

DMM4020

Digital Multimeter

Bedienungshandbuch

Copyright © Tektronix. Alle Rechte vorbehalten. Lizenzierte Software-Produkte stellen Eigentum von Tektronix oder Tochterunternehmen bzw. Zulieferern des Unternehmens dar und sind durch nationale Urheberrechtsgesetze und internationale Vertragsbestimmungen geschützt.

Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete Patente in den USA und anderen Ländern geschützt. Die Informationen in dieser Broschüre machen Angaben in allen früheren Unterlagen hinfällig. Änderungen der Spezifikationen und der Preisgestaltung vorbehalten.

TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc.

Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Informationen zu diesem Produkt und dessen Verkauf, zum Kundendienst sowie zum technischen Support:

- In Nordamerika rufen Sie die folgende Nummer an: 1-800-833-9200.
- Unter www.tektronix.com finden Sie die Ansprechpartner in Ihrer Nähe.

Garantie

Tektronix leistet auf das Produkt Garantie gegen Mängel in Werkstoffen und Herstellung für eine Dauer von drei (3) Jahren ab Datum des tatsächlichen Kaufs von einem Tektronix-Vertragshändler. Wenn das Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, das fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz dafür zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und passende Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an die Service-Stelle von Tektronix verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein und eine Kopie des Erwerbsnachweises durch den Kunden muss beigelegt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse im gleichen Land wie das Tektronix Service Center befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTERE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

[W16 – 15AUG04]

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Titel	Seite
1	Einführung und Spezifikationen	1-1
	Allgemeine Sicherheitsübersicht	1-3
	Zur Vermeidung von Feuer oder Verletzungen	1-3
	Symbole und Ausdrücke	1-6
	Sicherheitssymbole und elektrische Symbole	1-6
	Beschreibung der Messkategorien des Sicherheitsstandards IEC 61010 ..	1-7
	Informationen zur Konformität	1-8
	Elektromagnetische Verträglichkeit	1-8
	EG-Konformitätserklärung – EMV	1-8
	EMV-Konformitätserklärung Australien/Neuseeland	1-9
	Sicherheitsnormen	1-9
	EG-Konformitätserklärung – Niederspannung	1-9
	Listung der Staatlich anerkannten Prüfinstitute in den USA	1-9
	Kanadische Zertifizierung	1-9
	Weitere Konformitäten	1-9
	Anlagen-/Gerätetyp	1-9
	Sicherheitsklasse	1-9
	Hinweise zum Verschmutzungsgrad	1-9
	Verschmutzungsgrad	1-10
	Überspannungskategorien für Messungen	1-10
	Umweltschutzrelevante Aspekte	1-10
	Entsorgung von Altprodukten	1-10
	Geräterecycling	1-10
	Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe	1-10
	Einführung	1-11
	Benutzerdokumentation	1-12
	Informationen zum Handbuch	1-12
	Verfahren zur Instrumentensicherheit	1-13
	Flüchtiger Speicher	1-13
	Nichtflüchtiger Speicher	1-13
	Optionen und Zubehör	1-14
	Allgemeine Spezifikationen	1-14
	Spannung	1-14
	Abmessungen	1-14
	Anzeige	1-15

	Umgebung	1-15
	Triggerung	1-15
	Mathematische Funktionen	1-15
	Elektrik	1-15
	Fernsteuerungsschnittstellen	1-15
	Garantie	1-15
	Elektrische Spezifikationen	1-16
	Gleichspannungsspezifikationen	1-16
	Wechselspannungsspezifikationen	1-17
	Widerstand	1-18
	Gleichstrom	1-18
	Wechselstrom	1-19
	Frequenz	1-20
	Kontinuität	1-20
	Diodenprüfung	1-20
2	Vorbereitung des Messgeräts	2-1
	Einführung	2-3
	Auspacken des Messgeräts und Sichtprüfung	2-3
	Lagerung und Versand des Messgeräts	2-3
	Versorgungsempfehlungen	2-3
	Auswählen der Netzspannung	2-4
	Ersetzen der Sicherungen	2-4
	Netzstromsicherung	2-4
	Stromeingangssicherungen	2-5
	Anschließen an Netzstrom	2-7
	Einschalten des Geräts	2-7
	Anpassen der Stütze	2-8
	Installation des Messgeräts in einem Geräterahmen	2-9
	Reinigen des Messgeräts	2-10
	Fluke 45 Emulationsmodus	2-10
	Anzeigen aller Anzeigesegmente	2-10
3	Betrieb des Messgeräts über das Bedienfeld	3-1
	Einführung	3-3
	Doppelanzeige	3-6
	Primäre Anzeige	3-6
	Sekundäre Anzeige	3-6
	Rückseite	3-8
	Anpassen des Messgerätbereichs	3-9
	Auswählen der Messrate	3-9
	Auswählen der Messfunktion	3-9
	Messen von Spannung	3-9
	Messen von Frequenz	3-10
	Frequenzbereich	3-10
	Messen von Widerstand	3-11
	Zweileiter-Widerstandsmessung	3-11
	Vierleiter-Widerstandsmessung	3-12
	Messen von Strom	3-13
	Automatische Eingangsanschlusserkennung	3-14
	Dioden- und Durchgangsprüfung	3-14
	Durchführen einer getriggerten Messung	3-16
	Einstellen des Triggermodus	3-16
	Anschließen eines externen Triggers	3-16

Auswählen des Funktionsmodifikators.....	3-18
Modifikator für relative Messwerte (REL).....	3-18
Modifikator für Dezibel und automatische Leistung.....	3-18
Halten-Funktion (HOLD).....	3-19
Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX).....	3-20
Verwenden kombinierter Funktionsmodifikatoren.....	3-21
Sekundäre Betriebsebene (Verwendung der Umschalt--Taste).....	3-21
Vergleichsfunktion (COMP).....	3-22
Einstellen des Vergleichsbereichs.....	3-22
Verwenden der Vergleichsfunktion.....	3-22
Listen- und Zahleneditor.....	3-22
Verwenden des Listeneditors.....	3-23
Verwenden des Zahleneditors.....	3-24
Funktionstasten S1 – S6.....	3-25
Startkonfiguration.....	3-26
Kalibrierung.....	3-26
4 Betrieb des Messgeräts mithilfe der Computerschnittstelle.....	4-1
Einführung.....	4-3
Lokaler Betrieb und Remote-Betrieb.....	4-3
Computerschnittstellen.....	4-3
Vorbereitung des Messgeräts über die RS-232-Schnittstelle.....	4-3
Einstellen der Datenübertragungsparameter (RS-232).....	4-3
Automatischer RS-232-Druckmodus.....	4-4
Verbinden des Messgeräts mit einem Host oder Drucker (RS-232).....	4-5
Echoausgabe und Löschen von Zeichen.....	4-6
Gerätelöschung mit ^C (STRG+C).....	4-6
RS-232-Eingabeaufforderungen.....	4-6
Erste Schritte mit einem Installationstest.....	4-6
Installationstest für den RS-232-Betrieb.....	4-6
Vorgehensweise beim Fehlschlagen des Tests.....	4-7
Verarbeitungsweise von Eingaben durch das Messgerät.....	4-7
Eingabezeichenfolgen.....	4-7
Eingabeterminator.....	4-7
Senden numerischer Werte an das Messgerät.....	4-8
Senden von Befehlszeichenfolgen an das Messgerät.....	4-8
Verarbeitungsweise von Ausgaben durch das Messgerät.....	4-8
Triggern einer Ausgabe.....	4-9
Externes Triggern über das Bedienfeld.....	4-9
Einstellen der Triggertypkonfiguration.....	4-10
Externer Trigger über die Computerschnittstelle.....	4-10
Statusregister.....	4-11
Ereignisstatus- und Ereignisstatusaktivierung-Register.....	4-12
Statusbyte-Register.....	4-14
Ablesen des Statusbyte-Registers.....	4-15
Befehlssatz der Computerschnittstelle.....	4-15
Häufig verwendete Befehle.....	4-16
Funktionsbefehle und -abfragen.....	4-17
Funktionsmodifikatorbefehle und -abfragen.....	4-19
Befehle und Abfragen für den Bereich und die Messrate.....	4-22
Messabfragen.....	4-23
Vergleichsbefehle und -abfragen.....	4-24
Triggerkonfigurationsbefehle.....	4-24
Verschiedene Befehle und Abfragen.....	4-25

Remote-/lokale RS-232-Konfigurationen.....	4-26
RS-232-Systemkonfigurationen speichern/abrufen.....	4-26
Beispielprogramm unter Verwendung der RS-232-Computerschnittstelle	4-26

Anhänge

A Anwendungen.....	A-1
B 2x4-Messleitungen	B-1

Index

Tabellen

Tabelle	Titel	Seite
1-1.	Flüchtiger Speicher	1-13
1-2.	Nichtflüchtiger Speicher	1-13
1-3.	Zubehör	1-14
2-1.	Netzspannung und Sicherungstyp	2-4
2-2.	Von Tektronix erhältliche Netzkabeltypen	2-7
3-1.	Funktionen des Bedienfelds	3-4
3-2.	Signalanzeigen und Indikatoren der Anzeige	3-7
3-3.	Anschlüsse an der Rückseite	3-8
3-4.	RS-232 Pinbelegung	3-17
3-5.	RS232 Pinbelegung	3-19
3-6.	Sekundäre Betriebsebene	3-21
3-6.	Sekundäre Betriebsebene	3-22
3-7.	Listeneditoroptionen	3-23
3-8.	Zahleditoroptionen	3-24
3-9.	Werkseitige Startkonfiguration	3-26
4-1.	Werkseinstellungen für die RS-232-Datenübertragungsparameter	4-4
4-2.	Druckraten im automatischen RS-232-Druckmodus	4-5
4-3.	Triggertypen	4-9
4-4.	Übertragungsraten für RS-232-Messungen	4-10
4-5.	Übersicht über die Statusregister	4-11
4-6.	Beschreibung der Bits in ESR und ESE	4-14
4-7.	Beschreibung der Bits im Statusbyte-Register (STB)	4-14
4-8.	Häufig verwendete Befehle	4-16
4-9.	Funktionsbefehle und -abfragen	4-17
4-9.	Funktionsbefehle und -abfragen	4-18
4-10.	Funktionsmodifikatorbefehle und -abfragen	4-19
4-11.	Befehle und Abfragen für den Bereich und die Messrate	4-22
4-12.	Messabfragen	4-23
4-13.	Vergleichsbefehle und -abfragen	4-24
4-14.	Triggerkonfigurationsbefehle	4-24
4-15.	Verschiedene Befehle und Abfragen	4-25
4-16.	Ausgabe von Maßeinheiten mit Format 2	4-25
4-17.	Remote-/lokale Konfigurationsbefehle	4-26
4-18.	Befehle für Systemkonfigurationen speichern/abrufen	4-26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Titel	Seite
1-1.	IEC 61010 Messkategorien (CAT)	1-7
2-1.	Ersetzen der Netzstromsicherung.....	2-5
2-2.	Ersetzen der Stromeingangssicherungen.....	2-6
2-3.	Stütze verstellen und entfernen	2-8
2-4.	Fuß entfernen	2-9
3-1.	Bedienfeld	3-4
3-2.	Signalanzeigen und Indikatoren der Anzeige.....	3-6
3-3.	Rückseite	3-8
3-4.	Spannungs- und Frequenzmessung	3-10
3-5.	Zweileiter-Widerstandsmessung	3-11
3-6.	Vierleiter-Widerstandsmessung	3-12
3-7.	Eingangsanschlüsse für 4-Draht-Ohm mit 2x4-Draht-Messleitungen.	3-13
3-8.	Strommessung <200 mA.....	3-14
3-9.	Strommessung 200 mA bis 10 A.....	3-14
3-10.	Durchgangsprüfung.....	3-15
3-11.	Diodenprüfung	3-15
3-12.	Stromkreis für externen Trigger.....	3-17
4-1.	Externer Trigger mithilfe von Stift 9 der RS-232-Schnittstelle	4-11
4-2.	Übersicht über die Statusdatenstrukturen.....	4-12
4-3.	Ereignisstatus- und Ereignisstatusaktivierung-Register.....	4-13
4-4.	Beispielprogramm für RS-232-Computerschnittstelle	4-27

Kapitel 1

Einführung und Spezifikationen

Titel	Seite
Allgemeine Sicherheitsübersicht	1-3
Zur Vermeidung von Feuer oder Verletzungen	1-3
Symbole und Ausdrücke	1-6
Sicherheitssymbole und elektrische Symbole	1-6
Beschreibung der Messkategorien des Sicherheitsstandards IEC 61010 ..	1-7
Informationen zur Konformität	1-8
Elektromagnetische Verträglichkeit	1-8
EG-Konformitätserklärung – EMV	1-8
EMV-Konformitätserklärung Australien/Neuseeland	1-9
Sicherheitsnormen	1-9
EG-Konformitätserklärung – Niederspannung	1-9
Listung der Staatlich anerkannten Prüfinstitute in den USA	1-9
Kanadische Zertifizierung	1-9
Weitere Konformitäten	1-9
Anlagen-/Gerätetyp	1-9
Sicherheitsklasse	1-9
Hinweise zum Verschmutzungsgrad	1-9
Verschmutzungsgrad	1-10
Überspannungskategorien für Messungen	1-10
Umweltschutzrelevante Aspekte	1-10
Entsorgung von Altprodukten	1-10
Geräterecycling	1-10
Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe	1-10
Einführung	1-11
Benutzerdokumentation	1-12
Informationen zum Handbuch	1-12
Verfahren zur Instrumentensicherheit	1-13
Flüchtiger Speicher	1-13
Nichtflüchtiger Speicher	1-13
Optionen und Zubehör	1-14
Allgemeine Spezifikationen	1-14
Spannung	1-14
Abmessungen	1-14
Anzeige	1-15
Umgebung	1-15
Triggerung	1-15

Mathematische Funktionen	1-15
Elektrik	1-15
Fernsteuerungsschnittstellen.....	1-15
Garantie	1-15
Elektrische Spezifikationen	1-16
Gleichspannungsspezifikationen	1-16
Wechselspannungsspezifikationen	1-17
Widerstand.....	1-18
Gleichstrom	1-18
Wechselstrom	1-19
Frequenz	1-20
Kontinuität.....	1-20
Diodenprüfung.....	1-20

Allgemeine Sicherheitsübersicht

Die folgenden Sicherheitsmaßnahmen sorgfältig durchlesen, um Verletzungen oder Schäden an diesem oder einem anderen mit ihm in Verbindung stehenden Produkt zu vermeiden.

Das Produkt ausschließlich wie angegeben verwenden, um Gefahrensituationen zu vermeiden.

Wartungs- und Reparaturarbeiten sollten nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.

Bei der Verwendung des Produkts kann es erforderlich sein, auf Teile eines größeren Systems zuzugreifen. Die sicherheitsbezogenen Abschnitte der Handbücher der anderen Komponenten lesen, um Wissenswertes über Sicherheitsmaßnahmen und Warnhinweise für die Bedienung des Systems zu erfahren.

Dieses Messgerät wurde in Übereinstimmung mit der europäischen Norm EN 61010-1:2001, der US-Norm UL 61010-1 und der kanadischen Norm CAN/CSA-C22.2 Nr. 61010-1-04 konzipiert und getestet. Das Instrument wurde in einem sicheren Zustand ausgeliefert.

Dieses Handbuch enthält Informationen und Warnungen, die beachtet werden müssen, um das Messgerät in einem sicheren Zustand zu halten und sichere Bedienung zu gewährleisten.

Um das Instrument korrekt und sicher zu verwenden, die Vorsichtsmaßnahmen in diesem Abschnitt lesen und befolgen, und alle in diesem Handbuch auftretenden Sicherheitsanweisungen oder Warnungen befolgen, die einen Bezug zur jeweiligen Messfunktion haben. Darüber hinaus bei Arbeiten mit bzw. in der Umgebung von Elektrizität alle allgemein akzeptierten Sicherheitspraktiken und Verfahren befolgen.

CAT I-Geräte sind so konzipiert, dass sie gegen impulsförmige Störsignale von Hochspannungsquellen mit geringem Stromverbrauch, z. B. elektronische Schaltkreise oder Kopiergeräte, Schutz bieten.

CAT II-Geräte sind so konzipiert, dass sie gegen Spannungsspitzen durch stromverbrauchende Geräte (z. B. Fernseher, PCs, tragbare Werkzeuge und andere Haushaltsgeräte) schützen, die über eine Festinstallation versorgt werden.

Zur Vermeidung von Feuer oder Verletzungen

Korrektes Netzkabel verwenden. Nur das für dieses Produkt angegebene und für das Verwendungsland zertifizierte Netzkabel verwenden.

Auf korrekte Spannungsverhältnisse achten. Vor Einschalten des Stroms sicherstellen, dass sich der Leitungswähler in der der verwendeten Quelle entsprechenden Position befindet.

Auf richtiges Anschließen und Trennen achten. Sonden oder Messleitungen nicht anschließen oder trennen, während diese mit einer Spannungsquelle verbunden sind.

Produkt erden. Dieses Produkt wird über den Erdleiter des Netzkabels geerdet. Zur Vermeidung von Stromschlag muss der Erdleiter mit der Erde verbunden werden. Vor dem Herstellen von Verbindungen mit den Eingangs- oder Ausgangsanschlüssen des Produkts sicherstellen, dass das Produkt ordnungsgemäß geerdet ist.

Alle Anschlussennwerte beachten. Zur Vermeidung von Feuer oder Stromschlag alle Nennwerte und Markierungen auf dem Produkt beachten. Vor Anschließen des Produkts sind dem Produkthandbuch weitere Informationen bezüglich Nennwerten zu entnehmen.

Kein Potential an Anschlüsse – einschließlich des gemeinsamen Anschlusses – anlegen, das den maximalen Nennwert dieses Anschlusses übersteigt.

Trennen des Stroms. Mithilfe des Netzkabels kann das Produkt von der Stromquelle getrennt werden. Das Netzkabel nicht blockieren; der Benutzer muss jederzeit Zugang dazu haben.

Kein Betrieb mit abgenommenen Gehäuseteilen. Dieses Produkt darf nicht mit abgenommenen Gehäuseteilen oder Abdeckungen betrieben werden.

Kein Betrieb bei Verdacht auf Defekte. Bei Verdacht auf Defekte muss das Produkt von qualifiziertem Service-Personal überprüft werden.

Freiliegende Schaltkreise nicht berühren. Freiliegende Verbindungen und Komponenten bei anliegendem Strom nicht berühren.

Richtige Sicherungen verwenden. Nur die für dieses Produkt angegebenen Sicherungstypen und -werte verwenden.

Oberflächen sauber und trocken halten.

Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Körperverletzungen oder Tod vor Gebrauch des Messgeräts die folgenden Vorschriften lesen.

- **Das Messgerät ausschließlich wie in diesem Handbuch beschrieben einsetzen, da sonst die im Messgerät integrierten Schutzeinrichtungen beeinträchtigt werden könnten.**
- **Das Messgerät nicht in nassen Umgebungen einsetzen.**
- **Das Messgerät vor Gebrauch untersuchen. Das Messgerät nicht verwenden, wenn es beschädigt erscheint.**
- **Die Messleitungen vor Inbetriebnahme kontrollieren. Diese nicht verwenden, wenn die Isolation beschädigt oder Metall bloßgelegt ist. Kontinuität der Messleitungen prüfen. Beschädigte Messleitungen vor Gebrauch des Messgeräts ersetzen.**
- **Die Betriebsfähigkeit des Messgeräts vor und nach Gebrauch durch Messen einer bekannten Spannung prüfen. Das Messgerät nicht verwenden, wenn es Funktionsstörungen aufweist. Unter Umständen sind die Sicherheitsvorkehrungen beeinträchtigt. Das Messgerät im Zweifelsfall warten lassen.**
- **Wann immer eine Wahrscheinlichkeit besteht, dass Schutzeinrichtungen des Messgeräts beeinträchtigt sind, das Messgerät außer Betrieb setzen, und sicherstellen, dass es nicht versehentlich verwendet werden kann.**
- **Die Wartung des Messgeräts sollte durch qualifiziertes Service-Personal erfolgen.**
- **Zwischen den Anschlüssen bzw. zwischen den Anschlüssen und Masse nie eine höhere Spannung als die am Messgerät angegebene Nennspannung anlegen.**
- **In Umgebungen der IEC Messkategorie II dürfen am Eingang des Messgeräts keine Spannungen größer als 600 V angelegt werden. Siehe „Beschreibung der Messkategorien nach Sicherheitsstandard IEC 61010“ weiter unten in diesem Handbuch.**

- Immer Netzkabel und Verbindungsteile verwenden, die für die Spannung und Steckdosen des Landes, in dem gearbeitet wird, geeignet sind.
- Immer Netzkabel mit Erdanschluss verwenden und sicherstellen, dass das Stromverteilungssystem korrekt mit der Erde verbunden ist.
- Vor dem Öffnen des Messgerätgehäuses die Messleitungen abnehmen.
- Nie die Abdeckung entfernen oder das Gehäuse des Messgeräts öffnen, ohne das Messgerät zuvor von der Netzstromquelle zu trennen.
- Bei Arbeiten mit Spannungen über 30 V Wechselstrom eff., 42 V Wechselstrom eff. oder 42 V Gleichstrom Vorsicht walten lassen. Bei solchen Spannungen besteht Stromschlaggefahr.
- Nur die im Handbuch beschriebenen Ersatzsicherungen verwenden.
- Die für die vorzunehmenden Messungen entsprechenden Anschlüsse, Funktionen und Bereiche verwenden.
- Das Messgerät nicht in Umgebungen mit explosiven Gasen, Dampf oder Staub verwenden.
- Bei der Verwendung von Sonden die Finger hinter dem Fingerschutz halten.
- Beim Herstellen von elektrischen Verbindungen die gemeinsame Messleitung vor der spannungsführenden Messleitung anschließen. Beim Trennen von Verbindungen die spannungsführende Messleitung vor der gemeinsamen Messleitung trennen.
- Vor dem Prüfen von Widerstand, Kontinuität, Dioden oder Kapazität den Strom des Stromkreises abschalten und alle Hochspannungskondensatoren entladen.
- Vor dem Messen von Strom die Sicherungen des Messgeräts prüfen, und vor dem Anschließen des Messgeräts an den Stromkreis den Strom des Stromkreises AUSSCHALTEN.
- Für Servicearbeiten am Messgerät ausschließlich spezifizierte Ersatzteile verwenden.

Symbole und Ausdrücke

Die folgenden Ausdrücke, Sicherheitssymbole und elektrischen Symbole können sich im Handbuch oder am Produkt wiederfinden:

Ein  **Warnhinweis** identifiziert Bedingungen oder Aktivitäten, die Verletzungen oder Tod verursachen können.

Ein  **Vorsichtshinweis** identifiziert Bedingungen oder Aktivitäten, die zu Schäden am Messgerät oder an der angeschlossenen Ausrüstung führen können.

Warnung

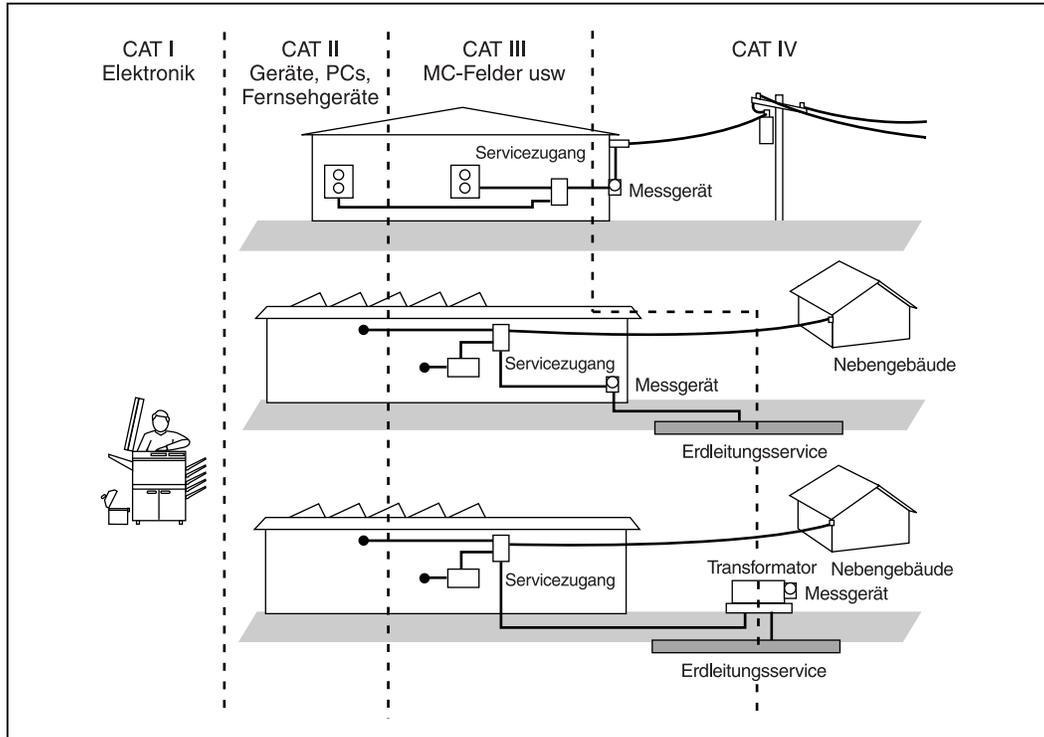
Zur Vermeidung von Stromschlag, Körperverletzungen oder Tod die Informationen im Abschnitt „Allgemeine Sicherheitsübersicht“ vor Installation, Gebrauch oder Wartung des Messgeräts sorgfältig durchlesen.

Sicherheitssymbole und elektrische Symbole

Symbol	Beschreibung	Symbol	Beschreibung
	Gefahr. Wichtige Informationen. Siehe Handbuch.		Anzeige EIN / AUS und zurücksetzen des Messgeräts.
	Gefährliche Spannung. Spannung >30 V Spitze Gleichspannung oder Wechselspannung kann vorhanden sein.		Erde, Masse
	Wechselstrom (AC - Alternating Current)		Kapazität
	Gleichstrom (DC - Direct Current)		Diode
 oder 	Wechselstrom oder Gleichstrom (AC oder DC)		Sicherung
	Kontinuitätsprüfung oder Kontinuitätspiepton		Digitalsignal
	Potenziell gefährliche Spannung		Wartung oder Service
	Schutzisoliert		Statische Elektrizität. Teile können durch statische Entladungen beschädigt werden.
CAT II	Die Messkategorie II ist für Messungen bestimmt, die auf Stromkreisen durchgeführt werden, die direkt mit der Niederspannungsanlage verbunden sind.	CAT I	Die Messkategorie I ist für Messungen bestimmt, die nicht direkt mit dem Stromversorgungsnetz verbunden sind.

Beschreibung der Messkategorien des Sicherheitsstandards IEC 61010

Der Sicherheitsstandard IEC 61010 definiert vier Überspannungskategorien (Installation) (CAT I bis IV) basierend auf der durch Störimpulse verursachten Gefahr, siehe Abbildung 1-1.



CAT_GR_B.eps

Abbildung 1-1. IEC 61010 Messkategorien (CAT)

Die IEC 61010 Messkategorien (CAT) geben Auskunft über den Schutz, den das Instrument vor Stoßspannung bietet.

CAT I-Geräte sind so konzipiert, dass sie gegen impulsförmige Störsignale von Hochspannungsquellen mit geringem Stromverbrauch, z. B. elektronische Schaltkreise oder Kopiergeräte, Schutz bieten.

CAT II-Geräte sind so konzipiert, dass sie gegen Spannungsspitzen durch stromverbrauchende Geräte (z. B. Fernseher, PCs, tragbare Werkzeuge und andere Haushaltsgeräte) schützen, die über eine Festinstallation versorgt werden.

CAT III-Ausrüstung ist so konzipiert, dass sie Schutz gegen impulsförmige Störsignale in fest installierten Anlagen bietet, beispielsweise in Verteilertafeln, Zuleitungen und kurzen Verzweigungsstromkreisen sowie in Beleuchtungssystemen großer Gebäude.

CAT IV-Ausrüstung ist so konzipiert, dass sie Schutz gegen Spannungsspitzen der Primärversorgungsebene (z. B. Elektrizitätszähler oder Freileitungs- oder Erdleitungsversorgungssysteme) bietet.

Informationen zur Konformität

In diesem Abschnitt werden die EMV- (elektromagnetische Verträglichkeit), Sicherheits- und Umweltschutzstandards aufgeführt, mit denen das Instrument konform ist.

Elektromagnetische Verträglichkeit

EG-Konformitätserklärung – EMV

Konform mit Richtlinie 2004/108/EG über elektromagnetische Verträglichkeit. Die Konformität wurde für die folgenden Spezifikationen nachgewiesen, wie im Amtsblatt der Europäischen Union nachzulesen:

EN 61326-1 2006, EN 61326-2 2006. EMV-Anforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. ^{1, 2, 3}

- CISPR 11:2003. Strahlungs- und Leitungsemissionen, Gruppe 1, Klasse A
- IEC 61000-4-2:2001. Störfestigkeit gegen elektrostatische Entladung
- IEC 61000-4-3:2002. Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
- IEC 61000-4-4:2004. Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst
- IEC 61000-4-5:2001. Störfestigkeit gegen Stoßspannungen
- IEC 61000-4-6:2003. Störfestigkeit gegen leitungsgeführte HF-Störgrößen ⁴
- IEC 61000-4-11:2004. Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen ⁵

EN 61000-3-2:2006. Grenzwerte für Oberschwingungsströme.

EN 61000-3-3:1995. Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker.

Kontakt Europa.

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
Großbritannien

¹ Dieses Produkt ist nur für den Gebrauch in Gewerbegebieten bestimmt. Bei Verwendung in Wohngebieten besteht das Risiko elektromagnetischer Interferenzen.

² Wenn die Ausrüstung an ein Testobjekt angeschlossen wird, kann es vorkommen, dass die abgegebenen Emissionen die von diesem Standard festgelegten Grenzwerte überschreiten.

³ Um Konformität mit den hier aufgeführten EMV-Standards zu gewährleisten, sollten hochwertig abgeschirmte Schnittstellenkabel verwendet werden.

⁴ Die angegebenen Toleranzen der niedrigeren Bereiche der Wechselstromspannungsfunktion hängen beim Einsatz mit einem eingespeisten Testsignal (3 V eff im Frequenzbereich zwischen 150 kHz bis 80 MHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) von einer bekannten störungsfreien Referenzverbindung zur Erdung ab. Das DMM4020 wurde unter Verwendung eines M2 CDN mit der Referenzverbindung am Instrumentengehäuse bewertet. Treten starke Störsignale an der Gehäuseerdung auf, kann es zu signifikanten Messfehlern kommen. (IEC 61000-4-6).

⁵ Leistungskriterium C angewendet bei Zyklus 0 %/250 der Spannungsunterbrechungs-Prüfpegel (IEC 61000-4-11).

EMV-Konformitätserklärung Australien/Neuseeland

Entspricht den EMV-Vorschriften des Telekommunikationsgesetzes gemäß folgendem Standard in Übereinstimmung mit der australischen Kommunikations- und Medienbehörde:

CISPR 11:2003. Strahlungs- und Leitungsemissionen, Gruppe 1, Klasse A, in Übereinstimmung mit EN 61326-1:2006 und EN 61326-2-1:2006.

Sicherheitsnormen

EG-Konformitätserklärung – Niederspannung

Die Konformität wurde für die folgende Spezifikation nachgewiesen, wie im Amtsblatt der Europäischen Union nachzulesen:

Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG.

- **EN 61010-1: 2001.** Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte.

Listung der Staatlich anerkannten Prüfinstitute in den USA

- **ISA-82.02.01.** Sicherheitsstandard für elektrische und elektronische Test-, Mess-, Steuer-, und ähnliche Geräte -- Allgemeine Anforderungen.

Kanadische Zertifizierung

- **CAN/CSA-C22.2 Nr. 61010-1:2004.** Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. Teil 1.

Weitere Konformitäten

- **IEC 61010-1: 2001.** Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte.
- **ANSI/UL 61010-1:2004, 2. Auflage.** Standard für elektrische Mess- und Prüfgeräte.

Anlagen-/Gerätetyp

Test und Messung.

Sicherheitsklasse

Klasse 1 – geerdetes Produkt.

Hinweise zum Verschmutzungsgrad

Eine Maßeinheit der Verunreinigungen, die in einem Produkt und in dessen Umgebung vorgefunden werden können. Gewöhnlicherweise wird die interne Umgebung im Inneren eines Produkts mit der externen Umgebung gleichgesetzt. Produkte sollten nur in Umgebungen verwendet werden, für die sie zugelassen sind.

- Verschmutzungsgrad 1. Keine Verschmutzung oder nur trockene, nicht leitende Verschmutzung. Bei dieser Kategorie handelt es sich meist um eingekapselte, hermetisch versiegelte Produkte oder Reinraumprodukte.
- Verschmutzungsgrad 2. Normalerweise nur trockene, nicht leitende Verschmutzung. Gelegentlich ist mit einer temporären, durch Kondensation verursachten Leitfähigkeit zu rechnen. Die Umgebung entspricht einem typischen Büro oder Wohnraum. Temporäre Kondensation findet nur statt, wenn das Produkt nicht verwendet wird.

