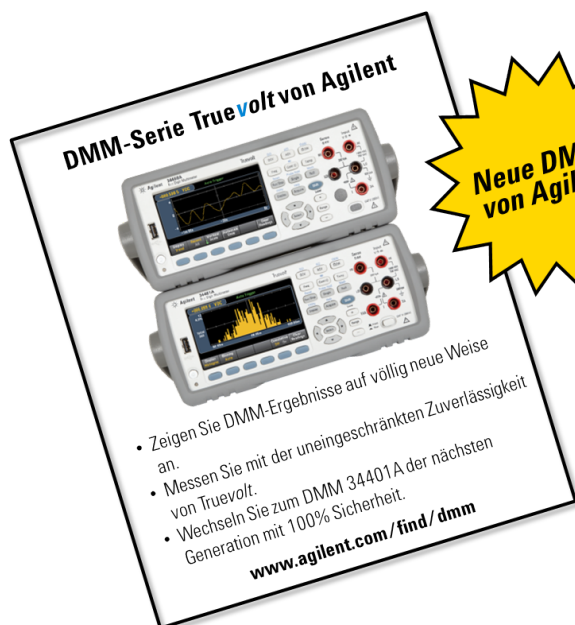




Agilent 34401A Multimeter mit 6½ Stellen

Benutzerhandbuch



Agilent Technologies

Druckdaten

Ausgabe 1, April 1992
Ausgabe 2, Oktober 1992
Ausgabe 3, März 2003

Bei einer neuen Ausgabe handelt es sich um ein vollständig überarbeitetes Handbuch. Updates werden zwischen den einzelnen Ausgaben in Form von Einzelseiten mit zusätzlichen Informationen herausgegeben und sind zum Einfügen in das Handbuch bestimmt. Die oben angegebenen Daten ändern sich nur, wenn eine neue Ausgabe veröffentlicht wird.

Eignungsnachweis

Agilent Technologies bescheinigt hiermit, daß dieses Produkt vor dem Versand auf die Einhaltung der angegebenen technischen Daten überprüft worden ist. Ferner erklärt Agilent Technologies, daß seine Kalibrationsmessungen auf das United States National Institute of Standards and Technology (ehemals National Bureau of Standards) und anderer Mitglieder der Internationalen Standardisierungsorganisation (ISO) rückführbar sind, sofern es die Kalibrierungsmöglichkeiten dieser Institute erlauben.

Gewährleistung

Die Gewährleistung gilt drei Jahre ab Lieferung und erstreckt sich auf Material- und Verarbeitungsfehler. Eine Modifizierung der Gewährleistungsdauer und der Bedingungen für die Gewährleistung ist möglich, sofern dieses Produkt in andere Agilent-Produkte eingebaut und somit Bestandteil der letztgenannten wird. Während des Gewährleistungszeitraumes wird Agilent Technologies nachweislich fehlerhafte Produkte entweder reparieren oder ersetzen.

Rücksendung bei Gewährleistung

Im Gewährleistungsfall ist das Gerät an eine von Agilent Technologies bestimmte Servicestelle zurückzuschicken. Bei der Rücksendung eines Gerätes im Rahmen der Gewährleistung trägt der Käufer die Kosten für den Versand an Agilent, während Agilent die Kosten für die Rücksendung des Gerätes zum Käufer übernimmt. Der Käufer trägt jedoch sämtliche Versandkosten, Abgaben und Zölle, wenn das Gerät aus dem Ausland an Agilent Technologies zurückgeschickt wird.

Gewährleistungsumfang

Die bereits erwähnte Gewährleistung gilt nicht bei Fehlern, die durch mangelhafte oder ungenügende Wartung seitens des Käufers, vom Käufer bereitgestellte Software oder Schnittstellen, unerlaubte Änderung oder Fehlbedienung, Betrieb außerhalb der geltenden Umgebungsbedingungen, oder unsachgemäße Vorbereitung oder Wartung hervorgerufen sind. Für Entwurf und Ausführung von Schaltungen in Zusammenhang mit diesem Produkt ist allein der Käufer verantwortlich. Agilent kann weder für die Schaltungen des Käufers noch für aus diesen resultierende Fehlfunktionen des Produktes haftbar gemacht werden. Darüber hinaus übernimmt Agilent keine Gewährleistung für Schäden, die auf Schaltungen des Käufers oder auf vom Käufer bereitgestellte Produkte zurückzuführen sind. **Jede weitergehende ausdrückliche oder stillschweigende Gewährleistung ist ausgeschlossen, insbesondere lehnt Agilent Technologies jede stillschweigende Gewährleistung zur Marktfähigkeit oder zur Eignung für einen bestimmten Zweck ab.**

Ausschließliche Maßnahmen

Die o.g. Maßnahmen sind die einzigen und ausschließlichen Maßnahmen seitens des Kunden. Agilent Technologies ist für direkte, indirekte, besondere, durch Fahrlässigkeit entstandene Schäden oder Folgeschäden nicht haftbar, gleich, ob sie auf Garantie, Vertrag, Delikt oder irgendeiner weiteren juristischen Theorie beruhen. Dies gilt nicht, soweit gesetzlich zwingend gehaftet wird.

Anmerkung

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

Agilent Technologies übernimmt für dieses Material einschließlich der Marktfähigkeit oder der Eignung für irgendeinen bestimmten

Zweck und darüber hinaus keinerlei Gewährleistung.

Agilent Technologies übernimmt keine Haftung für in diesem Handbuch enthaltene Fehler oder für zufällige bzw. Folgeschäden im Zusammenhang mit der Lieferung, Leistungsfähigkeit oder Verwendung dieses Materials. Dieses Dokument darf ohne schriftliche Zustimmung von Agilent weder ganz noch teilweise kopiert, vervielfältigt oder übersetzt werden.

Rechtliche Vorbehalte

Eine Verwendung, Vervielfältigung oder Veröffentlichung durch die Regierung unterliegt den im Abschnitt (b) (3)(i) der "Rights in Technical Data and Computer Software" unter 52.227-7013 aufgeführten Einschränkungen.

Agilent Technologies, Inc.
815 14th Street S.W.
Loveland, Colorado 80537
U.S.A.

Sicherheit

Keine Teile ersetzen oder Änderungen am Produkt vornehmen. Senden Sie das Produkt zur Reparatur und Wartung an Agilent Technologies, um sicherzustellen, daß alle Sicherheitsmerkmale erhalten bleiben.

Sicherheitssymbole

Warnung

Weist auf Tätigkeiten, Übungen oder Zustände hin, die möglicherweise zur Verletzung oder zum Tod von Personen führen können.

Achtung

Weist auf Tätigkeiten, Übungen oder Zustände hin, die möglicherweise zu Schäden am Gerät oder zum Verlust von Daten führen können.



Dieses Symbol weist auf Informationen im Bedienungshandbuch hin, die der Anwender befolgen muß, um Verletzungen von Personen oder Schäden am Gerät zu vermeiden.



Symbol für gefährliche Hochspannung.



Symbol für Schutzerde.



Symbol für Gehäusemasse.

Das Agilent 34401A ist ein digitales Hochleistungsmultimeter mit einer Auflösung von 6½ Stellen.

Das Gerät eignet sich sowohl für den Einsatz im Meßlabor als auch zur Integration in Meßsystemen und bietet somit eine vielseitige Lösung für Ihre heutigen und künftigen Meßaufgaben.

Anwenderfreundlich beim Einsatz am Meßplatz

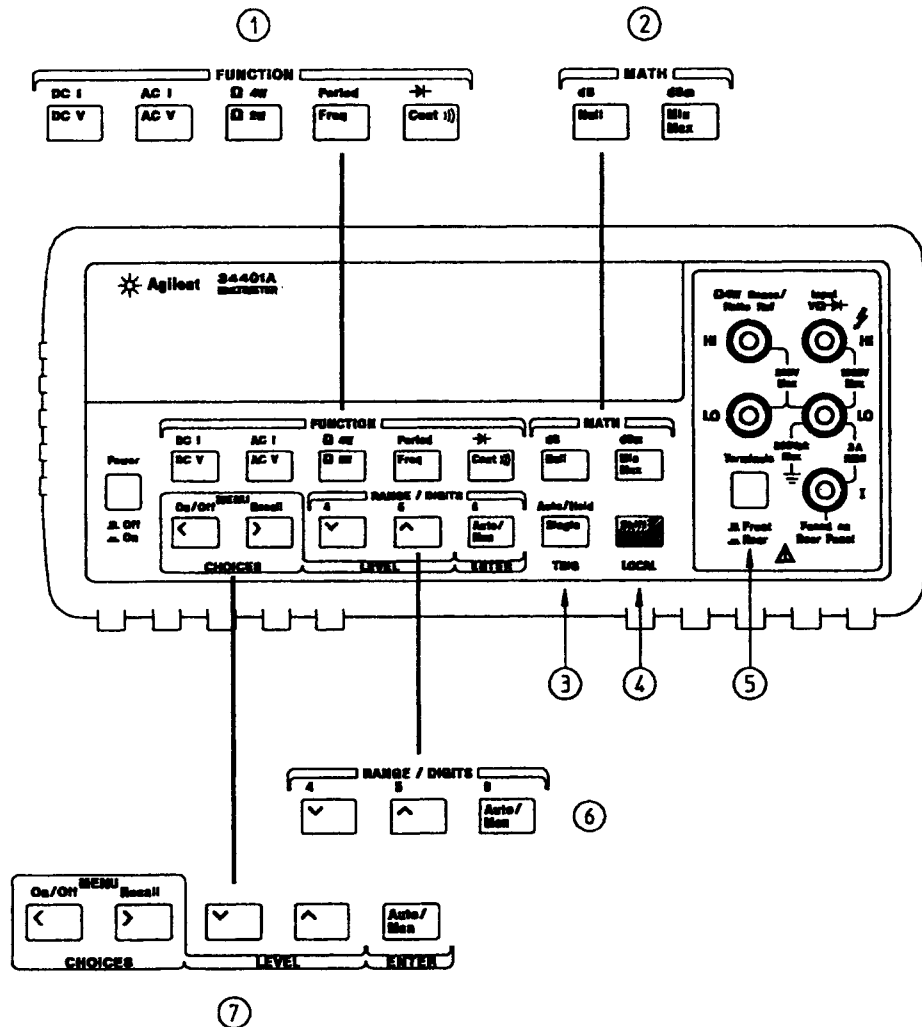
- Gut ablesbare Anzeige
- Integrierte Rechenfunktionen
- Funktionen für Durchgangsprüfung und Diodentests
- Data-Hold-Funktion für freihändigen Betrieb
- Stabiles Tragegehäuse mit griffigen Füßen

Flexibel beim Einsatz in Systemen

- GPIB-Schnittstelle (IEEE-488) serienmäßig
- RS-232-Schnittstelle serienmäßig
- Standardprogrammiersprachen: SCPI, Agilent 3478A und Fluke 8840
- Meßraten von bis zu 1.000 Meßwerten pro Sekunde
- Speichermöglichkeit für bis zu 512 Meßwerte
- Toleranztests mit Gut/Schlecht-Signalen

Multimeter Agilent 34401A

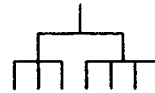
Die Frontplatte im Überblick



- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Meßfunktionstasten | 5 | Wahlschalter für den Eingang (Frontplatte/Rückwand) |
| 2 | Tasten für Rechenoperationen | 6 | Tasten für Meßbereich/Anzahl der Anzeigestellen |
| 3 | Einzeltrigger-, Automatiktrigger- und Data-Hold-Taste | 7 | Tasten zur Menüsteuerung |
| 4 | Taste Shift/Local | | |

Die Frontplatte im Überblick

Das Menü hat eine absteigende Baumstruktur mit 3 Ebenen.



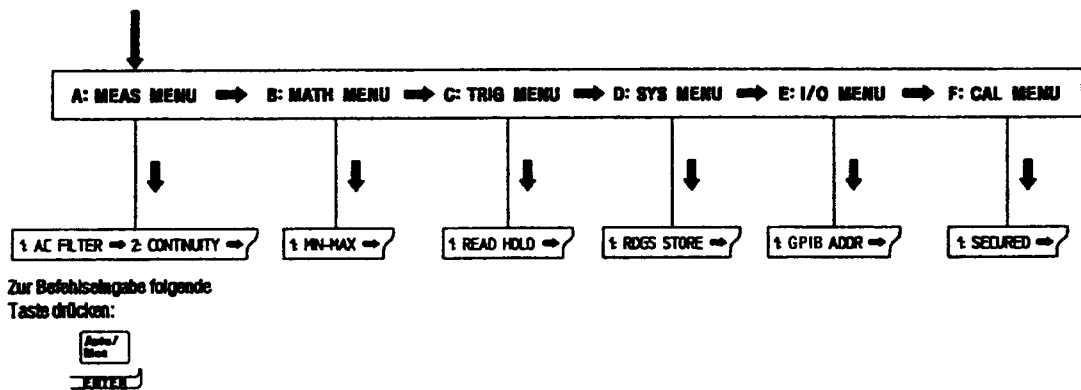
Folgende Taste zur Aktivierung
des Menüs drücken:



Zum Verschieben nach
links oder nach rechts



Zum Verschieben nach
oben oder nach unten



A: MEASUREMENT MENU

1: AC FILTER => 2: CONTINUITY => 3: INPUT R => 4: RATIO FUNC => 5: RESOLUTION

B: MATH MENU

1: MIN-MAX => 2: NULL VALUE => 3: dB REL => 4: dBm REF R => 5: LIMIT TEST => 6: HIGH LIMIT => 7: LOW LIMIT

C: TRIGGER MENU

1: READ HOLD => 2: TRIG DELAY => 3: N SAMPLES

D: SYSTEM MENU

1: RDGS STORE => 2: SAVED RDGS => 3: ERROR => 4: TEST => 5: DISPLAY => 6: BEEP => 7: COMMA => 8: REVISION

E: Input / Output MENU

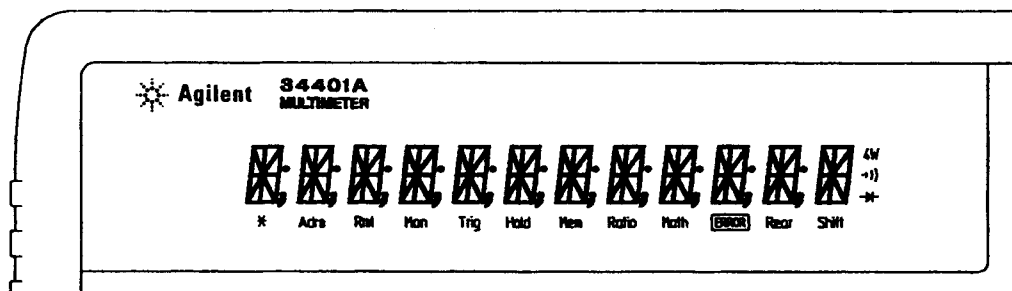
1: GPIB ADDR => 2: INTERFACE => 3: BAUD RATE => 4: PARITY => 5: PROTOCOL

F: CALIBRATION MENU

1: SECURED => [1: UNSECURED] => [2: CALIBRATE] => 3: CAL COUNT => 4: MESSAGE

HINWEIS: Die beiden Befehle in eckigen Klammern ([]) im CAL MENU sind "verborgen" und werden nur sichtbar, wenn das Multimeter zwecks Kalibrierung UNSECURED (d. h. entsperrt) wird.

