,01 Hz bis 100 kHz	±(0,02 % der Periode + 100 ns), 50% Tastverhältnis ±(0,05 % der Periode + 100 ns), andere Tastverhältnisse von 10 % bis 90 %

### Wechselspannung, Dreiecksignal-Kennwerte (typisch)

Linearität bis 1 kHz	Abweichungen
0,3 % des Spitze-Spitze-Wertes von 10 % bis 90 % Punkt	<1 % des Spitze-Spitze-Werts, mit einer Amplitude von >50 % des Bereichs

**Wechselstrom (nicht-sinusförmig)**

Bereich für Dreieck- und abgeschnittene Sinussignale Spitze-Spitze	Frequenz	1-Jahres-Absolut-Uncicherheit, $t_{cal} \pm 5^\circ C \pm$ (% des Ausgangs + % des Bereichs)	Max. Stromauflösung
0,047 bis 0,92999 mA <sup>[1]</sup>	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
0,93 bis 9,29999 mA <sup>[1]</sup>	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
9,3 bis 92,9999 mA <sup>[1]</sup>	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
93 bis 929,999 mA <sup>[1]</sup>	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,5	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
0,93 bis 8,49999 A <sup>[2]</sup>	10 bis 45 Hz	0,5 + 1,0	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,5 + 0,5	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
8,5 bis 57 A <sup>[2]</sup>	45 bis 500 Hz	0,5 + 0,5	sechs Stellen
	500 Hz bis 1 kHz	1,0 + 1,0	
<p>[1] Die Frequenz ist bei LCOMP ein auf 1 kHz begrenzt. [2] Die Frequenz ist bei LCOMP ein auf 440 Hz begrenzt.</p>			

**Wechselstrom (nicht sinusförmig) (Fortsetz.)**

Rechtecksignal-Bereich (ss)	Frequenz	1-Jahres-Absolut-Unsicherheit, tcal $\pm 5^\circ\text{C} \pm$ (% des Ausgangs + % des Bereichs)	Max. Stromauflösung
0,047 bis 0,65999 mA <sup>[1]</sup>	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
0,66 bis 6,59999 mA <sup>[1]</sup>	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
6,6 bis 65,9999 mA <sup>[1]</sup>	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,25	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
66 bis 659,999 mA <sup>[1]</sup>	10 bis 45 Hz	0,25 + 0,5	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,25 + 0,5	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
0,66 bis 5,99999 A <sup>[2]</sup>	10 bis 45 Hz	0,5 + 1,0	sechs Stellen
	45 Hz bis 1 kHz	0,5 + 0,5	
	1 bis 10 kHz	10 + 2	
6 bis 41 A <sup>[2]</sup>	45 bis 500 Hz	0,5 + 0,5	sechs Stellen
	500 Hz bis 1 kHz	1,0 + 1,0	
<p>[1] Die Frequenz ist bei LCOMP ein auf 1 kHz begrenzt.  [2] Die Frequenz ist bei LCOMP ein auf 440 Hz begrenzt.</p>			

**Wechselstrom, Rechtecksignal-Kennwerte (typisch)**

Bereich	LCOMP	Anstiegszeit	Einschwingzeit	Überschwingen
I < 6 A bei 400 Hz	aus	25 $\mu\text{s}$	40 $\mu\text{s}$ für 1 % des Endwerts	<10 % für <1 V Compliance
3-A- und 20-A-Bereiche	ein	100 $\mu\text{s}$	200 $\mu\text{s}$ für 1 % des Endwerts	<10 % für <1 V Compliance

**Wechselstrom, Dreiecksignal-Kennwerte (typisch)**

Linearität bis 400 Hz	Abweichungen
0,3 % des Spitze-Spitze-Wertes von 10 % bis 90 % Punkt	<1 % des Spitze-Spitze-Werts, mit einer Amplitude von >50 % des Bereichs