- Verschmutzungsgrad 3. Leitende Verschmutzung oder trockene, nicht leitende Verschmutzung, die aufgrund von Kondensation leitende Eigenschaften annimmt. Überdachte Orte, an denen weder Temperatur noch Luftfeuchtigkeit geregelt werden. Die Umgebung ist vor direkter Sonneneinstrahlung, Regen oder direktem Wind geschützt.
- Verschmutzungsgrad 4. Verschmutzung, die zu dauerhafter Leitfähigkeit aufgrund von leitendem Staub, Regen oder Schnee führt. Typischerweise Orte im Freien.

Verschmutzungsgrad

Verschmutzungsgrad 2 (gemäß IEC 61010-1). Hinweis: Nur für die Verwendung in geschlossenen Räumen bestimmt.

Überspannungskategorien für Messungen

CAT I – 1000 V/CAT II – 600 V

Umweltschutzrelevante Aspekte

Dieser Abschnitt enthält Informationen über die Umweltverträglichkeit des Produkts.

Entsorgung von Altprodukten

Orientieren Sie sich bei der Entsorgung eines Geräts oder einer Komponente an den folgenden Richtlinien:

Geräterecycling

Zur Herstellung dieses Geräts wurden Materialien aus natürlichen Rohstoffquellen verbraucht und verarbeitet. Das Gerät enthält möglicherweise Stoffe, die schädlich für Mensch und Umwelt sein können, wenn es nach Gebrauchsende nicht ordnungsgemäß entsorgt wird. Um eine Abgabe dieser Stoffe in die Umwelt zu verhindern und den Verbrauch natürlicher Rohstoffe zu reduzieren, möchten wir Sie auffordern, dieses Produkt einem geeigneten Entsorgungssystem zuzuführen, das die Wiederverwertung oder das Recycling des überwiegenden Teils der Materialien sicherstellt.

	Dieses Symbol besagt, dass das Produkt den geltenden Anforderungen der Europäischen Union gemäß der Richtlinie 2002/96/EG und 2006/66/EG über Elektro- und Elektronikaltgeräte sowie (Alt-)Batterien und (Alt-)Akkumulatoren entspricht. Weitere Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Bereich Support/Service auf der Tektronix-Website (www.tektronix.com).
---	--

Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe

Dieses Produkt wurde als Überwachungs- und Steuerungsgerät eingestuft und unterliegt damit nicht der Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe.

Einführung

Das Tektronix DMM4020 Digitalmultimeter (hiernach "Messgerät" genannt) verfügt über eine 5-1/2-Stellen-Doppelanzeige und ist für Werkstatt-, Kundendienst- und Systemanwendungen konzipiert. Die zahlreichen Messfunktionen sowie die RS-232-Fernschnittstelle machen das Messgerät zum idealen Kandidaten für präzise Handmessungen und Verwendung in automatisierten Systemen. Für Portabilität bietet das Messgerät einen Traggriff, der auch als Stütze für Tischbetrieb funktioniert.

Zu den Merkmalen des Messgeräts gehören:

- Eine Doppel-Vakuumfluoreszenzanzeige, mit der zwei Eigenschaften eines Eingangssignals gleichzeitig angezeigt werden können (z. B. Netzspannung auf einer Anzeige und Frequenz auf der anderen).
- 5-1/2 Stellen Auflösung
- Echteffektivwert Wechselstrom
- 2-, 4-Draht-Widerstand oder patentierte 2x4-Widerstandsmessmethode
- 200 mV bis 1000 Vdc Bereich mit 1 μ V Empfindlichkeit
- 200 mV bis 750 V Wechselspannung eff. mit 1 μ V Empfindlichkeit
- 200 Ω bis 100 M Ω mit 1 m Ω Empfindlichkeit
- 200 μ A bis 10 A Gleichstrom mit 1 nA Empfindlichkeit
- 20 mA bis 10 A Wechselstrom mit 100 nA Empfindlichkeit
- Frequenzmessungen von 20 Hz bis 1 MHz
- Kontinuität und Diodenprüfung
- Messraten von 2,5, 20 und 100 Proben/Sekunde (langsam, mittel und schnell)
- Vorderseitige Setup-Taste für schnellen Zugriff auf gespeicherte Setups
- Vergleichsmodus zur Bestimmung, ob eine Messung innerhalb definierter Grenzwerte liegt
- Remote-Betrieb über die RS-232-Schnittstelle
- Kalibrierung bei geschlossenem Gehäuse (keine internen Kalibriereinstellungen)

Benutzerdokumentation

Die Benutzerdokumentation für dieses Messgerät umfasst die folgenden Bereiche:

Zubehör	Dokumentenform	Teilenummer
<i>Sicherheits- und Installationshandbuch</i>	 + + www.Tektronix.com	071-2694-xx
<i>Technische Referenz</i> (Spezifikationen und Leistungsverifizierung)	 + www.Tektronix.com	077-0365-xx
<i>Benutzerhandbuch</i> (Dieses Handbuch) Erhältlich in den folgenden Sprachen: Englisch Französisch Italienisch Deutsch Spanisch Japanisch Chinesisch, vereinfacht Chinesisch, traditionell Koreanisch Russisch	 + www.Tektronix.com	077-0364-xx 077-0376-xx 077-0377-xx 077-0378-xx 077-0379-xx 077-0380-xx 077-0381-xx 077-0382-xx 077-0383-xx 077-0384-xx

Informationen zum Handbuch

Dieses Handbuch enthält alle Informationen, die ein neuer Bediener zur Bedienung des Messgeräts benötigt. Das Handbuch ist in die folgenden Kapitel unterteilt:

Kapitel 1, „Einführung und Spezifikationen“, enthält Informationen über den sicheren Gebrauch des Messgeräts, standardmäßiges und optionales Zubehör und Spezifikationen.

Kapitel 2, „Vorbereitung des Messgeräts“, enthält Informationen zum Einstellen der Netzspannung des Messgeräts, zum Anschließen des Messgeräts an eine Stromquelle und zum Einschalten des Messgeräts.

Kapitel 3, „Betrieb des Messgeräts über das Bedienfeld“, enthält ausführliche Informationen zum Betrieb des Messgeräts über das Bedienfeld.

Kapitel 4, „Anwendungen“, enthält ausführliche Informationen zur Verwendung des Messgeräts für elektrische Messungen.

Kapitel 5, „Betrieb des Messgeräts mithilfe der Computerschnittstelle“, beschreibt das Einrichten, Konfigurieren und Verwenden des Messgeräts mithilfe der RS-232-Computerschnittstelle an der Rückseite des Messgeräts.

Anhänge

Verfahren zur Instrumentensicherheit

Dieser Abschnitt beschreibt die Speicherelemente des Messgeräts und die Verfahren für deren Löschung.

Flüchtiger Speicher

Tabelle 1-1 listet die flüchtigen Speicherelemente des Messgeräts.

Tabelle 1-1. Flüchtiger Speicher

Typ	Größe	Funktion
RAM	2 KB	U44, Mikroprozessorspeicher: Messdaten, Benutzerstrings und Informationen zur temporären Konfiguration.

Nichtflüchtiger Speicher

Tabelle 1-2 listet die nichtflüchtigen Speicherelemente des Messgeräts.

Tabelle 1-2. Nichtflüchtiger Speicher

Typ	Größe	Funktion
Flash	60 KB	U44, Mikroprozessorspeicher: Anwendungsprogrammspeicher.
Flash	256 B	U44, Mikroprozessorspeicher: Nicht verwendet.
EEPROM	16 KB	U45, IC, Speicher: Kalibrierungskonstanten, Hardware-Setup und Informationen zur Benutzerkonfiguration.

So werden das flüchtige Speicherelement aus Tabelle 1-1 und die nicht flüchtigen, vom Benutzer gespeicherten Instrumentenbedienfeld-Setups aus Tabelle 1-2 gelöscht:

1. Den Betriebsschalter des Stromanschlusses auf der Rückseite aus und wieder einschalten, um die Stromzufuhr des Messgeräts kurz zu unterbrechen. Hierdurch wird das Messgerät auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt.
2. Messgerät durch Drücken von  auf dem Bedienfeld einschalten.
3.  drücken.
4. Funktionstasten  bis  im Abstand von einigen Sekunden nacheinander drücken. Hierdurch werden die Speicherorte für die Einstellungen des Benutzerbedienfelds auf dem Gerät auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt.
5.  drücken, um den Umschaltmodus zu verlassen.

Optionen und Zubehör

Tabelle 1-3 listet Optionen und Zubehör.

Tabelle 1-3. Zubehör

Modell- /Teilenummer ¹	Beschreibung
TL710 196-3520-00	Premium Messleitungssatz
013-0369-00	Kalibrierungsbefestigung; Kurzschlussbügel, 4 Anschlüsse
Y8846S (Fluke)	Rahmeneinbausatz Single
Y8846D (Fluke)	Rahmeneinbausatz Dual
TL705	2x4 Draht Ohm Präzisions-Messleitungen
TL725	2x4 Draht Ohm Messleitungen mit Pinzette
159-0488-00	Sicherung, 11 A, 1000 V, schnell, 406INX1.5IN, Bulk
159-0487-00	Sicherung, 440 mA, 1000 V, schnell, 406X1.375, Bulk
174-5813-00	USB auf RS-232 Kabelsatz
012-0991-01	GPIB-Kabel; emissionsarm; 1 Meter
159-0579-00	Sicherung, 0,100 A, 250 V AC, träge
159-0044-00	Sicherung, 0, 200 A, 250 V, träge
HCTEK4321	Hartschale, Kunststoff
AC4000	Weichschale, Nylon

¹ Bei allen Modell- und Teilenummern für Produkte, die nicht von Tektronix stammen, ist der Anbieter in Klammern angegeben.

Allgemeine Spezifikationen

Spannung

100 V Einstellung	90 V bis 110 V
120 V Einstellung	108 V bis 132 V
220 V Einstellung	198 V bis 242 V
240 V Einstellung	216 V bis 264 V
Frequenz	47 Hz bis 440 Hz
Stromverbrauch	25 VA Spitze (10 W Mittel)

Abmessungen

Höhe	88 mm
Breite	217 mm
Tiefe	297 mm
Gewicht	2,1 kg

Elektrische Spezifikationen

Die Spezifikationen gelten für den 5-1/2-Stellen-Modus und nach mindestens einer halbstündigen Aufwärmphase.

Gleichspannungsspezifikationen

Maximaleingang	1000 V auf allen Bereichen
Gleichtaktunterdrückung	120 dB bei 50 oder 60 Hz $\pm 0,1\%$ (1 k Ω Unsymmetrie)
Normalbetriebunterdrückung	80 dB bei langsamer Geschwindigkeit
A/D-Nichtlinearität	15 ppm des Bereichs
Eingangsbiasstrom	<30 pA bei 25 °C
Einschwingempfehlungen	Messwerteinschwingzeiten werden durch Quellenimpedanz, dielektrische Kabelkenndaten und Eingangssignaländerungen beeinträchtigt

Eingangskenndaten

Bereich	Gesamtanzeige (5-1/2 Stellen)	Auflösung			Eingangsimpedanz
		Langsam	Mittel	Schnell	
200 mV	199,999 mV	1 μ V	10 μ V	10 μ V	>10 G Ω ^[1]
2 V	1,99999 V	10 μ V	100 μ V	100 μ V	>10 G Ω ^[1]
20 V	19,9999 V	100 μ V	1000 μ V	1000 μ V	10 M Ω ± 1 %
200 V	199,999 V	1 mV	10 mV	10 mV	10 M Ω ± 1 %
1000 V	1000,00 V	10 mV	100 mV	100 mV	10 M Ω ± 1 %

Hinweise:
[1] Bei einigen Doppelanzeigemessungen kann die Eingangsimpedanz mit einem Bereich von 200 mV und 2 V auf 10 M Ω geändert werden.

Genauigkeit

Bereich	Unsicherheit ^[1]		Temperaturkoeffizient/°C außerhalb von 18 bis 28 °C
	90 Tage	1 Jahr	
	23 °C \pm 5 °C	23 °C \pm 5 °C	
200 mV	0,01 + 0,003	0,015 + 0,004	0,0015 + 0,0005
2 V	0,01 + 0,002	0,015 + 0,003	0,001 + 0,0005
20 V	0,01 + 0,003	0,015 + 0,004	0,0020 + 0,0005
200 V	0,01 + 0,002	0,015 + 0,003	0,0015 + 0,0005
1000 V	0,01 + 0,002	0,015 + 0,003	0,0015 + 0,0005

Hinweise:
[1] Unsicherheit angegeben als \pm (% des Messwerts + % des Bereichs)

Wechselspannungsspezifikationen

Wechselspannungsspezifikationen sind für Wechselspannungs-Sinuswellensignale >5 % von Bereich. Für Eingänge von 1 % bis 5 % des Messbereichs, <50 kHz zusätzlichen Fehler von 0,1 % des Messbereichs hinzufügen und für 50 kHz bis 100 kHz 0,13 % des Messbereichs hinzufügen.

- Maximaleingang** 750 V eff., 1000 V Spitze oder 8×10^7 Volt-Hertz-Produkt
- Messmethode** Wechselstromgekoppelter Echteeffektivwert (rms). Misst die Wechselstromkomponente von Eingang mit bis zu 1000 V Gleichspannungsbias auf allen Bereichen.
- WechselspannungsfILTER-Bandbreite** 20 Hz – 100 kHz
- Gleichtaktunterdrückung** 60 dB bei 50 Hz oder 60 Hz (1 k Ω Unsymmetrie)
- Max. Spitzenfaktor** 3:1 auf Gesamtmessbereich
- Zusätzliche Spitzenfaktorfehler (<100 Hz)** Spitzenfaktor 1-2, 0,05 % des Endausschlags
Spitzenfaktor 2-3, 0,2 % des Endausschlags
Gilt nur für nicht-sinusförmige Signale.

Eingangskenndaten

Bereich	Gesamtanzeige (5-1/2 Stellen)	Auflösung			Eingangsimpedanz
		Langsam	Mittel	Schnell	
200 mV	199,999 mV	1 μ V	10 μ V	10 μ V	1 M Ω \pm 2 % parallelgeschaltet mit <100 pF
2 V	1,99999 V	10 μ V	100 μ V	100 μ V	
20 V	19,9999 V	100 μ V	1000 μ V	1000 μ V	
200 V	199,999 V	1 mV	10 mV	10 mV	
750 V	750,00 V	10 mV	100 mV	100 mV	

Genauigkeit

Bereich	Frequenz	Unsicherheit ^[1]		Temperaturkoeffizient/°C außerhalb von 18 bis 28 °C
		90 Tage	1 Jahr	
		23 °C \pm 5 °C	23 °C \pm 5 °C	
200 mV	20 Hz – 45 Hz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Hz – 20 kHz	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 kHz – 50 kHz	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 kHz – 100 kHz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01
2 V	20 Hz – 45 Hz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Hz – 20 kHz	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 kHz – 50 kHz	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 kHz – 100 kHz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01
20 V	20 Hz – 45 Hz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Hz – 20 kHz	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 kHz – 50 kHz	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 kHz – 100 kHz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01
200 V	20 Hz – 45 Hz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Hz – 20 kHz	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 kHz – 50 kHz	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 kHz – 100 kHz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01
750 V	20 Hz – 45 Hz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Hz – 20 kHz	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 kHz – 50 kHz	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 kHz – 100 kHz	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01

Hinweise:

[1] Unsicherheit angegeben als \pm (% des Messwerts + % des Bereichs)

Widerstand

Die Spezifikationen sind für den Vierleiterwiderstand oder für den Zweileiterwiderstand mit REL. Wenn REL nicht verwendet wird, fügen Sie 0,2 Ω für Zweileiterwiderstand plus Messleitungswiderstand hinzu.

Messmethode Stromquelle bezogen auf LO-Eingang.

Max. Messleitungswiderstand (4-Draht-Ohm) 10 % des Messbereichs pro Messleitung in den Messbereichen 200 Ω und 2 k Ω . 1 k Ω pro Messleitung in allen anderen Messbereichen.

Eingangsschutz 1000 V in allen Messbereichen

Eingangskenndaten

Bereich	Gesamtanzeige (5-1/2 Stellen)	Auflösung			Stromquelle
		Langsam	Mittel	Schnell	
200 Ω	199,999 Ω	0,001 Ω	0,01 Ω	0,01 Ω	0,8 mA
2 k Ω	1,99999 k Ω	0,01 Ω	0,1 Ω	0,1 Ω	0,8 mA
20 k Ω	19,9999 k Ω	0,1 Ω	1 Ω	1 Ω	0,08 mA
200 k Ω	199,999 k Ω	1 Ω	10 Ω	10 Ω	0,008 mA
2 M Ω	1,99999 M Ω	10 Ω	100 Ω	100 Ω	0,9 μ A
20 M Ω	19,9999 M Ω	100 Ω	1 k Ω	1 k Ω	0,16 μ A
100 M Ω	100,000 M Ω	1 k Ω	10 k Ω	10 k Ω	0,16 μ A 10 M Ω

Genauigkeit

Bereich	Unsicherheit ^[1]		Temperaturkoeffizient/°C außerhalb von 18 bis 28 °C
	90 Tage	1 Jahr	
	23 °C \pm 5 °C	23 °C \pm 5 °C	
200 Ω	0,02 + 0,004	0,03 + 0,004	0,003 + 0,0006
2 k Ω	0,015 + 0,002	0,02 + 0,003	0,003 + 0,0005
20 k Ω	0,015 + 0,002	0,02 + 0,003	0,003 + 0,0005
200 k Ω	0,015 + 0,002	0,02 + 0,003	0,003 + 0,0005
2 M Ω	0,03 + 0,003	0,04 + 0,004	0,004 + 0,0005
20 M Ω	0,2 + 0,003	0,25 + 0,003	0,01 + 0,0005
100 M Ω	1,5 + 0,004	1,75 + 0,004	0,2 + 0,0005

Hinweise:
[1] Unsicherheit angegeben als \pm (% des Messwerts + % des Bereichs)

Gleichstrom

Eingangsschutz Mit Werkzeug zugängliche Sicherungen, 11 A/1000 V und 440 mA/1000 V.

Nebenschlusswiderstand 0,01 Ω für 2 A- und 10 A -Messbereiche
1 Ω für 20 mA und 200 mA
Bürdenspannung <5 mV für 200 μ A- und 2 mA-Messbereich.

Eingangskenndaten

Bereich	Gesamtanzeige (5-1/2 Stellen)	Auflösung			Bürdenspannung
		Langsam	Mittel	Schnell	
200 μ A	199,999 μ A	0,001 μ A	0,01 μ A	0,01 μ A	<5 mV
2 mA	1999,99 μ A	0,01 μ A	0,1 μ A	0,1 μ A	<5 mV
20 mA	19,9999 mA	0,1 μ A	1 μ A	1 μ A	<0,05 V
200 mA	199,999 mA	1 μ A	10 μ A	10 μ A	<0,5 V
2 A	1,99999 A	10 μ A	100 μ A	100 μ A	<0,1 V
10 A	10,0000 A	100 μ A	1 mA	1 mA	<0,5 V

Genauigkeit

Bereich	Unsicherheit ^[1]		Temperaturkoeffizient/°C außerhalb von 18 bis 28 °C
	90 Tage	1 Jahr	
	23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
200 µA	0,02 + 0,005	0,03 + 0,005	0,003 + 0,001
2 mA	0,015 + 0,005	0,02 + 0,005	0,002 + 0,001
20 mA	0,03 + 0,02	0,04 + 0,02	0,005 + 0,001
200 mA	0,02 + 0,005	0,03 + 0,008	0,005 + 0,001
2 A	0,05 + 0,02	0,08 + 0,02	0,008 + 0,001
10 A	0,18 + 0,01	0,2 + 0,01	0,008 + 0,001

Hinweise:
[1] Unsicherheit angegeben als ±(% des Messwerts + % des Bereichs)

Wechselstrom

Die folgenden Wechselstromspezifikationen gelten für sinusartige Signale mit Amplituden größer 5 % von Bereich. Für Eingänge von 1 % bis 5 % von Bereich, zusätzlichen Fehler von 0,1 % von Bereich hinzufügen.

- Eingangsschutz** Mit Werkzeug zugängliche Sicherungen, 11 A/1000 V und 440 mA/1000 V
- Messmethode** Wechselstromgekoppelter Echteffektivwert (RMS).
- Nebenschlusswiderstand** 0,01 Ω für 2 A- und 10 A-Messbereiche
1 Ω für 20 mA und 200 mA
- WechselspannungsfILTER-Bandbreite** 20 Hz – 100 kHz
- Max. Spitzenfaktor** 3:1 auf Gesamtmessbereich
- Zusätzliche Spitzenfaktorfehler (<100 Hz)** Spitzenfaktor 1-2, 0,05 % des Endausschlags
Spitzenfaktor 2-3, 0,2 % des Endausschlags
Gilt nur für nicht-sinusförmige Signale.

Eingangskenndaten

Bereich	Gesamtanzeige (5-1/2 Stellen)	Auflösung			Bürdenspannung
		Langsam	Mittel	Schnell	
20 mA	19,9999 mA	0,1 µA	1 µA	1 µA	<0,05 V
200 mA	199,999 mA	1 µA	10 µA	10 µA	<0,5 V
2 A	1,99999 A	10 µA	100 µA	100 µA	<0,1 V
10 A	10,0000 A	100 µA	1 mA	1 mA	<0,5 V

Genauigkeit

Bereich	Frequenz	Unsicherheit ^[1]		Temperaturkoeffizient/°C außerhalb von 18 bis 28 °C
		90 Tage	1 Jahr	
		23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
20 mA	20 Hz – 45 Hz	1 + 0,05	1,25 + 0,06	0,015 + 0,005
	45 Hz – 2 kHz	0,25 + 0,05	0,3 + 0,06	0,015 + 0,005
200 mA	20 Hz – 45 Hz	0,8 + 0,05	1 + 0,06	0,015 + 0,005
	45 Hz – 2 kHz	0,25 + 0,05	0,3 + 0,06	0,015 + 0,005
2 A	20 Hz – 45 Hz	1 + 0,05	1,25 + 0,06	0,015 + 0,005
	45 Hz – 2 kHz	0,25 + 0,05	0,3 + 0,06	0,015 + 0,005
10 A	20 Hz – 45 Hz	1 + 0,1	1,25 + 0,12	0,015 + 0,005
	45 Hz – 2 kHz	0,35 + 0,1	0,5 + 0,12	0,015 + 0,005

Hinweise:
[1] Unsicherheit angegeben als ±(% des Messwerts + % des Bereichs)

Frequenz

Abschaltzeit	131 ms
Messmethode	Wechselstromgekoppelter Eingang unter Verwendung der Wechselspannungsmessfunktion.
Einschwingempfehlungen	Beim Messen der Frequenz können nach einer Änderung der Gleichspannungs-Offsetspannung Fehler auftreten. Für eine optimale Messung bis zu 1 Sekunde warten, bis Eingangssignale, die die RC-Zeitkonstante blockieren, verarbeitet wurden.
Messempfehlungen	Um Messfehler zu minimieren, beim Messen von Niederspannungs-/Niederfrequenzsignalen Eingänge gegenüber externem Rauschen abschirmen.

Genauigkeit

Bereich	Frequenz	Unsicherheit		Temperaturkoeffizient/°C außerhalb von 18 bis 28 °C
		90 Tage	1 Jahr	
		23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
100 mV bis 750 V ^[1,2]	20 Hz – 2 kHz	0,01 + 0,002	0,01 + 0,003	0,002 + 0,001
	2 kHz – 20 kHz	0,01 + 0,002	0,01 + 0,003	0,002 + 0,001
	20 kHz – 200 kHz	0,01 + 0,002	0,01 + 0,003	0,002 + 0,001
	200 kHz – 1 MHz	0,01 + 0,004	0,01 + 0,006	0,002 + 0,002
Hinweise:				
[1] Eingang >100 mV				
[2] Beschränkt auf 8* 10 ⁷ V Hz				

Kontinuität

Kontinuitätsschwelle	20 Ω
Prüfstrom	1 mA
Ansprechzeit	100 Proben/Sekunde mit hörbarem Ton
Geschwindigkeit	Schnell
Maximalmesswert	199,99 Ω
Auflösung	0,01 Ω

Diodenprüfung

Ansprechzeit	100 Proben/Sekunde mit hörbarem Ton
Geschwindigkeit	Schnell
Maximalmesswert	1,9999 V
Auflösung	0,1 mV

Kapitel 2

Vorbereitung des Messgeräts

Titel	Seite
Einführung	2-3
Auspacken des Messgeräts und Sichtprüfung.....	2-3
Lagerung und Versand des Messgeräts.....	2-3
Versorgungsempfehlungen	2-3
Auswählen der Netzspannung	2-4
Ersetzen der Sicherungen	2-4
Netzstromsicherung	2-4
Stromeingangssicherungen	2-5
Anschließen an Netzstrom	2-7
Einschalten des Geräts	2-7
Anpassen der Stütze.....	2-8
Installation des Messgeräts in einem Geräterahmen.....	2-9
Reinigen des Messgeräts.....	2-10
Fluke 45 Emulationsmodus.....	2-10
Anzeigen aller Anzeigesegmente.....	2-10

Einführung

In diesem Kapitel wird die Vorbereitung des Messgeräts für den Betrieb erläutert, indem Sie die entsprechende Netzspannung auswählen, das entsprechende Netzkabel für die gewählte Netzspannung anschließen und das Messgerät einschalten. Ebenfalls eingeschlossen sind Informationen zur korrekten Lagerung und Reinigung sowie zum korrekten Versand des Messgeräts.

Auspacken des Messgeräts und Sichtprüfung

Das Verpackungsmaterial wurde im Hinblick auf optimalen Schutz ausgewählt, sodass die Ausrüstung beim Kunden in perfektem Zustand eintrifft. Wenn das Messgerät während des Transports übermäßiger Beanspruchung ausgesetzt wurde, ist möglicherweise eine äußere Beschädigung am Verpackungskarton sichtbar. Im Falle einer Beschädigung den Verpackungskarton und das Verpackungsmaterial für eine Untersuchung durch den Spediteur aufbewahren.

Das Messgerät sorgfältig aus der Verpackung herausnehmen und den Inhalt auf Schäden oder fehlende Teile prüfen. Falls das Messgerät beschädigt scheint oder Teile fehlen, unverzüglich sowohl den Spediteur als auch Tektronix benachrichtigen. Den Verpackungskarton und das Verpackungsmaterial für den Fall aufbewahren, dass das Messgerät zurückgesendet werden muss.

Lagerung und Versand des Messgeräts

Um das Messgerät für die Lagerung oder den Versand vorzubereiten, das Messgerät in einer dichten Tasche verschließen, die Tasche mit dem Verpackungsmaterial in der Originalverpackung platzieren und dann das Paket sichern. Nach Möglichkeit die Originalverpackung verwenden, da sie im Normalfall Schutz vor Erschütterungen bietet. Wenn die Originalverpackung nicht verfügbar ist, eine Schachtel mit den Abmessungen 45 x 40 x 20 cm und Polstermaterial zum Auffüllen des Raums zwischen dem Messgerät und den Seitenwänden der Schachtel verwenden.

Um das Messgerät zu lagern, die Schachtel abgedeckt an einem Ort lagern, der die unter „Allgemeine Spezifikationen“ weiter unten in Kapitel 1 beschriebenen Lagerumgebungsspezifikationen erfüllt.

Versorgungsempfehlungen

Das Messgerät funktioniert mit zahlreichen auf der Welt verwendeten Stromverteilungsstandards und muss auf die Netzspannung der vorhandenen Versorgung eingestellt werden. Das Messgerät wird im Werk auf die Netzspannung eingestellt, für die es zum Zeitpunkt der Bestellung vorgesehen ist. Wenn die ausgewählte Netzspannung nicht mit der Netzspannung übereinstimmt, an der das Messgerät angeschlossen wird, muss die Netzspannungseinstellung des Messgeräts verändert werden, und u. U. muss die Netzstromsicherung ersetzt werden.

Auswählen der Netzspannung

Das Messgerät funktioniert mit vier verschiedenen Eingangsnetzspannungen. Die ausgewählte Netzspannung ist durch das Fenster im Sicherungshalter auf der Rückseite des Messgeräts sichtbar.

1. Das Netzkabel trennen.
2. Einen kleinen flachen Schraubenzieher in die schmale Vertiefung links neben dem Sicherungshalter einführen und nach rechts drücken, sodass der Halter herauspringt. Siehe Abbildung 2-1.
3. Den Spannungseinstellblock vom Sicherungshalter entfernen.
4. Den Einstellblock drehen, sodass die gewünschte Spannungseinstellung nach außen gerichtet ist.
5. Den Einstellblock wieder in den Sicherungshalter einsetzen.
6. Den Sicherungshalter wieder in das Messgerät einsetzen und das Netzkabel wieder anschließen.

Das Ändern der Netzspannungseinstellung erfordert u. U. eine andere Netzstromsicherung für einwandfreien Betrieb.

Ersetzen der Sicherungen

Das Messgerät verwendet eine Sicherung, um den Netzstromeingang zu sichern, und zwei Sicherungen, um die Strommesseingänge zu sichern.

Netzstromsicherung

Das Messgerät verfügt über eine Netzstromsicherung, seriengeschaltet mit der Stromversorgung. Tabelle 2-1 gibt die korrekte Sicherung für die vier möglichen Netzspannungseinstellungen an. Der Zugang zur Netzstromsicherung erfolgt über die Rückseite des Messgeräts.

1. Das Netzkabel trennen.
2. Einen kleinen flachen Schraubenzieher in die schmale Vertiefung links neben dem Sicherungshalter einführen und nach rechts drücken, sodass der Halter herauspringt. Siehe Abbildung 2-1.
3. Die Sicherung entfernen und durch eine Sicherung ersetzen, die für die ausgewählte Netzspannung angemessen ist. Siehe Tabelle 2-1.
4. Den Einstellblock wieder in den Sicherungshalter einsetzen.

Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag oder Brand keine behelfsmäßigen Sicherungen verwenden und den Sicherungshalter nicht kurzschließen.

Tabelle 2-1. Netzspannung und Sicherungstyp

Netzspannungseinstellung	Sicherungstyp
100 / 120	0,200 A, 250 V (träge)
220 / 240	0,100 A, 250 V (träge)

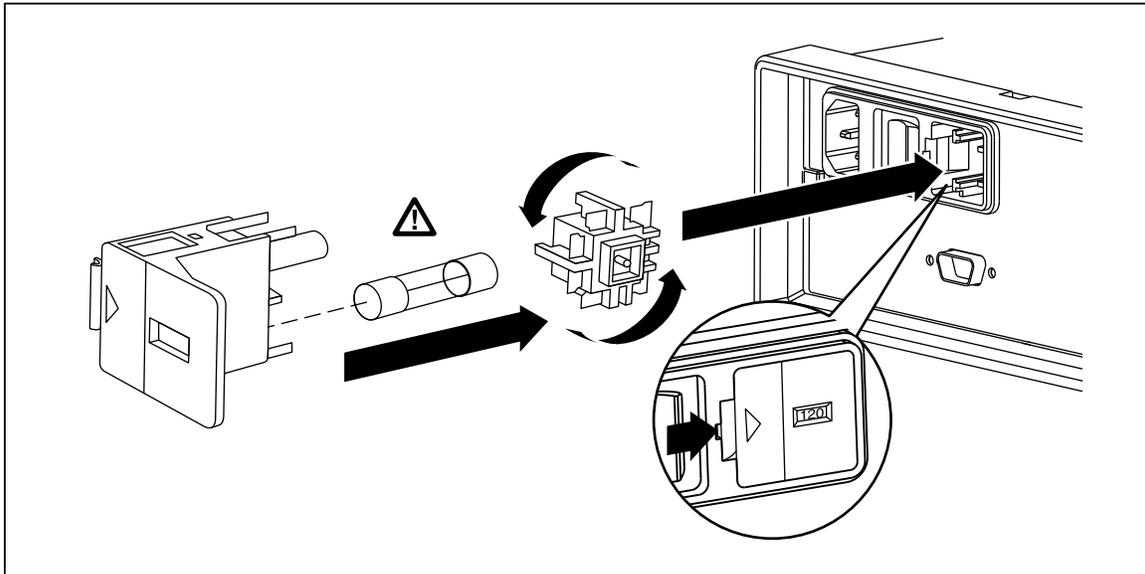


Abbildung 2-1. Ersetzen der Netzstromsicherung

eue20.eps

Stromeingangssicherungen

Die **200 mA** und **10 A** Eingänge sind durch kundenseitig ersetzbare Sicherungen gesichert.

- Der **200-mA-Eingang** ist durch eine Sicherung (F2) mit einer Nennleistung von 440 mA, 1000 V (flink) und 10.000 A Mindestausschaltkapazität gesichert.
- Der **10-A-Eingang** ist durch eine Sicherung (F1) mit einer Nennleistung von 11 A, 1000 V (flink) und 10.000 A Mindestausschaltkapazität gesichert.