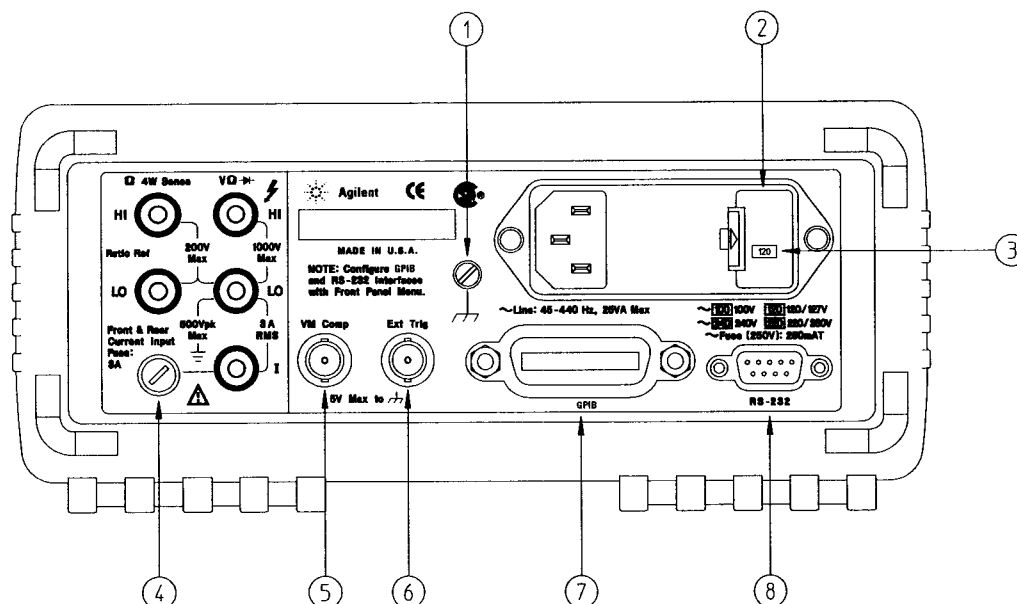
Display-Anzeigemarken



*	Anzeige für eine laufende Messung.
Adrs	Das Multimeter wird aufgefordert, über die GPIB-Schnittstelle zu senden oder zu empfangen.
Rmt	Das Multimeter befindet sich im rechnergesteuerten Betrieb (Remote- Schnittstelle).
Man	Das Multimeter verwendet die manuelle Bereichseinstellung (die automatische Bereichseinstellung ist deaktiviert).
Trig	Das Multimeter wartet auf ein Einzeltrigger- oder externes Triggersignal.
Hold	Die Data-Hold-Funktion ist aktiviert.
Mem	Anzeige für den aktivierten Meßwertspeicher.
Ratio	Das Multimeter ist auf Verhältnismessung geschaltet.
Math	Anzeige für eine aktivierte Rechenoperation (Null-, Min-Max, dB-, dBm- oder Toleranztest).
ERROR	Fehleranzeige (Gerätestörung oder fehlerhafte Befehle von der Schnittstelle).
Rear	Die Eingänge auf der Rückwand sind aktiviert.
Shift	Die Taste "Shift" wurde gedrückt.
4W	Das Multimeter ist auf Vierdraht-Widerstandsmessung geschaltet.
· · 	Das Multimeter ist auf Durchgangsprüfung geschaltet.
✱	Das Multimeter ist auf Diodentest geschaltet.

Zur Überprüfung der Displayanzeigemarken ist beim Einschalten die Taste **Shift** gedrückt zu halten.

Die Rückwand im Überblick



- | | |
|--|--|
| 1 Schutz Erde | 5 Ausgang für das Signal "Messung beendet" |
| 2 Netzsicherungshalter | 6 Externer Triggereingang |
| 3 Netzspannungswähler | 7 Anschluß für GPIB-Schnittstelle (IEEE-488) |
| 4 Überlastsicherung für die Meßeingänge auf der Frontplatte und auf der Rückwand | 8 Anschluß für RS-232-Schnittstelle |

Verwenden Sie das Menü "Input/Output" zur:

- Wahl der GPIB- oder RS-232-Schnittstelle (siehe Kapitel 4)
- Wahl der GPIB-Busadresse (siehe Kapitel 4)
- Einstellung von Baudrate und Parität für die serielle Übertragung (siehe Kapitel 4).

Aufbau dieses Handbuchs

Kurzeinführung Kapitel 1 zeigt, wie das Multimeter für die Messungen vorbereitet wird und beschreibt einige der Bedienungselemente auf der Frontplatte.

Menübedienung Kapitel 2 macht Sie mit dem Menü der Frontplatte vertraut und beschreibt einige Menüpunkte für die lokale Bedienung des Multimeters.

Eigenschaften und Funktionen Kapitel 3 enthält eine detaillierte Beschreibung der Meßmöglichkeiten sowie der lokalen und rechnergesteuerten Bedienung.

Externe Programmierung Kapitel 4 beinhaltet Informationen für die Programmierung des Multimeters über die externe Schnittstelle.

Fehlermeldungen Kapitel 5 enthält eine Liste der Fehlermeldungen, die beim Arbeiten mit dem Multimeter auftreten können. Außerdem werden Ratschläge für die Fehlersuche und -behebung erteilt.

Anwenderprogramme Kapitel 6 enthält mehrere Programme, mit deren Hilfe Sie anwenderspezifische Programme für Ihre Meßaufgaben entwickeln können.

Wichtige Hinweise zu Messungen Kapitel 7 enthält Anweisungen und Techniken zur Optimierung der Meßgenauigkeit und zur Vermeidung von Meßfehlern.

Technische Daten Kapitel 8 beinhaltet die technischen Daten des Multimeters und beschreibt, wie diese Daten zu interpretieren sind.

Sollten Sie Fragen zum Betrieb des Multimeters haben, so wenden Sie sich bitte an Ihre nächstgelegene Agilent Technologies-Geschäftsstelle.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 Kurzeinführung

Multimeter vorbereiten	13
Multimeter einschalten	15
Spannungsmessungen	17
Widerstandsmessungen	17
Strommessungen	18
Frequenz- oder Periodenmessungen	18
Durchgangsprüfung	19
Diodentest	19
Bereichswahl	20
Einstellung der Auflösung	21
Displayformate auf der Frontplatte	22
Multimeter in ein Gestell einbauen	23

Kapitel 2 Menübedienung über die Frontplatte

Erläuterungen zur Menübedienung	27
Übungen zur Menübedienung	29
Komma abschalten	37
Durchführung von Nullmessungen (Relativmessungen)	38
Minimal- und Maximalwerte speichern	39
Durchführung von dB-Messungen	40
Durchführung von dBm-Messungen	41
Multimeter triggern	42
Verwendung der Data-Hold-Funktion	43
Gleichspannungsverhältnismessungen	44
Verwendung des Meßwertspeichers	46

Kapitel 3 Eigenschaften und Funktionen

Meßkonfiguration

AC-Signalfilter	51
Durchgangs-Schwellenwiderstand	52
Eingangswiderstand	53
Auflösung	54
Integrationszeit	57
Schalten der vorderen/hinteren Eingangsanschlüsse	58
Autozero	59
Bereichseinstellung	60

Kapitel 3 Eigenschaften und Funktionen (Fortsetzung)

<i>Rechenoperationen</i>	
Min-/Max-Betrieb	63
Nullbetrieb (Relativbetrieb)	64
dB-Messungen	66
dBm-Messungen	68
Toleranztests	69
<i>Triggerung</i>	
Wahl der Triggerquellen	73
Der Status "Warten auf Triggerimpuls"	76
Abbruch einer Messung	76
Anzahl der Meßwerte	77
Anzahl der Triggerimpulse	78
Triggerverzögerung	79
Automatische Triggerverzögerungen	81
Die Data-Hold-Funktion	82
Anschluß für "Messung beendet"	83
Externer Triggeranschluß	83
<i>Gerätebezogene Funktionen</i>	
Meßwertspeicher	84
Fehlerzustände	85
Selbsttest	86
Display-Steuerung	87
Steuerung des Summersignals	88
Komma	89
Abfrage des Ausgabedatums der Firmware	89
SCPI-Sprache	90
<i>Konfiguration der externen Schnittstelle</i>	
GPIB-Adresse	91
Wahl der externen Schnittstelle	92
Wahl der Baudrate (RS-232)	93
Wahl der Parität (RS-232)	93
Wahl der Programmiersprache	94
Anschluß eines Terminals oder Druckers (RS-232)	95
<i>Kalibrierung</i>	
Sicherung der Kalibrierung	96
Zählen der Kalibrierungsvorgänge	99
Kalibrierungsmeldung	100
<i>Wartung durch den Bediener</i>	
Austausch der Netzsicherung	101
Austausch der Überlastsicherung	101
<i>Einschalt-und Resetstatus</i>	102

Kapitel 4 Externe Programmierung

Zusammenfassung der Befehle	105
Vereinfachter Programmierablauf	110
Die Befehle MEASure? und CONFigure	115
Befehle für die Meßkonfiguration	119
Befehle für Rechenoperationen	122
Triggerung	125
Triggerbefehle	128
Gerätebezogene Befehle	130
Das SCPI-Statusmodell	132
Befehle für Statusberichte	142
Kalibrierungsbefehle	144
Konfiguration der RS-232-Schnittstelle	145
RS-232-Schnittstellenbefehle	149
Einführung in die SCPI-Sprache	150
Endungen bei Eingaben	153
Formate der Ausgabedaten	153
Anhalten von Messungen mit "Device Clear"	154
"Nur Senden" für Drucker	154
Einstellen der GPIB-Adresse	155
Auswahl der externen Schnittstelle	156
Einstellen der Baudrate	157
Einstellen der Parität	158
Wahl der Programmiersprache	159
Kompatibilität zu anderen Programmiersprachen	160
Informationen über die Übereinstimmung mit SCPI	162
Informationen über die Übereinstimmung mit IEEE-488	163

Kapitel 5 Fehlermeldungen

Fehler bei der Befehlsausführung	167
Fehler beim Selbsttest	173
Kalibrierungsfehler	174

Kapitel 6 Anwenderprogramme

Verwendung von MEASure? für eine einmalige Messung	179
Verwendung von CONFigure mit einer Rechenoperation	180
Verwendung der Statusregister	182
RS-232-Betrieb mit QuickBASIC	186
RS-232-Betrieb mit Turbo C	187

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 7 Wichtige Hinweise zu Messungen

Thermische Fehler	192
Lastfehler (Gleichspannung)	193
Fehler durch Leckströme	193
Unterdrückung von Netzspannungseinstreuungen	194
Gleichtaktunterdrückung (CMR)	195
Durch Magnetfelder hervorgerufene Störeinstreuungen	195
Durch Erdschleifen hervorgerufene Störspannungen	196
Widerstandsmessungen	197
4-Draht-Widerstandsmessungen	197
Verhinderung von Fehlern durch den Prüfleitungswiderstand	198
Auswirkungen durch Verlustleistung	198
Auswirkungen der Einschwingzeit	198
Fehler beim Messen von großen Widerständen	199
Fehler bei Gleichstrommessungen	199
Messung des echten Effektivwertes bei Wechselspannungen	200
Crestfaktorfehler (nicht sinusförmige Eingangssignale)	201
Lastfehler (Wechselspannung)	203
Messungen unterhalb vom Bereichsendwert	204
Fehler durch Eigenerwärmung bei Hochspannung	204
Temperatur- und Überlastfehler	204
Fehler beim Messen von niedrigen Pegeln	205
Gleichtaktfehler	206
Fehler bei Wechselstrommessungen	206
Fehler bei Frequenz- und Periodenmessungen	207
Schnelle Gleichspannungs- und Widerstandsmessungen	207
Schnelle Wechselspannungsmessungen	208

Kapitel 8 Technische Daten

DC-Kenndaten	210
AC-Kenndaten	212
Frequenz- und Periodenkenndaten	214
Allgemeines	216
Berechnung des Gesamtmeßfehlers	217
Interpretation der technischen Daten des Multimeters	219
Konfiguration für höchste Meßgenauigkeit	222

Index	223
--------------	------------

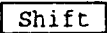
Übereinstimmungserklärung	229
----------------------------------	------------

Kurzeinführung

Kurzeinführung

Zunächst werden Sie sich mit den Bedienungselementen auf der Frontplatte vertraut machen wollen. Dazu enthält dieses Kapitel einige Übungen, in deren Verlauf das Multimeter für die Messungen vorbereitet wird; dabei werden Sie dann gleichzeitig mit der Bedienung des Multimeters vertraut gemacht.

Auf der Frontplatte befinden sich zwei Tastenreihen für unterschiedliche Funktionen und Bedienungsvorgänge. Die meisten Tasten haben eine *Shift-Funktion*; diese Funktionen sind oberhalb der Taste *blau* beschriftet. Zum Ausführen einer Shift-Funktion drücken Sie  (die Anzeigemarke **Shift** erscheint). Anschließend betätigen Sie die entsprechend beschriftete Taste. Wenn Sie beispielsweise Gleichstrom messen möchten, drücken Sie  .

Wenn Sie versehentlich die Taste  gedrückt haben, drücken Sie diese Taste erneut. Daraufhin erlischt die Anzeigemarke **Shift**.

Die letzte Umschlagseite dieser Bedienungsanleitung ist ein Faltblatt mit einer Kurzbedienungsanleitung, in der Sie schnell die verschiedenen Funktionen des Multimeters nachschlagen können.

Multimeter vorbereiten

Mit den folgenden Schritten stellen Sie sicher, daß das Multimeter einsatzbereit ist.

1 Versandliste überprüfen.

Überprüfen Sie die Vollständigkeit der Lieferung, und verständigen Sie Ihre Agilent-Geschäftsstelle, falls etwas fehlen sollte.

- ☐ Ein Satz Prüfschnüre
- ☐ Ein Netzkabel
- ☐ Eine eingebaute Netzsicherung: 250 mA für 100 und 120 V
- ☐ Eine separate Netzsicherung: 125 mA für 220 und 240 V
- ☒ Diese Bedienungsanleitung
- ☐ Eine Serviceanleitung
- ☐ Ein Faltblatt mit einer Kurzbedienungsanleitung.

2 Achten Sie darauf, daß die richtige Netzsicherung eingesetzt ist.

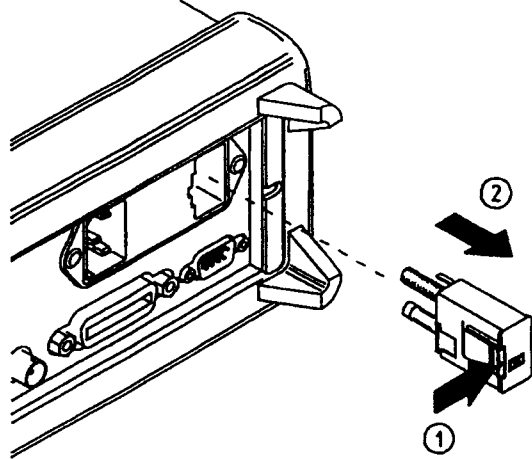
Für den Betrieb mit 100/120 V Netzspannung ist die entsprechende Sicherung (250 mA träge) bereits ab Werk im Multimeter eingesetzt.