⚠️ ⚠️ Warnung

Für Schutz gegen Brand bzw. Lichtbogen eine durchgebrannte Sicherung ausschließlich durch eine Sicherung mit identischer Nennleistung ersetzen.

Testen der Stromeingangssicherungen:

1. Das Messgerät einschalten und die Messleitung am Anschluss **INPUT VΩ** (→+|||)) **HI** einstecken.
2. **Ω** drücken.
3. **▼** drücken, um 200 Ω als Bereich einzustellen. Nur die Bereiche 200 Ω, 2 kΩ und 20 kΩ können zum Testen der mA-Stromeingangssicherung verwendet werden.
4. Das andere Ende der Messleitung in den **mA-Anschluss** einführen. Falls die Sicherung gut ist, zeigt das Messgerät einen Messwert unter 10 Ω an. Falls die Sicherung durchgebrannt ist, zeigt das Messgerät eine **OL** Überlast an.
5. Die Messleitung vom **mA** -Anschluss entfernen und in den **10 A** -Anschluss einführen. Falls die Sicherung gut ist, zeigt das Messgerät einen Messwert unter 2 Ω an. Falls die Sicherung durchgebrannt ist, zeigt das Messgerät eine **OL** Überlast an.

⚠⚠ Warnung

Um Stromschlag zu vermeiden, vor dem Öffnen der Stromeingangs-Sicherungsfachabdeckung das Netzkabel und alle Messleitungen vom Messgerät entfernen.

Ersetzen der Stromeingangssicherungen:

1. Das Messgerät durch Trennen des Netzkabels ausschalten.
2. Das Messgerät umkehren.
3. Halteschraube an der Sicherungsfachabdeckung an der Unterseite des Messgeräts entfernen. Siehe Abbildung 2-2.
4. Die Schutzabdeckung durch leichtes Eindrücken des hinteren Rands der Abdeckung von den Sicherungshaltern entfernen, um die Abdeckung von der Leiterplatte zu trennen. Den hinteren Rand der Abdeckung anheben und vom Sicherungsfach entfernen.
5. Die defekte Sicherung entfernen und durch eine Sicherung ersetzen, die für die ausgewählte Netzspannung angemessen ist. Siehe Tabelle 2-1.
6. Die Schutzabdeckung über die Sicherungen schieben und dabei die Einrastvorrichtungen auf die Öffnungen in der Leiterplatte ausrichten. Die Abdeckung nach unten drücken, sodass die Einrastvorrichtungen und die Leiterplatte einrasten.
7. Die Sicherungsfachabdeckung wieder anbringen und mit der Halteschraube befestigen.

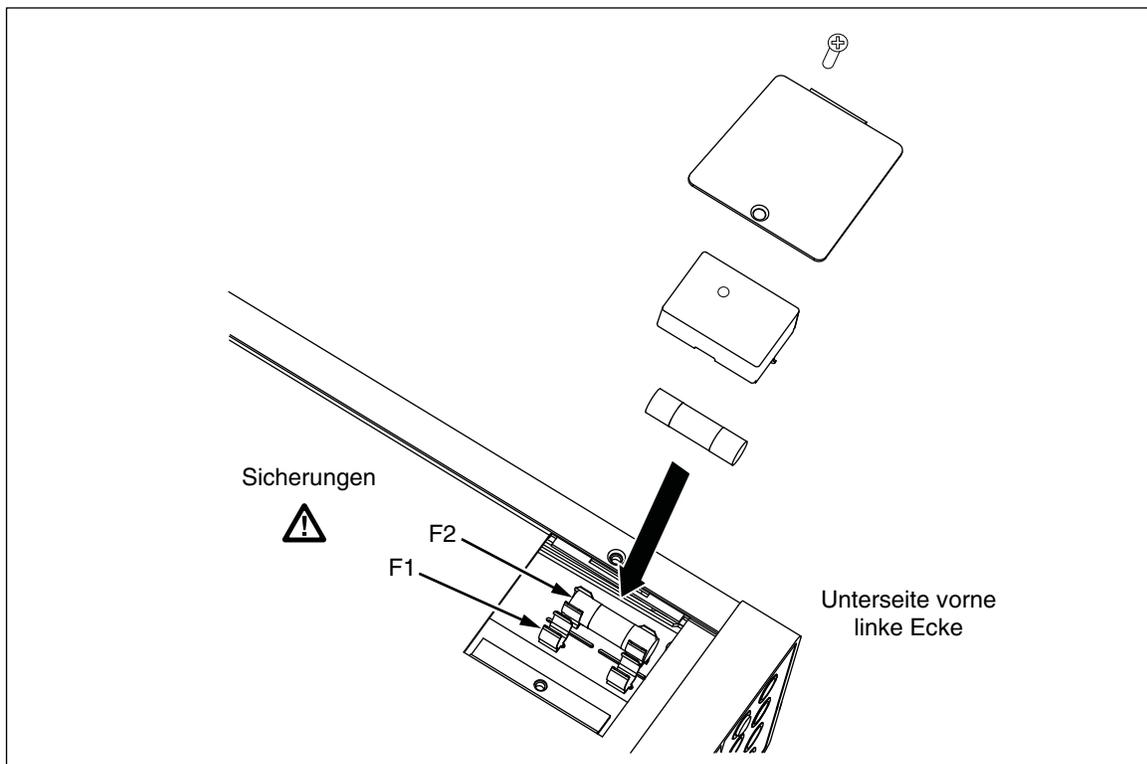


Abbildung 2-2. Ersetzen der Stromeingangssicherungen

gaa04.eps

Anschließen an Netzstrom

Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag das vom Hersteller gelieferte dreipolige Netzkabel an eine vorschriftsmäßig geerdete Steckdose anschließen. Keine zweipoligen Adapter oder Verlängerungskabel verwenden, da dadurch der Schutzerdeleiter unterbrochen würde. Wenn ein zweipoliges Netzkabel verwendet werden muss, muss zwischen dem Erdungsanschluss und der Erde ein Schutzerdeleiter angeschlossen werden, bevor das Netzkabel eingesteckt bzw. das Messgerät betrieben wird.

1. Sicherstellen, dass der Netzspannungsschaltblock korrekt eingestellt ist.
2. Sicherstellen, dass die korrekte Sicherung für die vorhandene Netzspannung installiert ist.
3. Das Netzkabel an eine vorschriftsgemäß geerdete dreipolige Steckdose anschließen. Für eine Beschreibung der von Tektronix erhältlichen Netzkabel siehe Tabelle 2-2.

Tabelle 2-2. Netzkabeltypen von Tektronix erhältlich

Typ	Spannung / Stromstärke	Tektronix Teilenummer
Nordamerika	120 V / 15 A	161-0066-00
Nordamerika	250 V / 10A	161-0066-12
Universal Euro	250 V / 10A	161-0066-09
Großbritannien	250 V / 10A	161-0066-10
Schweiz	250 V / 10A	161-0154-00
Australien	250 V / 10A	161-0066-13
Japan	125 V / 7A	161-0298-00
China	250 V / 10A	161-0304-00

Einschalten des Geräts

1. Falls erforderlich, das Messgerät am Netz anschließen.
2. Den Ein/Aus-Schalter auf der Rückseite umschalten, sodass die "I"-Seite des Schalters niedergedrückt ist. Das Messgerät schaltet sich ein, und alle LCD-Segmente leuchten kurz auf.

Hinweis

Um Strom zu sparen, kann das Messgerät durch Drücken von  auf der Vorderseite in einen Bereitschaftsmodus versetzt werden. Die Taste erneut drücken, um das Messgerät vollständig zu reaktivieren.

Anpassen der Stütze

Die Stütze (Griff) des Messgeräts ist verstellbar und bietet zwei Sichtwinkel. Die Stütze ist auch für Transport oder Lagerung verstellbar.

Um die Stütze zu verstellen, die Enden bis zum Anschlag (beidseitig ungefähr 6 mm) ausziehen und in eine der vier in Abbildung 2-3 abgebildeten Haltepositionen drehen.

Um die Stütze vollständig zu entfernen, diese in die vertikale Halteposition bringen und die Enden seitlich wegziehen.

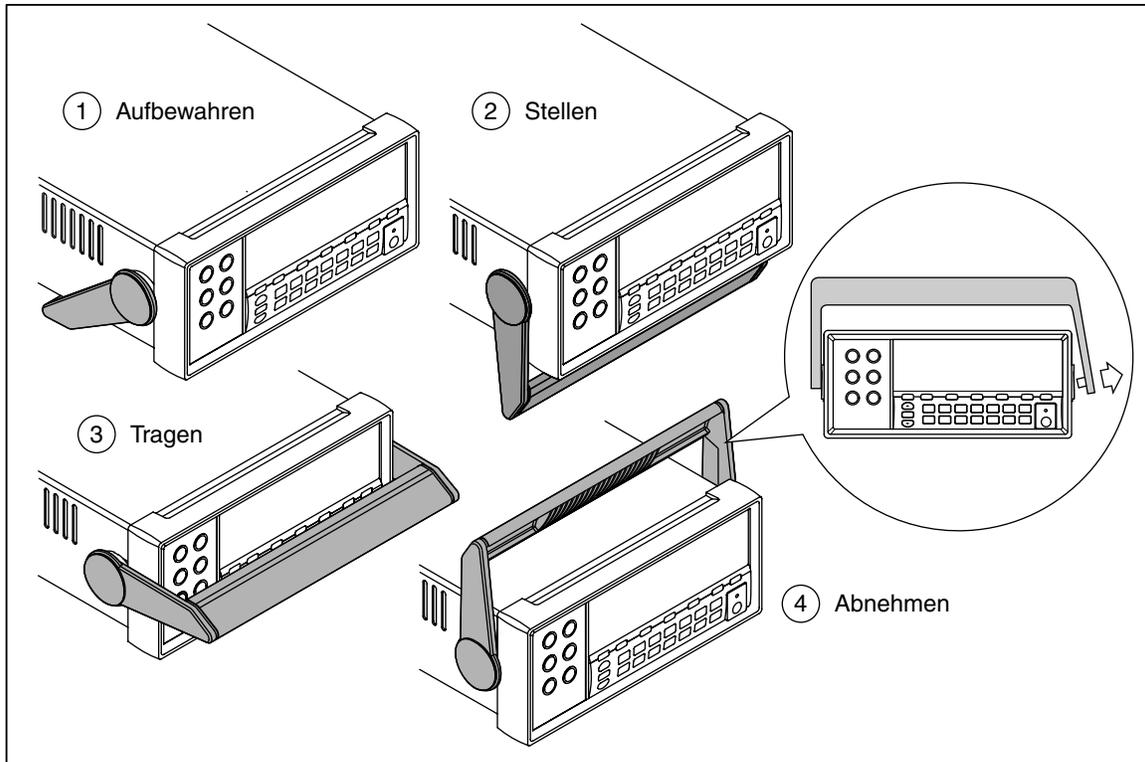


Abbildung 2-3. Stütze verstellen und entfernen

fci21.eps

Installation des Messgeräts in einem Geräterahmen

Das Messgerät kann mit einem Montagesatz für Gestelleinbau in einen Standard-19-Zoll-Rahmen eingebaut werden. Für Bestellinformationen siehe „Zubehör“ in Kapitel 1.

Um das Messgerät für Rahmenmontage vorzubereiten, die Stütze und die vorderen und hinteren Füße entfernen. Um einen Fuß zu entfernen, an einer Ecke ziehen und dann den Fuß, wie in Abbildung 2-4 gezeigt, abziehen.

Um das Messgerät in den Rahmen einzubauen, gemäß den mit dem Montagesatz für Gestelleinbau gelieferten Anweisungen vorgehen.

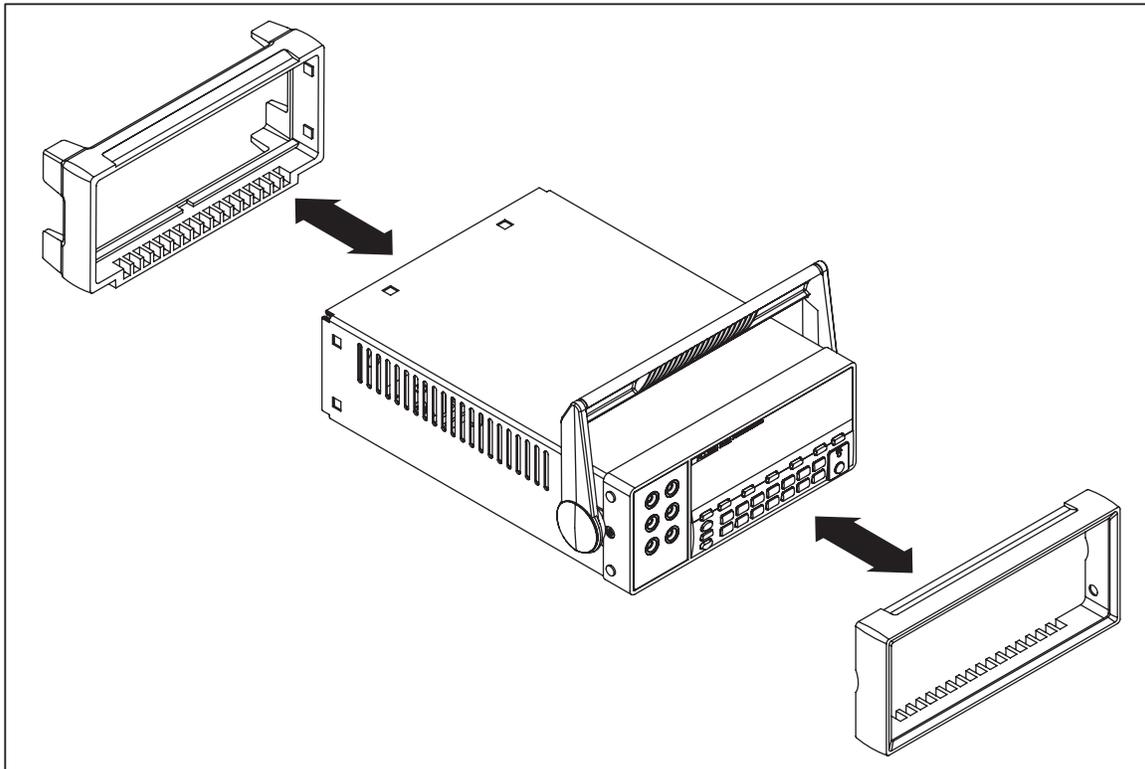


Abbildung 2-4. Fuß entfernen

eue22.eps

Reinigen des Messgeräts

⚠⚠ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag oder Beschädigung des Messgeräts kein Wasser in das Innere des Messgeräts eindringen lassen.

⚠ Vorsicht

Zur Vermeidung von Beschädigung des Messgerätgehäuses keine Lösungsmittel am Messgerät verwenden.

Falls das Messgerät gereinigt werden muss, das Gerät mit einem leicht mit Wasser oder einem milden Reinigungsmittel angefeuchteten Tuch abwischen. Keine aromatischen Kohlenwasserstoffe, Chlorlösungsmittel, methanol-basierte Flüssigkeiten oder Alkohol zur Reinigung des Messgeräts verwenden.

Fluke 45 Emulationsmodus

Mithilfe des Fluke 45 Emulationsmodus können Programme verwendet werden, die auf dem Fluke 45 Multimetermodell des Tektronix DMM4020 laufen.

Umschalten des Messgeräts auf Fluke 45-Emulation:

1. **Shift** und **S6** zwei Sekunden lang gedrückt halten.
2. **▲** oder **▼** drücken, um zwischen **4020** und **Fluke 45** zu wechseln. Der aktuell ausgewählte Modus wird auf der Anzeige hell angezeigt, während der andere Modus abgeblendet angezeigt wird.
3. **RANGE** drücken, um den Modus einzustellen und das Messgerät zurückzusetzen.

Anzeigen aller Anzeigesegmente

Um alle Anzeigesegmente anzuzeigen, sollte das Messgerät ausgeschaltet sein. Halten Sie **Shift** gedrückt und drücken Sie dann **⏻**, um das Messgerät einzuschalten. Tasten loslassen, wenn die Anzeige aufleuchtet. **Shift** drücken, um wieder in den normalen Messmodus zu wechseln.

Kapitel 3

Betrieb des Messgeräts über das Bedienfeld

Titel	Seite
Einführung	3-3
Doppelanzeige	3-6
Primäre Anzeige	3-6
Sekundäre Anzeige	3-6
Rückseite	3-8
Anpassen des Messgerätbereichs	3-9
Auswählen der Messrate	3-9
Auswählen der Messfunktion	3-9
Messen von Spannung	3-9
Messen von Frequenz	3-10
Frequenzbereich	3-10
Messen von Widerstand	3-11
Zweileiter-Widerstandsmessung	3-11
Vierleiter-Widerstandsmessung	3-12
Messen von Strom	3-13
Automatische Eingangsanschlusserkennung	3-14
Dioden- und Durchgangsprüfung	3-14
Durchführen einer getriggerten Messung	3-16
Einstellen des Triggermodus	3-16
Anschließen eines externen Triggers	3-16
Auswählen des Funktionsmodifikators	3-18
Modifikator für relative Messwerte (REL)	3-18
Modifikator für Dezibel und automatische Leistung	3-18
Halten-Funktion (HOLD)	3-19
Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX)	3-20
Verwenden kombinierter Funktionsmodifikatoren	3-21
Sekundäre Betriebsebene (Verwendung der Umschalt--Taste)	3-21
Vergleichsfunktion (COMP)	3-22
Einstellen des Vergleichsbereichs	3-22
Verwenden der Vergleichsfunktion	3-22
Listen- und Zahleneditor	3-22
Verwenden des Listeneditors	3-23
Verwenden des Zahleneditors	3-24

Funktionstasten S1 – S6.....	3-25
Startkonfiguration.....	3-26
Kalibrierung.....	3-26

Einführung

Das Messgerät kann entweder durch Senden von Befehlen über die RS232-Kommunikationsschnittstelle oder über das Bedienfeld gesteuert werden. Dieses Kapitel erklärt die Funktion und Nutzung der Steuerelemente und Indikatoren im Bedienfeld des Messgeräts. Der Betrieb des Messgeräts über die RS232-Kommunikationsschnittstelle wird in Kapitel 4 behandelt.

Das Bedienfeld weist die folgenden Hauptbestandteile auf: Eingangsanschlüsse (auf der linken Seite), Doppelanzeige (primäre und sekundäre Anzeige) und die Tastatur. In Abbildung 3-1 finden Sie eine Übersicht über das Bedienfeld und Tabelle 3-1 enthält Beschreibungen der Funktionen des Bedienfelds.

Das Bedienfeld ermöglicht Folgendes:

- Eine Messfunktion (V Gleichspannung, V Wechselspannung, Gleichstromstärke, Wechselstromstärke, Widerstand, Frequenz und Dioden-/Durchgangsprüfung) für die primäre und/oder sekundäre Anzeige auswählen
- Eine Messung vornehmen und einen Messwert anzeigen
- Die manuelle oder automatische Bereichswahl auswählen
- Einen Messbereich für die primäre Anzeige manuell auswählen
- Funktionsmodifikatoren auswählen, durch die das Messgerät relative Messwerte bzw. Minimal- oder Maximalwerte anzeigt, oder die TouchHold[®]-Funktion auswählen, um einen Messwert weiterhin in der primären Anzeige anzuzeigen
- Die Messrate (langsame, mittlere oder schnelle Rate) ändern
- Eine Messung vornehmen und mit einem Toleranzbereich vergleichen
- Mit dem Editor in Optionslisten eine Auswahl treffen, um einen relativen Grundwert oder aber einen hohen (HI) oder niedrigen (LO) Bereich für den Vergleichsmodus einzugeben
- Die Computerschnittstelle (RS-232) konfigurieren
- Messungen über die RS-232-Schnittstelle direkt an einen Drucker oder an ein Terminal senden

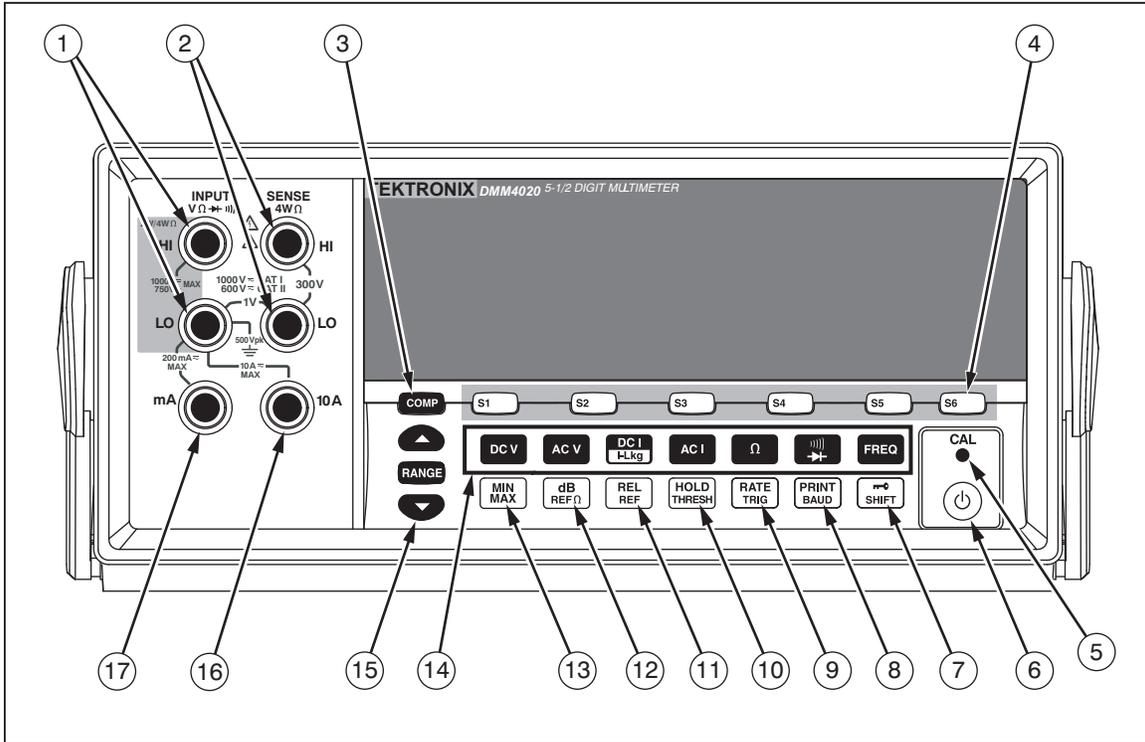


Abbildung 3-1. Bedienfeld

gdb02.eps

Tabelle 3-1. Funktionen des Bedienfelds

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
①	INPUT VΩ→→→ HI, LO	Eingangsanschlüsse für Volt-, Zweileiter-Ohm-, Vierleiter-Ohm- und Hz-Messungen. Alle Messungen verwenden den Anschluss INPUT LO als gemeinsamen Eingang. INPUT LO ist isoliert und kann unabhängig vom Messtyp sicher bis zu 500 V Spitze erdfrei verwendet werden. 1000 V Gleichspannung ist die maximale Nennspannung zwischen den Anschlüssen INPUT HI und INPUT LO.
②	SENSE 4WΩ HI, LO	Ausgangsanschlüsse zu Quellenstrom für Vierleiter-Ohmmessungen.
③	COMP	Vergleichsfunktion zum Feststellen, ob ein Messwert innerhalb eines angegebenen Wertebereichs liegt
④	S1 S3 S3 S4 S5 S6	Zum Speichern und Abrufen von bis zu sechs Testkonfigurationen
⑤	CAL (versenkte Taste)	Kalibriert das Messgerät
⑥	⏻	Aktiviert/deaktiviert den Bereitschaftsmodus, um Energie zu sparen
⑦	SHIFT	Aktiviert die sekundäre Betriebsebene für die Funktionstasten Sperrt das Bedienfeld im Remote-Modus
⑧	PRINT BAUD	Primäre Betriebsebene: Wählt den Druckmodus des Messgeräts aus Sekundäre Betriebsebene: Legt RS-232-Datenübertragungsparameter fest (Baudrate, Parität, Echo)

3-1. Funktionen des Bedienfelds (Forts.)

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
⑨		<p>Primäre Betriebsebene: Legt die langsame, mittlere oder schnelle Messrate für das Messgerät fest</p> <p>Sekundäre Betriebsebene: Wählt die Quelle zum Triggern einer Messung aus</p>
⑩		<p>Primäre Betriebsebene: Wählt die Halten-Funktion des Messgeräts aus</p> <p>Sekundäre Betriebsebene: Legt die Minimumantwortebene für die Halten-Funktion fest</p>
⑪		<p>Primäre Betriebsebene: Wählt die Funktion für relative Messwerte zum Anzeigen der Differenz zwischen dem relativen Grundwert und dem Eingangssignal aus</p> <p>Sekundäre Betriebsebene: Legt den relativen Grundwert fest</p>
⑫		<p>Primäre Betriebsebene: Wählt den dB-Messmodus aus</p> <p>Sekundäre Betriebsebene: Legt die dB-Bezugsimpedanz fest</p>
⑬		Speichert die gemessenen Minimal- und Maximaleingangssignale
⑭	      	<p>Wählt die Messfunktion aus:</p> <p>Frequenz</p> <p>Gleichspannung</p> <p>Wechselspannung</p> <p>Gleichstrom</p> <p>Wechselstrom</p> <p>Widerstand (Ohm)</p> <p>Durchgangs-/Diodenprüfung (Umschalter)</p>
⑮		<p>Schaltet zwischen der manuellen und automatischen Bereichswahl um</p> <p> und  erhöhen und reduzieren den Bereich für die manuelle Bereichswahl</p>
⑯	10 A	Eingangsanschluss für die 10 A Wechselstrom- und Gleichstrommessung
⑰	mA	Eingangsanschluss für die 200 mA Wechselstrom- und Gleichstrommessung

Doppelanzeige

Das Messgerät weist eine Vakuumfluoreszenz-Doppelanzeige mit 5-1/2 Stellen auf. In Abbildung 3-2 und Tabelle 3-2 finden Sie eine Übersicht über die vorhandenen Signalanzeigen und Indikatoren..

Die Doppelanzeige besteht aus einer primären und einer sekundären Anzeige, in denen Messwerte, Signalanzeigen und Meldungen angezeigt werden. Die Signalanzeigen weisen auf die Maßeinheiten und die Betriebskonfiguration des Messgeräts hin.

Mithilfe der Doppelanzeige können zwei Eigenschaften für das gemessene Eingangssignal angezeigt werden. Das Messgerät schaltet zwischen den Eigenschaften um. Dabei wird die erste Eigenschaft gemessen und in einer Anzeige angezeigt. Anschließend wird die zweite Eigenschaft gemessen und in der anderen Anzeige angezeigt. (Weitere Informationen siehe „Erstellen von Doppelanzeigemessungen mit dem Messgerät“ in Anhang A.)

Wenn ein Eingangssignal den Gesamtmesswert des ausgewählten Bereichs überschreitet, zeigt das Messgerät **OL** als Hinweis auf eine Überlast an.

Primäre Anzeige

Die primäre Anzeige stellt das untere Segment der Doppelanzeige dar und besteht aus den größeren Zahlen und Signalanzeigen. Die primäre Anzeige enthält Messungen, die mit den Funktionsmodifikatoren für relative Messwerte (REL), Minimum/Maximum (MIN MAX), Halten (HOLD) und Dezibel (dB) erstellt wurden.

Sekundäre Anzeige

Die sekundäre Anzeige stellt das obere Segment der Doppelanzeige dar und besteht aus den kleineren Zahlen und Signalanzeigen.

Die Funktionsmodifikatoren REL, HOLD, MIN MAX und dB und die manuelle Bereichswahl können für die sekundäre Anzeige nicht ausgewählt werden. Für die sekundäre Anzeige wird entweder die automatische Bereichswahl verwendet oder derselbe Bereich wie für die primäre Anzeige, falls für eine Funktion beide Anzeigen verwendet werden.

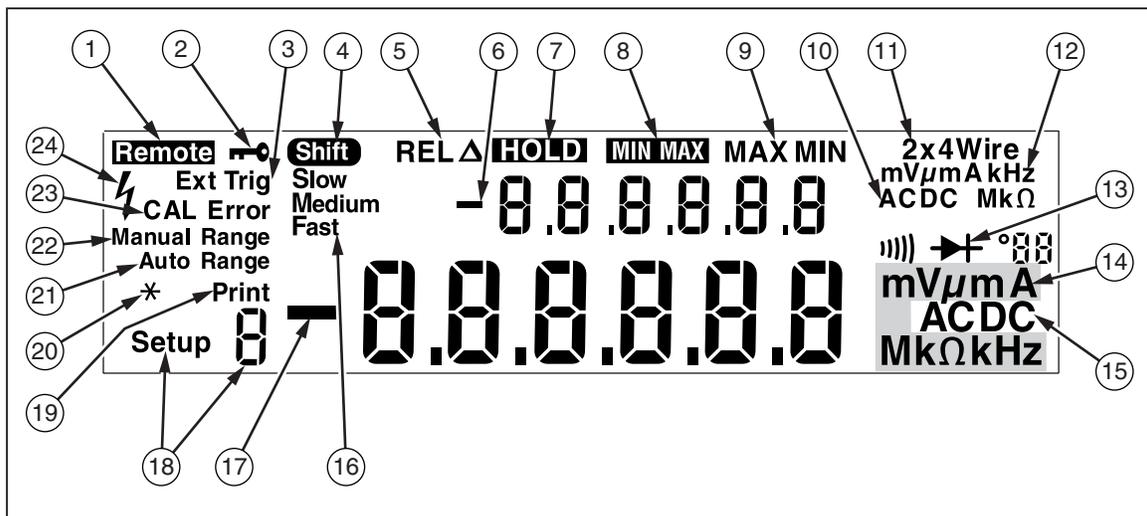


Abbildung 3-2. Signalanzeigen und Indikatoren der Anzeige

eue01f.eps

Tabelle 3-2. Signalanzeigen und Indikatoren der Anzeige

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
①	Remote	Das Messgerät befindet sich im Remote-Modus (es wird ferngesteuert)
②		Das Bedienfeld ist gesperrt
③	Ext Trig	Das Messgerät befindet sich im externen Triggermodus
④	Shift	 wird gedrückt und die sekundäre Funktion wird ausgewählt
⑤	REL 	Der Funktionsmodifikator für relative Messwerte wird ausgewählt
⑥	-	Der Messwert in der sekundären Anzeige ist negativ
⑦	HOLD	Der Halten-Funktionsmodifikator wird ausgewählt
⑧	MINMAX	Der Minimum/Maximum-Funktionsmodifikator wird ausgewählt
⑨	MAX und MIN	Der Messwert entspricht dem Maximal- oder Minimalwert
⑩	AC DC	Der Spannungstyp, der in der sekundären Anzeige angezeigt wird
⑪	2x4 Draht	Die ausgewählte Widerstandmessmethode (Zweileiter oder Vierleiter)
⑫	mV μ A kHz Mk Ω	Die Maßeinheit, die in der sekundären Anzeige angezeigt wird
⑬		Durchgangs- oder Diodenprüfung wird ausgewählt
⑭	mV μ A Mk Ω kHz	Die Maßeinheit, die in der primären Anzeige angezeigt wird
⑮	AC DC	Der Spannungstyp, der in der primären Anzeige angezeigt wird
⑯	Slow, Medium, Fast	Die ausgewählte Messrate (langsame, mittlere oder schnelle Rate)
⑰	-	Der Messwert in der primären Anzeige ist negativ
⑱	Setup  -Signalanzeige	Die aktuell ausgewählte Konfiguration
⑲	Print	Das Messgerät befindet sich im automatischen RS-232-Druckmodus
⑳	* (Sternchen)	Blinkt bei jedem Messzyklus
㉑	Auto Range	Das Messgerät befindet sich im Modus für die automatische Bereichswahl
㉒	Manual Range	Das Messgerät befindet sich im Modus für die manuelle Bereichswahl
㉓	CAL Error	Fehler beim Kalibrierungsversuch
㉔		Hochspannung wurde ermittelt Wird angezeigt, wenn die Spannung >30 V Gleichspannung oder Wechselspannung eff. beträgt

Rückseite

In Abbildung 3-3 und Tabelle 3-3 finden Sie eine Übersicht über die Anschlüsse an der Rückseite.