Für den Betrieb mit 220/240 V Netzspannung ist die 250-mA-Sicherung durch die separat mitgelieferte träge Sicherung von 125 mA zu ersetzen (siehe Seite 14).

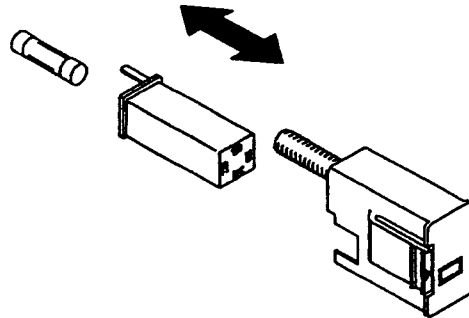
3 Eingestellte Netzspannung überprüfen.

Bei Lieferung ist das Multimeter auf eine Netzspannung von 120 V eingestellt. Diese Einstellung ist ggf. entsprechend der örtlichen Netzspannung zu berichtigen. Mögliche Einstellungen sind 100 V, 120 V, 220 V oder 240 V (siehe Seite 14).

1 Sicherungshalter aus der Rückwand entfernen.

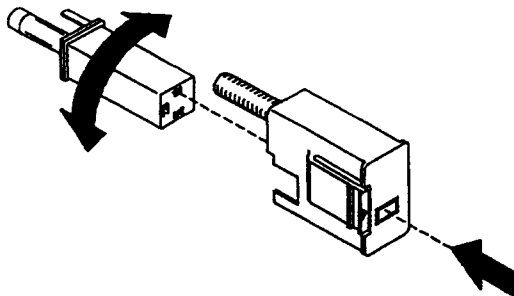


2 Passende Sicherung einsetzen und Spannungswähler aus dem Sicherungshalter entfernen.



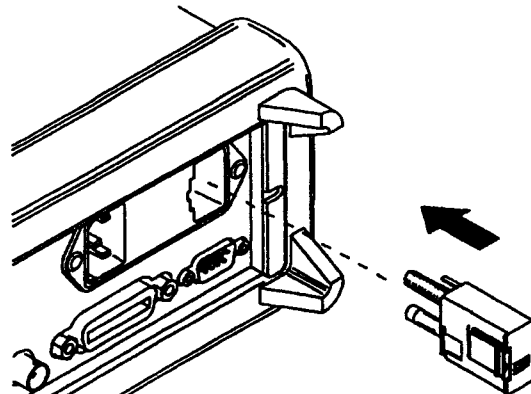
100 oder 120 Vac: Sicherung 250 mA träge
220 oder 240 Vac: Sicherung 125 mA träge

3 Spannungswähler drehen, bis die gewünschte Netzspannung im Fenster erscheint.



100, 120, 220 oder 240 Vac

4 Kompletten Sicherungshalter wieder einbauen.



Die passende Sicherung einsetzen und darauf achten, daß die korrekte Netzspannung im Fenster erscheint.

Multimeter einschalten

In den nachfolgenden Schritten wird Ihnen gezeigt, wie das Multimeter eingeschaltet wird, und wie Sie sicherstellen, daß es einwandfrei funktioniert.

1 Netzkabel anschließen und Multimeter einschalten.

Beim Einschalten führt das Multimeter einen Selbsttest durch. Dabei leuchtet die Anzeige auf der Frontplatte, und die GPIB-Busadresse wird angezeigt. Beachten Sie, daß am Multimeter die Gleichspannungsmessung mit automatischer Bereichswahl aktiviert wird.

*Halten Sie beim Einschalten die Taste **Shift** gedrückt, wenn sämtliche Anzeigemarken auf dem Display angezeigt werden sollen.*

2 Einen vollständigen Selbsttest durchführen.

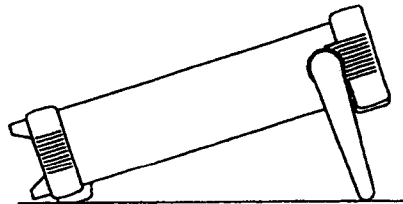
Beim *vollständigen* Selbsttest werden mehr Funktionen geprüft als beim Einschalten. Drücken Sie dazu während des Einschaltens die Taste **Shift**, und *halten Sie diese Taste länger als 5 Sekunden gedrückt*. Der Selbsttest beginnt nach dem Loslassen der Taste.

Nach erfolgreichem Selbsttest erscheint die Mitteilung "PASS", andernfalls wird "FAIL" angezeigt, woraufhin die Anzeigemarke **ERROR** erscheint. Für die Rücksendung des Multimeters an Agilent Technologies wird auf die *Serviceanleitung* hingewiesen.

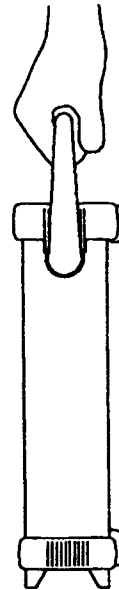
Fortsetzung nächste Seite ➡

3 Tragebügel einstellen.

Zum Einstellen des Tragebügels die beiden Enden anfassen und *auseinander ziehen*. Anschließend den Bügel in die gewünschte Stellung drehen.



Ableseposition



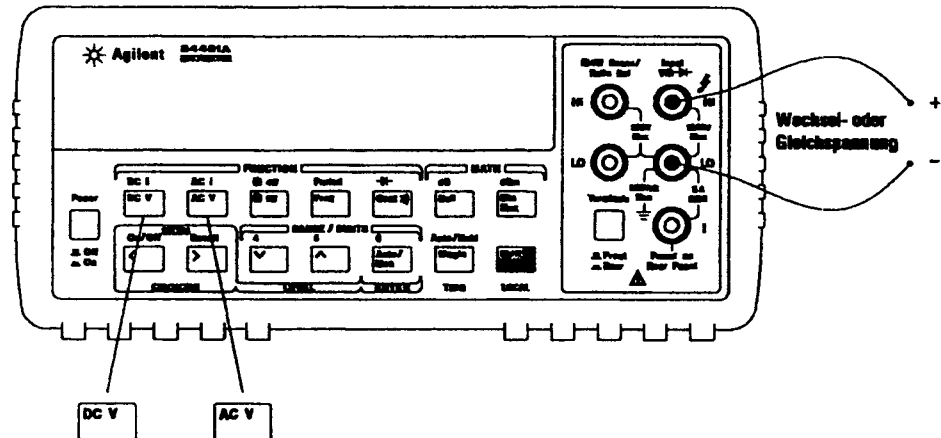
Trageposition

Spannungsmessungen

Bereiche: 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 1000 V (750 V Wechselfspannung)

Maximale Auflösung: 100 nV (im 100-mV-Bereich)

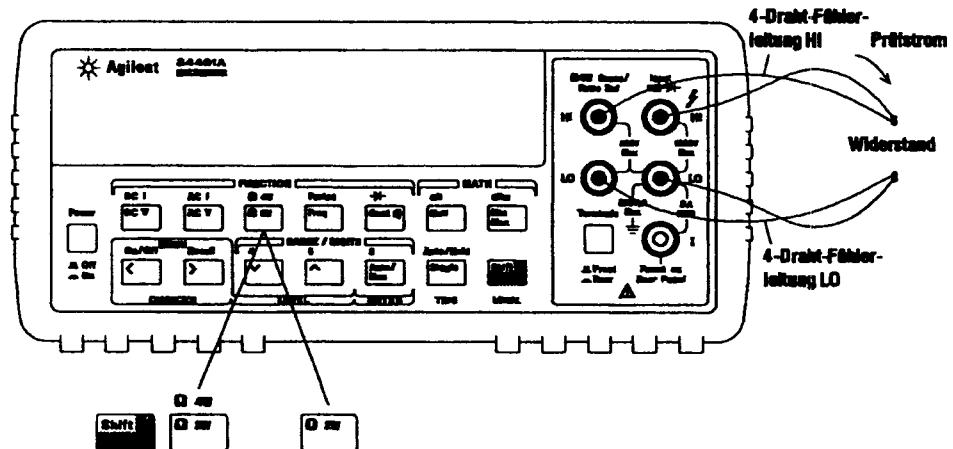
Meßmethode: echter Effektivwert, Wechselfspannungskopplung



Widerstandsmessungen

Bereiche: 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1 M Ω , 10 M Ω , 100 M Ω

Maximale Auflösung: 100 $\mu\Omega$ (im 100- Ω -Bereich)

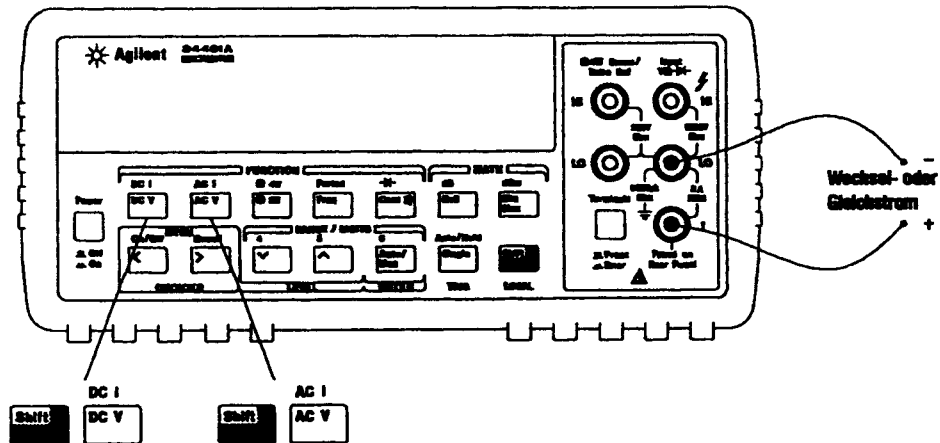


Strommessungen

Bereiche: 10 mA (nur Gleichstrom), 100 mA (nur Gleichstrom), 1 A, 3 A

Maximale Auflösung: 10 nA (im 10-mA-Bereich)

Meßmethode: echter Effektivwert, Wechselstromkopplung

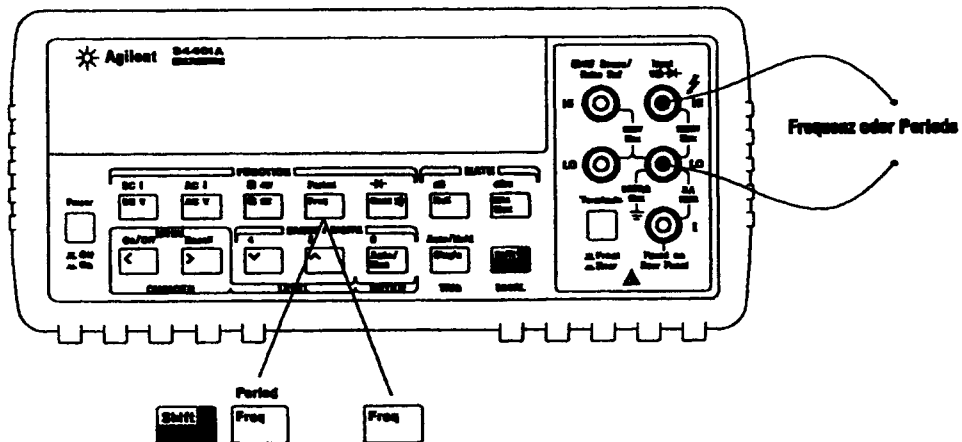


Frequenz- oder Periodenmessungen

Meßbereich: 3 Hz bis 300 kHz (0,33 s bis 3,3 μ s)

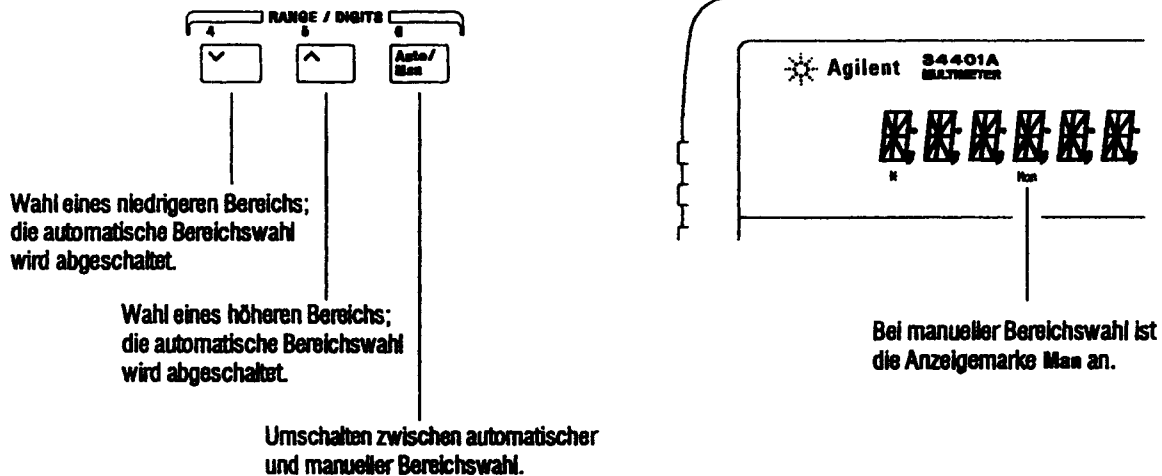
Eingangssignalebereich: 10 mV bis 750 V Wechselspannung

Meßmethode: Reziprozählung



Bereichswahl

Die Bereichseinstellung kann wahlweise *automatisch* oder *manuell* erfolgen.

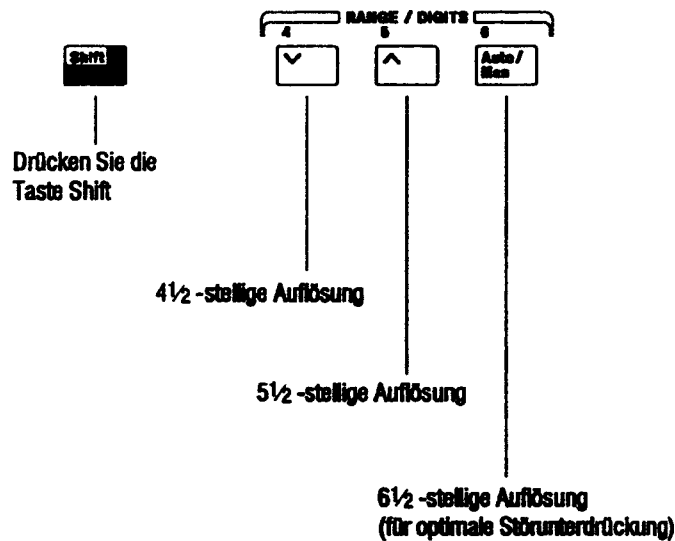


- Nach dem Einschalten und nach Rückstellung der externen Schnittstelle ist die automatische Bereichswahl aktiviert.
- Schwellenwerte der automatischen Bereichswahl:
Abwärts: <10% des Bereichs
Aufwärts: >120% des Bereichs
- Wenn das Eingangssignal außerhalb des eingestellten Bereichs liegt, erscheint die Überlastanzeige ("OVLD").
- Bei Frequenz- und Periodenmessungen über die Frontplatte bezieht sich die Bereichseinstellung auf die *Spannung* des Eingangssignals, und nicht auf seine Frequenz.
- Bei Durchgangsprüfungen und Diodentests ist der Bereich auf 1 k Ω bzw. 1 V festgelegt.

Die Bereichseinstellung richtet sich nach der eingestellten Funktion, so daß Sie die Bereichseinstellung (automatisch oder manuell) für jede Funktion einzeln einstellen können. Bei manueller Bereichswahl ist der eingestellte Bereich mit der jeweiligen Funktion gekoppelt und bleibt auch nach einem Bereichswechsel im Multimeter gespeichert.

Einstellung der Auflösung

Die Anzeige kann wahlweise mit einer Auflösung von $4\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{2}$, oder $6\frac{1}{2}$ Stellen erfolgen, je nachdem, ob maximale Meßgeschwindigkeit oder optimale Störunterdrückung gewünscht wird. In diesem Handbuch wird die Stelle mit dem höchsten Wert (erste Stelle links auf dem Display) als " $\frac{1}{2}$ "-Stelle bezeichnet, weil sie nur die Werte "0" oder "1" annehmen kann."



- Nach dem Einschalten und nach der Rückstellung der externen Schnittstelle wird die Auflösung auf $5\frac{1}{2}$ Stellen eingestellt.
- Bei Durchgangsprüfungen und Diodentests ist die Auflösung fest auf $4\frac{1}{2}$ Stellen eingestellt.

Die Auflösung richtet sich nach der eingestellten Funktion, so daß Sie diese für jede Funktion einzeln einstellen können. Die jeweils eingestellte Auflösung bleibt auch nach einem Funktionswechsel im Multimeter gespeichert.

Displayformate auf der Frontplatte

-H.DDD,DDD EFFF

Displayformat auf der Frontplatte

- Negatives Vorzeichen oder Leerstelle (positiv)
- H * 1/2"-Stelle (0 oder 1)
- D Numerische Stelle
- E Exponent (m, k, M)
- F Maßeinheiten (V, Ω , Hz, dB)

5 Stellen

10.216,5 VDC

1/2"-Stelle

10 V Gleichspannungsbereich mit 5 1/2-stelliger Anzeige

1/2"-Stelle

-045.23 mVDC

100 mV Gleichspannungsbereich mit 4 1/2-stelliger Anzeige

113.325,6 OHM

100 Ω Gleichspannungsbereich mit 6 1/2-stelliger Anzeige

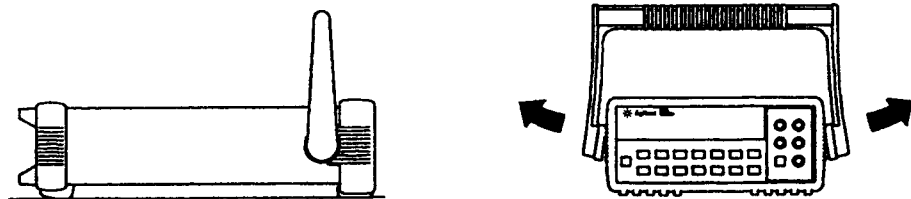
OVL.D mVDC

Überlastanzeige im 100-mV-Gleichspannungsbereich

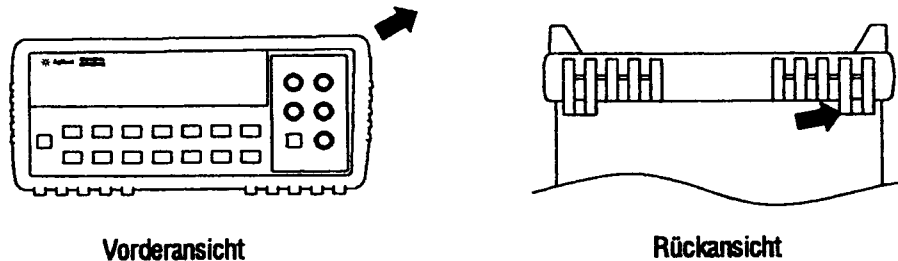
Multimeter in ein Gestell einbauen

Mit Hilfe eines der drei als Option erhältlichen Einbausätze können Sie das Multimeter in einem 19"-Gestell einbauen. Die erforderlichen Anweisungen sowie das Befestigungsmaterial sind Bestandteil des jeweiligen Einbausatzes. Jedes Meßgerät der Agilent-Reihe "System II" läßt sich neben dem Multimeter Agilent 34401A in einem Gestell montieren.

Bevor das Multimeter in einem Gestell montiert wird, müssen die vorderen und hinteren Stoßleisten sowie der Tragebügel entfernt werden.



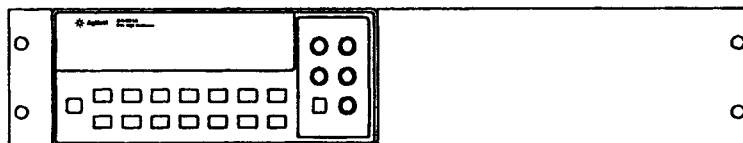
Zum Entfernen des Tragebügels den Bügel senkrecht stellen und an den Enden auseinanderziehen.



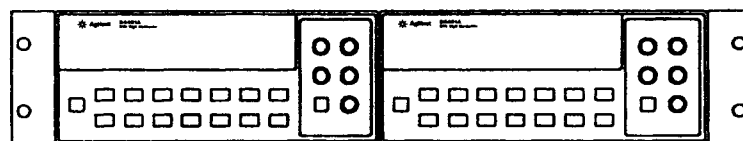
Zum Entfernen der Stoßleiste eine Ecke anheben und dann abziehen.

Kapitel 1 Kurzeinführung

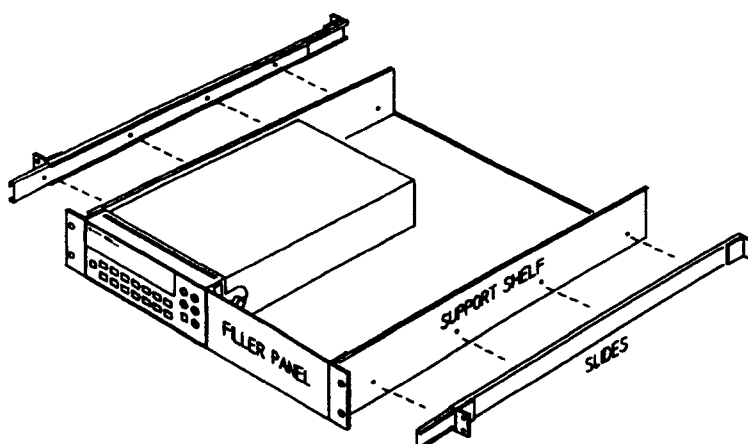
Multimeter in ein Gestell einbauen



Für den Gestelleinbau eines Einzelgerätes ist der Adaptersatz 5063-9240 erforderlich.



Für den Gestelleinbau zweier Meßgeräte nebeneinander werden der Verbindungssatz 5061-9694 sowie der Flanscheinbausatz 5063-9212 benötigt.



Für den Einbau von 1 oder 2 Meßgeräten in einem Laufschienen-Schubfach sind das Schubfach 5063-9255 sowie der Laufschienensatz 1494-0015 erforderlich. Beim Einbau eines Einzelgerätes wird außerdem die Blende 5002-3999 benötigt.

Menübedienung
über die Frontplatte

Menübedienung über die Frontplatte

Sie sollten inzwischen mit der Bedienung der Tastengruppe FUNCTION und RANGE / DIGITS auf der Frontplatte vertraut sein. Außerdem sollten Sie jetzt wissen, wie für die verschiedenen Messungen die Verbindungen mit den Anschlüssen auf der Frontplatte hergestellt werden, andernfalls empfehlen wir Ihnen in Kapitel 1 "Kurzeinführung" ab Seite 11 nachzuschlagen.

In diesem Kapitel werden drei weitere auf der Frontplatte befindliche Tastengruppen vorgestellt: MENU, MATH und TRIG. Auch werden Sie lernen, wie das Trennkomma gesetzt und Meßwerte gespeichert werden. Die detaillierte Beschreibung *einer jeden Taste* auf der Frontplatte oder der Menübedienung ist *nicht* Gegenstand dieses Kapitels; Sie erhalten jedoch einen Überblick über die Bedienung mittels Menü und Tasten auf der Frontplatte. Für eine vollständige Beschreibung der Eigenschaften und Bedienungsmöglichkeiten des Multimeters wird auf Kapitel 3 "Eigenschaften und Funktionen" (ab Seite 49) hingewiesen.

Erläuterungen zur Menübedienung

A: MEASurement MENU

1: AC FILTER ⇒ 2: CONTINUITY ⇒ 3: INPUT R ⇒ 4: RATIO FUNC ⇒ 5: RESOLUTION

1: AC FILTER	Wahl des langsamen, mittleren oder schnellen Wechselspannungsfilters
2: CONTINUITY	Einstellung der Summerschwelle für die Durchgangsprüfung (1 Ω bis 1000 Ω)
3: INPUT R	Einstellung des Eingangswiderstandes für Gleichspannungsmessungen
4: RATIO FUNC	Aktivierung der Gleichspannungsverhältnismessung
5: RESOLUTION	Einstellung der Auflösung für die Messung

B: MATH MENU

1: MIN-MAX ⇒ 2: NULL VALUE ⇒ 3: dB REL ⇒ 4: dBm REF R ⇒ 5: LIMIT TEST ⇒ 6: HIGH LIMIT ⇒ 7: LOW LIMIT

1: MIN-MAX	Aufruf der gespeicherten Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte und des Meßzählers
2: NULL VALUE	Aufruf oder Einstellung des Nullwertes aus dem Nullregister
3: dB REL	Aufruf oder Einstellung des dBm-Wertes aus dem dB-Relativregister
4: dBm REF R	Wahl des Bezugswiderstandes für die dBm-Messung
5: LIMIT TEST	Aktivierung oder Deaktivierung des Toleranztests
6: HIGH LIMIT	Einstellung des oberen Grenzwertes für den Toleranztest
7: LOW LIMIT	Einstellung des unteren Grenzwertes für den Toleranztest

C: TRIGger MENU

1: READ HOLD ⇒ 2: TRIG DELAY ⇒ 3: N SAMPLES

1: READ HOLD	Einstellung des Empfindlichkeitsbandes für den Data-Hold-Speicher
2: TRIG DELAY	Angabe einer Verzögerungszeit vor Meßbeginn
3: N SAMPLES	Einstellung für die Anzahl der Messungen je Triggerimpuls

Fortsetzung nächste Seite ⇒

D: SYSTEM MENU

1: RDGS STORE ⇒ 2: SAVED RDGS ⇒ 3: ERROR ⇒ 4: TEST ⇒ 5: DISPLAY ⇒ 6: BEEP ⇒ 7: COMMA ⇒ 8: REVISION

1: RDGS STORE	Aktivierung bzw. Deaktivierung des Meßwertspeichers
2: SAVED RDGS	Aufruf der gespeicherten Meßwerte (bis zu 512 Werte)
3: ERROR	Abruf der Fehlermeldungen aus der Fehlerwarteschlange (bis zu 20 Fehler)
4: TEST	Durchführung eines vollständigen Selbsttests
5: DISPLAY	Aktivierung bzw. Deaktivierung des Displays
6: BEEP	Aktivierung bzw. Deaktivierung der Summerfunktion
7: COMMA	Aktivierung bzw. Deaktivierung des Kommas im Display
8: REVISION	Anzeige des Codes der Firmware-Version

E: Input / Output MENU

1: GPIB ADDR ⇒ 2: INTERFACE ⇒ 3: BAUD RATE ⇒ 4: PARITY ⇒ 5: LANGUAGE

1: GPIB ADDR	Einstellung der GPIB-Busadresse (0 bis 31)
2: INTERFACE	Wahl der GPIB- oder RS-232-Schnittstelle
3: BAUD RATE	Einstellung der Baudrate für die RS-232-Schnittstelle
4: PARITY	Paritätseinstellung (gerade, ungerade, keine) für RS-232-Betrieb
5: LANGUAGE	Wahl der Programmiersprache: SCPI, Agilent 3478 oder Fluke 8840/42

F: CALibration MENU

1: SECURED ⇒ [1: UNSECURED] ⇒ [2: CALIBRATE] ⇒ 3: CAL COUNT ⇒ 4: MESSAGE

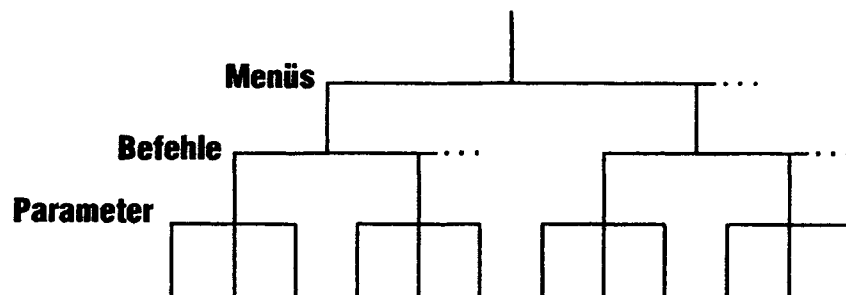
1: SECURED	Kalibriersperre; zum Entsperren den Code eingeben
1: UNSECURED	Kalibriersperre aufgehoben; zum Sperren den Code eingeben
2: CALIBRATE	Vollständige Kalibrierung der vorliegenden Funktion; Entsperrung erforderlich
3: CAL COUNT	Anzeige der Gesamtzahl der Kalibriervorgänge
4: MESSAGE	Anzeige des extern eingegebenen Kalibriercodes (bis zu 12 Zeichen)

HINWEIS: Die beiden Befehle in eckigen Klammern ([]) sind "verborgen" und werden nur sichtbar, wenn das Multimeter zwecks Kalibrierung UNSECURED (d. h. entsperrt) wird.

Übungen zur Menübedienung

Dieser Absatz führt Sie Schritt für Schritt durch die Menübedienung. Sie sollten sich für diese Übung einige Minuten Zeit nehmen, um sich mit dem Aufbau und der Bedienung dieses Menüs vertraut zu machen.

Das Menü hat eine umgekehrte Baumstruktur mit drei Ebenen (Menüs, Befehle und Parameter). Um von einer *Ebene* zu einer anderen zu gelangen, bewegen Sie sich mit ☐ $\downarrow$ abwärts und mit ☐ $\uparrow$ aufwärts durch die Baumstruktur. Jede dieser Ebenen hat mehrere waagerechte *Optionen*, die durch Verschieben nach links ☐ $<$ oder rechts ☐ $>$ sichtbar werden.



- Zum *Einschalten* des Menüs drücken Sie ☐ Shift ☐ $<$ ^{On/Off}.
- Zum *Ausschalten* des Menüs drücken Sie ☐ Shift ☐ $<$ ^{On/Off}, oder Sie drücken eine der Funktions- oder Rechentasten in der oberen Tastenreihe auf der Frontplatte.
- Zum *Ausführen* eines Menübefehls drücken Sie ☐ Auto/Man _{ENTER}.

Wenn Sie bei der Übung an irgendeinem Punkt den Faden verlieren sollten und nicht weiter kommen, schalten Sie einfach das Menü aus, um dann ab Schritt 1 des jeweiligen Beispiels erneut zu beginnen.