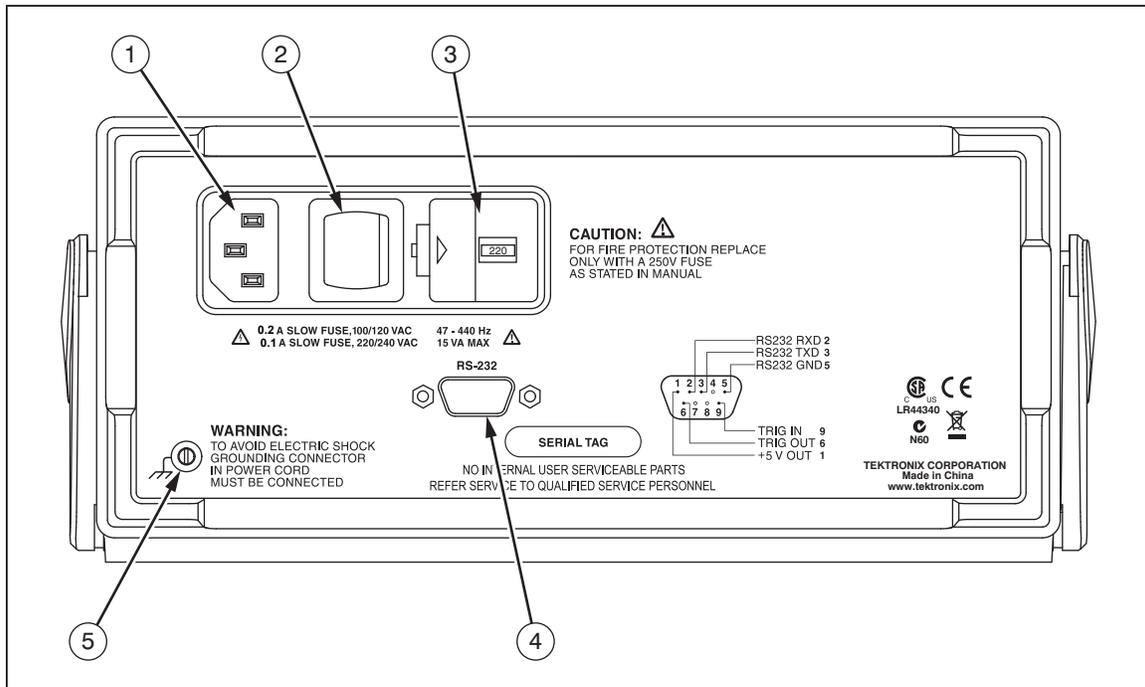


Abbildung 3-3. Rückseite

gdb03.eps

Tabelle 3-3. Anschlüsse an der Rückseite

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
①	Netzkabelanschluss	Schließt das Messgerät mithilfe des Netzkabels an die Stromquelle an
②	Betriebsschalter	Schaltet das Messgerät ein und aus
③	Sicherungshalter und Netzspannungseinstellung	Enthält die Sicherungen: 0,200 A träge Sicherung, 100/120 V Wechselspannung 0,100 A träge Sicherung, 220/240 V Wechselspannung Ermöglicht die Auswahl der Netzspannung: 100 Vac, 120 Vac, 220 Vac, 240 Vac
④	RS-232-Anschluss	RS-232-Anschluss und externer Triggeranschluss. Schließt das Messgerät an einen Host, seriellen Drucker oder ein serielles Terminal an und stellt eine externe Triggerschnittstelle bereit.
⑤	Erdanschluss	Ermöglicht die Erdung

Anpassen des Messgerätbereichs

Die Bereichswahl erfolgt mithilfe von **RANGE**,  und . Drücken Sie **RANGE**, um zwischen der automatischen und manuellen Bereichswahl umzuschalten. Wenn die automatische Bereichswahl ausgewählt ist, wird **Auto Range** angezeigt. Wenn die manuelle Bereichswahl ausgewählt ist, wird **Manual Range** angezeigt.

Im Modus für die automatische Bereichswahl wählt das Messgerät automatisch den nächsthöheren Bereich aus, wenn der gemessene Wert den Gesamtmessbereich des derzeitigen Bereichs übersteigt. Wenn kein höherer Bereich verfügbar ist, wird **OL** in der primären oder sekundären Anzeige angezeigt, um auf eine Überlast hinzuweisen. Das Messgerät wählt automatisch einen niedrigeren Bereich aus, wenn der gemessene Wert niedriger als 95 % des Gesamtmessbereichs des niedrigeren Bereichs beträgt.

Im Modus für die automatische Bereichswahl wird durch Drücken von  oder  auf die manuelle Bereichswahl umgestellt. Durch Drücken von  wird, soweit vorhanden, der nächsthöhere Bereich ausgewählt. Durch Drücken von  wird, soweit vorhanden, der nächstniedrigere Bereich ausgewählt.

Bei der manuellen Bereichswahl wird der Bereich, der beim Aufrufen dieses Modus festgelegt ist, als Bereich ausgewählt. Das Messgerät verbleibt unabhängig vom Eingangssignal im ausgewählten Bereich. Die manuelle Bereichswahl ist nur für Messwerte in der primären Anzeige möglich. Für die sekundäre Anzeige wird die automatische Bereichswahl verwendet, oder wenn für die primäre und sekundäre Anzeige dieselbe Funktion festgelegt ist, verwendet die sekundäre Anzeige denselben Bereich wie die primäre Anzeige.

Auswählen der Messrate

Das Messgerät erstellt Messungen mit einer der folgenden drei vom Benutzer ausgewählten Messraten: langsam, mittel oder schnell. Durch die Auswahl der Messrate kann die Messgeschwindigkeit optimiert werden, wodurch möglicherweise die Genauigkeit beeinträchtigt wird. Die ausgewählte Messrate wird in der primären Anzeige als **Slow**, **Medium** oder **Fast** angezeigt.

Durch Drücken von  wechseln Sie zwischen den Messraten. Die ausgewählte Messrate gilt für alle grundlegenden Messungen mit Ausnahme der Frequenz. Beim Messen der Frequenz ist die Messrate auf 4 Messungen pro Sekunde festgelegt. Drücken von  wirkt sich nicht auf die Frequenzmessrate aus. Für Dioden- und Durchgangsprüfungen wird immer die schnellste Messrate verwendet.

Auswählen der Messfunktion

Durch Drücken der entsprechenden Funktionstaste wird die Messfunktion ausgewählt (siehe Tabelle 3-1). Die betreffende Signalanzeige wird als Hinweis auf die ausgewählte Funktion angezeigt. (Beispielsweise kann durch Drücken von  DC die Gleichspannung gemessen werden. wird angezeigt.)

Um die eff. Gesamtmesswerte für Gleichstrom und Wechselstrom anzuzeigen, gleichzeitig  und  länger als zwei Sekunden drücken oder gleichzeitig  und  länger als zwei Sekunden drücken.

Wird ein Messwert in der sekundären Anzeige angezeigt, wird beim Drücken einer Funktionstaste die sekundäre Anzeige deaktiviert und diese Funktion wird für die primäre Anzeige ausgewählt.

Messen von Spannung

Das Messgerät kann bis 1000 V Gleichspannung und 750 V Wechselspannung messen.

Vorsicht

Zur Vermeidung möglicher Beschädigung des Messgeräts Spannung erst dann am Eingang des Messgeräts anlegen, wenn die Messleitungen ordnungsgemäß am Eingang angeschlossen sind und die korrekte Spannungsfunktion ausgewählt ist.

Durchführen einer Spannungsmessung:

1. Die Messleitungen gemäß Abbildung 3-4 zwischen dem Messgerät und dem zu messenden Stromkreis anschließen.
2. **DC V** drücken, um die Gleichspannung zu messen, oder **AC V** drücken, um die Wechselspannung zu messen.

Das Messgerät wählt im automatischen Bereichswahlmodus den entsprechenden Bereich aus. Die Funktion und die Messung werden angezeigt.

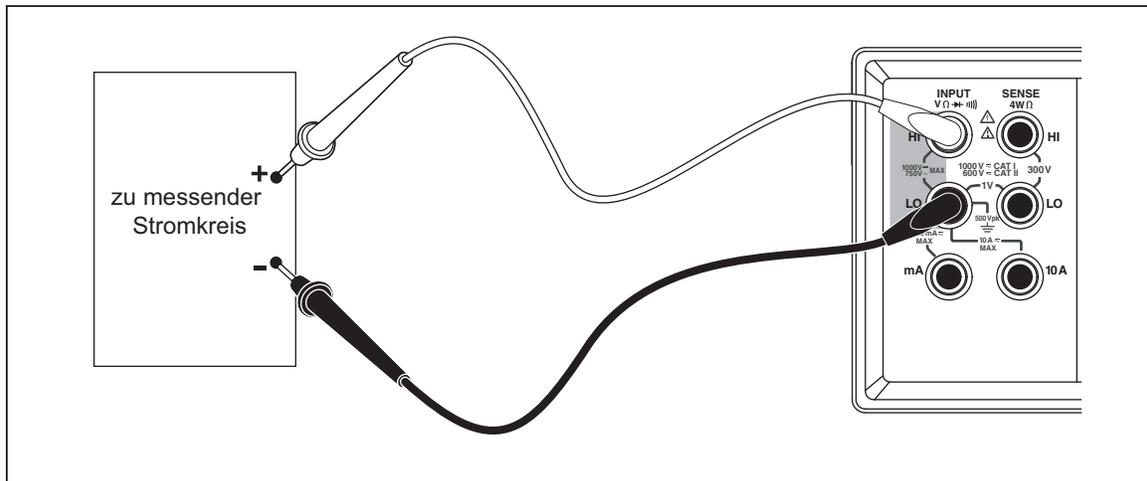


Abbildung 3-4. Spannungs- und Frequenzmessung

gaa10.eps

Messen von Frequenz

Das Messgerät misst die Frequenz von Wechselstromsignalen zwischen 20 Hz und 1 MHz.

Durchführen einer Frequenzmessung:

1. Die Messleitungen gemäß Abbildung 3-4 zwischen dem Messgerät und dem zu messenden Stromkreis anschließen.
2. **FREQ** drücken, um die Frequenz des Wechselstromsignals zu messen.

Die Funktion und die Messung werden angezeigt.

Frequenzbereich

Für Frequenzmessungen wird der Bereich automatisch ausgewählt, weshalb eine Frequenzmessung immer mit maximaler Auflösung angezeigt wird.

Für die manuelle Auswahl eines Bereichs **FREQ** drücken, um die Frequenzfunktion auszuwählen, und dann **▲** oder **▼** drücken, um manuell einen Bereich auszuwählen. Die manuelle Bereichswahl ist nur für Messwerte in der primären Anzeige möglich.

Wenn Sie einen Frequenzbereich manuell auswählen und die Messung den Gesamtwert dieses Bereichs überschreitet, zeigt das Messgerät **OL** als Hinweis auf eine Überlast an. Frequenzbereiche und Gesamtwerte finden Sie unter „Elektrische Spezifikationen“ in Kapitel 1.

Messen von Widerstand

Das Messgerät ermöglicht die Zweileiter- und Vierleiter-Widerstandsmessung. Ω drücken, um zwischen dem Zweileiter- und Vierleiter-Widerstandsmessmodus umzuschalten. Das Messgerät zeigt 2*4 Wire für die Zweileiter-Widerstandsmessung bzw. 4 Wire für die Vierleiter-Widerstandsmessung an.

Zweileiter-Widerstandsmessung

Durchführen einer Zweileiter-Widerstandsmessung:

1. Die Messleitungen gemäß Abbildung 3-5 zwischen dem Messgerät und dem zu messenden Stromkreis anschließen.
2. Ggf. Ω drücken, um den Zweileiter-Widerstandsmessmodus auszuwählen. 2*4 Wire wird angezeigt.

Die Funktion und die Messung werden angezeigt.

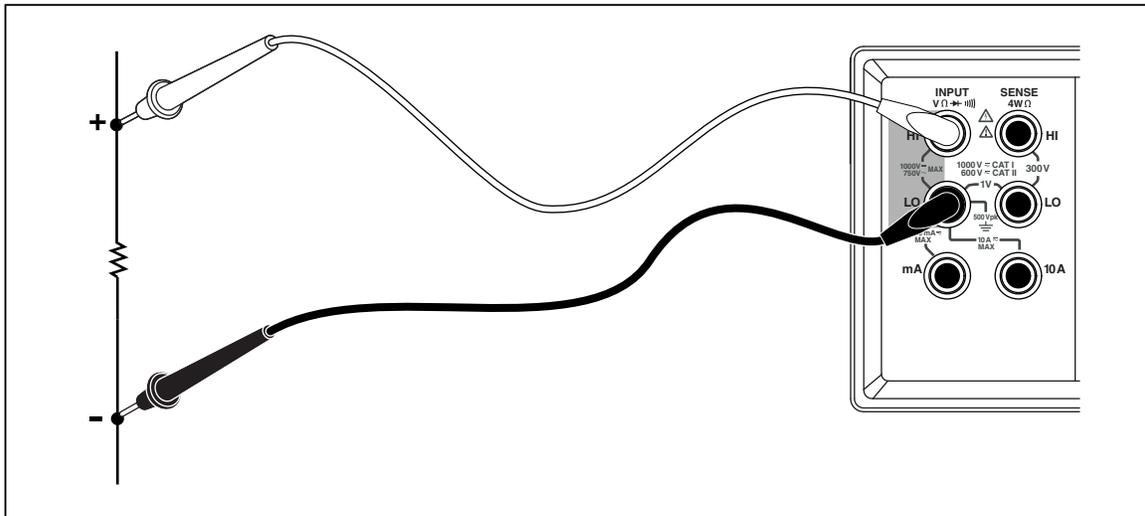


Abbildung 3-5. Zweileiter-Widerstandsmessung

eue11.eps

Vierleiter-Widerstandsmessung

Für die Durchführung von Vierleiter-Widerstandsmessungen stehen auf dem Messgerät zwei Methoden zur Auswahl. Bei der herkömmlichen Methode werden vier Messleitungen verwendet, um das Messgerät mit dem zu messenden Widerstand zu verbinden. Die optionalen 2x4-Draht-Messleitungen vereinfachen die Vierleitermessung, sodass lediglich zwei Messleitungen an die Anschlüsse **Input HI** und **Input LO** des Messgeräts angeschlossen werden müssen.

Durchführen einer Vierleiter-Widerstandsmessung mit vier Messleitungen:

1. Die Messleitungen gemäß Abbildung 3-6 zwischen dem Messgerät und dem zu messenden Stromkreis anschließen.
2. Ggf. **↻** drücken, um den Vierleiter-Widerstandsmessmodus auszuwählen. **4 Wire** wird angezeigt.

Die Funktion und die Messung werden angezeigt.

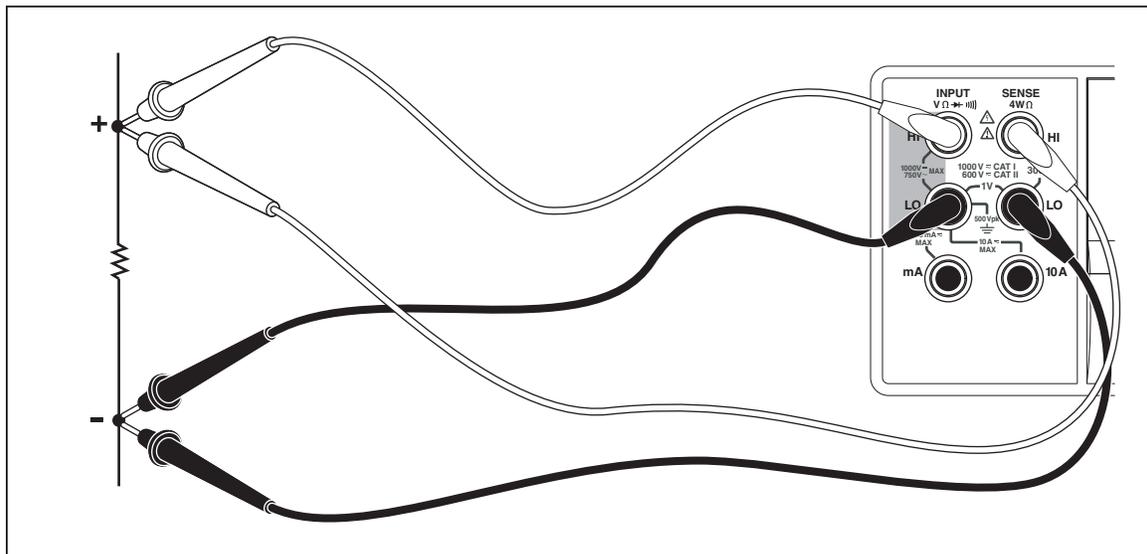


Abbildung 3-6. Vierleiter-Widerstandsmessung

eue12.eps

Durchführen einer Vierleiter-Widerstandsmessung mit den 2x4-Messleitungen von Tektronix:

1. Die Messleitungen gemäß Abbildung 3-7 an die Eingangsanschlüsse des Messgeräts anschließen.
2. Ω drücken. 2*4 Wire wird angezeigt.

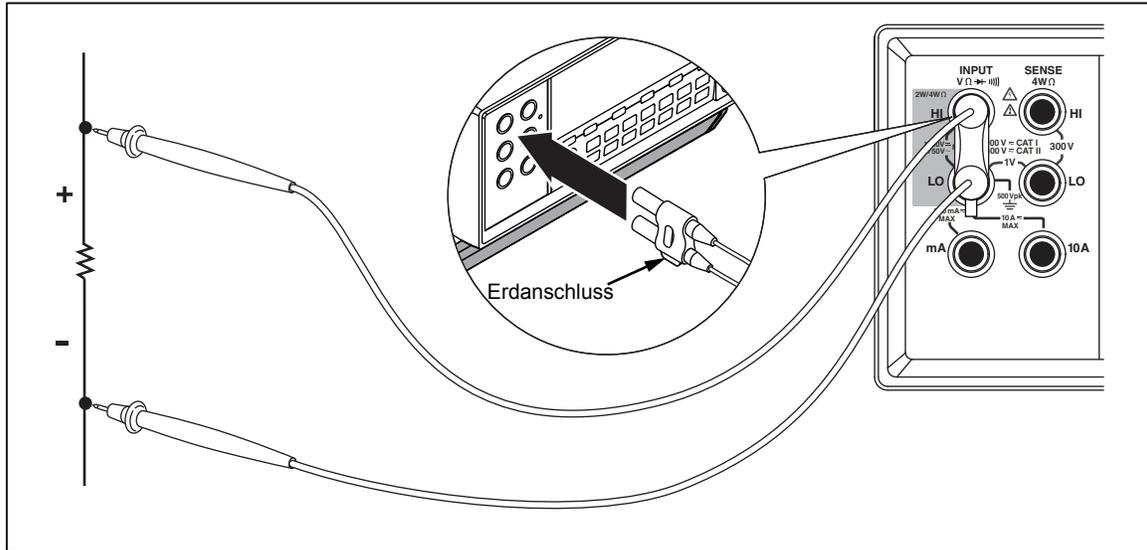


Abbildung 3-7. Eingangsanschlüsse für 4-Draht-Ohm mit 2x4-Draht-Messleitungen

gaa26.eps

Messen von Strom

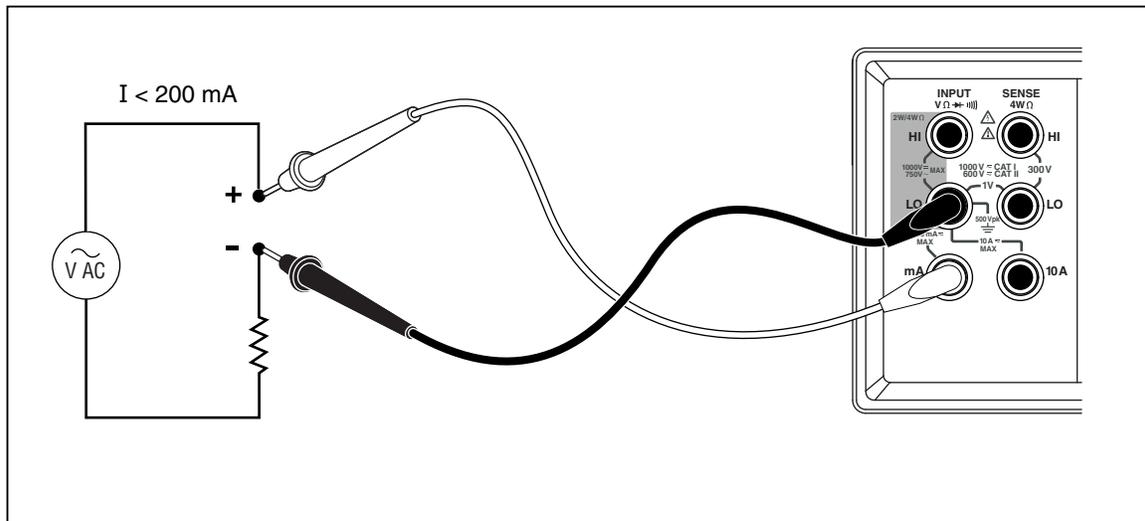
⚠ Vorsicht

Zur Vermeidung des Durchbrennens der Stromeingangssicherung bzw. der Beschädigung des Messgeräts Strom erst dann an den zu messenden Stromkreis anlegen, wenn die Messleitungen ordnungsgemäß an die entsprechenden Eingänge angeschlossen sind. Für Strommessungen über 200 mA installieren Sie die Messleitungen nur an den 10 A- und LO-Anschlüssen.

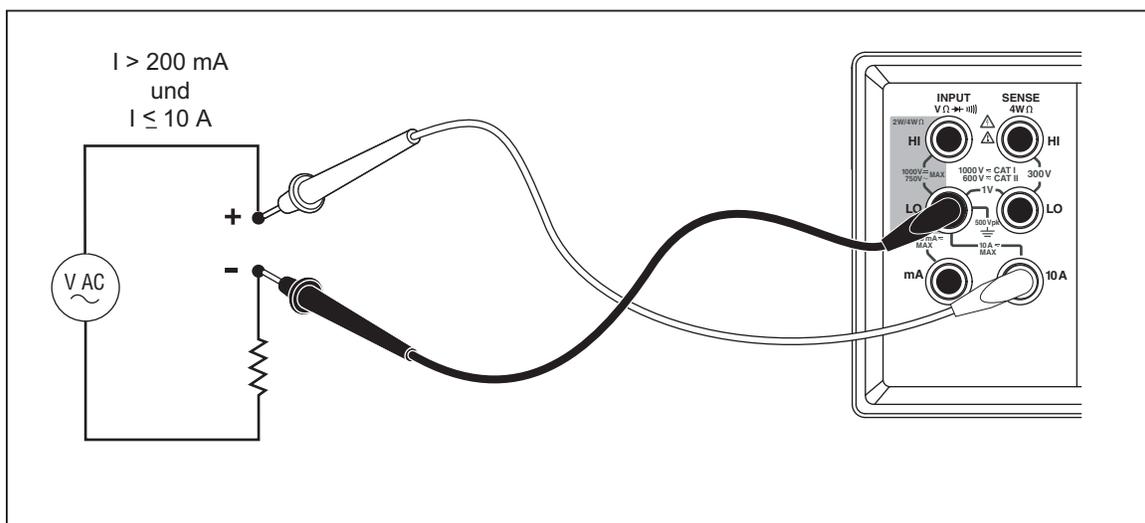
Das Messgerät kann Wechselstrom- und Gleichstrommessungen bis 10 A durchführen.

Durchführen einer Strommessung:

1. Die Stromversorgung des zu messenden Stromkreises ausschalten.
 2. Die Messleitungen zwischen dem Messgerät und dem zu messenden Stromkreis anschließen.
 3. Wenn der Stromkreis unbekannt ist, zunächst mit den Anschlüssen 10 A und LO beginnen.
 4. Wenn die Messung voraussichtlich unter 200 mA liegt, die Messleitungen nur an die Anschlüsse 200 mA und LO anschließen und Messleitungen am Anschluss 10 A entfernen. Siehe Abbildung 3-8.
 5. Wenn die Messung voraussichtlich zwischen 200 mA und 10 A liegt, die Messleitungen nur an die Anschlüsse 10 A und LO anschließen. Siehe Abbildung 3-9.
 6. AC I drücken, um den Wechselstrom zu messen, oder DC I drücken, um den Gleichstrom zu messen.
 7. Die Stromversorgung des zu messenden Stromkreises einschalten.
- Das Messgerät wählt im automatischen Bereichswahlmodus den entsprechenden Bereich aus. Die Funktion und die Messung werden angezeigt.

Abbildung 3-8. Strommessung $< 200 \text{ mA}$

eue13.eps

Abbildung 3-9. Strommessung 200 mA bis 10 A

gaa14.eps

Automatische Eingangsanschlusserkennung

Für Wechselstrom- und Gleichstrommessungsfunktionen erkennt das Messgerät automatisch den Signaleingang zwischen den Eingangsanschlüssen **mA** und **10 A**. Eine Signalanzeige am Bedienfeld zeigt an, ob das Messgerät den Bereich mA oder A verwendet.

Wenn eine Messleitung an den Eingangsanschluss **mA** angeschlossen wird und am Anschluss **10 A** keine Messleitung vorhanden ist, kann nur der Bereich $200 \mu\text{A}$ bis 200 mA ausgewählt werden. Wenn am Anschluss **10 A** eine Messleitung vorhanden ist, können nur die Bereiche 2 A und 10 A ausgewählt werden.

Dioden- und Durchgangsprüfung

 drücken, um zwischen der Dioden- und Durchgangsprüfungsfunktion für die primäre Anzeige umzuschalten. (Diese Funktionen können für die sekundäre Anzeige nicht ausgewählt werden.)

Durchführen einer Durchgangsprüfung:

1. Ggf.  drücken, um die Durchgangsprüfungsfunktion auszuwählen.
2. Die Messleitungen gemäß Abbildung 3-10 zwischen dem Messgerät und dem messenden Stromkreis anschließen.

Der Pieper gibt ein ständiges akustisches Signal aus, wenn das Eingangssignal unter 20Ω liegt.

Durchführen einer Dioden- oder Transistorübergangsprüfung:

1. Ggf.  drücken, um die Diodenprüfungsfunktion auszuwählen.
2. Die Messleitungen gemäß Abbildung 3-11 zwischen dem Messgerät und der Diode oder dem Transistorübergang anschließen.

Die Durchlassspannung des Halbleiterübergangs (bzw. der Halbleiterübergänge) wird gemessen. Messwerte werden im 2-V-Messbereich mit hoher Messgeschwindigkeit angezeigt. Das Messgerät zeigt $\overline{0L}$ an, wenn das Eingangssignal über $+2 \text{ V}$ liegt.

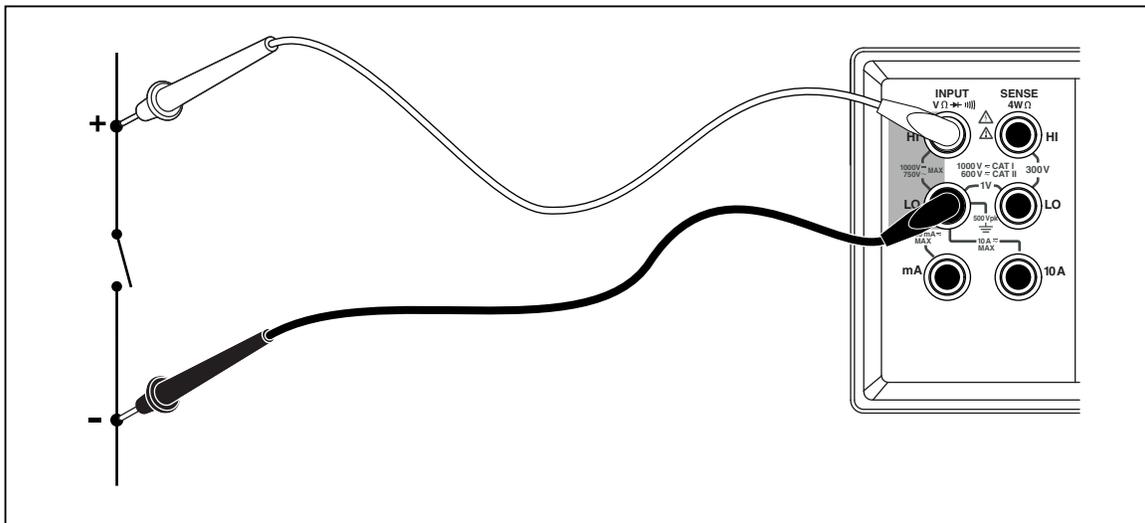


Abbildung 3-10. Durchgangsprüfung

eue15.eps

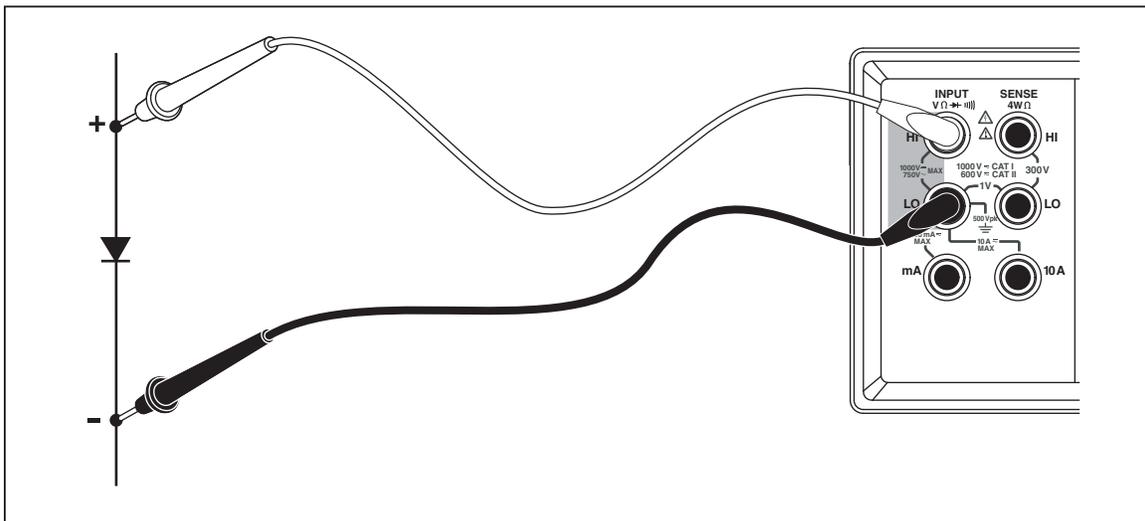


Abbildung 3-11. Diodenprüfung

eue16.eps

Durchführen einer getriggerten Messung

Das Messgerät weist eine Triggerfunktion auf, mit der eine Triggerquelle für die Messung ausgewählt werden kann. Wenn der Triggermodus auf 3 oder 5 eingestellt wird, beträgt die Verzögerung zwischen dem Empfang des Triggers und dem Start einer Messung 400 ms. In Kapitel 1 finden Sie Spezifikationen zu Triggerverzögerungen. Nach Abschluss einer Messung wird ein Signal (Low-True-Puls) an den externen Triggeranschluss an der Rückseite gesendet. Informationen zu diesem Signal finden Sie unter „Elektrische Spezifikationen“ in Kapitel 1.

Die nachfolgenden Abschnitte behandeln das automatische Triggern des Messgeräts mithilfe des internen Triggers bzw. das externe Triggern über die TRIG-Taste im Bedienfeld und den Triggeranschluss an der Rückseite.

Einstellen des Triggermodus

Zum Triggern einer Messung gibt es fünf verschiedene Möglichkeiten:

- Modus 1 ist automatisch. Messungen werden intern getriggert und erfolgen fortlaufend und werden so schnell wie die Konfiguration dies erlaubt ausgeführt.
- Modus 2 wird mithilfe von  ohne Verzögerung getriggert.
- Modus 3 wird mithilfe von  mit einer Verzögerung getriggert.
- Modus 4 wird durch ein externes Signal ohne Verzögerung getriggert.
- Modus 5 wird durch ein externes Signal mit einer Verzögerung getriggert.

Auswählen einer Triggerquelle:

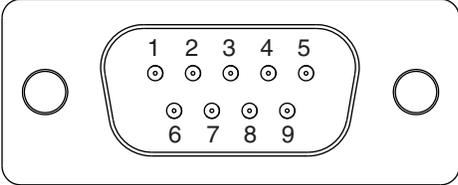
1.  und dann  drücken.
2.  oder  drücken, um den Triggermodus auszuwählen.
3.  2 Sekunden lang gedrückt halten, um den ausgewählten Modus zu speichern.

Anschließen eines externen Triggers

Das Messgerät weist zwei externe Triggeranschlussmethoden für verschiedene Betriebsmodi auf. In Tabelle 3-4 ist das Layout des TRIG/IO_RS232-Anschlusses dargestellt.

Ein externes TTL-Signal an Stift 9 triggert einen Messzyklus. Alternativ kann Stift 9 der RS-232-Schnittstelle über eine externe Weiche an Stift 1 angeschlossen werden. Siehe Abbildung 3-12. Ein Messzyklus wird getriggert, wenn die Weiche geschlossen ist und die +5 V von Stift 1 auf Stift 9 angewendet werden. Das Triggerereignis wird an der ansteigenden Flanke eines auf Stift 9 angewendeten Signals ausgeführt.

Tabelle 3-4. RS-232 Pinbelegung



Stift Nr.	Beschreibung	Stift Nr.	Beschreibung
1	+5 V OUT	2	RS-232 RXD
3	RS-232 TXD	5	RS-232 GND
6	Ausgehender Trigger	9	Eingehender Trigger

eue23.eps

Abbildung 3-12 veranschaulicht eine Methode für die Verwendung des +5 V OUT-Signals (Stift 1) mit einer externen Weiche, um das Messgerät zu triggern.