Displaymeldungen bei Verwendung des Menüs

TOP OF MENU Sie haben auf der "Menü"-Ebene gedrückt, befinden sich jedoch bereits auf der oberen Ebene; eine höhere Ebene gibt es nicht.

Zum Ausschalten des Menüs drücken Sie (Menü ein/aus). Die Optionen innerhalb einer Ebene erreichen Sie mit oder . Zum Erreichen der nächsttieferen Ebene drücken Sie .

MENUS Sie befinden sich auf der Menüebene. Drücken Sie oder zur Anzeige der Optionen.

COMMANDS Sie befinden sich auf der Befehlsebene. Ein Druck auf oder zeigt die Befehle für die gewählte Menügruppe.

PARAMETER Sie befinden sich auf der "Parameter"-Ebene. Ein Druck auf oder zeigt die Parameter für den gewählten Befehl.

MENU BOTTOM Sie haben auf der "Parameter"-Ebene gedrückt, befinden sich jedoch bereits auf der unteren Ebene; eine tiefere Ebene gibt es nicht.

Zum Ausschalten des Menüs drücken Sie (Menü ein/aus). Zum Erreichen der nächsthöheren Ebene drücken Sie .

CHANGE SAVED Die Änderung der "Parameter"-Ebene wird gesichert und angezeigt, nachdem Sie (Menüeingabe) zur Befehlsausführung gedrückt haben.

MIN VALUE Der von Ihnen auf der "Parameter"-Ebene angegebene Wert ist für den gewählten Befehl zu klein. Der erlaubte Minimalwert wird zur Bearbeitung angezeigt.

MAX VALUE Der von Ihnen auf der "Parameter"-Ebene angegebene Wert ist für den gewählten Befehl zu groß. Der erlaubte Maximalwert wird zur Bearbeitung angezeigt.

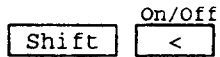
EXITING MENU Diese Meldung erscheint, wenn Sie das Menü durch Druck auf (Menü ein/aus) verlassen oder eine Funktions- oder Rechentaste auf der Frontplatte betätigen. Die Werte der "Parameter"-Ebene wurden nicht bearbeitet und wurden somit auch nicht gesichert.

NOT ENTERED Diese Meldung erscheint, wenn Sie das Menü durch Druck auf (Menü ein/aus) verlassen oder eine Funktions- oder Rechentaste auf der Frontplatte betätigen. Zwar wurden einige Werte der "Parameter"-Ebene von Ihnen bearbeitet, diese werden jedoch nicht gesichert. Drücken sie (Menüeingabe), wenn die Änderungen der "Parameter"-Ebene gesichert werden sollen.

NOT RELEVANT Die gewählte Rechenoperation ist für die benutzte Funktion ungültig.

Menübeispiel 1

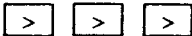
In den folgenden Schritten lernen Sie, wie Sie das Menü einschalten, wie Sie zwischen den Menüs hin und her schalten, wie Sie innerhalb einer Ebene die Wahl treffen und wie Sie das Menü abschalten. In diesem Beispiel schalten Sie den Summer auf der Frontplatte aus.



1 Menü einschalten.

Sie begeben sich von der "Menü"-Ebene aus zum Menü. Die erste Wahl auf dieser Ebene ist MEAS MENU.

A: MEAS MENU



2 Bewegen Sie sich innerhalb dieser Ebene zum SYS MENU.

Die "Menü"-Ebene bietet die Auswahl aus 6 Menügruppen. Jede Auswahl innerhalb dieser Ebene ist zur Erleichterung mit einem vorangestellten Identifikationsbuchstaben versehen (A:, B:, usw.).

D: SYS MENU



3 Bewegen Sie sich innerhalb vom SYS MENU zur tieferliegenden Befehlsebene.

Der Befehl RDGS STORE ist die erste Wahl auf dieser Ebene.

1: RDGS STORE

Fortsetzung nächste Seite ➡



4 Wählen Sie den Befehl BEEP auf der Befehlsebene.

Das SYS MENU bietet die Auswahl aus 8 Befehlen. Jede Auswahl innerhalb dieser Ebene ist zur Erleichterung mit einer vorangestellten Identifikationszahl versehen (1: , 2: , usw.).

6 : BEEP



5 Wählen Sie auf der nächsttieferen Ebene den Parameter für BEEP.

Die erste Parameterwahl für den Befehl BEEP ist "ON" (eingeschaltet). Die Summereinstellung wird im nichtflüchtigen Speicher abgelegt. Die Werkeinstellung ist "ON".

ON



6 Wählen Sie "OFF".

Es gibt zwei Parameter für BEEP.

OFF



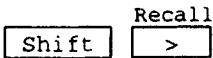
7 Sichern Sie die Änderungen, und schalten Sie das Menü aus.

Ein akustisches Signal ertönt und am Multimeter wird angezeigt, daß die Änderung jetzt wirksam ist. Anschließend verlassen Sie das Menü.

CHANGE SAVED

Menübeispiel 2

Im nachstehenden Beispiel lernen Sie, wie Sie durch Wiederaufrufen des Menüs (MENU Recall) den Summer mittels Befehl BEEP schnell wieder in seine ursprüngliche Einstellung zurückversetzen. *Sie müssen zuerst die Schritte in Beispiel 1 durchgeführt haben, bevor Sie mit diesem Beispiel beginnen.*



1 Verwenden Sie MENU Recall zur Rückkehr zum Befehl BEEP.

Dadurch gelangen Sie wieder zum Befehl BEEP. Dabei handelt es sich um den letzten Befehl vor dem Verlassen des Menüs im Beispiel 1.

6 : BEEP



2 Bewegen Sie sich abwärts zum Parameter BEEP.

Die erste Parameterwahl ist "OFF" (ausgeschaltet; die vorherige Einstellung von Beispiel 1).

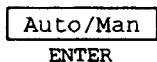
OFF



3 Wählen Sie "ON".

Damit wird der Parameter wieder auf seinen ursprünglichen Wert eingestellt.

ON



4 Sichern Sie die Änderungen, und schalten Sie das Menü aus.

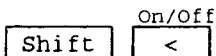
Ein akustisches Signal ertönt und am Multimeter wird angezeigt, daß die Änderung jetzt wirksam ist. Anschließend verlassen Sie das Menü.

CHANGE SAVED

Menübeispiel 3

Einige Menübefehle erfordern die Eingabe eines numerischen Parameterwertes. Die nachfolgenden Schritten zeigen, wie eine solche Nummer in das Menü eingegeben wird. In diesem Beispiel werden Sie den Nullwert auf $-2,0\text{ V}$ einstellen.

Achten Sie darauf, daß das Multimeter auf Gleichspannungsmessung mit $5\frac{1}{2}$ -stelliger Auflösung eingestellt ist. An den Eingängen des Multimeters darf nichts angeschlossen sein.



1 Menü einschalten.

Sie begeben sich von der "Menü"-Ebene aus zum Menü. Die erste Wahl auf dieser Ebene ist MEAS MENU.

A: MEAS MENU



2 Bewegen Sie sich innerhalb dieser Ebene zum MATH MENU.

Diese Ebene bietet die Auswahl aus 6 Menügruppen.

B: MATH MENU



3 Bewegen Sie sich innerhalb vom MATH MENU zur tieferliegenden "Befehlsebene".

Der Befehl MIN-MAX ist die erste Wahl auf dieser Ebene.

1: MIN-MAX



4 Bewegen Sie sich innerhalb dieser Ebene zum Befehl NULL VALUE.

Innerhalb vom MATH MENU sind 7 Befehle wählbar.

2: NULL VALUE

Fortsetzung nächste Seite ➡



5 Bewegen Sie sich abwärts zum Bearbeiten des Parameters NULL VALUE.

Wenn Sie zum ersten Mal zu diesem Menüpunkt gelangen, sollte der Nullwert 0,0 V betragen. In diesem Beispiel werden Sie den Nullwert auf -2,0 V einstellen.

^000.000 mVDC

Wenn am linken Displayrand das blinkende Zeichen “^” erscheint, können Sie die Bearbeitung beenden und durch Druck auf  zur Befehls-ebene zurückkehren.



6 Aktivieren Sie das Minuszeichen vor der Zahl.

Das äußerst links stehende Zeichen kann zwischen + und – umgeschaltet werden.

-000.000 mVDC



7 Bewegen Sie den blinkenden Cursor zur ersten Ziffer.

Beachten Sie, daß die links stehende Ziffer blinkt.

-000.000 mVDC



8 Schalten Sie die erste Ziffer fort, bis “2” angezeigt wird.

Jede Ziffer wird schrittweise höher oder tiefer geschaltet. Die angrenzenden Ziffern bleiben dabei unverändert.

-200.000 mVDC

Fortsetzung nächste Seite ➡



9 Bewegen Sie den blinkenden Cursor zur “Einheiten”-Stelle.

Beachten Sie, daß die Einheiten rechts im Display blinken.

-200.000 mVDC



10 Erhöhen Sie die angezeigte Zahl um den Faktor 10.

Beachten Sie, daß sich der Dezimalpunkt ändert und die angezeigte Zahl um den Faktor 10 erhöht wird.

-2.000,00 VDC



11 Sichern Sie die Änderungen, und schalten Sie das Menü aus.

Ein akustisches Signal ertönt und am Multimeter wird angezeigt, daß die Änderung jetzt wirksam ist. Anschließend verlassen Sie das Menü.

CHANGE SAVED

Denken Sie daran, daß die mathematische Nullstellung aktiviert und -2,0 V als Nullwert für die Messungen herangezogen wird. Zum Löschen des Nullwertes drücken Sie .

Hiermit sind die Übungen beendet. Im restlichen Teil dieses Kapitels werden einige der häufig vorkommenden Bedienvorgänge besprochen.

Komma abschalten

Das Display auf der Frontplatte des Multimeters kann die Meßwerte mit oder ohne Komma (zur Hervorhebung von Zifferngruppen) abbilden. Die nachfolgenden Schritte zeigen, wie das Komma unterdrückt wird.

↓
08.241,53 VDC

Mit Komma (Werkseinstellung)

08.24153 VDC

Ohne Komma

Shift ^{On/Off} <

1 Menü einschalten.

A: MEAS MENU

> > >

2 Bewegen Sie sich innerhalb dieser "Menüebene" zum SYS MENU.

D: SYS MENU

▼ < <

3 Gehen Sie eine Ebene tiefer und dort zum Befehl COMMA.

7: COMMA

▼ >

4 Gehen Sie eine Ebene tiefer und dort zur Auswahl "OFF".

OFF

Auto/Man
ENTER

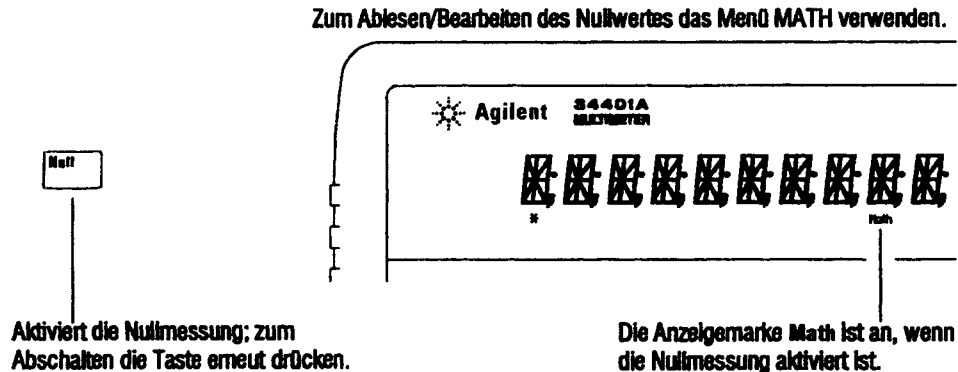
5 Sichern Sie die Änderung, und schalten Sie das Menü aus.

Die Einstellung des Kommas wird *im nichtflüchtigen Speicher abgelegt und verändert sich nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.

Durchführung von Nullmessungen (Relativmessungen)

Das Ergebnis einer Null- oder *Relativmessung* ergibt sich aus der Differenz zwischen dem gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal.

$$\text{Ergebnis} = \text{Meßwert} - \text{Nullwert}$$

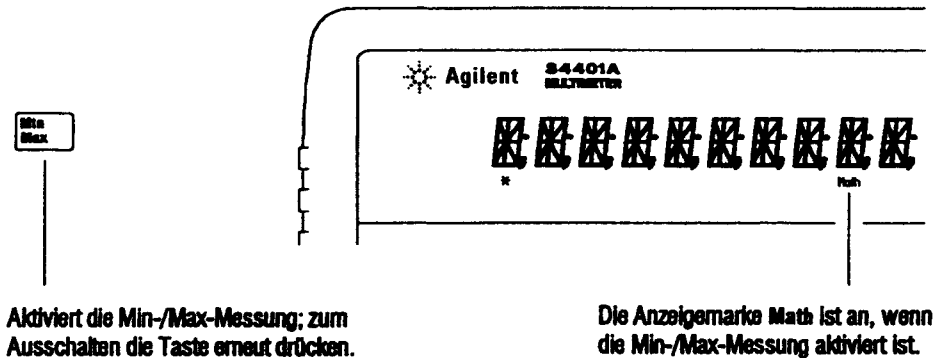


- Mit Ausnahme der Durchgangsprüfung, des Diodentests und der Verhältnismessung sind Nullmessungen bei jeder Funktion möglich. Die Nullmessung ist mit der gewählten Funktion gekoppelt und wird bei Funktionswechsel deaktiviert.
- Zur Kompensation des Prüfleitungswiderstandes bei genauen Zweidraht-Widerstandsmessungen schließen Sie die Enden der Prüfleitungen kurz und drücken dann **Null**.
- Der zuerst angezeigte Meßwert nach dem Drücken der Taste **Null** wird als Nullwert im Nullregister gespeichert. Ein eventuell bereits gespeicherter Nullwert wird dabei überschrieben.
- Nach Aktivierung der Nullmessung läßt sich der Nullwert bearbeiten. Dazu drücken Sie die Tasten **Shift** **>** (Menüwiederaufruf) und gelangen dann zum Befehl "NULL VALUE" im MATH MENU (*jedoch nur bei aktivierter Nullmessung*). Gehen Sie dann zur "Parameter"-Ebene, wo Sie den angezeigten Wert bearbeiten können.
- Das Nullregister wird gelöscht, wenn die Funktion umgeschaltet, die Nullmessung deaktiviert, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.

Minimal- und Maximalwerte speichern

Bei einer Meßreihe können Sie die Minimal- und Maximalwerte der Messungen abspeichern. Nachstehend wird beschrieben, wie Minimal-, Maximal-, Mittel- und Zählerwert abgelesen werden.

Zum Ablesen der Minimal-, Maximal-, Mittel- und Zählerwerte verwenden Sie das Menü MATH.

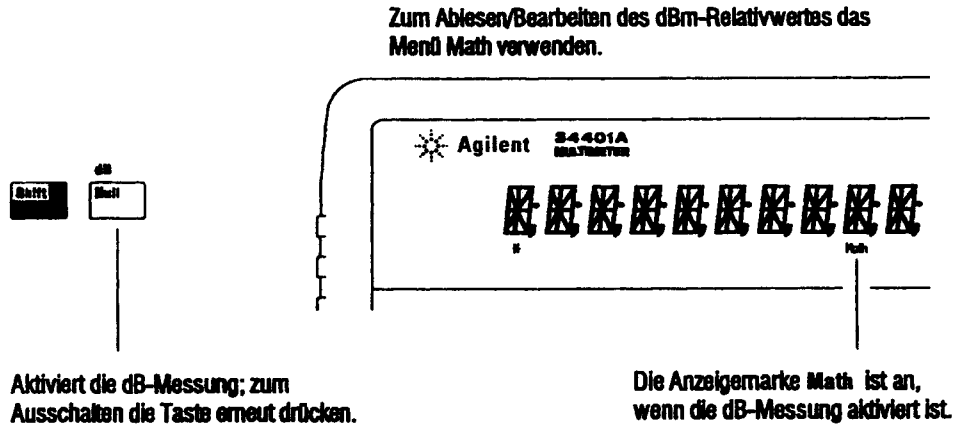


- Mit Ausnahme der Durchgangsprüfung und des Diodentests sind Min-/Max-Messungen bei jeder Funktion möglich. Die Min-/Max-Messung ist mit der gewählten Funktion gekoppelt und wird bei Funktionswechsel deaktiviert.
- Nach Aktivierung der Min-/Max-Messung können die gespeicherten Minimal-, Maximal-, Mittel- und Zählerwerte zur Anzeige gebracht werden. Dazu drücken Sie die Tasten **Shift** **>** (Menüwiederaufruf) und gelangen dann zum Befehl "MIN-MAX" im MATH MENU (*jedoch nur bei aktivierter Min-/Max-Messung*). Gehen Sie dann zur "Parameter"-Ebene, wo Sie die Werte durch Drücken von **<** oder **>** ablesen können.
- Die gespeicherten Werte werden gelöscht, wenn Min-/Max deaktiviert, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Der Mittelwert ergibt sich aus sämtlichen nach der Aktivierung der Min-/Max-Messung durchgeführten Messungen (und nicht etwa aus dem Mittelwert der gespeicherten Minimal- und Maximalwerte). Der Zählerwert gibt die Gesamtzahl der Messungen nach Aktivierung der Min-/Max-Messung an.

Durchführung von dB-Messungen

Das Ergebnis einer dB-Messung ergibt sich aus der Differenz zwischen dem gespeicherten Relativwert und dem auf dBm umgerechneten Eingangssignal.

$$dB = \text{Meßwert in dBm} - \text{Relativwert in dB}$$

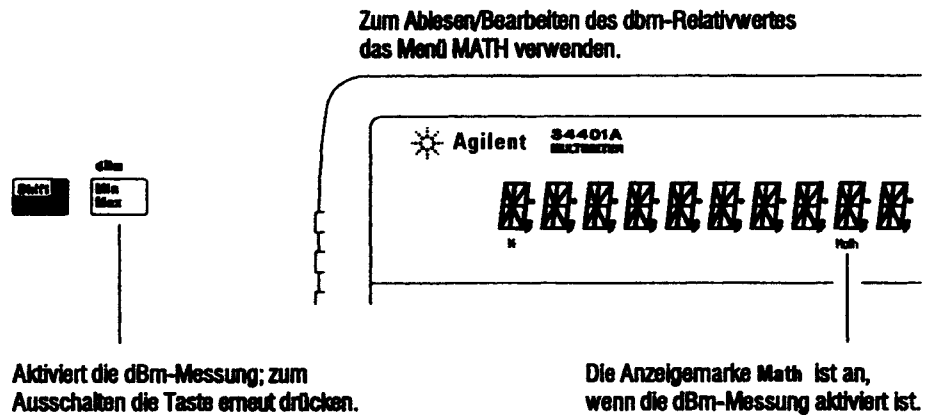


- Wählen Sie **DC V** oder **AC V** .
- Der erste Meßwert nach der Aktivierung der dB-Messung wird in dBm umgerechnet und als Relativwert im dB-Relativregister gespeichert. Ein eventuell bereits gespeicherter dB-Relativwert wird dabei überschrieben.
- Nach Aktivierung der dB-Messung läßt sich der dB-Relativwert bearbeiten. Dazu drücken Sie die Tasten **Shift** **>** (Menüwiederaufruf) und gelangen dann zum Befehl "dB REL" im MATH MENU (jedoch nur bei aktivierter dB-Messung). Gehen Sie dann zur "Parameter"-Ebene, wo Sie den angezeigten Wert bearbeiten können.
- Das dB-Relativwertregister wird gelöscht, wenn die dB-Messung deaktiviert, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.

Durchführung von dBm-Messungen

Die dBm-Messung ermittelt die von einem Widerstand aufgenommene Leistung bezogen auf 1 mW.

$$dBm = 10 \times \log_{10} (\text{Meßwert}^2 / \text{Bezugswiderstand} / 1 \text{ mW})$$



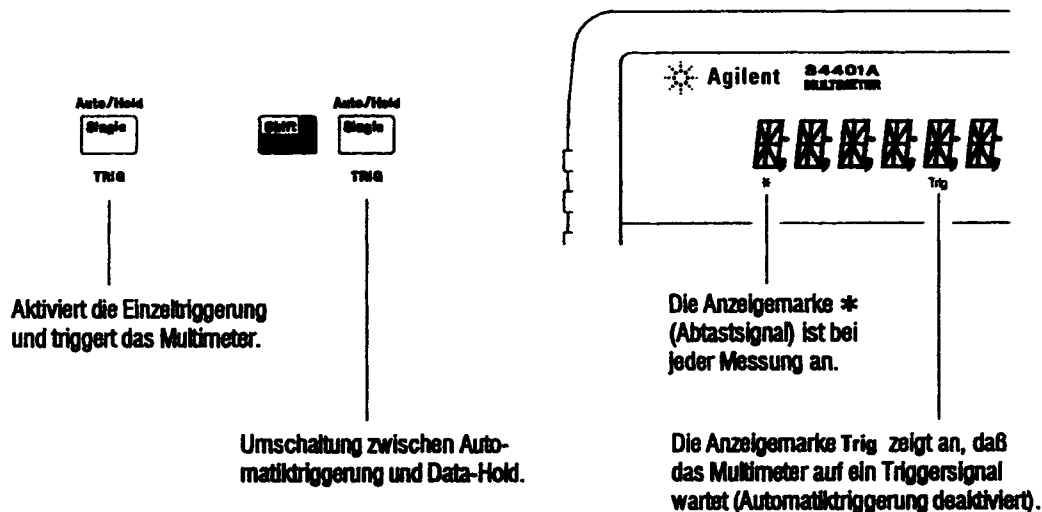
- Wählen Sie oder .
- Der im Werk eingestellte Bezugswiderstand ist 600 Ω. Um einen anderen Widerstandswert zu wählen, drücken Sie nach der Aktivierung der dBm-Messung die Tasten (Menüwiederaufruf). Damit gelangen Sie zum Befehl "dBm REF R" im MATH MENU (jedoch nur bei aktivierter dBm-Messung).

Gehen Sie zur "Parameter"-Ebene, wo Sie einen der folgenden Werte wählen können: 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200, oder 8000.

- Der Wert des Bezugswiderstandes wird im *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt, und verändert sich nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.

Multimeter triggern

Mit den Tasten auf der Frontplatte des Multimeters können Sie wahlweise die Einzel- oder die *Automatiktriggerung* aktivieren.



- Beim Einschalten des Multimeters ist die Automatiktriggerung aktiviert. Beachten Sie, daß die Anzeigemarke * (Abtastsignal) bei jeder Messung an ist.
- Weil jeder Triggerimpuls nur eine Messung auslöst, müssen Sie jedesmal die Taste **Single** drücken und dann auf den nächsten Triggerimpuls warten. Danach drücken Sie diese Taste für die nächste Messung erneut.

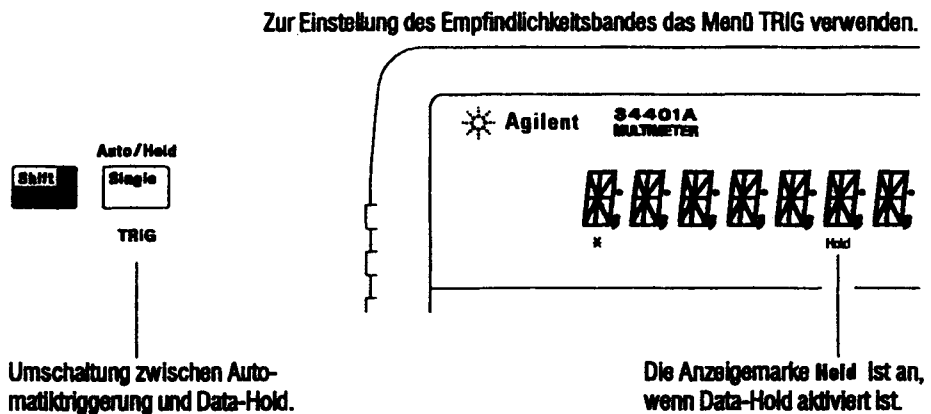
Verwendung eines externen Triggersignals

Der externe Triggermodus wird ebenfalls durch Drücken der Taste **Single** aktiviert. Diese Betriebsart ähnelt dem Einzeltriggermodus, jedoch wird in diesem Fall der Triggerimpuls durch die auf der Rückwand angebrachte Buchse *Ext Trig* eingespeist. Das Multimeter wird durch die abfallende Flanke eines TTL-Impulses getriggert.

Bei rechnergesteuertem Betrieb wird die Taste **Single** auf der Frontplatte deaktiviert.

Verwendung der Data-Hold-Funktion

Die Data-Hold-Funktion erlaubt das "Einfrieren" eines im Display angezeigten stabilen Meßwertes. Sobald das Multimeter einen stabilen Wert erfaßt hat, ertönt ein akustisches Signal und der Meßwert bleibt im Display stehen.



- Die Data-Hold-Funktion verfügt über ein einstellbares Empfindlichkeitsband, mit dessen Hilfe Sie bestimmen können, welche Meßwerte zum "Einfrieren" ausreichend stabil sind. Dieses Empfindlichkeitsband wird ausgedrückt als Prozentsatz des jeweiligen Meßwertes. Ein neuer Wert wird erst dann vom Multimeter erfaßt und angezeigt, wenn *drei* aufeinanderfolgende Meßwerte innerhalb der Bandbreite liegen.
- Die vorgegebene Bandbreite beträgt 0,10 % vom Meßwert. Nach Aktivierung der Hold-Funktion können Sie durch Drücken der Tasten **Shift** **>** (Menüwiederaufruf) eine andere Bandbreite wählen. Sie gelangen dann zum Befehl "READ HOLD" im TRIG MENU (jedoch nur bei aktivierter Hold-Funktion).

Gehen Sie zur "Parameter"-Ebene, und wählen Sie dort den gewünschten Wert: 0,01%, 0,10%, 1,00%, oder 10,00% vom Meßwert.

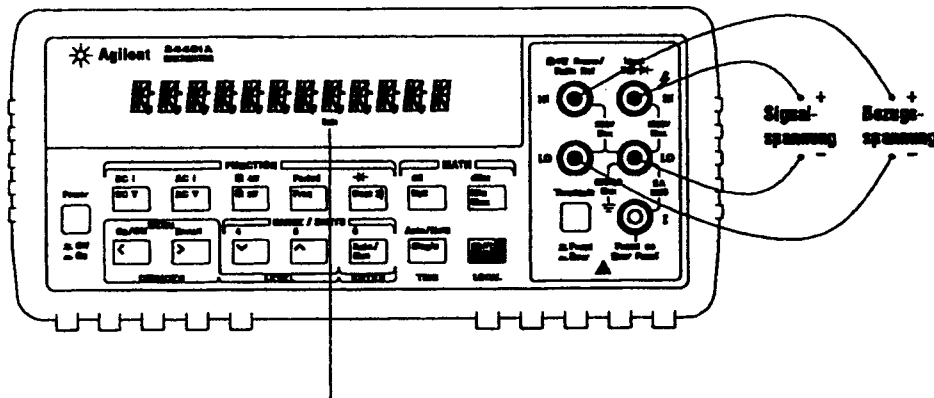
- Das Empfindlichkeitsband wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; nachdem das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde, stellt das Multimeter eine Bandbreite von 0,10 % des Meßwertes ein.

Gleichspannungsverhältnismessungen

Zum Errechnen eines Verhältniswertes mißt das Multimeter eine Bezugsgleichspannung am Anschluß **Sense** sowie die am Anschluß **Input** angelegte Signalspannung.

$$\text{Verhältnis} = \frac{\text{Signalgleichspannung}}{\text{Bezugsgleichspannung}}$$

Verhältnismessungen mittels Menü MEAS aktivieren.



Bei Verhältnismessungen ist die Anzeigemarke Ratio an.

- Für das Bezugssignal an den Eingängen **Sense** ist die Meßfunktion immer *Gleichspannung*, wobei die maximal meßbare Gleichspannung ± 12 V beträgt. Bei Bezugsspannungsmessungen ist für die Anschlüsse **Sense** immer die automatische Bereichseinstellung aktiviert.
- Die Anschlüsse **Input LO** und **Sense LO** benötigen einen gemeinsamen Bezugswert, wobei die Spannungsdifferenz einen Wert von ± 2 V nicht überschreiten darf.
- Der angegebene Meßbereich bezieht sich *ausschließlich* auf das an den Anschluß **Input** angelegte Signal. Als Signal an den Anschlüssen **Input** kann jede gültige Gleichspannung von bis zu 1000 Volt verwendet werden.

In den nachfolgenden Schritten wird Ihnen gezeigt, wie die *Verhältnismessung* über das Menü der Frontplatte gewählt wird.

Shift On/Off
<

1 Menü einschalten.

A: MEAS MENU

v < <

2 Gehen Sie eine Ebene tiefer und dann zum Befehl RATIO FUNC.

4: RATIO FUNC

v

3 Bewegen Sie sich zur tieferliegenden "Parameter"-Ebene.

Für diesen Befehl ist nur eine Auswahl auf dieser Ebene vorhanden.

DCV:DCV

Auto/Man
ENTER

4 Wählen Sie die Verhältnismessung und schalten Sie das Menü aus.

Beachten Sie, daß die Anzeigemarke **Ratio** eingeschaltet wird.

CHANGE SAVED

Zum Ausschalten der Verhältnismessung wählen Sie eine andere Meßfunktion aus.

Verwendung des Meßwertspeichers

Das Multimeter kann intern bis zu 512 Meßwerte speichern. In den nachfolgenden Schritten wird erläutert, wie Sie die Meßwerte speichern und abrufen.

1 Wählen Sie die Funktion.

Sie können eine beliebige Meßfunktion oder auch Null, Min–Max, dB, dBm, oder Toleranztest wählen. Während die Meßwerte gespeichert werden können Sie jederzeit die Funktion wechseln.

Single

2 Wählen Sie den Einzeltriggermodus.

Beachten Sie, daß die Anzeigemarke **Trg** erscheint. Bei aktiviertem Meßwertspeicher werden die Werte beim Triggern des Multimeters gespeichert.

In diesem Beispiel wird die Einzeltriggerung zum Speichern der Meßwerte herangezogen; eine Verwendung der Automatiktriggerung wäre jedoch ebenfalls möglich.