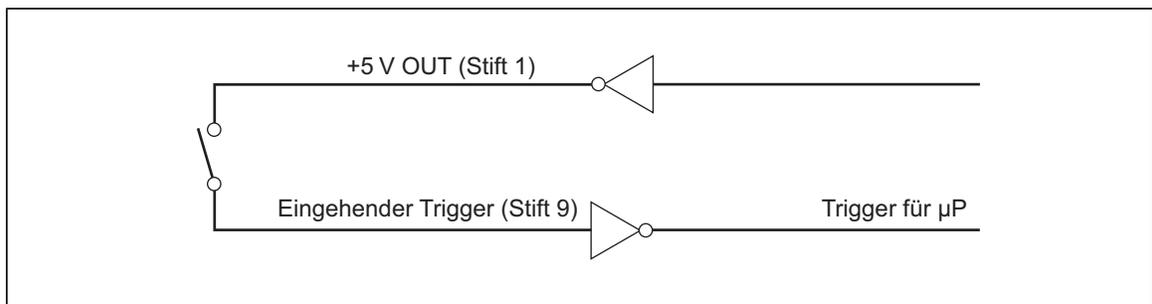


Abbildung 3-12. Stromkreis für externen Trigger

Auswählen des Funktionsmodifikators

In diesem Abschnitt werden die für das Messgerät verfügbaren Funktionsmodifikatoren beschrieben. Funktionsmodifikatoren sind Aktionen, die das Messgerät für ein Eingangssignal ausführt, bevor ein Messwert angezeigt wird (beispielsweise ein Vergleich mit einem anderen Wert). Funktionsmodifikatoren können kombiniert werden. Siehe „Verwenden kombinierter Funktionsmodifikatoren“ weiter unten in diesem Kapitel.

Für die Verwendung eines Funktionsmodifikators drücken Sie eine Messfunktionstaste, um die betreffende Funktion auszuwählen. Anschließend drücken Sie den Funktionsmodifikator, um diese Funktion zu ändern. (Drücken Sie beispielsweise , um die Gleichspannungsmessung auszuwählen, und drücken Sie , um die Haltenfunktion auszuwählen, um die Ergebnisse der Messung weiterhin anzuzeigen.) Beachten Sie, dass geänderte Messwerte nur in der primären Anzeige angezeigt werden.

Nach der Auswahl eines Funktionsmodifikators werden durch das Drücken einer Funktionstaste alle Modifikatoren deaktiviert, die sekundäre Anzeige wird geleert und unveränderte Messwerte werden wieder in der primären Anzeige angezeigt.

Modifikator für relative Messwerte (REL)

Mit dem Modifikator für relative Messwerte wird die Differenz zwischen dem relativen Grundwert und der Eingangsmessung angezeigt. Wenn beispielsweise der relative Grundwert 15,000 V ist und die vorhandene Eingangsmessung 14,100 V ist, wird -0,900 angezeigt. Die Messwerte werden in der primären Anzeige angezeigt.

Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag oder Beschädigung des Messgeräts die Eingangsanschlüsse oder Messleitungen während der Messung nicht berühren. Relative Messwerte weisen möglicherweise nicht auf das Vorhandensein gefährlicher Spannungen an den Eingangsanschlüssen oder Messleitungen hin.

Hinweis

Der Modifikator für relative Messwerte kann nicht ausgewählt werden, wenn  (Überlast) angezeigt wird oder die Anzeige leer ist.

Zum Erstellen eines relativen Messwerts drücken Sie , um den Modifikator für relative Messwerte auszuwählen. Der zuletzt erstellte gültige Messwert wird als relativer Grundwert gespeichert, die primäre Anzeige wird geleert und REL  erscheint in der primären Anzeige. (Die sekundäre Anzeige ist davon nicht betroffen.)

Zur Bearbeitung des relativen Grundwerts verwenden Sie den Zahleneditor wie weiter unten in diesem Kapitel unter „Verwenden des Zahleneditors“ beschrieben.

Durch die Auswahl des Modifikators für relative Messwerte wird die automatische Bereichswahl deaktiviert und auf den vorhandenen Bereich beschränkt. Stellen Sie vor dem Drücken von  sicher, dass der korrekte Bereich eingestellt ist. Wenn Sie  oder  nach  drücken, wird der Modus für relative Messwerte beendet.

Modifikator für Dezibel und automatische Leistung

Der Dezibel-Modifikator verwendet eine Spannungsmessung, konvertiert sie in dBm (Maß für Dezibel im Verhältnis zu 1 Milliwatt) und zeigt das Ergebnis in der primären Anzeige an.

Durch Drücken von dB wird zwischen dem Dezibel-Modifikator umgeschaltet. Wenn der Dezibel-Modifikator ausgewählt ist, wird in der primären Anzeige „dB“ angezeigt.

Dezibel können nur ausgewählt werden, wenn in der primären Anzeige eine Spannungsfunktion ausgewählt ist (V Wechselspannung, V Gleichspannung oder V Wechselspannung + V Gleichspannung). Dezibel werden immer in einem einzigen,

festen Bereich mit einer Auflösung von 0,001 dB angezeigt. Für die grundlegende Messung selbst (z. B. V Wechselspannung) wird jedoch die automatische Bereichswahl verwendet.

Eine Spannungsmessung wird mithilfe der folgenden Formel in dBm konvertiert (der Wert ist der Messwert):

$$dBm = 10 \log \left(\frac{1000 * Value^2}{R_{ref.}} \right)$$

Für die Bezugsimpedanz kann eine der in 3-5 aufgeführten Bezugsimpedanzen festgelegt werden. Hierzu verwenden Sie den Listeneditor wie weiter unten in diesem Kapitel unter „Verwenden des Listeneditors“ beschrieben.

Tabelle 3-5. dBm-Bezugsimpedanzen

Impedanz	Impedanz	Impedanz
8000 Ω	300 Ω	93 Ω
1200 Ω	250 Ω	75 Ω
1000 Ω ^[1]	150 Ω	50Ω
900 Ω	135 Ω	16 Ω ^[2]
800 Ω	125 Ω	8 Ω ^[2]
600 Ω	124 Ω	4 Ω ^[2]
500 Ω	110 Ω	2 Ω ^[2]
<p>[1] Spannungssignalanzeige leuchtet auf</p> <p>[2] Messwerte der Audioleistung möglich</p>		

Durch Drücken von  und dann  greifen Sie auf die Bezugsimpedanzliste zu. Die aktuell ausgewählte Bezugsimpedanz wird angezeigt, zusammen mit den Signalanzeigen „db“ und „ohm“. Drücken Sie  oder , um einen Bildlauf zum gewünschten Wert auszuführen. Drücken Sie anschließend , um eine Bezugsimpedanz auszuwählen und in der primären Anzeige wieder die Messfunktion anzuzeigen. Durch Drücken einer beliebigen Funktions- oder Modifikatortaste wird die Bezugsimpedanzliste beendet, ohne einen neuen Wert auszuwählen.

Durch Festlegen des dB-Bezugswiderstands auf 16, 8, 4 oder 2 Ohm kann das Messgerät zum Berechnen der Audioleistung verwendet werden. Nach der Festlegung des Bezugswiderstands auf 16, 8, 4 oder 2 Ohm drücken Sie  zweimal, um den Modifikator für die Audioleistung auszuwählen. Die Leistungssignalanzeige erscheint.

Anhand der folgenden Gleichung wird die Leistung berechnet (der Messwert ist Volt):

$$Audio\ Power = \frac{Volts^2}{R_{ref}}$$

Halten-Funktion (HOLD)

Mit der Halten-Funktion werden die Ergebnisse von Messungen in der Anzeige beibehalten. Die Halten-Funktion ist in schwierigen oder riskanten Situationen hilfreich, wenn Sie sich auf die Sonden konzentrieren und die Anzeige nur lesen möchten, wenn dies auf sichere oder bequeme Weise möglich ist. Wenn ein neuer, stabiler Messwert ermittelt wird, wird ein akustisches Signal ausgegeben und die Anzeige wird automatisch aktualisiert.

Die Halten-Funktion wird durch Drücken von  ausgewählt. **HOLD** wird angezeigt. Jedes Mal, wenn Sie bei aktivierter Halten-Funktion  drücken, wird ein neuer Messwert angezeigt. Wenn Sie  länger als 2 Sekunden gedrückt halten, wird die Halten-Funktion beendet.

Wenn Sie sich bei aktivierter Halten-Funktion im Modus für die automatische Bereichswahl befinden, wird automatisch der korrekte Bereich ausgewählt. Wenn Sie sich bei aktivierter Halten-Funktion im Modus für die manuelle Bereichswahl befinden, ist der Bereich ausgewählt, der bei Auswahl der Halten-Funktion aktiviert war.

Die Halten-Funktion kann mit dem Minimum/Maximum-Modifikator kombiniert werden, um Aktualisierungen nur beizubehalten, wenn ein neuer Minimal- oder Maximalwert ermittelt wird. Um die Aktualisierung der Anzeige zu erzwingen, halten Sie bei aktivierter Halten-Funktion  weniger als 2 Sekunden lang gedrückt.

Das Messgerät ermöglicht die Auswahl der erforderlichen Minimumantwortebene, damit mit der Halten-Funktion eine Messung erfasst und angezeigt wird. Die folgenden vier Antwortebenen stehen zur Auswahl:

- Ebene 1 (5 % des Messbereichs)
- Ebene 2 (7 % des Messbereichs)
- Ebene 3 (8 % des Messbereichs)

Durch Drücken von  und  kann die Antwortebene geändert werden. Die aktuell ausgewählte Antwortebene (1, 2, 3 oder 4) erscheint in der primären Anzeige. Drücken Sie  oder , um die gewünschte Antwortebene auszuwählen. Halten Sie dann  zwei Sekunden lang gedrückt, um die Ebene festzulegen und wieder zur primären Anzeige zu wechseln. Der Wechsel zur primären Anzeige ist ohne Änderung der Antwortebene möglich, indem Sie eine beliebige Taste *außer* ,  oder  drücken.

Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX)

Mit dem Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX) werden die gemessenen Minimal- und Maximaleingangssignale gespeichert.

Durch die Auswahl des MIN MAX-Modifikators wird die automatische Bereichswahl deaktiviert und auf den vorhandenen Bereich beschränkt. Stellen Sie deshalb vor dem Drücken von  sicher, dass der korrekte Bereich eingestellt ist. Wenn Sie  oder  nach  drücken, wird der MIN MAX-Modifikatormodus beendet.

Speichern der Minimal- und Maximaleingangssignale:

1.  drücken, um den MIN MAX-Modifikator auszuwählen.
Wenn  gedrückt wird, werden die Minimal- und Maximalwerte auf den angezeigten Messwert eingestellt. **MAX** wird angezeigt und in der Anzeige erscheint der letzte Maximalmesswert.
2.  erneut drücken, um den Minimalmesswert anzuzeigen. **MIN** wird angezeigt und in der Anzeige erscheint der letzte Minimalmesswert.
3.  erneut drücken, um den Minimal- oder Maximalmesswert anzuzeigen. **MINMAX** wird angezeigt und in der Anzeige erscheint der Minimal- oder Maximalmesswert.
4. Wenn Sie  2 Sekunden lang gedrückt halten, wird der MIN MAX-Modus beendet.
5. Um die tatsächlichen Messwerte zu analysieren, ohne die gespeicherten Werte zurückzusetzen,  drücken und anschließend die gleiche Messfunktion wie für die primäre Anzeige auswählen.

Verwenden kombinierter Funktionsmodifikatoren

Mehrere Funktionsmodifikatoren können gleichzeitig verwendet werden.

Die ausgewählten Modifikatoren werden in der folgenden Reihenfolge ausgewertet: Halten, Minimum/Maximum und schließlich die relativen Messwerte. Das Messgerät sucht zunächst nach einer stabilen Messung für die Halten-Funktion. Danach wird bestimmt, ob es sich bei der Messung um einen neuen Minimal- oder Maximalwert handelt. Schließlich wird der relative Grundwert von der Messung subtrahiert.

Bei Verwendung mehrerer Modifikatoren wirkt sich die Reihenfolge, in der die Modifikatoren ausgewählt werden, auf die Verhaltensweise der Modi aus. Wenn beispielsweise im Minimum/Maximum-Modus  gedrückt wird, wird als aktueller Wert der relative Grundwert angezeigt. Durch Drücken von  wird dann die Differenz zwischen den Minimal- und Maximalwerten angezeigt. Wenn darüber hinaus im Modus für relative Messwerte  gedrückt wird, wird die Differenz zwischen dem relativen Grundwert und dem Minimal- bzw. Maximalwert angezeigt.

Sekundäre Betriebsebene (Verwendung der Umschalt--Taste)

Durch Drücken von  wird für die nächste gedrückte Taste die sekundäre Betriebsebene aktiviert. Befehle der sekundären Betriebsebene sind auf den entsprechenden Tasten rot beschriftet. Durch Drücken von  wird **Shift** angezeigt.

In Tabelle 3-6 finden Sie eine Beschreibung der sekundären Betriebsebene und der Tasten zum Aufrufen der entsprechenden Befehle.

Tabelle 3-6. Sekundäre Betriebsebene

Tasten	Beschreibung
 dann 	Zeigt den Messwert für V Wechselspannung in der sekundären Anzeige an
 dann 	Zeigt den Messwert für V Gleichspannung in der sekundären Anzeige an
 dann 	Zeigt den Messwert für A Wechselstrom in der sekundären Anzeige an
 dann 	Zeigt den Messwert für A Gleichstrom in der sekundären Anzeige an
 dann 	Zeigt den Frequenzmesswert in der sekundären Anzeige an
 dann 	Zeigt den Ohmmesswert in der sekundären Anzeige an
 dann 	Legt die Empfindlichkeitsschwelle für die Halten-Funktion fest
 dann 	Bearbeitet den relativen Grundwert und aktiviert den Modus für relative Messwerte für das Messgerät (siehe „Listen- und Zahleneditor“ weiter unten in diesem Handbuch)
 dann 	Legt Datenübertragungsparameter (RS-232) einschließlich Baudrate, Parität und Echo fest
 dann 	Legt den Triggermodus fest
 dann 	Deaktiviert die sekundäre Anzeige (die primäre Anzeige ist nicht davon betroffen)
 dann 	Bearbeitet den Tiefstwert für den Vergleichsmodus (siehe „Verwenden der Vergleichsfunktion“ weiter unten in diesem Handbuch)
 dann 	Bearbeitet den Höchstwert für den Vergleichsmodus (siehe „Verwenden der Vergleichsfunktion“ weiter unten in diesem Handbuch)
 und  ^[1]	Schaltet im relativen Modus die Anzeige des relativen Grundwerts in der sekundären Anzeige um
 und  ^[1]	Zeigt die Softwareversion an

Tabelle 3-6. Sekundäre Betriebsebene

Tasten	Beschreibung
 und  [1]	Speichert im COMP-Modus den Wert in der primären Anzeige als LO-Vergleichspunkt (siehe „Verwenden der Vergleichsfunktion“ weiter unten in diesem Handbuch)
 und  [1]	Speichert im COMP-Modus den Wert in der primären Anzeige als HI-Vergleichspunkt (siehe „Verwenden der Vergleichsfunktion“)
[1] Beide Tasten 2 Sekunden lang gedrückt halten.	

Vergleichsfunktion (COMP)

Das Messgerät weist eine Vergleichsfunktion (COMP) auf, mit der auf einfache Weise festgestellt werden kann, ob ein Messwert innerhalb eines angegebenen Wertebereichs liegt. Die Vergleichsfunktion kann zusammen mit jedem Funktionsmodifikator verwendet werden.

Einstellen des Vergleichsbereichs

Vor der Auswahl der Vergleichsfunktion muss der Toleranzbereich für den Vergleich des Messwerts festgelegt werden. Hierfür gibt es die folgenden drei Möglichkeiten:

-  drücken, um den Vergleichsfunktionsmodus zu aktivieren. Für den beim Aktivieren dieses Modus angezeigten Messwert kann der obere oder untere Schwellenwert festgelegt werden. Wenn Sie  und  länger als 2 Sekunden gedrückt halten, wird für den Messwert der obere Schwellenwert festgelegt. Wenn Sie  und  länger als 2 Sekunden gedrückt halten, wird für den Messwert der untere Schwellenwert festgelegt. Ein akustisches Signal zeigt an, dass der Schwellenwert eingestellt wurde. Wenn die Anzeige leer ist oder  (Überlast) angezeigt wird, konnte der Schwellenwert nicht eingestellt werden und die oberen und unteren Schwellenwerte bleiben unverändert.
- Verwendung des Zahleneditors wie weiter unten in diesem Kapitel unter „Verwenden des Zahleneditors“ beschrieben. (Stellen Sie vor dem Aufrufen des Zahleneditors sicher, dass der korrekte Bereich eingestellt ist.) Das Dezimalzeichen und der Eingangsbereich werden gemäß dem Bereich im Editor festgelegt.
- Verwendung der Befehle der Computerschnittstelle COMPHI und COMPLO zur Remote-Festlegung der oberen und unteren Vergleichspunkte. Siehe „Vergleichsbefehle und -abfragen“ in Kapitel 4.

Verwenden der Vergleichsfunktion

Durch Drücken von  wird die Vergleichsfunktion ausgewählt. Beim Auswählen der Vergleichsfunktion wird auch die Halten-Funktion aktiviert und  wird angezeigt. Wenn Sie  2 Sekunden lang gedrückt halten, wird die Halten-Funktion deaktiviert. Die sekundäre Anzeige wird dann mit jedem neuen Messwert aktualisiert.

Wenn ein stabiler Wert ermittelt wird, ertönt ein akustisches Signal, falls die Halten-Funktion aktiviert ist, und der Messwert wird in der primären Anzeige angezeigt. Liegt der Wert innerhalb des von Ihnen festgelegten Bereichs, wird in der sekundären Anzeige **PASS** angezeigt. Liegt der Wert außerhalb des festgelegten Bereichs, wird in der sekundären Anzeige **HI** bzw. **LO** angezeigt.

Listen- und Zahleneditor

Das Messgerät weist einen Listeneditor und einen Zahleneditor auf. Mit dem Listeneditor können Sie in einer Liste mit Optionen einen Bildlauf ausführen und Optionen auswählen. Der Zahleneditor ermöglicht die Eingabe oder Bearbeitung eines numerischen Werts.

Die Bearbeitung erfolgt in der primären Anzeige. Der Normalbetrieb des Messgeräts wird unterbrochen, wenn einer dieser Editoren geöffnet wird. Falls das Messgerät während der

Bearbeitung einen Computerschnittstellenbefehl empfängt, wird die Bearbeitung abgebrochen. Das Messgerät wechselt dann wieder in den Normalbetrieb. Das Element, das bearbeitet wurde, wird nicht geändert.

Verwenden des Listeneditors

Mit dem Listeneditor werden die in Tabelle 3-7 beschriebenen Optionen ausgewählt. Durch Drücken von  kann eine Bearbeitung jederzeit abgebrochen und wieder in den Normalbetrieb gewechselt werden.

Verwenden des Listeneditors:

1. Die zu bearbeitende Optionsliste durch Drücken der in Tabelle 3-7 angegebenen entsprechenden Taste(n) auswählen. Der Optionslistentyp wird in der sekundären Anzeige angezeigt und die betreffenden Optionen werden in der primären Anzeige angezeigt.
2. Durch Drücken von  oder  wechseln Sie zwischen den Optionen. (Wenn Sie eine dieser Tasten gedrückt halten, können Sie einen Bildlauf in den Optionen ausführen.) Beim Durchlaufen der Liste wird nur die ausgewählte Option mit normaler Helligkeit angezeigt, während die anderen Optionen abgedunkelt sind.
3. Wenn die gewünschte Option angezeigt wird, diese durch Drücken von  auswählen. Die ausgewählte Option wird dann mit normaler Helligkeit angezeigt.

Tabelle 3-7. Listeneditoroptionen

Festzulegendes Element	Tasten	Optionen	Signalanzeige
Minimumantwortebene für die Halten-Funktion	 dann 	1 = 5 % des Messbereichs 2 = 7 % des Messbereichs 3 = 8 % des Messbereichs	Hold
Automatischer RS-232-Druckmodus (wenn die RS-232-Schnittstelle ausgewählt ist)		0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000 oder 50000	Pr nt
RS-232-Baudrate	 dann 	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 oder 19200	bäud
	Datenbits	8 7	dätä
	Paritätsoptionen	E = Even (gerade) Odd = Odd (ungerade) No = None (keine)	Pär
	Stoppbit	1 2	Stop
	Echo-Modus	On (ein) Off (aus)	Echo
Triggermodus	 dann 	1, 2, 3, 4, 5	tr i

Verwenden des Zahleneditors

Mit dem Zahleneditor bearbeiten Sie den relativen Grundwert für den Modifikator für relative Messwerte und legen den oberen und unteren Schwellenwert für die Vergleichsfunktion fest.

Durch Drücken von  kann der Zahleneditor jederzeit abgebrochen und wieder in den Normalbetrieb gewechselt werden.

Verwenden des Zahleneditors:

1. Die zu bearbeitende Zahl durch Drücken der in Tabelle 3-8 angegebenen entsprechenden Tasten auswählen.

Für die zuletzt eingegebene Zahl bzw. den zuletzt gemessenen Wert wird die Zahl ganz links hell angezeigt und die restlichen Zahlen werden abgeblendet dargestellt. (Bei einer negativen Zahl wird das Minuszeichen hell dargestellt.) Die entsprechenden Signalanzeigen werden angezeigt.

Tabelle 3-8. Zahleneditoroptionen

Tasten	Zahleneditor aufgerufen für
 dann 	Unterer Schwellenwert für Vergleichsmodus
 dann 	Oberer Schwellenwert für Vergleichsmodus
 dann 	Relativer Grundwert für den Modifikator für relative Messwerte

2.  oder  drücken, um die markierte Zahl nach oben oder unten in die gewünschte Zahl (0 bis 9) zu ändern. Wenn die gewünschte Zahl eingestellt ist, S1 bis S6 zum Auswählen der nächsten zu bearbeitenden Zahl drücken. S1 entspricht der Zahl ganz links, S6 der Zahl ganz rechts. Diesen Schritt so lange wiederholen, bis für alle Zahlen die gewünschten Werte eingestellt wurden.
3. Nach der Einstellung des Werts durch Drücken von  das Vorzeichen zwischen positiv und negativ umschalten. Bei einem positiven Vorzeichen ist das negative Vorzeichen (–) deaktiviert. Bei einem negativen Vorzeichen ist das negative Vorzeichen (–) aktiviert.
4. Für den unteren/oberen Schwellenwert durch Drücken von  den gewünschten Bereich für Schwellenwerte auswählen. Durch einmaliges Drücken von  wird der Bereich um einen Schritt erhöht. Erreicht der Bereich den obersten Bereich, wird beim nächsten Drücken dieser Taste wieder Bereich 1 angezeigt und der Wert wird gelöscht.
5. Wenn die Bearbeitung der Zahl abgeschlossen ist,  2 Sekunden lang gedrückt halten, um den Wert zu speichern.

Funktionstasten S1 – S6

Mithilfe der Funktionstasten **S1** bis **S6** können maximal sechs Messkonfigurationen gespeichert und abgerufen werden. Dadurch wird der Vorgang zum Einrichten des Messgeräts beschleunigt. Dies ist insbesondere dann hilfreich, wenn die gleichen Konfigurationen öfter wiederverwendet werden.

Zum Speichern der aktuellen Konfiguration drücken Sie **MC** **SHIFT** und anschließend die Funktionstaste, unter der die Konfiguration gespeichert werden soll.

Durch Drücken der entsprechenden Funktionstaste wird eine Konfiguration abgerufen. Ein akustisches Signal ertönt, wenn die Konfiguration verwendet werden kann, und **Setup** **9** gibt die Zahl der zuletzt gespeicherten Konfiguration an.

Eine gespeicherte Konfiguration enthält Folgendes:

- Messfunktion und Ausgangsbereich in primärer Anzeige
- Messfunktion in sekundärer Anzeige
- Bereichswahlmodus in primärer Anzeige (manuelle oder automatische Bereichswahl)
- Messrate (langsame, mittlere oder schnelle Rate)
- Status der Doppelanzeige (aktiv oder inaktiv)
- Beliebige Kombination ausgewählter Funktionsmodifikatoren
- Ebene für Halten-Funktion (1, 2, 3, 4)
- Zuletzt aufgezeichnete Minimal- und Maximalwerte für MIN MAX-Modifikator
- Zuletzt aufgezeichneter relativer Grundwert
- Relativer Grundwert in sekundärer Anzeige (aktiviert oder deaktiviert)
- Letzte HI/LO-Einstellungen im Vergleichsmodus
- Triggermodus (1, 2, 3, 4, 5)
- Echo-Einstellung (ein oder aus)
- dB und dB-Bezug
- RS-232-Einstellungen
- PRINT-Modus
- In RS-232 verwendetes Datenformat (mit oder ohne UNIT)

Startkonfiguration

Wenn das Messgerät eingeschaltet wird und die Startsequenz abgeschlossen ist, verwendet das Messgerät standardmäßig die in Tabelle 3-9 aufgeführte Startkonfiguration.

Die RS-232-Baudrate, Parität und der Echo-Modus werden beim Ein- und Ausschalten nicht geändert. Diese Parameter bleiben so lange unverändert, bis sie vom Benutzer geändert werden.

Tabelle 3-9. Werkseitige Startkonfiguration

Parameter	Konfiguration
Funktionseinstellung	V Gleichspannung
Bereichswahlmodus	Automatische Bereichswahl
Messwertrate	Langsam (2,5 Messwerte/Sekunde)
Empfindlichkeitsschwelle für Halten-Funktion	1 (5 % des Messwerts)
Oberer/unterer Schwellenwert für Vergleichsmodus (COMP)	0
Minimal- und Maximalwerte für MIN MAX-Modifikator	0
Relativer Grundwert	0
Relativer Grundwert in sekundärer Anzeige	Deaktiviert
Triggertyp	1 (intern)
Triggertyp	0

Kalibrierung

Anweisungen zum Kalibrieren des Messgeräts siehe *DMM4020 Technische Hinweise*.

Kapitel 4

Betrieb des Messgeräts mithilfe der Computerschnittstelle

Titel	Seite
Einführung	4-3
Lokaler Betrieb und Remote-Betrieb	4-3
Computerschnittstellen	4-3
Vorbereitung des Messgeräts über die RS-232-Schnittstelle.....	4-3
Einstellen der Datenübertragungsparameter (RS-232)	4-3
Automatischer RS-232-Druckmodus	4-4
Verbinden des Messgeräts mit einem Host oder Drucker (RS-232)	4-5
Echoausgabe und Löschen von Zeichen.....	4-6
Gerätelöschung mit ^C (STRG+C)	4-6
RS-232-Eingabeaufforderungen.....	4-6
Erste Schritte mit einem Installationstest.....	4-6
Installationstest für den RS-232-Betrieb	4-6
Vorgehensweise beim Fehlschlagen des Tests	4-7
Verarbeitungsweise von Eingaben durch das Messgerät.....	4-7
Eingabezeichenfolgen.....	4-7
Eingabeterminator	4-7
Senden numerischer Werte an das Messgerät	4-8
Senden von Befehlszeichenfolgen an das Messgerät	4-8
Verarbeitungsweise von Ausgaben durch das Messgerät	4-8
Triggern einer Ausgabe	4-9
Externes Triggern über das Bedienfeld	4-9
Einstellen der Triggertypkonfiguration	4-10
Externer Trigger über die Computerschnittstelle	4-10
Statusregister.....	4-11
Ereignisstatus- und Ereignisstatusaktivierung-Register	4-12
Statusbyte-Register.....	4-14
Ablesen des Statusbyte-Registers.....	4-15
Befehlssatz der Computerschnittstelle.....	4-15
Häufig verwendete Befehle	4-16
Funktionsbefehle und -abfragen	4-17
Funktionsmodifikatorbefehle und -abfragen	4-19
Befehle und Abfragen für den Bereich und die Messrate.....	4-22
Messabfragen.....	4-23

Vergleichsbefehle und -abfragen.....	4-24
Triggerkonfigurationsbefehle	4-24
Verschiedene Befehle und Abfragen.....	4-25
Remote-/lokale RS-232-Konfigurationen.....	4-26
RS-232-Systemkonfigurationen speichern/abrufen.....	4-26
Beispielprogramm unter Verwendung der RS-232-Computerschnittstelle	4-26

Einführung

Dieses Kapitel beschreibt das Einrichten, Konfigurieren und Verwenden des Messgeräts mithilfe der RS-232-Computerschnittstelle an der Rückseite des Messgeräts. Das Messgerät kann von einem Host aus (Terminal, Controller, PC oder Computer) durch Senden von Befehlen an das Messgerät über die Computerschnittstelle verwendet werden.

Am Ende dieses Kapitels finden Sie ein mit Anmerkungen versehenes Beispielprogramm, mit dem die Verwendung der RS-232-Computerschnittstelle veranschaulicht wird. Kapitel 3 enthält ausführliche Beschreibungen aller Funktionen des Messgeräts.

In diesem Kapitel wird davon ausgegangen, dass Sie mit den Grundlagen der Datenkommunikation und der RS-232-Schnittstelle vertraut sind.

Lokaler Betrieb und Remote-Betrieb

Wenn das Messgerät von einem Host aus verwendet wird, wird es im Remote-Betrieb benutzt. Wenn das Messgerät über das Bedienfeld verwendet wird, wird es lokal benutzt.

Die meisten Vorgänge, die lokal ausgeführt werden können, sind auch im Remote-Betrieb mithilfe der Computerschnittstelle möglich. Einige Vorgänge, wie beispielsweise das Festlegen von Datenübertragungsparametern für die RS-232-Schnittstelle, sind nur über das Bedienfeld möglich.

Computerschnittstellen

Das Messgerät ist mit einer (seriellen) RS-232-Schnittstelle ausgestattet. Durch die Verwendung der Schnittstelle wird das Messgerät zu einem vollständig programmierbaren Instrument, das in ein automatisiertes Messgerätesystem integriert werden kann.

Vorbereitung des Messgeräts über die RS-232-Schnittstelle

Die RS-232-Schnittstelle ermöglicht die asynchrone serielle Kommunikation (ASCII) zwischen dem Messgerät und einem Host, einem seriellen Drucker oder einem Terminal.

Einstellen der Datenübertragungsparameter (RS-232)

Tabelle 4-1 enthält die Werkseinstellungen für die RS-232-Datenübertragungsparameter. Die RS-232-Datenübertragungsparameter können nur über das Bedienfeld eingestellt werden.

Für die Kommunikation zwischen Messgerät und Host über die RS-232-Schnittstelle müssen die Datenübertragungsparameter des Messgeräts mit denen des Hosts übereinstimmen. Wenn die Datenübertragungsparameter des Messgeräts und die des Hosts nicht übereinstimmen, die Parameter Baudrate und Parität wie folgt einstellen:

1.  drücken, um das Messgerät einzuschalten.
2.  und dann  drücken. Die aktuell ausgewählte Baudrate wird in der primären Anzeige angezeigt und **baud** wird in der sekundären Anzeige angezeigt.
3.  oder  drücken, um einen Bildlauf zur gewünschten Baudrate auszuführen, und dann  drücken, um die RS-232-Baudrate einzustellen.
4.  oder  drücken, um einen Bildlauf zur gewünschten Datenbit-Einstellung (7 oder 8) auszuführen, und dann  drücken, um die Parität einzustellen. **Echo** erscheint in der sekundären Anzeige und **On** oder **OFF** erscheint in der primären Anzeige.

5. Zum Auswählen eines Echo-Modus  oder  drücken, um On oder OFF auszuwählen, und dann **RANGE** drücken, um die ausgewählte Echo-Einstellung zu speichern. Wenn Echo eingeschaltet ist, wird jeder über die RS-232-Schnittstelle an das Messgerät gesendete Befehl auf dem Anzeigebildschirm des Hosts als Echo ausgegeben. Wenn Echo ausgeschaltet ist, werden die Befehle nicht als Echo ausgegeben.
6. **RANGE** drücken, um die Einstellungen zu prüfen. Um die Einstellungen zu akzeptieren, **RANGE** drücken.

Tabelle 4-1. Werkseinstellungen für die RS-232-Datenübertragungsparameter

Parameter	Werkseinstellung
Schnittstelle	RS-232 (Nur-Druck-Rate auf 0 eingestellt)
Baudrate	9600
Parität	None (Paritätsbit 0)
Anzahl Datenbit	8 (7 Datenbits plus 1 Paritätsbit)
Anzahl Stopbits	1
Echo	Off (aus)

Automatischer RS-232-Druckmodus

Mit dem automatischen Druckmodus werden Messungen automatisch an einen Drucker oder ein Terminal gesendet.

Das Messgerät reagiert bei reinen Druckvorgängen zwar auf Remote-Befehle, allerdings empfiehlt Tektronix, zuerst den Echo-Modus des Messgeräts auf **OFF** einzustellen. Dadurch wird verhindert, dass Echo-Befehlszeilen und eingehende Daten gemischt werden. Weitere Informationen finden Sie unter „Einstellen der Datenübertragungsparameter (RS-232)“ weiter oben in diesem Kapitel.