Shift

On/Off
<

3 Schalten Sie das Menü ein.

A: MEAS MENU

>

>

>

4 Bewegen Sie sich innerhalb dieser Ebene zum SYS MENU.

D: SYS MENU

▼

5 Gehen Sie eine Ebene tiefer zum Befehl RDGS STORE .

1: RDGS STORE

Fortsetzung nächste Seite ➡



6 Gehen Sie eine Ebene tiefer und dann zur Auswahl "ON".



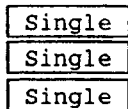
2



7 Sichern Sie die Änderung, und schalten Sie das Menü aus.

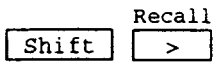
Beachten Sie, daß die Anzeigemarke **Mem** (Speicher) erscheint. Damit wird die Bereitschaft des Multimeters zum Speichern der Meßwerte signalisiert. Bis zu 512 Meßwerte können nach dem FIFO-Speicherprinzip gespeichert werden, wobei die zuerst gespeicherten Daten auch zuerst wieder ausgegeben werden. Bei vollem Speicher wird die Anzeigemarke **Mem** gelöscht.

Die Meßwerte bleiben gespeichert, bis Sie den Meßwertspeicher erneut aktivieren, das Multimeter ausschalten oder die externe Schnittstelle zurücksetzen.



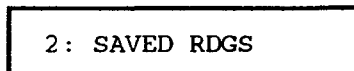
8 Triggern Sie das Multimeter dreimal.

Dadurch werden drei Meßwerte gespeichert.



9 Durch Menüwiederaufruf werden die gespeicherten Meßwerte aufgerufen.

Damit gelangen Sie zum Befehl "SAVED RDGS" im SYS MENU.



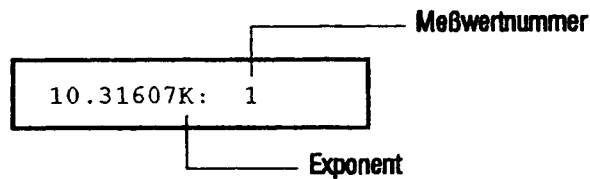
Fortsetzung nächste Seite ➡



- 10 Gehen Sie eine Ebene tiefer, um den ersten gespeicherten Meßwert anzusehen.**

Wenn Sie im Menü zur "Parameter"-Ebene gehen, wird der Meßwertspeicher automatisch abgeschaltet.

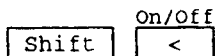
Der zuerst angezeigte Meßwert ist der zuerst gespeicherte Wert (FIFO-Prinzip). Wenn der Speicher keine Meßwerte enthält, wird "EMPTY" angezeigt. Die gespeicherten Meßwerte werden mit den jeweiligen Einheiten (μ , m, k, usw.) angezeigt.



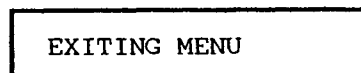
- 11 Bewegen Sie sich auf dieser Ebene weiter, um die zwei verbleibenden Meßwerte anzusehen.**

Die Meßwerte sind auf der "Parameter"-Ebene *horizontal* abgespeichert.

Wenn Sie auf der "Parameter"-Ebene die Taste  drücken, sehen Sie den zuletzt gespeicherten Wert und wissen dann, wieviele Meßwerte abgespeichert sind.



- 12 Schalten Sie das Menü aus.**



Eigenschaften und Funktionen

Eigenschaften und Funktionen

In diesem Kapitel können alle Einzelheiten eines bestimmten Leistungsmerkmals des Multimeters nachgeschlagen werden.

Dieses Kapitel ist in folgende Abschnitte aufgeteilt:

- Meßkonfiguration, ab Seite 51
- Rechenoperationen, ab Seite 62
- Triggerung, ab Seite 71
- Gerätebezogene Funktionen, ab Seite 84
- Konfiguration der externen Schnittstelle, ab Seite 91
- Kalibrierung, ab Seite 96
- Wartung durch den Bediener, Seite 101
- Einschalt- und Resetstatus, Seite 102

Vor dem Lesen dieses Kapitels ist es hilfreich, sich mit dem Menü der Frontplatte vertraut zu machen. Sollten Sie Kapitel 2, "Menübedienung über die Frontplatte" auf Seite 26 noch nicht gelesen haben, so sollten Sie dies jetzt tun. In Kapitel 4 "Externe Programmierung" ab Seite 103 sind die zur Programmierung des Multimeters zur Verfügung stehenden SCPI-Befehle (Standard Commands for Programmable Instruments) aufgelistet.

Im gesamten Handbuch wird für die SCPI-Befehlsyntax die folgende Schreibweise verwendet. In eckigen Klammern ([]) werden optionale Schlüsselwörter oder Parameter angegeben. Parameter innerhalb einer Befehlskette werden in geschweiften Klammern ({ }) angegeben. Der in den spitzen Klammern (< >) angegebene Parameter muß durch einen Wert ersetzt werden.

Meßkonfiguration

Dieser Abschnitt enthält Informationen über die Konfiguration des Multimeters zur Durchführung von Messungen. Es wird kaum vorkommen, daß Sie einen der hier vorgestellten Meßparameter ändern müssen, jedoch wird dies aus Gründen der Vollständigkeit beschrieben.

AC-Signalfilter

Das Multimeter verwendet drei verschiedene WechselspannungsfILTER, mit denen entweder die Genauigkeit bei niederen Frequenzen optimiert oder eine schnellere Einschwingzeit erreicht werden kann. Je nach angegebener Eingangsfrequenz wählt das Multimeter ein *langsames*, *mittleres* oder *schnelles* Filter.

Gilt nur für Wechselstrom- oder Wechselspannungsmessungen.

Eingangsfrequenz	Gewähltes WechselspannungsfILTER	Einschwingzeit
3 Hz bis 300 kHz	Langsames Filter	7 Sekunden / Messung
20 Hz bis 300 kHz	Mittleres Filter (Standard)	1 Messung / Sekunde
200 Hz bis 300 kHz	Schnelles Filter	10 Messungen / Sekunde

- Die Einstellung des WechselspannungsfILTERs wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; das Multimeter wählt das *mittlere* Filter (20 Hz), wenn das Gerät abgeschaltet oder über die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Betrieb über die Frontplatte: Wählen Sie aus dem Menü das *langsame* Filter (3 Hz), das *mittlere* Filter (20 Hz) oder das *schnelle* Filter (200 Hz). *Die Standardeinstellung ist das mittlere Filter.*

1: AC FILTER (MEAS MENU)

- Betrieb über die externe Schnittstelle: Geben Sie die niedrigste zu erwartende Frequenz des Eingangssignals ein. Das Multimeter wählt das passende Filter in Abhängigkeit von der gewählten Frequenz (siehe Tabelle oben). Die Befehle `CONF` und `MEAS?` wählen das 20-Hz-Filter.

`DETector: BANDwidth { 3 | 20 | 200 | MIN | MAX }`

Durchgangs-Schwellenwiderstand

Bei der Durchgangsmessung erzeugt das Multimeter einen anderen Ton, wenn der gemessene Widerstand kleiner als der *Schwellenwiderstand* ist. Die Schwelle kann auf jeden Wert zwischen 1 Ω und 1000 Ω eingestellt werden.

Der Schwellenwiderstand kann nur über die Frontplatte eingestellt werden.

- Der Schwellenwiderstand wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder über die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Die Werkseinstellung des Schwellenwiderstandes beträgt 10 Ω .
- Nach Aufruf der Durchgangsfunktion kann durch Drücken von Shift > (Menüwiederaufruf) ein anderer Schwellenwiderstand gewählt werden.

2: CONTINUITY (MEAS MENU)

^0010	OHM
-------	-----

Siehe auch "Durchgangsprüfung" auf Seite 19.

Eingangswiderstand

Normalerweise ist der Eingangswiderstand des Multimeters zur Minimierung von Störanteilen bei allen Gleichspannungsbereichen auf 10 M Ω fest eingestellt. Um die Auswirkungen von Lastfehlern bei Messungen zu verringern, kann der Eingangswiderstand für die Gleichspannungsbereiche 100 mV, 1 V und 10 V auf einen Wert größer als 10 G Ω eingestellt werden.

Gilt für Gleichspannungsmessungen und ist bei allen anderen Funktionen deaktiviert.

	Eingangswiderstand Bereiche 100 mV, 1 V, 10 V	Eingangswiderstand Bereiche 100 V, 1000 V
Fest eingestellter Widerstand EIN (Standardeinstellung)	10 M Ω	10 M Ω
Fest eingestellter Widerstand AUS	> 10 G Ω	10 M Ω

- Der Eingangswiderstand wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; das Multimeter wählt 10 M Ω (in allen Gleichspannungsbereichen), wenn das Gerät ausgeschaltet oder über die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde.
- Betrieb über die Frontplatte: Wählen Sie aus dem Menü die Betriebsart "10 M Ω " (fest eingestellter Widerstand in allen Gleichspannungsbereichen) oder die Betriebsart >10 G Ω . *Die Standardeinstellung beträgt 10 M Ω .*

3: INPUT R (MEAS MENU)

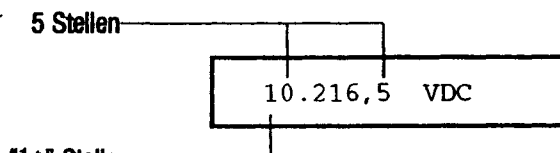
- Betrieb über die externe Schnittstelle: Die Betriebsart "Automatischer Eingangswiderstand" kann aktiviert oder deaktiviert werden. Bei AUTO OFF (Standardeinstellung) ist der Eingangswiderstand in allen Bereichen auf 10 M Ω fest eingestellt. Bei AUTO ON wird der Eingangswiderstand für die drei niedrigsten Gleichspannungsbereiche auf >10 G Ω eingestellt. Die Befehle CONFIGure und MEASure? schalten automatisch auf AUTO OFF.

INPut:IMPedance:AUTO { OFF | ON }

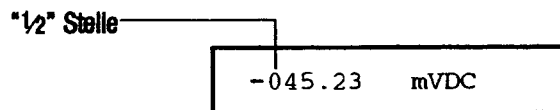
Auflösung

Die Auflösung wird ausgedrückt als *die Anzahl der Stellen*, die das Multimeter messen oder darstellen kann. Die Auflösung kann auf 4, 5 oder 6 volle Stellen eingestellt werden sowie auf eine "halbe" Stelle, die lediglich "0" oder "1" sein kann. Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit und Störunterdrückung sollten 6½ Stellen gewählt werden. Zur Erhöhung der Meßgeschwindigkeit wählen Sie 4½ Stellen.

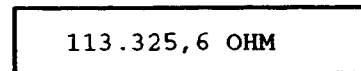
Gilt für alle Meßfunktionen. Die Auflösung für die Rechenoperationen (Null, Min-Max, dB, dBm, Toleranztest) ist dieselbe wie für die momentan verwendete Meßfunktion.



Dies ist der Gleichspannungsbereich 10 V; es werden 5½ Stellen angezeigt.



Dies ist der Gleichspannungsbereich 100 mV; es werden 4½ Stellen angezeigt.



Dies ist der Bereich 100 Ω; es werden 6½ Stellen angezeigt.

Die Auflösung bezieht sich nur auf die gewählte Funktion. Dies bedeutet, daß die Auflösung unabhängig von jeder Funktion gewählt werden kann. Das Multimeter speichert die Auflösung, wenn zwischen den Funktionen umgeschaltet wird.

**Auflösung
(Fortsetzung)**

- Die Auflösung wird in einem flüchtigen Speicher abgelegt; das Multimeter setzt die Auflösung auf 5½ Stellen (für alle Funktionen), wenn das Gerät ausgeschaltet oder über die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Bei Durchgangs- und Diodentests ist die Auflösung auf 4½ Stellen fest eingestellt.
- Bei Gleichspannungs- und Widerstandsmessungen bewirkt die Änderung der Stellenanzahl mehr als nur die Veränderung der Auflösung des Multimeters. Es ändert sich auch die *Integrationszeit*. Dies ist die Zeitspanne, in der der A/D-Wandler des Multimeters das Eingangssignal für eine Messung abtastet. *Siehe auch "Integrationszeit" auf Seite 57.*
- Bei Wechselspannungsmessungen ist die Auflösung auf 6½ Stellen fest eingestellt. Wurden 4½ oder 5½ Stellen gewählt, so "überdeckt" das Multimeter eine oder zwei Stellen. Der einzige Weg zur Steuerung der Meßrate für Wechselspannungsmessungen ist die Einstellung einer Triggervverzögerung (siehe Seite 79).
- Bei Verhältnismessungen gilt die gewählte Auflösung für das an den Anschlüssen **input** angeschlossene Signal.
- Betrieb über die Frontplatte: Wählen Sie für jede Auflösung entweder die Betriebsart "Langsam" oder "Schnell". *Die Standardeinstellung ist 5 Stellen, langsam.*

5: RESOLUTION (MEAS MENU)

Siehe auch "Einstellen der Auflösung" auf Seite 21.

Der Zusammenhang zwischen der Anzahl der gewählten Stellen und der sich daraus ergebenden Integrationszeit (in *Netzspannungszyklen = PLC*) wird unten gezeigt. Die Betriebsart "Autozero" wird bei Einstellung der Auflösung indirekt miteingestellt. *Siehe auch "Autozero," auf Seite 59.*

Wahl der Auflösung	Integrationszeit
4 Stellen, schnell	0,02 PLC
* 4 Stellen, langsam	1 PLC
5 Stellen, schnell	0,2 PLC
* 5 Stellen, langsam (Standardeinstellung)	10 PLC
* 6 Stellen, schnell	10 PLC
6 Stellen, langsam	100 PLC

* Durch diese Einstellungen wird das Multimeter genauso konfiguriert, als ob die entsprechenden "Diags"-Tasten auf der Frontplatte gedrückt worden wären.

**Auflösung
(Fortsetzung)**

- Betrieb über die externe Schnittstelle: die Auflösung kann mit Hilfe der folgenden Befehle eingestellt werden.

```
CONFigure:<Funktion> {<Bereich>|MIN|MAX|DEF},{<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}  
MEASure:<Funktion>? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF},{<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}  
<Funktion>:RESolution {<Auflösung>|MIN|MAX}
```

Geben Sie die Auflösung in den selben Einheiten wie die Meßfunktion an, *nicht durch die Anzahl der Stellen*. Bei Wechselspannung wird die Auflösung z.B. in Volt angegeben. Bei der Frequenz wird die Auflösung in Hertz angegeben.

CONF:VOLT:DC 10,0.001	<i>4½ Stellen im Gleichspannungsbereich 10 V</i>
MEAS:CURRE:AC? 1,1E-6	<i>6½ Stellen im Bereich 1 A</i>
CONF:FREQ 1 KHZ,0.1 Hz	<i>1000-Hz-Eingangssignal, Auflösung 0,1 Hz</i>
VOLT:AC:RES 0.05	<i>Auflösung 50 mV bei der Wechselspannungsfunktion</i>

Integrationszeit

Die Integrationszeit ist die Zeitspanne, in der der A/D-Wandler des Multimeters das Eingangssignal für eine Messung abtastet. Die Integrationszeit beeinflusst die Meßauflösung (für eine bessere Auflösung sollte eine längere Integrationszeit verwendet werden) und die Meßgeschwindigkeit (für schnellere Messungen sollte eine kürzere Integrationszeit verwendet werden).