Im automatischen Druckmodus sendet das Messgerät jeden N-ten Messwert in der primären und/oder sekundären Anzeige an den RS-232-Port, wobei N die Druckrate ist. Die Druckrate wird unter den in Tabelle 4-2 beschriebenen verfügbaren Werten ausgewählt. Die Dauer zwischen Ausgaben wird durch die Druckrate und die Messwertrate des Messgeräts bestimmt. Die Mindestrate beträgt 2,5/s für die langsame Rate, 20,0/s für die mittlere Rate und 100,0/s für die schnelle Rate. Die Ausgabe wird von der primären Anzeige als eine Messung pro Zeile formatiert oder in der primären und sekundären Anzeige als zwei Messungen pro Zeile.

Anhand der folgenden Schritte wird der automatische Druckmodus ausgewählt und die Druckrate (N) eingestellt:

Hinweis

Für Frequenzmessungen ist die Messrate auf vier Messungen pro Sekunde festgelegt. Für die Dioden- und Durchgangsprüfung ist immer die schnelle Messrate eingestellt.

1.  drücken, um das Messgerät einzuschalten.

 drücken. Falls die RS-232-Schnittstelle ausgewählt ist, wird **Print** angezeigt, und der Listeneditor wird in der Druckratenliste aufgerufen.

2.  oder  drücken, um einen Bildlauf zur gewünschten Druckrate (siehe Tabelle 4-2) auszuführen, und dann **RANGE** zwei Sekunden lang gedrückt halten, um diese Baudrate auszuwählen. (Eine Druckrate von 0 deaktiviert den automatischen Druckmodus.) Das Messgerät ist nun für reine RS-232-

Druckvorgänge konfiguriert. Das Messgerät beendet den Listeneditor und kehrt zum Normalbetrieb zurück.

Tabelle 4-2. Druckraten im automatischen RS-232-Druckmodus

Rate (N)	Sekunden zwischen Ausgaben			Minuten zwischen Ausgaben			Stunden zwischen Ausgaben		
	Langsam	Mittel	Schnell	Langsam	Mittel	Schnell	Langsam	Mittel	Schnell
1	0,4	0,05	0,01	0,01					
2	0,8	0,1	0,02	0,01					
5	2,0	0,25	0,05	0,03					
10	4,0	0,5	0,1	0,07	0,01				
20	8,0	1,0	0,2	0,13	0,02				
50	20,0	2,5	0,5	0,33	0,04	0,01	0,01		
100	40,0	5,0	1,0	0,67	0,08	0,02	0,01		
200	80,0	10,0	2,0	1,33	0,17	0,03	0,02		
500	200,0	25,0	5,0	3,33	0,42	0,08	0,06	0,01	
1000	400,0	50,0	10,0	6,67	0,83	0,17	0,11	0,01	
2000	800,0	100,0	20,0	13,33	1,67	0,33	0,22	0,03	0,01
5000	2000,0	250,0	50,0	33,33	4,17	0,83	0,56	0,07	0,01
10000	4000,0	500,0	100,0	66,67	8,33	1,67	1,11	0,14	0,03
20000	8000,0	1000,0	200,0	133,33	16,67	3,33	2,22	0,28	0,06
50000	20000,0	2500,0	500,0	333,33	41,67	8,33	5,56	0,69	0,14

Verbinden des Messgeräts mit einem Host oder Drucker (RS-232)

Das Messgerät kommuniziert mit einem Host über einen DB-9-Schnittstellenanschluss an der Rückseite des Messgeräts. Eine Übersicht über die Anschlüsse der RS-232-Schnittstelle finden Sie an der Rückseite des Messgeräts.

Hinweis

Beim Anschließen des Messgeräts an den Host oder das Terminal muss ein für Ihren Verwendungszweck entsprechendes Kabel verwendet werden. Es wird empfohlen, ein Kabel zu verwenden, das kürzer als 15 Meter ist. Dadurch wird eine Leistungsbeeinträchtigung verhindert. Längere Kabel können verwendet werden, wenn die Belastungskapazität am Schnittstellenpunkt (einschließlich Signalterminator) kleiner als 2500 pF ist.

Zum Anschließen des Messgeräts an einen PC (mit DB-9-Anschluss) ein Modemkabel verwenden.

Zum Anschließen des Messgeräts an ein bestimmtes Modell eines RS-232-Druckers verwenden Sie das Kabel, mit dem dieser Drucker an einen RS-232-Port eines PCs mit einem DB-9-Anschluss angeschlossen würde.

Echoausgabe und Löschen von Zeichen

Wenn das Messgerät über die RS-232-Schnittstelle betrieben wird, können Sie bestimmen, ob Zeichen auf dem Anzeigebildschirm des Hosts als Echo ausgegeben werden.

Wenn Echo eingeschaltet ist, werden an das Messgerät gesendete Zeichen auf dem Anzeigebildschirm des Hosts als Echo ausgegeben, und Eingabeaufforderungen werden zurückgegeben. Wenn Echo ausgeschaltet ist, werden Zeichen nicht als Echo ausgegeben, und es werden keine Eingabeaufforderungen zurückgegeben. Informationen zum Einstellen des Echo-Parameters finden Sie unter „Einstellen der Datenübertragungsparameter (RS-232)“ weiter oben in diesem Kapitel.

Falls Sie ein Zeichen direkt von einer Tastatur über die RS-232-Schnittstelle an das Messgerät senden, wird durch Drücken der <RÜCKTASTE> das vorausgehende Zeichen gelöscht. Die Rücktaste wird als Echo auf dem Anzeigebildschirm ausgegeben, wenn Echo eingeschaltet ist.

Gerätelöschung mit ^C (STRG+C)

^C (STRG+C) bewirkt die Ausgabe von „=>“ gefolgt von einem Wagenrücklauf und einem Zeilenvorschub.

RS-232-Eingabeaufforderungen

Wenn der Host über die RS-232-Schnittstelle einen Befehl an das Messgerät sendet, analysiert das Messgerät den Befehl, führt ihn aus, gibt ggf. eine Antwort zurück und sendet dann eine der folgenden Eingabeaufforderungen:

- => Keine Fehler gefunden. Der Befehl wurde erfolgreich analysiert und ausgeführt. Die Schnittstelle ist für einen weiteren Befehl bereit.
- ?> Befehlsfehler gefunden. Der Befehl wurde nicht ausgeführt, da er nicht erkannt wurde. Beispielsweise erhielt das Messgerät eine Eingabezeichenfolge mit einem Syntaxfehler.
- !> Ausführungsfehler oder geräteabhängiger Fehler gefunden. Der Befehl wurde erkannt, aber nicht ausgeführt. Beispielsweise versuchte der Benutzer, FREQ zum Messen der V Gleichspannung zu verwenden.

Erste Schritte mit einem Installationstest

Nachdem das Messgerät gemäß den Anweisungen unter „Verbinden des Messgeräts mit einem Host oder Drucker (RS-232)“ mit einem Host verbunden wurde und für die Kommunikation mit dem Host über die RS-232-Schnittstelle bereit ist, muss die Betriebsbereitschaft des Systems wie im Folgenden beschrieben getestet werden.

Installationstest für den RS-232-Betrieb

Mit diesen Schritten wird bestätigt, dass das Messgerät für den Remote-Betrieb ordnungsgemäß eingerichtet und angeschlossen ist:

1. Ⓞ drücken, um das Messgerät einzuschalten.
2. Überprüfen, ob die Computerschnittstellenparameter (Baudrate, Parität usw.) ordnungsgemäß eingestellt sind.
3. Den Host einschalten.
4. *IDN? eingeben und die Eingabetaste drücken.
5. Überprüfen, ob das Messgerät die folgende Antwort sendet:

TEKTRONIX, DMM4020, nnnnnnn, n.n Dn.n

Hierbei ist nnnnnnn die Seriennummer des Messgeräts, n.n ist die Hauptsoftwareversion und Dn.n ist die Softwareversion der Anzeige.

6. Wenn das Messgerät nicht wie beschrieben reagiert, die Informationen unter „Vorgehensweise beim Fehlschlagen des Tests“ lesen.

Vorgehensweise beim Fehlschlagen des Tests

Wenn das Messgerät nicht wie unter „Installationstest für den RS-232-Betrieb“ beschrieben reagiert, wie folgt vorgehen:

1. Sicherstellen, dass alle Kabel ordnungsgemäß angeschlossen sind. Siehe „Verbinden des Messgeräts mit einem Host oder Drucker (RS-232)“ weiter oben in diesem Kapitel.
2. Sicherstellen, dass die Datenübertragungsparameter (Baudrate, Parität usw.) auf dem Messgerät und dem Host identisch sind. Weitere Informationen finden Sie unter „Einstellen der Datenübertragungsparameter (RS-232)“ weiter oben in diesem Kapitel.

Verarbeitungsweise von Eingaben durch das Messgerät

Die folgenden Abschnitte beschreiben, wie das Messgerät von einem Host oder eigenständigen Terminal empfangene Eingaben verarbeitet.

Hinweis

In diesem Kapitel steht „Eingabe“ für eine von einem Host an das Messgerät gesendete Zeichenfolge und „Ausgabe“ steht für eine über die Computerschnittstelle vom Messgerät an den Host gesendete Zeichenfolge.

Eingabezeichenfolgen

Das Messgerät verarbeitet vom Host gesendete gültige Eingabezeichenfolgen und führt sie aus. Eine gültige Eingabezeichenfolge besteht aus mindestens einem syntaktisch korrekten Befehl gefolgt von einem Eingabeterminator.

Wenn das Messgerät eine Eingabe empfängt, wird diese in einem 50-Byte-Eingabepuffer gespeichert.

Hinweis

Über die RS-232-Schnittstelle empfangene Eingabezeichenfolgen werden erst ausgeführt oder auf korrekte Syntax geprüft, wenn ein Eingabeterminator empfangen wurde oder der Eingabepuffer voll ist.

Das Messgerät akzeptiert alphabetische Zeichen in Groß- und Kleinschreibung. Wenn ein Befehl nicht erkannt wird, werden der Befehl und die restliche Befehlszeile ignoriert.

Eingabeterminator

Wenn das Messgerät einen Eingabeterminator empfängt, werden Befehle, die seit dem letzten empfangenen Terminator eingegeben wurden, nach dem Prinzip „First in, First out“ ausgeführt.

Durch die Verarbeitung und Ausführung von Eingabezeichen wird im Eingabepuffer Speicherplatz für neue Zeichen frei. Wenn bei RS-232-Anwendungen ein Datenübertragungsfehler (Parität, Framing, Überlauf) gefunden wird, wird ein geräteabhängiger Fehler generiert und die Eingabezeichenfolge wird verworfen. Falls der Eingabepuffer des Messgeräts bei Verwendung mit der RS-232-Schnittstelle voll wird, wird ein geräteabhängiger Fehler generiert (siehe „Ereignisstatus- und Ereignisstatusaktivierung-Register“), und die Eingabezeichenfolge wird verworfen.

Gültige Terminator für die RS-232-Schnittstelle:

- CR (Carriage Return; Wagenrücklauf)
- LF (Line Feed, Zeilenvorschub)
- CR LF (Carriage Return/Line Feed; Wagenrücklauf/Zeilenvorschub)

In einigen Fällen wird am Ende der Ausgabezeichenfolge des Hosts (die Eingabezeichenfolge des Hosts) automatisch ein Terminator übertragen.

Senden numerischer Werte an das Messgerät

Numerische Werte können wie in den folgenden Beispielen veranschaulicht als ganze Zahlen, reelle Zahlen oder reelle Zahlen mit Exponenten gesendet werden:

+12345689 Die ganze Zahl mit Vorzeichen „12345689“ wird gesendet

-1,2345E2 „-1,2345E2“ oder „-123,45“ wird gesendet

Senden von Befehlszeichenfolgen an das Messgerät

Beim Erstellen von Zeichenfolgen, die über die Computerschnittstelle an das Messgerät gesendet werden sollen, sollten die folgenden Regeln beachtet werden:

- Regel 1: Den Ausgabepuffer des Messgeräts einmal für jeden Abfragebefehl lesen.

Der Ausgabepuffer des Messgeräts wird nach dem Lesen gelöscht. Dadurch wird verhindert, dass zuvor gelesene Daten versehentlich ein zweites Mal gelesen werden. Beim Versuch, den Ausgabepuffer des Messgeräts ein zweites Mal ohne eine entsprechende Abfrage zu lesen, reagiert das Messgerät nicht auf den zweiten Lesevorgang.

- Regel 2: Abfrageantworten vor dem Senden einer weiteren Befehlszeichenfolge lesen.

Ausgabedaten bleiben im Ausgabepuffer verfügbar, bis sie vom Host gelesen werden oder bis die nächste Befehlszeichenfolge vom Messgerät empfangen wird. Dies bedeutet, dass der Host den Ausgabepuffer des Messgeräts lesen muss, bevor die nächste Befehlszeichenfolge an das Messgerät gesendet wird.

- Regel 3: Das Messgerät führt jeden Befehl in der Reihenfolge, in der er empfangen wurde, vollständig aus, bevor der nächste Befehl verarbeitet wird.

Falls eine Eingabezeichenfolge einen Trigger enthält, geben Sie die Befehle in der folgenden Reihenfolge ein:

1. Befehle zum Konfigurieren des Messgeräts (soweit vorhanden)
2. TRIGGER-Befehl
3. Befehle zum Lesen des Ergebnisses einer getriggerten Messung (VAL?) oder zum Neukonfigurieren des Geräts (soweit vorhanden)
4. Terminator

Hinweis

Wenn MEAS?, MEAS1? oder MEAS2? verwendet wird, sollte der Befehl auf „Configure, Trigger“ folgen.

Verarbeitungsweise von Ausgaben durch das Messgerät

In den folgenden Abschnitten wird die Verarbeitungsweise von Ausgaben durch das Messgerät beschrieben. Das Messgerät gibt als Antwort auf einen Abfragebefehl vom Host eine alphanumerische Zeichenfolge aus. (Abfragebefehle enden mit „?“.) Ausgabezeichenfolgen für RS-232-Anwendungen werden mit einem Wagenrücklauf und einem Zeilenvorschub (<CR><LF>) abgeschlossen.

Nachdem dem Messgerät über die RS-232-Schnittstelle ein Befehl gesendet wurde, sollten Sie warten, bis das Messgerät eine Eingabeaufforderung zurückgibt, bevor Sie einen weiteren Befehl senden. Andernfalls wird ein geräteabhängiger Fehler verursacht und die zweite Zeichenfolge wird verworfen.

Numerische Ausgabe vom Messgerät ist in den folgenden Beispielen veranschaulicht:

+1,2345E+0(Format 1)	Gemessener Wert 1,2345
+1,2345E+6(Format 1)	Gemessener Wert 1,2345 M
+12,345E+6 OHM(Format 2)	Gemessener Wert 12,345 MOhm
+/- 1,0E+9	Überlast (OL wird angezeigt)

Triggern einer Ausgabe

Das Messgerät nimmt Messungen vor, wenn ein entsprechender Trigger vorliegt. Es gibt fünf verschiedene Triggertypen, die in Tabelle 4-3 beschrieben werden. Trigger sind in die folgenden beiden grundlegenden Kategorien unterteilt:

- Interne Trigger, die ständig Messungen triggern.
- Externe Trigger, die eine Messung auf Anweisung des Benutzers triggern.

Eine Messung kann wie folgt extern getriggert werden:

- Externer Trigger mit deaktiviertem hinterem Trigger. Hierzu gehören die Triggertypen 2 und 3, die in Tabelle 4-3 beschrieben werden.
- Externer Trigger mit aktiviertem hinterem Trigger. Hierzu gehören die Triggertypen 4 und 5, die in Tabelle 4-3 beschrieben werden.
- Befehl *TRG

Informationen zur Verwendung des Befehls *TRG siehe „Häufig verwendete Befehle“.

Tabelle 4-3. Triggertypen

Typ	Trigger	Hinterer Trigger	Einschwingverzögerung
1	Intern	Deaktiviert	—
2	Extern	Deaktiviert	Off (aus)
3	Extern	Deaktiviert	On (ein)
4	Extern	Aktiviert	Off (aus)
5	Extern	Aktiviert	On (ein)

Externes Triggern über das Bedienfeld

Anhand der folgenden Schritte wird das externe Triggern über das Bedienfeld aktiviert:

1.  und dann . **Ext Trig** drücken. Es wird eine Zahl angezeigt, die dem ausgewählten Triggertyp (1, 2, 3, 4 oder 5) entspricht. Beschreibung der Triggertypen siehe Tabelle 4-3.
2. Durch Drücken von  oder  wechseln Sie zwischen den Triggertypen in der Liste. Den Triggertyp wie folgt markieren und dann  zwei Sekunden lang gedrückt halten, um ihn auszuwählen.

Den Triggertyp 2 auswählen, um die Einschwingverzögerung zu deaktivieren, oder den Triggertyp 3 auswählen, um die Einschwingverzögerung zu aktivieren. Typische Einschwingverzögerungen siehe Tabelle 4-3.

Wenn der Triggertyp 2 oder 3 ausgewählt ist, wird **Ext Trig** angezeigt, um zu bestätigen, dass Sie sich nicht im Remote-Modus befinden und dass ein externer Trigger aktiviert ist. (Wenn Sie sich nicht im Remote-Modus befinden, können keine Messungen über das Bedienfeld getriggert werden.)

3.  drücken, um eine Messung zu triggern. (Bei jedem Drücken von  wird eine Messung getriggert.)

4. Zum Zurücksetzen des Messgeräts auf den internen (ständigen) Triggerstatus Schritt 3 ausführen und den Triggertyp 1 auswählen.

Wenn Sie den Remote-Modus mit ausgewähltem Triggertyp 4 oder 5 aktivieren, verbleibt das Messgerät im externen Triggerstatus. Da sich das Messgerät jedoch im Remote-Modus befindet, können Sie nur Messungen mit dem hinteren Triggertyp 4 und 5 triggern. Zum Beenden des Remote-Modus führen Sie die Schritte 1 und 2 aus und wählen den Triggertyp 2 bzw. 3 aus.

Hinweis

*Im externen Triggermodus (Modus 2 bis Modus 5) ist der Befehl *TRG immer verfügbar.*

Einstellen der Triggertypkonfiguration

Zum Einstellen der Triggertypkonfiguration mithilfe der Computerschnittstelle geben Sie den Befehl TRIGGER <Typ> ein (wobei <Typ> für den Triggertyp steht) und drücken die Eingabetaste. Beschreibung der Triggertypen siehe Tabelle 4-3.

Wählen Sie den Triggertyp 3 oder 5 aus, um die Einschwingverzögerung zu aktivieren, falls das Eingangssignal nicht stabil ist, bevor eine Messung getriggert wird. Typische Einschwingverzögerungen siehe Tabelle 4-3. Die Übertragungsraten für RS-232-Messwerte finden Sie in Tabelle 4-4.

Tabelle 4-4. Übertragungsraten für RS-232-Messungen

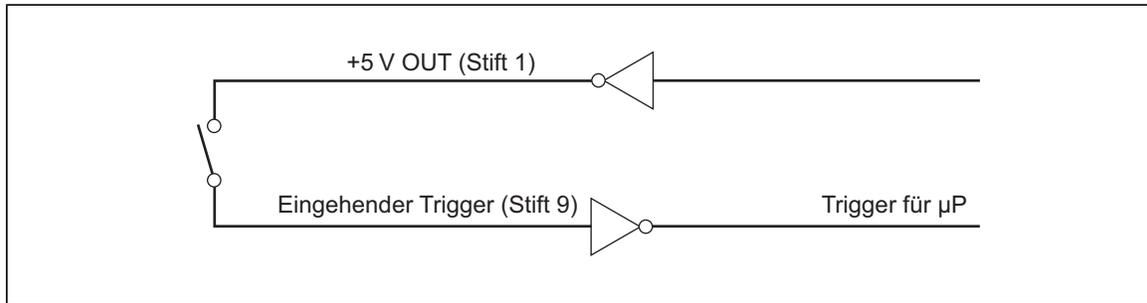
Geschwindigkeit	Ablösungen pro Sekunde	
	Interne Triggeroperation (Trigger 1)	Externe Triggeroperation (Trigger 4)
Langsam	2,5 ^[1]	2,5 ^[2]
Mittel	20 ^[1]	20 ^[2]
Schnell	100 ^[1]	100 ^[2]

[1] Abhängig von A/D-Triggergeschwindigkeit.
 [2] Abhängig von der Übertragungsgeschwindigkeit des Triggersignals.

Externer Trigger über die Computerschnittstelle

Zum Triggern einer Messung mithilfe der RS-232-Computerschnittstelle geben Sie den Befehl *TRG ein und drücken die Eingabetaste. Informationen zur Verwendung des Befehls *TRG finden Sie unter „Häufig verwendete Befehle“ weiter unten in diesem Kapitel.

Informationen zum Triggern einer Messung mithilfe von Stift 9 der RS-232-Schnittstelle siehe Abbildung 4-1.



gaa24.eps

Abbildung 4-1. Externer Trigger mithilfe von Stift 9 der RS-232-Schnittstelle

Statusregister

Der Inhalt des Statusregisters (STB) wird durch das Serviceaktivierung-Register (SRE), das Ereignisstatus-Register (ESR), das Ereignisstatusaktivierung-Register (ESE) und den Ausgabepuffer bestimmt. Diese Statusregister werden in den folgenden Abschnitten erläutert und sind in Tabelle 4-5 in einer Übersicht dargestellt.

In Abbildung 4-2 ist die Beziehung dieser Register dargestellt.

Tabelle 4-5. Übersicht über die Statusregister

Register	Lesebefehl	Schreibbefehl	Aktivieren-Register
Ereignisbyte-Register	*STB?	Kein	SRE
Service Request-Aktivierung-Register	*SRE?	*SRE	Kein
Ereignisstatus-Register	*ESR?	Kein	ESE
Ereignisstatusaktivierung-Register	*ESE?	*ESE	Kein

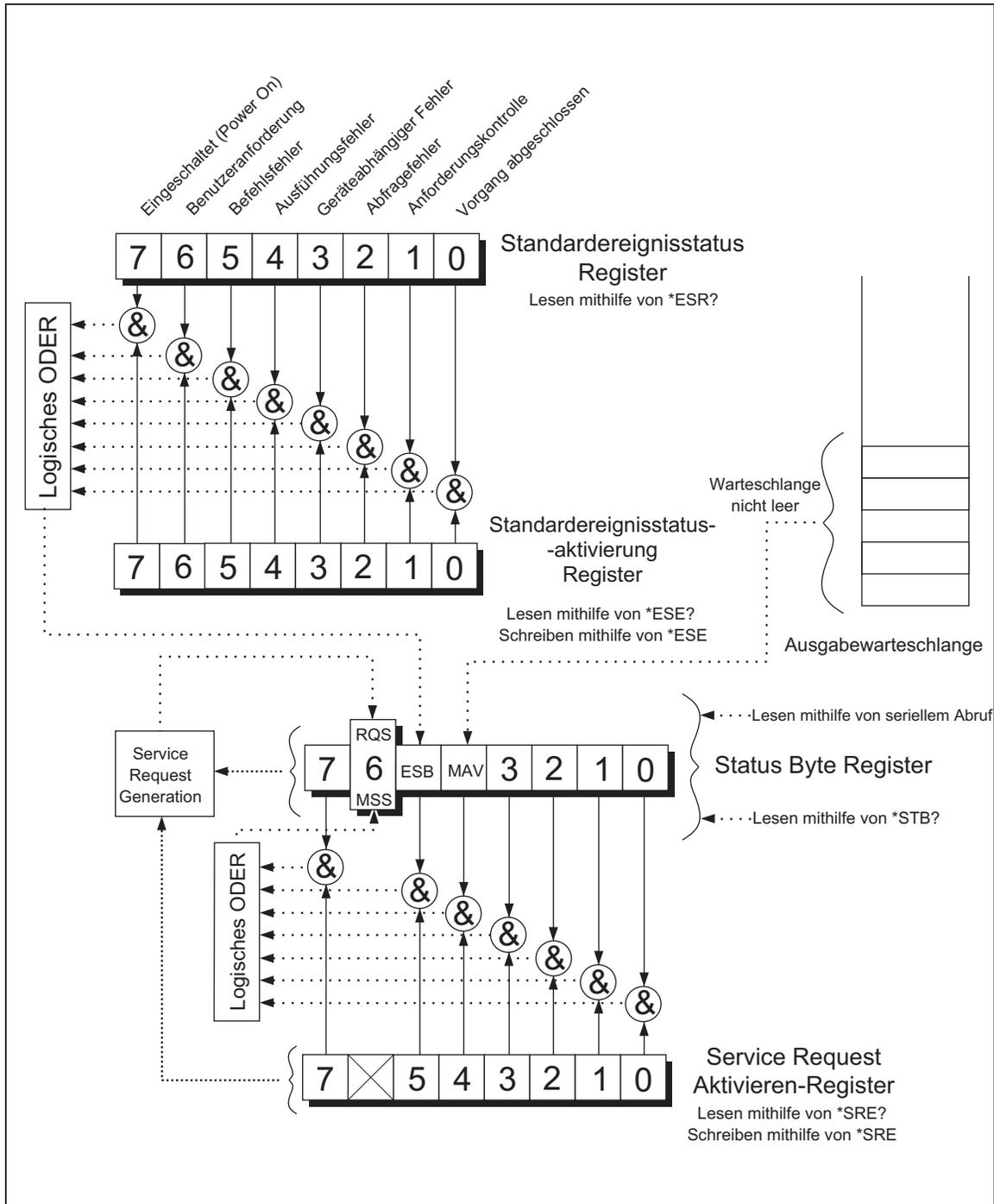


Abbildung 4-2. Übersicht über die Statusdatenstrukturen

gaa21.eps

Ereignisstatus- und Ereignisstatusaktivierung-Register

ESR weist angegebene Ereignisse bestimmten Bits zu. (Siehe Abbildung 4-3 und Tabelle 4-6.) Wenn ein Bit in ESR auf 1 festgelegt ist, ist das diesem Bit entsprechende Ereignis aufgetreten, nachdem das Register zuletzt gelesen oder gelöscht wurde. Wenn beispielsweise Bit 3 (DDE) auf 1 festgelegt ist, ist ein geräteabhängiger Fehler aufgetreten.

ESE ist ein Maskenregister, mit dem der Host jedes Bit in ESR aktivieren oder deaktivieren (maskieren) kann. Wenn ein Bit in ESE auf 1 festgelegt ist, wird das entsprechende Bit in ESR aktiviert. Wenn ein aktiviertes Bit in ESR von 0 in 1 geändert wird, wird auch das ESB-Bit in STB in 1 geändert. Wenn ESR mit dem Befehl *ESR? gelesen oder mit dem Befehl *CLS gelöscht wird, wird das ESB-Bit in STB auf 0 zurückgesetzt.

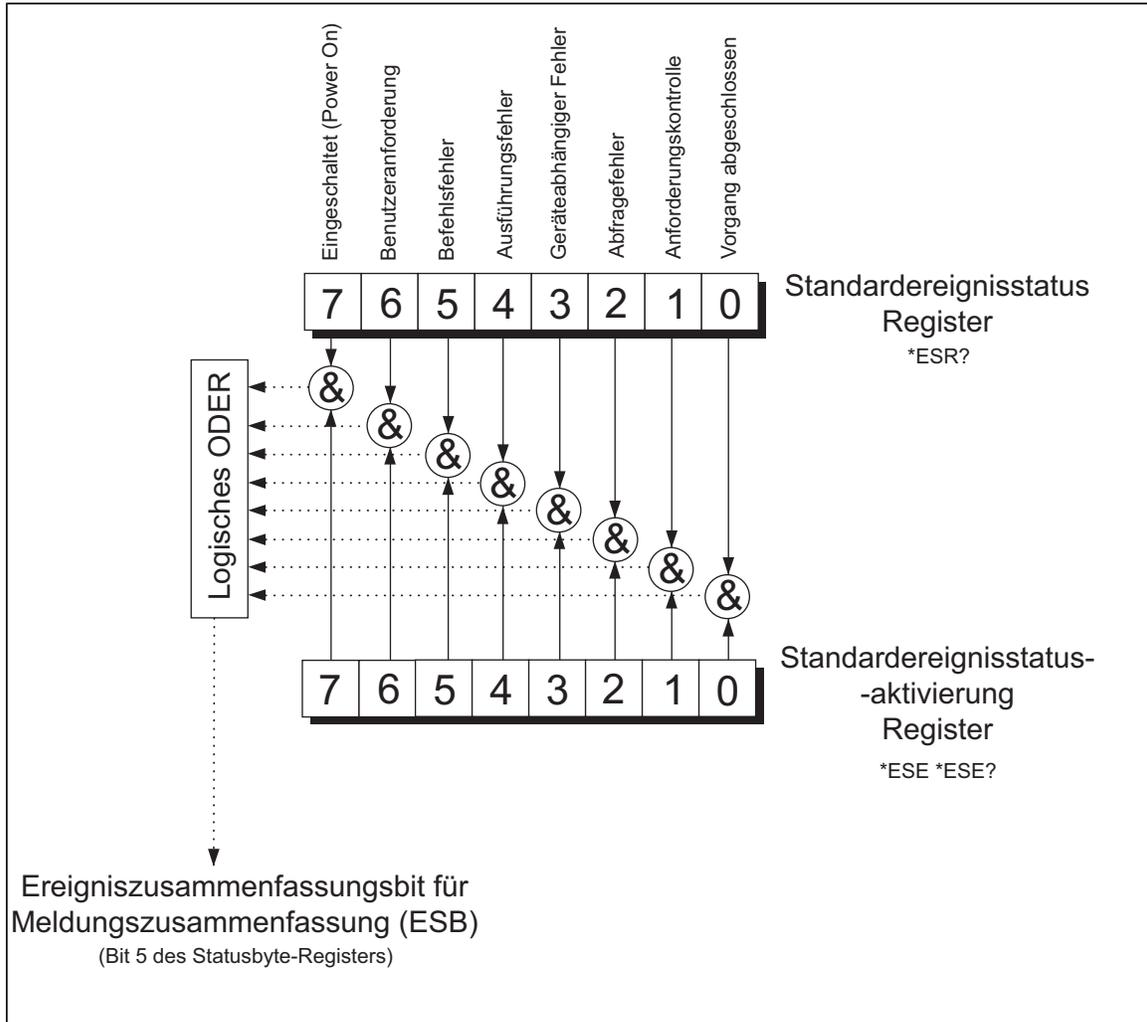


Abbildung 4-3. Ereignisstatus- und Ereignisstatusaktivierungs-Register

gaa22f.eps

Tabelle 4-6. Beschreibung der Bits in ESR und ESE

Bit Nr.	Bezeichnung	Bedingung
0	Vorgang abgeschlossen (OPC)	Alle Befehle wurden ausgeführt, die vor einem Befehl *OPC empfangen wurden. Die Schnittstelle ist für eine weitere Meldung bereit.
1	Nicht verwendet	Immer auf 0 festgelegt.
2	Abfragefehler (QYE)	Es wurde versucht, Daten aus dem Ausgabepuffer des Messgeräts zu lesen, aber es war keine Ausgabe vorhanden oder anstehend. Oder es wurde eine neue Befehlszeile empfangen, bevor eine vorherige Abfrage gelesen wurde. Oder die Eingabe- und Ausgabepuffer waren voll.
3	Geräteabhängiger Fehler (DDE)	Fehlerhafte Eingabe bei der Kalibrierung. Oder Überlauf beim RS-232-Eingabepuffer.
4	Ausführungsfehler (EXE)	Der Befehl wurde erkannt, konnte aber nicht ausgeführt werden. Dies kann auf einen Befehl mit einem ungültigen Parameter zurückzuführen sein.
5	Befehlsfehler (CME)	Der Befehl wurde nicht ausgeführt, da er nicht erkannt wurde. Dies kann auf einen Befehl mit einem Syntaxfehler zurückzuführen sein.
6	Nicht verwendet	Immer auf 0 festgelegt.
7	Eingeschaltet (Power On)	Das Gerät wurde seit dem letzten Ablesen oder Löschen von ESR ein- und ausgeschaltet.

Statusbyte-Register

STB ist ein binärcodiertes Register mit acht Bits. SRE verwendet die Bits 1 bis 5 und 7 zur Festlegung von Bit 6, dem Master Summary Status-(MSS-)Bit, das durch SRE aktiviert wird. Die acht STB-Bits werden in Tabelle 4-7 beschrieben und mithilfe des Befehls *STB? ausgelesen.

Tabelle 4-7. Beschreibung der Bits im Statusbyte-Register (STB)

Bit Nr.	Bezeichnung	Bedingung
0	Nicht verwendet	Immer auf 0 festgelegt.
1	Nicht verwendet	Immer auf 0 festgelegt.
2	Nicht verwendet	Immer auf 0 festgelegt.
3	Nicht verwendet	Immer auf 0 festgelegt.
4	Meldung verfügbar (MAV)	Im Ausgabepuffer sind Daten verfügbar. Bit wird auf 1 festgelegt, wenn die Abfrage im Ausgabepuffer beantwortet wird. Bit wird gelöscht (auf 0 festgelegt), wenn Ausgabeterminator an den Host gesendet wird.
5	Ereignisstatus (ESB)	Mindestens eines der aktivierten Ereignisse im Ereignisstatus-Register ist aufgetreten. Um festzustellen, welche Ereignisse aufgetreten sind, senden Sie den Befehl *ERR? zum Lesen des Ereignisstatus-Registers.

Tabelle 4-7. Beschreibung der Bits im Statusbyte-Register (STB) (Forts.)

Bit Nr.	Bezeichnung	Bedingung
6	Master Summary Status (MSS) ^[1]	Wird auf 1 festgelegt, wenn eines der aktivierten Bits im STB-(MSS-)Register auf 1 festgelegt ist; wird andernfalls auf 0 festgelegt. Um den Status des MSS-Bits festzustellen, senden Sie den Abfragebefehl <code>STB?</code> . Request Service (RQS) wird auf 1 festgelegt, falls der über das Bedienfeld angeforderte Service oder MSS auf 1 festgelegt ist. Der Status des Bits wird durch einen seriellen Abruf zurückgegeben, wodurch RQS gelöscht wird.
7	Nicht verwendet	Immer auf 0 festgelegt.

[1] Gemäß der Ablesung durch den Befehl `*STB?` . Wenn STB durch einen seriellen Abruf abgelesen wird, wird Bit 6 als RQS zurückgegeben.

Ablezen des Statusbyte-Registers

Der Host liest STB mithilfe eines seriellen Abrufs oder durch Senden einer `*STB?` -Abfrage an das Messgerät. (Der Wert des Statusbytes ist nicht von der `STB?` -Abfrage betroffen.) Nachdem STB abgelesen wurde, wird eine ganze Zahl zurückgegeben. Diese ganze Zahl ist die Dezimalentsprechung einer 8-Bit-Binärzahl. Beispielsweise ist 48 die Dezimalentsprechung der Binärzahl 00110000, was bedeutet, dass Bit 4 (MAV) und Bit 5 (ESB) auf 1 festgelegt sind.

Wenn das Statusbyte mithilfe einer `*STB?` -Abfrage abgelesen wird, wird 6 als Master Summary Status (MSS) zurückgegeben.

Siehe folgendes Beispiel

`*STB?` liest STB. Wenn 32 zurückgegeben wird, erfolgt die Konvertierung in die Binärzahlentsprechung 00100000, was bedeutet, dass Bit 5 (ESB) auf 1 festgelegt ist. Zur Bestimmung des Ereignisstatus würden Sie ESB auf die gleiche Weise mithilfe des Befehls `*ESR?` ablesen

Befehlssatz der Computerschnittstelle

Im Rest dieses Kapitels werden die Befehle der RS-232-Computerschnittstelle beschrieben. Die Befehle sind in den nachfolgenden Tabellen nach ihrer Funktion gruppiert. Parameter, die vom Benutzer eingegeben werden müssen, oder vom Messgerät zurückgegebene Zeichenfolgen sind in eckige Klammern eingeschlossen (beispielsweise `<Wert>`).

Häufig verwendete Befehle

Tabelle 4-8 beschreibt häufig verwendete Befehle.

Tabelle 4-8. Häufig verwendete Befehle

Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
*CLS	Status löschen	Löscht alle im Statusbyte zusammengefassten Ereignisregister (Ausnahme: „Meldung verfügbar“ wird nur gelöscht, wenn *CLS die erste Meldung in der Befehlszeile ist).
*ESE <Wert>	Ereignisstatusaktivierung	Legt das Ereignisstatusaktivierung-Register auf <Wert> fest, wobei <Wert> für eine ganze Zahl zwischen 0 und 255 steht. <Wert> ist eine ganze Zahl, deren Binärzahlentsprechung dem Status (1 oder 0) von Bits im Register entspricht. Wenn <Wert> nicht zwischen 0 und 255 liegt, wird ein Ausführungsfehler generiert. BEISPIEL: Die Dezimalzahl 16 wird in die Binärzahl 00010000 konvertiert, wobei Bit 4 (EXE) in ESE auf 1 festgelegt wird.
*ESE?	Ereignisstatusaktivierung-Abfrage	Das Messgerät gibt den <Wert> des Ereignisstatusaktivierung-Registers zurück, der mit dem Befehl *ESE festgelegt wurde. <Wert> ist eine ganze Zahl, deren Binärzahlentsprechung dem Status (1 oder 0) von Bits im Register entspricht.
*ESR?	Ereignisstatus-Register-Abfrage	Das Messgerät gibt den <Wert> des Ereignisstatus-Registers zurück und löscht ihn dann. <Wert> ist eine ganze Zahl, deren Binärzahlentsprechung dem Status (1 oder 0) von Bits im Register entspricht.
*IDN?	Identifikationsabfrage	Das Messgerät gibt den Identifikationscode des Messgeräts in Form von vier durch Kommata getrennten Feldern zurück. Diese Felder sind: Hersteller (TEKTRONIX), Modell (DMM4020), siebenstellige Seriennummer und die Version der Hauptsoftware und der Anzeigesoftware.
*OPC	Vorgang abgeschlossen (Befehl)	Das Messgerät legt bei der Analyse das Vorgang-abgeschlossen-Bit im Standardereignisstatus-Register fest.
*OPC?	Vorgang abgeschlossen (Abfrage)	Das Messgerät fügt bei der Analyse eine ASCII-1-Abfrage zur Ausgabewarteschlange hinzu
*RST	Zurücksetzen	Das Messgerät setzt die Startkonfiguration zurück.

Tabelle 4-8. Häufig verwendete Befehle (Forts.)

Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
*SRE	Service Request-Aktivierung	Legt das Service Request-Aktivierungs-Register auf <Wert> fest, wobei <Wert> für eine ganze Zahl zwischen 0 und 255 steht. Der Wert von Bit 6 wird ignoriert, da er vom Service Request-Aktivierungs-Register nicht verwendet wird. <Wert> ist eine ganze Zahl, deren Binärzahlentsprechung dem Status (1 oder 0) von Bits im Register entspricht. Wenn <Wert> nicht zwischen 0 und 255 liegt, wird ein Ausführungsfehler generiert.
*SRE?	Service Request-Aktivierung (Abfrage)	Das Messgerät gibt den <Wert> des Service Request-Aktivierungs-Registers zurück (wobei Bit 6 auf 0 festgelegt ist). <Wert> ist eine ganze Zahl, deren Binärzahlentsprechung dem Status (1 oder 0) von Bits im Register entspricht.
*STB?	Lesestatusbyte	Das Messgerät gibt den <Wert> des Statusbytes zurück, wobei Bit 6 das Master Summary-Bit ist. <Wert> ist eine ganze Zahl, deren Binärzahlentsprechung dem Status (1 oder 0) von Bits im Register entspricht.
*TRG	Trigger	Hiermit triggert das Messgerät bei der Analyse eine Messung.
*TST	Selbsttest (Abfrage)	Gibt immer null zurück.
*WAI	Warten auf Fortsetzung	Keine Aktion.

Funktionsbefehle und -abfragen

Tabelle 4-9 beschreibt Funktionsbefehle und -abfragen. Kapitel 3 enthält ausführliche Beschreibungen aller Funktionen.

Tabelle 4-9. Funktionsbefehle und -abfragen

Befehle		Funktion
Primäre Anzeige	Sekundäre Anzeige	
AAC	AAC2	Wechselstrom
AACDC ^[1]	(Nicht relevant)	Wechsel- plus Gleichstrom eff.
ADC	ADC2	Gleichstrom
(Nicht relevant)	CLR2	Löscht die Messung (falls angezeigt)
CONT	(Nicht relevant)	Durchgangsprüfung
DIODE	(Nicht relevant)	Diodenprüfung
FREQ	FREQ2	Frequenz

Tabelle 4-9. Funktionsbefehle und -abfragen

Befehle		Funktion
Primäre Anzeige	Sekundäre Anzeige	
FUNC1?	(Nicht relevant)	Das Messgerät gibt die ausgewählte Funktion als mnemonischen Befehl zurück. Wenn beispielsweise die Frequenz ausgewählt ist, gibt FUNC1? FREQ zurück.
(Nicht relevant)	FUNC2?	Das Messgerät gibt die ausgewählte Funktion als mnemonischen Befehl zurück. Wenn beispielsweise die Frequenz ausgewählt ist, gibt FUNC2? FREQ zurück. Wenn die sekundäre Anzeige nicht verwendet wird, wird ein Ausführungsfehler generiert.
OHMS	OHMS2	Widerstand
WIRE2, WIRE4	(Nicht relevant)	Nur für die OHMS-Funktion verfügbar. Hiermit wird zwischen dem Zweileiter- und Vierleiter-Widerstandsmessmodus umgeschaltet.
VAC	VAC2	V Wechselspannung
VACDC ^[1]	(Nicht relevant)	V Wechsel- plus Gleichspannung eff.
VDC	VDC2	V Gleichspannung
[1] Wenn AACDC oder VACDC ausgewählt ist, kann für die sekundäre Anzeige keine Funktion ausgewählt werden. Andernfalls wird ein Ausführungsfehler generiert.		

Funktionsmodifikatorbefehle und -abfragen

Tabelle 4-10 beschreibt Funktionsmodifikatorbefehle und -abfragen. Durch einen Funktionsmodifikator wird die normale Arbeitsweise einer Messfunktion geändert bzw. eine Aktion für eine Messung ausgeführt, bevor ein Messwert angezeigt wird. Beispielsweise bewirkt der Modifikator für relative Messwerte (REL), dass das Messgerät die Differenz zwischen einem gemessenen Wert und dem relativen Grundwert anzeigt. Die Ergebnisse von Funktionsmodifikatorbefehlen werden nur in der primären Anzeige angezeigt.

Tabelle 4-10. Funktionsmodifikatorbefehle und -abfragen

Befehl	Beschreibung																																																
DB	Das Messgerät aktiviert den Dezibel-Modifikator. Messwerte in der primären Anzeige werden in Dezibel dargestellt. Ein Ausführungsfehler wird generiert, wenn für das Messgerät nicht der Modus V Wechsellspannung und/oder V Gleichspannung aktiviert ist.																																																
DBCLR	Der Dezibel-Modifikator wird deaktiviert und Messwerte werden in normalen Einheiten angezeigt. Außerdem werden die Modifikatoren dB Power, REL und MIN MAX gelöscht.																																																
DBPOWER	Der dB Power-Modifikator wird aktiviert, falls die Bezugsimpedanz auf 2, 4, 8 oder 16 Ohm festgelegt ist und eine Spannungsfunktion ausgewählt wurde. Andernfalls wird ein Ausführungsfehler generiert. Im dB Power-Modus werden Messwerte in der primären Anzeige in Watt dargestellt.																																																
DBREF <Wert>	Legen Sie die dB-Bezugsimpedanz auf einen in Tabelle 4-10A aufgeführten <Wert> fest. Dieser Wert entspricht der angegebenen Bezugsimpedanz (Ohm). Wenn <Wert> kein Wert aus Tabelle 4-10A ist, wird ein Ausführungsfehler generiert. <div style="text-align: center;"> <p>Tabelle 4-10A. Bezugsimpedanzwerte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Wert</th> <th style="text-align: center;">Bezugsimpedanz</th> <th style="text-align: center;">Wert</th> <th style="text-align: center;">Bezugsimpedanz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">150</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">250</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">300</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">500</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">600</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">75</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">800</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">93</td><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">900</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">110</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">1000</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">124</td><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">1200</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">125</td><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">1200</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">135</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> </div>	Wert	Bezugsimpedanz	Wert	Bezugsimpedanz	1	2	12	150	2	4	13	250	3	8	14	300	4	16	15	500	5	50	16	600	6	75	17	800	7	93	18	900	8	110	19	1000	9	124	20	1200	10	125	21	1200	11	135		
Wert	Bezugsimpedanz	Wert	Bezugsimpedanz																																														
1	2	12	150																																														
2	4	13	250																																														
3	8	14	300																																														
4	16	15	500																																														
5	50	16	600																																														
6	75	17	800																																														
7	93	18	900																																														
8	110	19	1000																																														
9	124	20	1200																																														
10	125	21	1200																																														
11	135																																																
DBREF?	Das Messgerät gibt einen in Tabelle 4-10A aufgeführten <Wert> zurück. Dieser Wert entspricht der angegebenen Bezugsimpedanz.																																																
HOLD	Die Halten-Funktion wird für das Messgerät aktiviert. (Weitere Informationen siehe „Halten-Funktion (HOLD)“ in Kapitel 3.) Wenn HOLD gesendet wird, während sich das Messgerät bereits im Halten-Modus befindet, wird eine Messung erzwungen und das Ergebnis in der Anzeige angezeigt.																																																
HOLDCLR	Das Messgerät beendet den Halten-Modus und die Anzeige wird auf den Normalbetrieb zurückgesetzt.																																																
HOLDTHRESH <Schwellenwert>	Legt den HOLD-Messungsschwellenwert auf <Schwellenwert> fest. <Schwellenwert> muss 1, 2, 3 oder 4 sein (bzw. 0,01 %, 0,1 %, 1 % oder 10 %). Andere Werte generieren einen Ausführungsfehler. Weitere Informationen siehe „Halten-Funktion (HOLD)“ in Kapitel 3.																																																

Tabelle 4-10. Funktionsmodifikatorbefehle und -abfragen (Forts.)

Befehl	Beschreibung
HOLDTHRESH?	Das Messgerät gibt den <Schwellenwert> für die Halten-Funktion zurück (1, 2, 3 oder 4). Weitere Informationen siehe „Halten-Funktion (HOLD)“ in Kapitel 3.
MAX	Das Messgerät aktiviert den MAX-Modifikator mit dem vorhandenen Messwert als Maximalwert. Wenn der MAX-Modifikator bereits aktiviert ist, zeigt das Messgerät den Maximalwert an. Im MAX-Modus ist die automatische Bereichswahl deaktiviert. Weitere Informationen siehe „Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX)“ in Kapitel 3.
MAXSET <numerischer Wert>	Das Messgerät aktiviert den MAX-Modifikator mit <numerischer Wert> als Maximalwert. <numerischer Wert> kann eine ganze Zahl mit Vorzeichen, eine reelle Zahl mit Vorzeichen und ohne Exponenten oder aber eine reelle Zahl mit Vorzeichen und mit Exponenten sein. Die automatische Bereichswahl ist deaktiviert. Weitere Informationen siehe „Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX)“ in Kapitel 3. Wenn <numerischer Wert> den Messbereich überschreitet, wird ein Ausführungsfehler generiert.
MIN	Das Messgerät aktiviert den MIN-Modifikator mit dem vorhandenen Messwert als Minimalwert. Wenn der MIN-Modifikator bereits aktiviert ist, zeigt das Messgerät den Minimalwert an. Im MIN-Modus ist die automatische Bereichswahl deaktiviert. Weitere Informationen siehe „Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX)“ in Kapitel 3.
MINSET <numerischer Wert>	Das Messgerät aktiviert den MIN-Modifikator mit <numerischer Wert> als Minimalwert. <numerischer Wert> kann eine ganze Zahl mit Vorzeichen, eine reelle Zahl mit Vorzeichen und ohne Exponenten oder aber eine reelle Zahl mit Vorzeichen und mit Exponenten sein. Die automatische Bereichswahl ist deaktiviert. Weitere Informationen siehe „Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX)“ in Kapitel 3. Wenn <numerischer Wert> den Messbereich überschreitet, wird ein Ausführungsfehler generiert.
MNMX	Das Messgerät aktiviert den MIN MAX-Modifikator mit dem vorhandenen Messwert als Minimal- und Maximalwert. Wenn der MIN MAX-Modifikator bereits aktiviert ist, zeigt das Messgerät den aktuellen MIN- und MAX-Wert an. Im MIN MAX-Modus ist die automatische Bereichswahl deaktiviert. Weitere Informationen siehe „Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX)“ in Kapitel 3. Wenn der MIN MAX-Modifikator ausgewählt ist, kann zwischen der Anzeige des Minimal- und Maximalmesswerts umgeschaltet werden, ohne dass die gespeicherten Minimal- und Maximalwerte verloren gehen.
MNMXSET <numerischer Wert1, numerischer Wert2>	Das Messgerät aktiviert den MIN MAX-Modifikator mit <numerischer Wert1> als Maximalwert und <numerischer Wert2> als Minimalwert. <numerischer Wert1> und <numerischer Wert2> können eine ganze Zahl mit Vorzeichen, eine reelle Zahl mit Vorzeichen und ohne Exponenten oder aber eine reelle Zahl mit Vorzeichen und mit Exponenten sein. Die automatische Bereichswahl ist deaktiviert. Weitere Informationen siehe „Minimum/Maximum-Modifikator (MIN MAX)“ in Kapitel 3. Wenn <numerischer Wert1> oder <numerischer Wert2> den Messbereich überschreitet, wird ein Ausführungsfehler generiert.

Tabelle 4-10. Funktionsmodifikatorbefehle und -abfragen (Forts.)

Befehl	Beschreibung
MMCLR	Das Messgerät deaktiviert den MN MX-Modifikator. Die gespeicherten Minimal- und Maximalwerte gehen verloren und das Messgerät wird auf den vor der Auswahl des MN MX-Modifikators gewählten Bereichswahlmodus und Bereich zurückgesetzt.
MOD?	Das Messgerät gibt einen numerischen Wert mit Bezug auf die verwendeten Modifikatoren zurück, wobei 1 = MIN, 2 = MAX, 4 = HOLD, 8 = dB, 16 = dB Power, 32 = REL und 64 = COMP. Falls mehrere Modifikatoren ausgewählt sind, entspricht der zurückgegebene Wert der Summe der Werte der ausgewählten Modifikatoren. Wenn beispielsweise dB und REL ausgewählt sind, wird 40 zurückgegeben.
REL	Das Messgerät aktiviert den Modifikator für relative Messwerte (REL) mit dem in der primären Anzeige dargestellten Wert als relativen Grundwert. Die automatische Bereichswahl ist deaktiviert. Weitere Informationen siehe „Modifikator für relative Messwerte (REL)“ in Kapitel 3.
RELCLR	Das Messgerät deaktiviert den REL-Modifikator und wird auf den vor der Auswahl des REL-Modifikators gewählten Bereichswahlmodus und Bereich zurückgesetzt.
RELSET <relativer Grundwert>	Das Messgerät aktiviert den REL-Modifikator mit <relativer Grundwert> als <relativer Grundwert>-Offsetwert. <relativer Grundwert> kann eine ganze Zahl mit Vorzeichen, eine reelle Zahl mit Vorzeichen und ohne Exponenten oder aber eine reelle Zahl mit Vorzeichen und mit Exponenten sein. Die automatische Bereichswahl ist deaktiviert. Wenn <relativer Grundwert> den Messbereich überschreitet, wird ein Ausführungsfehler generiert. Weitere Informationen siehe „Modifikator für relative Messwerte (REL)“ in Kapitel 3.
RELSET?	Das Messgerät gibt <relativer Grundwert> zurück. Wenn der Modifikator für relative Messwerte nicht ausgewählt wurde, wird ein Ausführungsfehler generiert.

Befehle und Abfragen für den Bereich und die Messrate

Tabelle 4-11 beschreibt Befehle und Abfragen für den Messbereich und die Messrate. Im Modus für die automatische Bereichswahl wählt das Messgerät automatisch einen Bereich für jeden Messwert aus. Im Modus für die manuelle Bereichswahl wählt der Benutzer einen festen Bereich aus.

Tabelle 4-11. Befehle und Abfragen für den Bereich und die Messrate

Befehl	Beschreibung																																																
AUTO	Das Messgerät aktiviert in der primären Anzeige den Modus für die automatische Bereichswahl. Wenn der Modus für die automatische Bereichswahl nicht ausgewählt werden kann (falls REL, MIN MAX oder die Dioden-/Durchgangsprüfung ausgewählt ist), wird ein Ausführungsfehler generiert.																																																
AUTO?	Das Messgerät gibt für die automatische Bereichswahl 1 zurück. Andernfalls wird 0 zurückgegeben.																																																
FIXED	Das Messgerät deaktiviert den Modus für die automatische Bereichswahl in der primären Anzeige und wechselt in den Modus für die manuelle Bereichswahl. Der aktuelle Bereich wird zum ausgewählten Bereich.																																																
RANGE <Wertbereich>	<p>Legt für die primäre Anzeige <Wertbereich> fest, wobei <Wertbereich> für die Zahl in der Bereichswertspalte von Tabelle 4 steht, die den betreffenden Funktionsbereichen (Spannung, Ohm, Strom usw.) entspricht.</p> <p style="text-align: center;">Tabelle 4-11A. Bereiche für die verschiedenen Funktionen</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Bereichswert</th> <th>Spannungsbereich</th> <th>Ohmbereich</th> <th>Wechselstrom</th> <th>Freq. Bereich</th> <th>Gleichstrom</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>200 mV</td> <td>200 Ω</td> <td>20 mA</td> <td>2 kHz</td> <td>200 μA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2 V</td> <td>2 kΩ</td> <td>200 mA</td> <td>20 kHz</td> <td>2000 μA</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20 V</td> <td>20 kΩ</td> <td>2 A</td> <td>200 kHz</td> <td>20 mA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>200 V</td> <td>200 kΩ</td> <td>10 A</td> <td>1000 kHz</td> <td>200 mA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1000 V Gleichspannung^[1]</td> <td>2 MΩ</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2 A</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>-</td> <td>20 MΩ</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>10 A</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>-</td> <td>100 MΩ</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>[1] 1000 V Gleichspannung, 750 V Wechselspannung</p>	Bereichswert	Spannungsbereich	Ohmbereich	Wechselstrom	Freq. Bereich	Gleichstrom	1	200 mV	200 Ω	20 mA	2 kHz	200 μ A	2	2 V	2 k Ω	200 mA	20 kHz	2000 μ A	3	20 V	20 k Ω	2 A	200 kHz	20 mA	4	200 V	200 k Ω	10 A	1000 kHz	200 mA	5	1000 V Gleichspannung ^[1]	2 M Ω	-	-	2 A	6	-	20 M Ω	-	-	10 A	7	-	100 M Ω	-	-	-
Bereichswert	Spannungsbereich	Ohmbereich	Wechselstrom	Freq. Bereich	Gleichstrom																																												
1	200 mV	200 Ω	20 mA	2 kHz	200 μ A																																												
2	2 V	2 k Ω	200 mA	20 kHz	2000 μ A																																												
3	20 V	20 k Ω	2 A	200 kHz	20 mA																																												
4	200 V	200 k Ω	10 A	1000 kHz	200 mA																																												
5	1000 V Gleichspannung ^[1]	2 M Ω	-	-	2 A																																												
6	-	20 M Ω	-	-	10 A																																												
7	-	100 M Ω	-	-	-																																												
RANGE1?	Gibt den in der primären Anzeige aktuell ausgewählten Bereich zurück.																																																
RANGE2?	Gibt den in der sekundären Anzeige aktuell ausgewählten Bereich zurück. Wenn die sekundäre Anzeige inaktiv ist, wird ein Ausführungsfehler generiert.																																																
RATE <Geschwindigkeit>	<p>Legt die Messrate auf <Geschwindigkeit> fest, wobei <Geschwindigkeit> S (Slow; langsam) (2,5 Ablesungen/Sekunde), M (Medium; mittel) (20 Ablesungen/Sekunde) oder F (Fast; schnell) (100 Ablesungen/Sekunde) entspricht.</p> <p>S, M und F können als Groß- oder Kleinbuchstaben eingegeben werden. Andere Werte für <Geschwindigkeit> generieren einen Ausführungsfehler.</p>																																																
RATE?	Gibt <Geschwindigkeit> als S (Slow; langsam) (2,5 Ablesungen/Sekunde), M (Medium; mittel) (20 Ablesungen/Sekunde) oder F (Fast; schnell) (100 Ablesungen/Sekunde) zurück.																																																

Messabfragen

Tabelle 4-12 beschreibt Messabfragen, die in der primären und/oder sekundären Anzeige erscheinen.

Tabelle 4-12. Messabfragen

Befehl	Beschreibung
MEAS1?	Das Messgerät gibt nach Abschluss der nächsten getriggerten Messung den in der primären Anzeige dargestellten Wert zurück.
MEAS2?	Das Messgerät gibt nach Abschluss der nächsten getriggerten Messung den in der sekundären Anzeige dargestellten Wert zurück. Wenn die sekundäre Anzeige ausgeschaltet ist, wird ein Ausführungsfehler generiert.
MEAS?	<p>Wenn beide Anzeigen eingeschaltet sind, gibt das Messgerät nach Abschluss der nächsten getriggerten Messung den in beiden Anzeigen dargestellten Wert im ausgewählten Format zurück. (Siehe den Befehl FORMAT in Tabelle 4-15.) Halten Sie sich für die verschiedenen Formate an die folgenden Beispiele:</p> <p>Beispiel für Format 1: +1,2345E+0,+6,7890E+3<CR><LF></p> <p>Beispiel für Format 2: +1,2345E+0 VDC, +6,7890E+3 ADC<CR><LF></p> <p>Wenn die sekundäre Anzeige nicht eingeschaltet ist, ist MEAS? mit MEAS1? identisch.</p> <p>Hinweis: Die Verwendung von MEAS in einem externen Trigger (TRIGGER 2 bis TRIGGER 5) führt zu unerwarteten Ergebnissen.</p>
VAL1?	Das Messgerät gibt den in der primären Anzeige dargestellten Wert zurück. Wenn die primäre Anzeige leer ist, wird die nächste getriggerte Messung zurückgegeben.
VAL2?	Das Messgerät gibt den in der sekundären Anzeige dargestellten Wert zurück. Wenn die sekundäre Anzeige leer ist, wird die nächste getriggerte Messung zurückgegeben. Wenn die sekundäre Anzeige ausgeschaltet ist, wird ein Ausführungsfehler generiert.
VAL?	<p>Wenn beide Anzeigen eingeschaltet sind, gibt das Messgerät den in beiden Anzeigen dargestellten Wert im ausgewählten Format zurück. (Siehe den Befehl FORMAT in Tabelle 4-15.) Halten Sie sich für die verschiedenen Formate an die folgenden Beispiele:</p> <p>Beispiel für Format 1: +1,2345E+0,+6,7890E+3<CR><LF></p> <p>Beispiel für Format 2: +1,2345E+0 VDC, +6,7890E+3 ADC<CR><LF></p> <p>Wenn die sekundäre Anzeige nicht eingeschaltet ist, ist VAL mit VAL1 identisch. Wenn eine Anzeige leer ist, wird die nächste getriggerte Messung in dieser Anzeige (bzw. in diesen Anzeigen) zurückgegeben.</p>

Vergleichsbefehle und -abfragen

Tabelle 4-13 beschreibt die Vergleichsbefehle und -abfragen. Durch diese Befehle stellt das Messgerät fest, ob eine Messung höher bzw. niedriger als ein bestimmter Bereich ist oder innerhalb eines bestimmten Bereichs liegt. Diese Befehle entsprechen ,  und  im Bedienfeld.

Tabelle 4-13. Vergleichsbefehle und -abfragen

Befehl	Beschreibung
COMP	Die Vergleichsfunktion (COMP) wird für das Messgerät aktiviert. Die Halten-Funktion wird automatisch aktiviert. (Die Halten-Funktion kann mit dem Befehl HOLDCLR deaktiviert werden.)
COMP?	Das Messgerät gibt HI zurück, falls der letzte COMP-Messwert über dem oberen Grenzwert des Vergleichsbereichs lag; LO wird zurückgegeben, falls er unter dem unteren Grenzwert des Vergleichsbereichs lag; PASS wird zurückgegeben, wenn er innerhalb des Vergleichsbereichs lag; ein Gedankenstrich (–) wird zurückgegeben, falls eine Messung nicht abgeschlossen wurde.
COMPCLR	Das Messgerät beendet die Vergleichsfunktion (und ggf. die Halten-Funktion) und die Anzeige wird auf den Normalbetrieb zurückgesetzt.
COMPHI <oberer Wert>	Legt den HI-Vergleichswert (COMP) auf <oberer Wert> fest. <oberer Wert> kann eine ganze Zahl mit Vorzeichen, eine reelle Zahl mit Vorzeichen und ohne Exponenten oder aber eine reelle Zahl mit Vorzeichen und mit Exponenten sein.
COMPLO <niedriger Wert>	Legt den LO-Vergleichswert (COMP) auf <unterer Wert> fest. <unterer Wert> kann eine ganze Zahl mit Vorzeichen, eine reelle Zahl mit Vorzeichen und ohne Exponenten oder aber eine reelle Zahl mit Vorzeichen und mit Exponenten sein.
HOLDCLR	Das Messgerät beendet den Halten-Modus und die Anzeige wird auf den Normalbetrieb zurückgesetzt, aber die Vergleichsfunktion wird nicht beendet.

Triggerkonfigurationsbefehle

Tabelle 4-14 beschreibt die Triggerkonfigurationsbefehle, mit denen die Triggerkonfiguration festgelegt und zurückgegeben wird.

Tabelle 4-14. Triggerkonfigurationsbefehle

Befehl	Beschreibung
TRIGGER <Typ>	Legt die Triggerkonfiguration auf <Typ> fest, wobei <Typ> für die Zahl in der Typspalte von Tabelle 4-3 steht, die dem betreffenden Trigger, dem hinteren Trigger und der betreffenden Einschwingverzögerung entspricht. Wenn der eingegebene <Typ> nicht zwischen 1 und 5 liegt, wird ein Ausführungsfehler generiert. Wählen Sie einen Triggertyp mit aktivierter Einschwingverzögerung aus (Triggertyp 3 oder 5), falls das Eingangssignal nicht stabil ist, bevor eine Messung getriggert wird. Typische Einschwingverzögerungen siehe Tabelle 4-3.
TRIGGER?	Gibt den mit dem Befehl TRIGGER festgelegten Triggertyp zurück.

Verschiedene Befehle und Abfragen

Tabelle 4-15 beschreibt verschiedene Befehle und Abfragen.

Tabelle 4-15. Verschiedene Befehle und Abfragen

Befehl	Beschreibung
^C (STRG+C)	Bewirkt die Ausgabe von =><CR><LF>.
FORMAT <Format>	Legen Sie das <Format> für die Ausgabe auf 1 oder 2 fest. Mit dem Format 1 werden Messwerte ohne Maßeinheiten (VDC, ADC, OHMS usw.) zurückgegeben. Mit dem Format 2 können Messwerte mit Maßeinheiten ausgegeben werden. (Siehe Tabelle 4-16.) Das Format 2 wird in erster Linie für den automatischen RS-232-Druckmodus verwendet.
FORMAT?	Gibt das verwendete Format zurück (1 oder 2).
PRINT <Rate>	Legt die Druckrate für den Druckmodus fest. Siehe Tabelle 4-2.
SERIAL?	Gibt die Seriennummer des Messgeräts zurück.

Tabelle 4-16. Ausgabe von Maßeinheiten mit Format 2

Messfunktion	Ausgegebene Einheiten
V Gleichspannung	VDC
V Wechselspannung	VAC
A Gleichstrom	ADC
A Wechselstrom	AAC
Widerstand	OHMS
Frequenz	HZ
DIODE	VDC
Durchgangsprüfung	OHMS

Remote-/lokale RS-232-Konfigurationen

Tabelle 4-17 beschreibt die Remote- und lokalen RS-232-Konfigurationsbefehle, mit denen für die RS-232-Schnittstelle die Remotekonfiguration bzw. lokale Konfiguration des Messgeräts eingerichtet wird. Diese Befehle sind nur gültig, wenn die RS-232-Schnittstelle aktiviert ist.

Tabelle 4-17. Remote-/lokale Konfigurationsbefehle

Befehl	Beschreibung
REMS	Aktiviert den Remote-Betrieb ohne Tastensperre (REMS) für das Messgerät. Remote wird in der Anzeige angezeigt.
RWLS	Aktiviert den Remote-Betrieb mit Tastensperre (RWLS) für das Messgerät. Remote und  werden in der Anzeige angezeigt. Im RWLS-Modus sind alle Tasten des Bedienfelds gesperrt.
LOCS	Aktiviert den lokalen Betrieb (LOCS) ohne Tastensperre für das Messgerät. Alle Tasten des Bedienfelds sind aktiviert.
LWLS	Aktiviert den lokalen Betrieb mit Tastensperre (LWLS) für das Messgerät. Alle Tasten des Bedienfelds sind deaktiviert.  wird in der Anzeige angezeigt.

RS-232-Systemkonfigurationen speichern/abrufen

Tabelle 4-18 beschreibt die Befehle für RS-232-Systemkonfigurationen speichern/abrufen, mit denen für die RS-232-Schnittstelle die Remotekonfiguration bzw. lokale Konfiguration des Messgeräts eingerichtet wird.

Tabelle 4-18. Befehle für Systemkonfigurationen speichern/abrufen

Befehl	Beschreibung
Save <Position>	Speichert den aktuellen Arbeitsstatus in <Position>, wobei <Position> für 1 bis 6 steht.
Call <Position>	Ruft den Arbeitsstatus aus <Position> ab, wobei <Position> für 1 bis 6 steht.

Beispielprogramm unter Verwendung der RS-232-Computerschnittstelle

Abbildung 4-4 enthält ein in BASIC A geschriebenes Programm mit Anmerkungen, das für den PC geschrieben wurde. Dieses Programm veranschaulicht die Verwendung des Messgeräts mit der RS-232-Computerschnittstelle.

```

10 ' EXAMPLE.BAS           The program to record magnitude and frequency data
11 '                     - initialize RS-232 communication and set up F45 emulation
12 '                     - check command acceptance by F45
13 '                     - display and record measurement data in 'TESTDATA.PRN'
100 CLS : KEY OFF
110 RESULTS = ""         ' Define data input
120 PROMPTS = ""        ' Define string to hold command completion prompt
130 CMD$ = ""           ' Define string to hold command to Fluke 45
140 IN$ = ""            ' Define input string
150 ESC$ = CHR$(27)     ' Define program termination command string
160 COUNT = 0           ' Initialize number of readings
200 '
201 ' Open                port 9600 Baud, no parity, 8 bit data,
202 '   ignore Clear to Send, Data Set Ready, Carrier Detect
210 OPEN "com1:9600,n,8,,cs,ds,cd" AS #1
220 IF ERRORCODE <> 0 THEN PRINT "ERROR - Could not open com1:" : END
221 '
230 OPEN "testdata.prn" FOR OUTPUT AS #2           ' Open data file
231 '
232 ' Set up F45:
233 '   "rems"           Put F45 into Remote mode
234 '   "vac"            Primary measurement is Volts AC
235 '   "db"             Add decibels modifier to primary measurement
236 '   "freq2"         Secondary display measurement to be frequency
237 '   "format 1"      Data to be formatted without units
240 GMD$ = "rems; vac; db; freq2; format 1"
250 GOSUB 1000           ' Send command and get response
300 '
310 LOCATE 1, 1 : PRINT "Program to record Magnitude and Frequency data."
320 LOCATE 12, 15 : PRINT "Magnitude/Frequency: ";
330 LOCATE 25, 10 : PRINT "Press any key to record          Press ESC key to exit";
331 '
340 WHILE IN$ <> ESC$
350   PRINT #1, "meas?"           ' Request next measurement results
360   ECHO$ = INPUT$(LEN("meas?")+2, #1) ' Discard echoed command string
370   LINE INPUT #1, RESULTS     ' Get the measurements
380   PROMPT$ = INPUT$(5, #1)    ' Get the prompt + trailing <LF>
390   LOCATE 12, 36 : PRINT RESULTS; ' Print the measurement result
400   IN$ = INKEY$              ' Read the keyboard buffer
401 '   If a key has been pressed, record the data
410   IF IN$ = "" OR IN$ = ESC$ THEN GOTO 450
420   PRINT #2, RESULTS         ' Store data in Lotus ".PRN" format
430   COUNT = COUNT + 1        ' Increment number of readings
440   LOCATE 13, 32 : PRINT COUNT; " Readings recorded";
441 '   ENDIF
450 WEND
460 LOCATE 14, 1 : PRINT "Test Complete - Data stored in 'TESTDATA.PRN'";
470 CLOSE 1, 2
480 KEY ON
490 END
1000 '
1001 ' Subroutine: Command_check
1002 ' Reads and discards echoed commands and checks for error response prompt
1003 ' The possible command responses are:
1004 '   "=><CR><LF>" (command successful)
1005 '   "?><CR><LF>" (command syntax error)
1006 '   "!><CR><LF>" (command execution error)
1007 '
1010 PRINT #1, CMD$
1020 ECHO$ = INPUT$(LEN(CMD$)+2, #1) ' Discard echoed command string
1030 PROMPT$ = INPUT$(4, #1)         ' Get prompt
1040 IF INSTR(1, PROMPT$, "=>") <> 0 THEN RETURN ' Command successful
1050 IF INSTR(1, PROMPT$, "?>") <> 0 THEN PRINT "Command syntax!!"
1060 IF INSTR(1, PROMPT$, "!>") <> 0 THEN PRINT "Command failure!!"
1070 PRINT "Program execution Halted"
1080 END

```

Abbildung 4-4. Beispielprogramm für RS-232-Computerschnittstelle

gdb23f.eps

Anhänge

Anhang	Titel	Seite
A	Anwendungen	A-1
B	2x4-Messleitungen	B-1

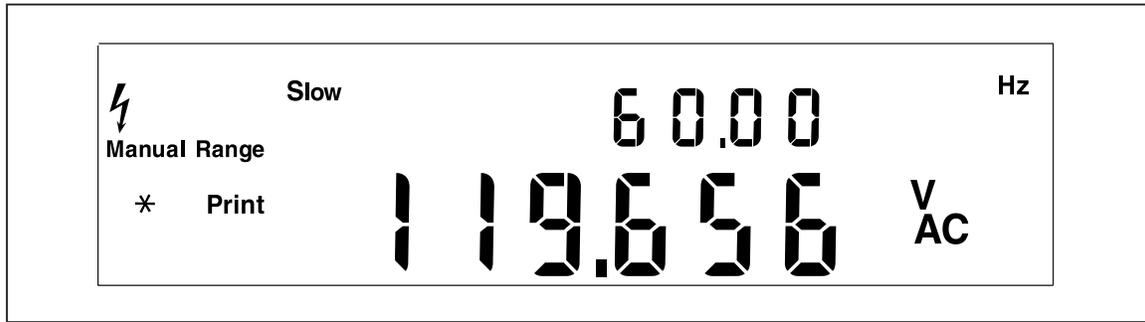


Abbildung A-1. Beispiel für eine Doppelanzeige mit V Wechselspannung und Frequenz

eue25.eps

Verwenden kombinierter Messfunktionen

Mithilfe der Doppelanzeige können bestimmte Messkombinationen für das gemessene Eingangssignal angezeigt werden. Zulässige Kombinationen der Eigenschaften sind in Tabelle A-1 aufgeführt.

Messungen für Volt (Gleichspannung + Wechselspannung) eff. oder Strom (Gleichspannung + Wechselspannung) eff. sind nur in der primären Anzeige möglich. Während die Messungen (Gleichspannung + Wechselspannung) vorgenommen werden, kann für die sekundäre Anzeige keine weitere Funktion ausgewählt werden.

Zusätzliche Kombinationen von Dualmessungen können mithilfe der Funktionsmodifikatoren relative Messwerte, Minimum/Maximum und/oder Halten hinzugefügt werden.

Tabelle A-1. Zulässige Messkombinationen

		Primärfunktion					
		DC V	AC V	DC I ^[1]	AC I	FREQ	OHMS
Sekundärfunktion	DC V	X	X	X	X		
	AC V	X	X	X	X	X	
	DC I	X	X	X	X		
	AC I	X	X	X	X		
	FREQ		X			X	
	OHMS						X

Erstellen von Doppelanzeigemessungen mit dem Messgerät

Wenn das Messgerät im Doppelanzeigemodus arbeitet (die primäre und die sekundäre Anzeige sind eingeschaltet), nimmt das Messgerät Messungen vor und aktualisiert die Anzeigen mithilfe einer der folgenden beiden Methoden: 1) Eine einzige Messung wird vorgenommen, die für beide Anzeigen aktualisiert wird, oder (2) jede Anzeige wird mithilfe einer separaten Messung aktualisiert.

Aktualisieren der primären und sekundären Anzeige mit einer einzigen Messung

Das Messgerät nimmt eine Messung vor, die für beide Anzeigen aktualisiert wird, wenn die Messfunktion für die primäre und sekundäre Anzeige identisch ist.

Dies ist beispielsweise der Fall, wenn „Halten“ (mit aktivierter automatischer Bereichswahl) für eine Messfunktion in der primären Anzeige verwendet wird und dieselbe Funktion für die sekundäre Anzeige ausgewählt wird.

Wenn der relative Messwert einer Gleichspannungsmessung in der primären Anzeige angezeigt wird und die Gleichspannung selbst in der sekundären Anzeige angezeigt wird, wird eine einzige Messung vorgenommen und beide Anzeigen werden entsprechend aktualisiert.

Aktualisieren der primären und sekundären Anzeige mit separaten Messungen

Wenn die Messfunktion in der primären Anzeige und in der sekundären Anzeige nicht identisch ist, wird jede Anzeige mithilfe einer separaten Messung aktualisiert.

Spannungs- und Strommessungen mithilfe der Doppelanzeige

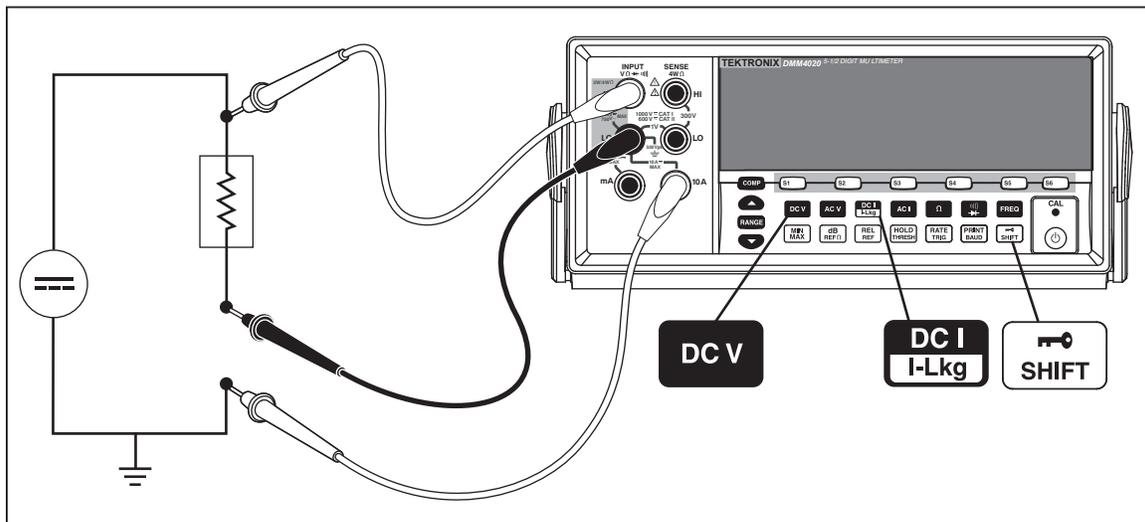
Die meisten Anwendungen der Doppelanzeige, die in Tabelle A-2 aufgeführt sind, können mithilfe einer einzigen an **INPUT V(Ω→+))) HI** und **LO** angeschlossenen Messleitung vorgenommen werden. Es werden jedoch drei Messleitungen benötigt, um die Spannung und Stromstärke eines Eingangssignals zu messen. Achten Sie darauf, dass für die Spannungs- und Strommessungen die gleichen in Tabelle A-2 aufgeführten Werte verwendet werden. Halten Sie sich dann einfach an die Vorsichtsmaßnahmen, die für normale Strommessungen ohne Stromklemme gelten.

Tabelle A-2. Anwendungsbeispiele für die Doppelanzeige

Primäre Anzeige	Sekundäre Anzeige	Anwendungen
V Gleichspannung	V Wechselspannung	<ul style="list-style-type: none"> Gleichstromstärke und Wechselstromwelligkeit der Stromversorgung überwachen; Problembehandlung der Verstärkerschaltungen
V Gleichspannung	Gleichstromstärke	<ul style="list-style-type: none"> Belastungsregelung der Stromversorgung überprüfen Stromaufnahme und Stromkreissspannung des Prüflings überwachen Schleifenstrom und Spannungsabfall für Geber überwachen
V Gleichspannung	Wechselstromstärke	<ul style="list-style-type: none"> Leitungs- und Belastungsregelungstests Gleichstrom/Wechselstrom- oder Wechselstrom/Gleichstrom-Wandler
V Wechselspannung	Gleichstromstärke	<ul style="list-style-type: none"> Leitungs- und Belastungsregelungstests Gleichstrom/Wechselstrom- oder Wechselstrom/Gleichstrom-Wandler
V Wechselspannung	Wechselstromstärke	<ul style="list-style-type: none"> Leitungs- und Belastungsregelungstests Sättigung des Stromwandlers (Magnetkreis)
V Wechselspannung	Frequenz	<ul style="list-style-type: none"> Wechselstromamplitude und -frequenz für Netzspannungs- und Wechselstromsignalanalyse messen Frequenzkurve eines Verstärkers messen Wechselstrom-Motorsteuerung anpassen Rauschen in Telekommunikationsanwendungen messen Tragbaren Stromgenerator zur Optimierung der Leistungsabgabe anpassen Frequenzausgleich für ein Netzwerk festlegen
Gleichstromstärke	Wechselstromstärke	<ul style="list-style-type: none"> Welligkeit und Wechselstromaufnahme des Schaltnetzteils messen Stromableitung in Sicherungsschutzwiderständen, die in Netzteilen verwendet werden, messen Welligkeit und Rauschen einer Leitung messen
MN MX	Aktueller Wert	<ul style="list-style-type: none"> Aufgezeichneten Minimal- oder Maximalwert und aktuelle Messung anzeigen

Tabelle A-2. Anwendungsbeispiele für die Doppelanzeige

Primäre Anzeige	Sekundäre Anzeige	Anwendungen
REL	Aktueller Wert	<ul style="list-style-type: none"> Aktuelle Messung und Differenz zwischen diesem Wert und dem relativen Grundwert anzeigen.
REL	Widerstand	<ul style="list-style-type: none"> Widerstände auswählen und sortieren. (Siehe auch „Verwenden der Vergleichsfunktion“ in Kapitel 3.)
HOLD	Aktueller Wert	<ul style="list-style-type: none"> Aktuelle Messung anzeigen, während eine vorherige stabile Messung weiterhin in der primären Anzeige angezeigt wird



gdb27.eps

Abbildung A-2. Gleichspannungs- und Gleichstrommessung für Eingangssignal

Die Leitung vom internen Messschaltkreis des Messgeräts zum LO-Anschluss (im Bedienfeld) ist für Spannungs- und Strommessungen identisch. Der Widerstand dieser Leitung beträgt etwa 0,003 Ohm. Wenn der Strom gemessen wird, tritt deshalb bei dem Widerstand, der in beiden Stromkreisen vorhanden ist, ein Spannungsabfall auf. Durch diesen internen Widerstand wird, wenn er zum externen Widerstand der Leitung vom COM-Eingangsanschluss addiert wird, die Genauigkeit der Spannungsmessung beeinträchtigt. Wenn beispielsweise der externe Leitungswiderstand 0,007 Ohm beträgt, beläuft sich der Gesamtwiderstand auf 0,010 Ohm. Wenn daher 1 A Strom vorhanden ist, würde die Spannungsmessung wie folgt beeinträchtigt:

$$(1 \text{ A} \times 0,01 \text{ Ohm}) = 0,01 \text{ V} \text{ oder } 10 \text{ mV.}$$

In Abhängigkeit von der jeweiligen Situation kann dies signifikant sein.

Gehen Sie folgendermaßen vor, wenn Sie die Gleichspannung für ein Eingangssignal in der primären Anzeige sowie den Gleichstrom in der sekundären Anzeige messen möchten:

1. Das Messgerät einschalten.
2. **DCV** drücken, um die Gleichspannungsfunktion für die primäre Anzeige auszuwählen.
3. **SHIFT** und dann **DC I I-Lkg** drücken, um die Gleichstromfunktion für die sekundäre Anzeige auszuwählen.
4. Die Messleitungen gemäß Abbildung A-2 an den Teststromkreis anschließen und die Messwerte in der Anzeige lesen. Strom wird zwar als negativer Wert dargestellt, ist aber, wenn er gemäß der Stromflusskonvention interpretiert wird, in Wirklichkeit ein positiver Wert.

Ansprechzeiten

Die Ansprechzeit bezeichnet die Zeit zwischen der Änderung eines Eingangssignals und der Anzeige dieser Änderung. Die Ansprechzeit des Messgeräts hängt von vielen Faktoren ab: ausgewählte Messfunktion, Anzahl der vorgenommenen Messungen (eine einzige Messung, wenn nur die primäre Anzeige verwendet wird, oder zwei Messungen, wenn sowohl die primäre als auch die sekundäre Anzeige verwendet werden), Eingangsstärke, Bereichstyp (automatische oder manuelle Bereichswahl), Messrate (langsame, mittlere oder schnelle Rate) und ob gemischte Messungstypen verwendet werden. (Messungen sind entweder vom Typ „AC“ [V oder A Wechselspannung] oder „DC“ [alle anderen]).

In Tabelle A-3 sind typische Ansprechzeiten für eine einzige Messung aufgeführt. Für eine einzige Messung werden die Ergebnisse angezeigt, sobald der richtige Bereich gefunden wurde. Für den vollständigen Abschluss der Messung ist jedoch zusätzliche Zeit erforderlich, damit das angezeigte Ergebnis die Genauigkeitsspezifikationen des Messgeräts erfüllt. Diese „Einschwingverzögerung“ hängt von den Unterschieden zwischen der primären und sekundären Anzeige ab.

Die Einschwingverzögerung ist bei gemischten Messungen vom Typ „AC“ und „DC“ länger. Beispiele für solche gemischte Messungen sind V Gleichspannung und A Wechselstrom sowie V Wechselspannung und A Wechselstrom. Die Verzögerungszeiten sind in Tabelle A-4 aufgeführt.

Aktualisierungsgeschwindigkeit im Doppelanzeigemodus

Die Aktualisierungsgeschwindigkeit bezeichnet die Zeit zwischen aufeinanderfolgenden Messungen für ein *ständiges Statussignal*. Falls im Doppelanzeigemodus (wenn sowohl die primäre als auch die sekundäre Anzeige aktiviert sind) die für die primäre und sekundäre Anzeige ausgewählten Messfunktionen oder Bereiche nicht identisch sind, hängt die Aktualisierungsgeschwindigkeit für die einzelnen Messfunktionen von der Aktualisierungsgeschwindigkeit für die betreffende Messfunktion ab, wenn nur die primäre Anzeige aktiviert ist.

Wenn die sekundäre Anzeige aktiviert ist, wartet das Messgerät stets ab, bis die Messung nach der Änderung des Bereichs oder der Funktion vollständig abgeschlossen ist, bevor ein Messwert angezeigt wird. Die Verzögerung hängt wie in Tabelle A-4 veranschaulicht von den für die primäre und sekundäre Anzeige ausgewählten Funktionen und Bereichen ab.

In Tabelle A-5 ist das Intervall zwischen Messungen aufgeführt, wenn die Messfunktion oder der Bereich der primären und sekundären Anzeige nicht identisch ist. Diese Intervalle hängen ab von der Messfunktion, dem Bereich, der Messrate (langsame, mittlere oder schnelle Rate) und dem Messungstyp (Typ „AC“ oder „DC“, gemischt oder nicht gemischt).

Tabelle A-3. Typische Ansprechzeiten für eine einzige Messung (in Sekunden)

Mess-Funktion	Langsame Rate		Mittlere Rate		Schnelle Rate	
	Automatischer Bereich ^[1]	Einzelner Bereich ^[2]	Automatischer Bereich ^[1]	Einzelner Bereich ^[2]	Automatischer Bereich ^[1]	Einzelner Bereich ^[2]
	1,2	0,4	0,7	0,1	0,5	0,05
	1,2	0,2	0,7	0,1	0,5	0,05
	1,4	0,4	0,8	0,1	0,6	0,05
	1,0	0,2	0,6	0,1	0,5	0,05
	3,2	0,4	1,8	0,2	1,1	0,10
	--	--	--	--	--	--
	1,2	0,4	0,72	0,18	0,56	0,14

[1] Zeit für die automatische Bereichswahl einer neuen Messung vom niedrigsten zum höchsten Bereich und zum Anzeigen des Ergebnisses.
[2] Typischer Zeitaufwand zum Ändern des nächsthöheren oder nächstniedrigeren Bereichs und zum Anzeigen des Ergebnisses.

Tabelle A-4. Typische Einschwingverzögerungen (in Sekunden)

Mess-Funktion	Bereich	Einschwingverzögerung		
		Langsam	Mittel	Schnell
	Alle	0,2	0,05	0,05
	Alle	0,5	0,05	0,05
	Alle	0,2	0,3	0,0
	Alle	0,5	0,2	0,2
	Alle	0,2	0,5	0,5
	--	--	--	0,05
	--	0,5	0,2	0,2

Tabelle A-5. Typische Messintervalle (in Sekunden) für Doppelanzeigemessungen

Mess-Funktion	Bereich	Langsam	Mittel	Schnell
 DC V	Alle	1,2	1,0	0,9
 AC V	Alle	1,0	0,85	0,8
 DC I	Alle	1,2	1,0	0,9
 AC I	Alle	1,0	0,85	0,8
 Ω	--	--	--	--
	--	--	--	--
 FREQ	--	--	--	--

Externer Trigger

Der externe Trigger kann wie in Tabelle A-4 veranschaulicht mit oder ohne Einschwingverzögerungen verwendet werden. (Eine Beschreibung der Triggertypen siehe Tabelle 4-3.) Die Triggerverzögerung hängt wie im vorherigen Abschnitt beschrieben von den Unterschieden zwischen der primären und sekundären Anzeige ab.

Wenn der externe Trigger aktiviert ist, bestimmt das Messgerät die Bereiche für die primäre und sekundäre Anzeige (soweit aktiviert) auf der Grundlage des Eingangssignals zu diesem Zeitpunkt. Nun kann mit dem Messgerät das Eingangssignal im optimalen Bereich gemessen werden, sobald der Trigger empfangen wurde. Wenn sich das Eingangssignal so ändert, dass für die Anzeigen nach dem Empfang des Triggers automatisch der Bereich ausgewählt wird, sind möglicherweise die Ansprechzeiten für die automatische Bereichswahl (siehe Tabelle A-3) erforderlich, damit die Messergebnisse angezeigt werden.

Der Triggereingang an der Rückseite ist flankensensitiv. Ein niedriger bis hoher Impuls (über +3 V) wird als Trigger von weniger als 3 ms erkannt.

Thermische Spannungen

Bei thermischen Spannungen handelt es sich um die thermovoltischen Potenziale, die an der Nahtstelle ungleicher Metalle generiert werden. Thermische Spannungen treten in der Regel an Verbindungsklemmen auf und können größer als 1 μV sein. Bei Kleinmessungen des Gleichstroms können thermische Spannungen eine zusätzliche Fehlerquelle darstellen.

Thermische Spannungen können auch Probleme in den niedrigen Ohmbereichen verursachen. Einige niedrigwertige Widerstände wurden mit ungleichen Metallen gebaut. Die Verwendung solcher Widerstände kann thermische Spannungen verursachen, die möglicherweise groß genug sind, um Messfehler zu verursachen.

Verwenden Sie die folgenden Techniken, um die Auswirkungen von thermischen Spannungen zu reduzieren:

1. Nach Möglichkeit ähnliche Metalle für Anschlüsse verwenden (beispielsweise Kupfer-zu-Kupfer, Gold-zu-Gold usw.).
2. Festsitzende Anschlüsse verwenden.
3. Saubere Anschlüsse verwenden (insbesondere frei von Fett und Schmutz).
4. Vorsicht bei Verwendung des Stromkreises unter Testbedingungen.
5. Warten, bis der Stromkreis das thermische Gleichgewicht erreicht. (Thermische Spannungen werden nur bei einem Temperaturgefälle erzeugt.)

Ausführen von Kleinsignalmessungen

Es gibt viele Anwendungsmöglichkeiten, für die äußerste Präzision bei Kleinsignalmessungen eine wichtige Rolle spielt. Beispielsweise spielt die Bestimmung des Kriechstroms eines batteriebetriebenen Geräts im Bereitschaftsmodus eine wichtige Rolle, um festzustellen, wann die Batterie aufgeladen werden muss. Bei traditionellen Multimetern werden diese Messungen mithilfe der in Abbildung A-3 dargestellten Nebenschlussmethode vorgenommen. Der Nebenschlusswiderstand konvertiert den zu messenden Strom in eine Spannung, die als Bürdenspannung bezeichnet wird. Da die interne Impedanz der Stromquelle parallel zum Nebenschlusswiderstand geschaltet ist, ist der Strom, der im Nebenschlusswiderstand fließt, niedriger als der tatsächliche Wert, wodurch ein Fehler verursacht wird.

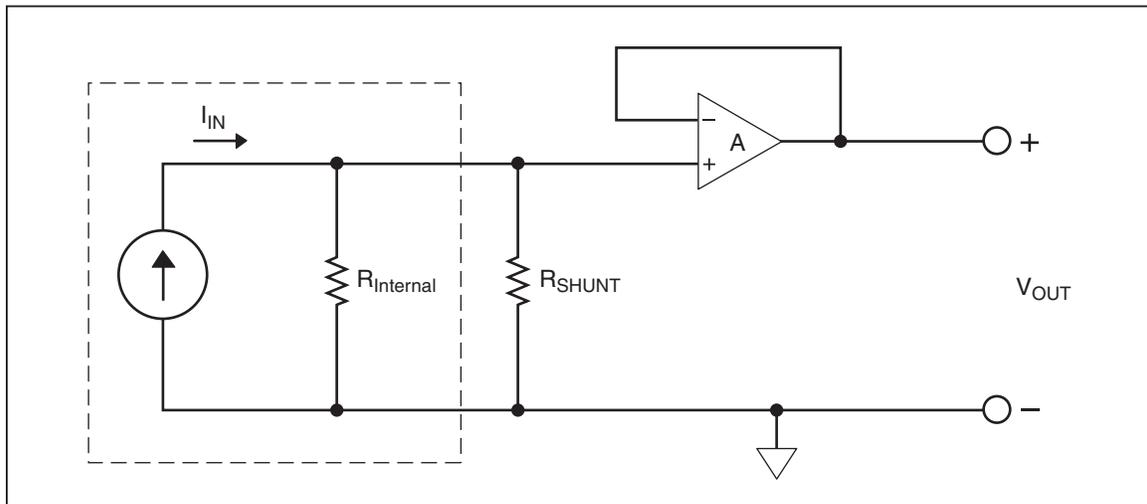


Abbildung A-3. Nebenschlussmethode der Kleinsignalmessung

eue28.eps

Eine weitere Methode der Kleinsignalmessung ist die in Abbildung A-4 dargestellte Rückkopplungswiderstandmethode. Der Rückkopplungswiderstand konvertiert den zu messenden Strom in eine Spannung. Der Operationsverstärker mit hoher Verstärkung zwingt die Bürdenspannung fast gegen 0 Volt und verringert damit den mit der einfachen Nebenschlusswiderstands-Messung einhergehenden Fehler. Die im Messgerät verwendete Null-Bürdenspannungsmessmethode ermöglicht eine präzisere Messung von Kleinsignalen (Kriechstrom).

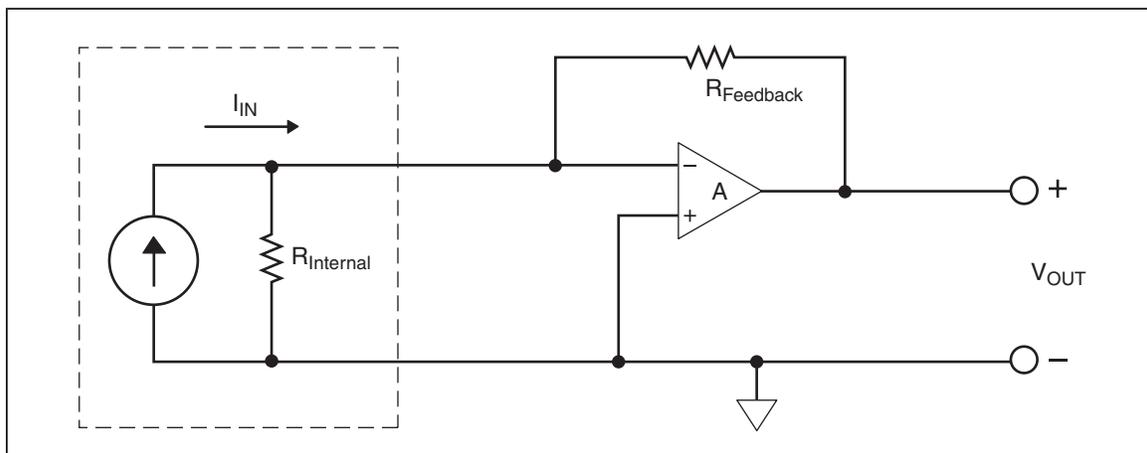


Abbildung A-4. Null-Bürdenspannung-Kleinsignalmessung

eue29.eps

Anhang B

2x4-Messleitungen

Einführung

Die optionalen Tektronix TL705-Messleitungen vereinfachen die Durchführung von Vierleiter-Widerstandsmessungen, indem sie die Messleitungen Hi-Hi Sense und Lo-Lo Sense in einem Kabel integrieren. Die Buchsen **Input Hi** und **LO** des Messgeräts bestehen aus zwei Kontakten. Ein Kontakt ist mit den HI- oder LO-Eingangsstromkreisen verbunden und der andere Kontakt mit den Sense-Eingangsstromkreisen. Wie die Eingangsbuchsen weist die 2x4-Messleitung ebenfalls zwei Kontakte auf, die auf die Eingangsbuchse abgestimmt sind, um eine 4-Draht-Verbindung zu bieten.

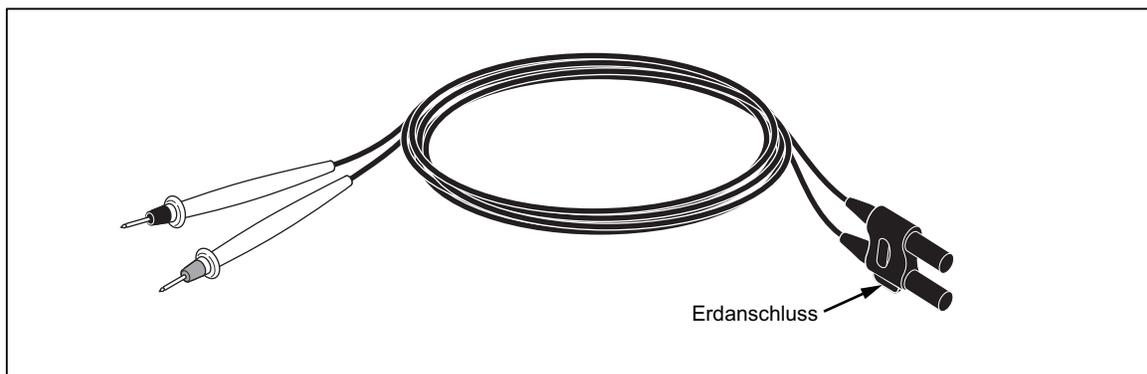


Abbildung B-1. 2x4-Draht-Messleitungen

gaa061.eps

⚠️ ⚠️ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag und möglicher Beschädigung des Messgeräts die 2x4-Draht-Messleitungen gemäß dieser Anleitung verwenden. Die Messleitungen vor Inbetriebnahme kontrollieren. Diese nicht verwenden, wenn die Isolation beschädigt oder Metall bloßgelegt ist. Kontinuität der Messleitungen prüfen. Beschädigte Messleitungen vor Gebrauch des Messgeräts ersetzen.

Index

—A—

Anschlüsse an der Rückseite, 3-8
Anzeige, 3-6
Auspacken des Messgeräts, 2-3

—B—

Benutzerdokumentation, 1-12

—D—

Diodenprüfung, 3-14

—E—

Einschalten des Geräts, 2-7

—F—

Fluke 45 Emulationsmodus, 2-10
Funktionen des Bedienfelds, 3-4
Funktionstasten, 3-25

—G—

Garantie, 1-15

—H—

Handbücher, 1-12

—I—

Impedanzen
 Bezug, 3-19
Informationen zur Konformität, 1-8
Installation in Geräterahmen, 2-9

—K—

Kalibrierung, 3-26

—L—

Lagerung des Messgeräts, 2-3
Listen- und Zahleneditor, 3-22

—M—

Messung
 Frequenz, 3-10
 Spannung, 3-9
 Strom, 3-13
 Widerstand, 3-11
 Vierleiter, 3-12
 Zweileiter, 3-11

—N—

Netzkabeltypen, 2-7
Netzspannungseinstellung, 2-4

—R—

Reinigen des Messgeräts, 2-10
RS-232 Pinbelegung, 3-17

—S—

Sicherheit
 Allgemeine Sicherheitsübersicht, 1-3
 Symbole und Ausdrücke, 1-6
Sicherheitsverfahren, 1-13
Sicherungen
 Netzstrom, 2-4
 Stromeingang, 2-5
Spezifikationen
 Allgemeine, 1-14
 Elektrische, 1-16
 Umgebung, 1-15
Startkonfiguration, 3-26
Stütze
 Entfernen der, 2-8

Verstellen der, 2-8

—T—

Triggermodus, 3-16

—U—

Umschalttaste

Sekundäre Betriebsebene, 3-21

Umweltschutzrelevante Aspekte

Beschränkung der Verwendung gefährlicher
Stoffe, 1-10

Geräterecycling, 1-10

—Z—

Zubehör, 1-14