Gilt für alle Meßfunktionen mit Ausnahme von Wechselspannung, Wechselstrom, Frequenz und Periode. Die Integrationszeit für die Rechenoperationen (Null, Min-Max, dB, dBm, Toleranztest) ist dieselbe wie die Integrationszeit für die momentan verwendete Meßfunktion.

- Die Integrationszeit wird als *Anzahl der Netzspannungszyklen* angegeben (PLCs). Es können 0,02, 0,2, 1, 10 oder 100 Netzspannungszyklen gewählt werden. *Die Standardeinstellung beträgt 10 PLCs.*
- Die Integrationszeit wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; das Multimeter wählt 10 PLCs, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Nur ganzzahlige Netzspannungszyklen (1, 10 oder 100 PLCs) bieten eine Serientaktunterdrückung.
- Die Steuerung der Meßrate für Wechselspannungsmessungen ist nur durch die Einstellung einer Triggerverzögerung (siehe Seite 79) möglich.
- Betrieb über die Frontplatte: die Integrationszeit wird indirekt durch die Wahl der Stellenanzahl eingestellt. *Siehe Auflösungstabelle auf Seite 55.*
- Betrieb über die externe Schnittstelle:

`<Funktion>:NPLCycles {0.02 | 0.2 | 1 | 10| 100 | MIN | MAX}`

Bei Frequenz- und Periodenmessungen ist die *Öffnungszeit* (oder Torzeit) analog zur Integrationszeit. Geben Sie folgendes an: 10 ms (4½ Stellen), **100 ms** (Standard; 5½ Stellen) oder 1 Sekunde (6½ Stellen).

`FREquency:APERTure { 0.01 | 0.1 | 1 | MIN | MAX }`
`PERiod:APERTure { 0.01 | 0.1 | 1 | MIN | MAX }`

Schalten der vorderen/hinteren Eingangsanschlüsse

Jede Messung, die über die Anschlüsse auf der Frontplatte durchgeführt wird, kann auch über die Eingangsanschlüsse auf der Rückwand durchgeführt werden. Die Anordnung des Schalters vorne/hinten wird im Abschnitt "Die Frontplatte im Überblick" auf Seite 2 beschrieben.

Die Eingangsanschlüsse können nur über die Frontplatte konfiguriert werden. Die Anschlüsse können nicht über die externe Schnittstelle ausgewählt werden. Es kann jedoch die momentane Einstellung abgefragt werden.

- Die Anzeigemarke **Rear** erscheint, wenn die Anschlüsse auf der Rückwand gewählt werden.
- Betrieb über die externe Schnittstelle: Hiermit kann das Multimeter abgefragt werden, ob die vorderen oder hinteren Eingangsanschlüsse ausgewählt wurden.

ROUTE:TERMinals? *"FRON" oder "REAR" wird angezeigt.*

Autozero

Wurde Autozero *aktiviert* (Standardeinstellung), trennt das Multimeter intern das Eingangssignal nach jeder Messung und führt eine *Nullmessung* durch. Danach wird der Nullmeßwert vom vorhergehenden Meßwert abgezogen. Dadurch wird verhindert, daß die Meßgenauigkeit durch Offset-Spannungen im Eingangsschaltkreis des Multimeters beeinträchtigt wird.

Wurde Autozero *deaktiviert*, führt das Multimeter eine Nullmessung durch und zieht diesen Meßwert von allen nachfolgenden Meßwerten ab. Eine neue Nullmessung wird jedesmal dann durchgeführt, wenn Funktion, Bereich oder Integrationszeit geändert wurden.

Gilt nur für Gleichspannung, Gleichstrom sowie 2-Draht-Widerstandsmessungen. Autozero ist aktiviert, wenn 4-Draht-Widerstands- oder Verhältnismessungen gewählt wurden.

- Die Betriebsart Autozero wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; das Multimeter aktiviert automatisch Autozero, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Betrieb über die Frontplatte: Die Betriebsart Autozero wird beim Einstellen der Auflösung indirekt miteingestellt.

Wahl der Auflösung	Integrationszeit	Autozero
4 Stellen, schnell	0,02 PLC	Aus
* 4 Stellen, langsam	1 PLC	Ein
5 Stellen, schnell	0,2 PLC	Aus
* 5 Stellen, langsam (Standardeinstellung)	10 PLC	Ein
* 6 Stellen, schnell	10 PLC	Ein
6 Stellen, langsam	100 PLC	Ein

* Durch diese Einstellungen wird das Multimeter genauso konfiguriert, als ob die entsprechenden "ON/OFF"-Tasten auf der Frontplatte gedrückt worden wären.

- Betrieb über die externe Schnittstelle: Die Parameter OFF und ONCE haben eine ähnliche Wirkung. Autozero OFF führt *keine* neue Nullmessung durch. Autozero ONCE führt sofort eine Nullmessung durch.

ZERO:AUTO { OFF | ONCE | ON }

Bereichseinstellung

Vom Multimeter wird automatisch der richtige Bereich eingestellt, wenn Sie die *automatische Bereichseinstellung* auswählen. Durch die *manuelle Bereichseinstellung* kann ein fester Bereich eingestellt werden. Wir empfehlen die automatische Bereichseinstellung, da vom Multimeter automatisch für jede Messung der richtige Bereich ausgewählt wird. Sie können jedoch die manuelle Bereichseinstellung verwenden, um schnelle Messungen durchzuführen, da vom Multimeter nicht jedesmal festgelegt werden muß, welcher Bereich verwendet wird.

- Die gewählte Betriebsart (automatisch oder manuell) wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; das Multimeter kehrt zur automatischen Bereichseinstellung zurück, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Schwellenwerte der automatischen Bereichseinstellung:
Abwärts: <10% des Bereichs
Aufwärts: >120% des Bereichs
- Falls das Eingangssignal größer ist als mit dem gegenwärtigen Bereich gemessen werden kann, erfolgt eine *Überlastanzeige*: "OVLD" auf der Frontplatte oder "9.90000000E+37" von der externen Schnittstelle.
- Bei Frequenz- und Periodenmessungen verwendet das Multimeter einen Bereich für sämtliche Eingangssignale zwischen 3 Hz und 300 kHz. Das Multimeter bestimmt eine interne Auflösung auf der Basis eines 3-Hz-Signals. Wird der Bereich abgefragt, erscheint am Multimeter "3 Hz". Liegt kein Eingangssignal an, kehren Frequenz- und Periodenmessungen auf "0" zurück.
- Bei Durchgangsprüfungen ist der Bereich auf 1 k Ω festgelegt und bei Diodentests auf den Gleichspannungsbereich 1 V bei einer Prüfstromquelle von 1 mA.
- Bei Verhältnismessungen gilt der angegebene Bereich für das an den Anschlüssen **Input** angeschlossene Signal. Über die Anschlüsse **Sense** wird bei Referenzspannungsmessungen automatisch die automatische Bereichseinstellung gewählt.

Die Bereichseinstellung ist von der ausgewählten Funktion abhängig. Dies bedeutet, daß die Bereichseinstellung (automatisch oder manuell) bei jeder Funktion ausgewählt werden kann. Bei der manuellen Bereichseinstellung ist der ausgewählte Bereich von der Funktion abhängig; erfolgt eine Umschaltung zwischen den Funktionen, bleibt der eingestellte Bereich im Multimeter gespeichert.

**Bereichseinstellung
(Fortsetzung)**

- Betrieb über die Frontplatte: Wählen Sie mittels RANGE-Tasten die automatische oder die manuelle Bereichseinstellung. Bei Frequenz- und Periodenmessungen über die Frontplatte bezieht sich die Bereichseinstellung auf die *Eingangsspannung* des Signals, und nicht auf seine Frequenz.

Siehe auch "Bereichswahl" auf Seite 20.

- Betrieb über die externe Schnittstelle: Mit Hilfe der folgenden Befehle kann ein Bereich eingestellt werden.

```
CONFigure:<Funktion> {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}  
MEASure:<Funktion>? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}  
<Funktion>:RANGe {<Bereich>|MIN|MAX}  
<Funktion>:RANGe:AUTO {OFF|ON}
```

Rechenoperationen

Es stehen fünf Rechenoperationen zur Verfügung, von denen jeweils nur eine aktiviert sein kann. Jede Rechenoperation führt eine mathematische Operation mit jedem Meßwert durch oder speichert Daten nach einer Meßreihe. Die gewählte Rechenoperation bleibt solange aktiviert, bis sie deaktiviert wird, Funktionen geändert werden, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird. Die Rechenoperationen verwenden ein oder mehrere interne Register. In einigen Registern kann der Wert voreingestellt werden, in anderen werden die Ergebnisse der Rechenoperationen gespeichert.

In der nachfolgenden Tabelle sind die möglichen Kombinationen der Rechen-/Meßfunktionen dargestellt. Ein "X" bedeutet, daß eine Kombination möglich ist. Bei Auswahl einer Rechenoperation, die für die momentane Meßfunktion nicht zulässig ist, wird die Rechenoperation abgeschaltet. Bei Auswahl einer gültigen Rechenoperation und nachfolgendem Wechsel zu einer ungültigen erzeugt die externe Schnittstelle die Fehlermeldung "Settings conflict".

	DC V	AC V	DC I	AC I	Ω 2W	Ω 4W	Frequenz	Periode	Durchgang	Diode	Verhältnis
Null	X	X	X	X	X	X	X	X			
Min-Max	X	X	X	X	X	X	X	X			X
dB	X	X									
dBm	X	X									
Grenzwert	X	X	X	X	X	X	X	X			X

Von der Frontplatte aus wird eine Rechenoperation durch Drücken der entsprechenden Taste aktiviert. Eine Ausnahme besteht beim Toleranztest, der mit dem Befehl LIMIT TEST im MATH MENU aktiviert wird.

Über die externe Schnittstelle werden die Rechenoperationen und Register mit Hilfe der Befehle im Befehlsuntersystem CALCulate gesteuert. Zunächst muß die gewünschte Rechenoperation ausgewählt werden (*die Standardeinstellung ist Null*):

```
CALCulate:FUNCTION { NULL | DB | DBM | AVERage | LIMit }
```

Danach wird die gewählte Rechenoperation durch Einschalten des Rechenzustandes aktiviert:

```
CALCulate:STATE ON
```

Min-/Max-Betrieb

In dieser Betriebsart werden die kleinsten und größten Meßwerte während einer Meßreihe gespeichert. Das Multimeter errechnet dann den Mittelwert dieser Messungen und speichert die Anzahl der Messungen, die seit Aktivierung von Min-Max durchgeführt wurden.

Gilt für alle Meßfunktionen mit Ausnahme von Durchgangsprüfung und Diodentest.

- Nach der Aktivierung von Min-Max wird die erste vom Multimeter durchgeführte Messung sowohl als Minimal- als auch als Maximalwert gespeichert. Der *Minimalwert* wird danach von jedem kleineren Wert ersetzt. Der *Maximalwert* wird von jedem größeren Wert ersetzt.
- Jedesmal, wenn ein neuer Minimal- oder Maximalwert ermittelt wird, erscheint im Multimeter die Anzeige "MIN" oder "MAX" und es ertönt ein Summersignal (falls aktiviert). Es ist möglich, daß ein Summersignal ertönt, selbst wenn sich der angezeigte Wert nicht ändert; dies kann deshalb auftreten, da die interne Auflösung des Multimeters größer als die angezeigte Auflösung sein kann. *Siehe auch "Steuerung des Summersignals" auf Seite 88.*
- Die Minimal-, Maximal-, Mittel- und Zählerwerte werden in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; die Werte werden gelöscht, wenn Min-Max eingeschaltet wird, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Betrieb über die Frontplatte: Nach Aktivierung von Min-Max kann der gespeicherte Minimal-, Maximal-, Mittel- und Zählerwert durch Drücken der Tasten Shift > (Menüwiederaufruf) abgerufen werden. Das Einschalten des Menüs deaktiviert den Min-/Max-Betrieb nicht; nach Abschalten des Menüs nimmt das Multimeter die Messungen wieder auf.

1: MIN-MAX (MATH MENU)

Siehe auch "Minimal- und Maximalwerte speichern" auf Seite 39.

Nullbetrieb (Relativbetrieb)

Beim Durchführen von Nullmessungen, die auch Relativmessungen genannt werden, ist das Ergebnis jeder Messung die Differenz zwischen einem gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal. Eine mögliche Anwendung besteht darin, genauere Zweidraht-Widerstandsmessungen durch Kompensation des Prüflitungswiderstandes durchzuführen.

$$\text{Ergebnis} = \text{Meßwert} - \text{Nullwert}$$

Gilt für alle Meßfunktionen mit Ausnahme von Durchgangsprüfung, Diodentest und Verhältnismessungen.

- Der Nullwert ist auf jeden Wert zwischen 0 und $\pm 120\%$ des höchsten Bereichs für die momentane Funktion einstellbar.
- Der Nullwert wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; er wird gelöscht, wenn das Gerät ausgeschaltet wird, die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird oder nach einem Funktionswechsel.
- Der Nullwert wird im Nullregister des Multimeters gespeichert. Es gibt zwei Möglichkeiten, den Nullwert zu spezifizieren. Zunächst kann über das Menü der Frontplatte oder über die externe Schnittstelle eine bestimmte Zahl in das Register eingegeben werden. Ein bereits gespeicherter Wert wird durch diesen neuen Wert ersetzt. *Wird das Multimeter über die Frontplatte betrieben, schaltet die Eingabe eines Nullwerts ebenfalls die Nullfunktion ein.*

Die zweite Möglichkeit zur Eingabe eines Nullwerts besteht darin, den ersten Meßwert im Register zu speichern. *Nach Aktivierung der Nullmessung ist der erste angezeigte Meßwert Null (falls der im Register gespeicherte Wert nicht geändert wurde).* Wurde wie oben beschrieben eine Zahl in das Register eingegeben, so wird der gespeicherte Wert vom ersten Meßwert *nicht* überschrieben.

- Betrieb über die Frontplatte: Nach Aktivierung der Nullmessung kann der gespeicherte Nullwert durch Drücken der Taste Shift > (Menüwiederaufruf) bearbeitet werden. Ein bereits gespeicherter Wert wird durch diesen neuen Wert ersetzt. Das Einschalten des Menüs deaktiviert den Nullbetrieb nicht; nach Abschalten des Menüs nimmt das Multimeter die Messungen wieder auf.

2: NULL VALUE (MATH MENU)

Siehe auch "Durchführung von Nullmessungen (Relativmessungen)" auf Seite 38.

**Nullbetrieb
(Fortsetzung)**

- Der Nullwert wird im Nullregister des Multimeters gespeichert. Es gibt zwei Möglichkeiten, den Nullwert zu spezifizieren. Zunächst kann über das Menü der Frontplatte oder über die externe Schnittstelle eine bestimmte Zahl in das Register eingegeben werden. Ein bereits gespeicherter Wert wird durch diesen neuen Wert ersetzt. *Wird das Multimeter über die Frontplatte betrieben, schaltet die Eingabe eines Nullwerts ebenfalls die Nullfunktion ein.*

Die zweite Möglichkeit zur Eingabe eines Nullwerts besteht darin, den ersten Meßwert im Register zu speichern. *Nach Aktivierung der Nullmessung ist der erste angezeigte Meßwert Null (falls der im Register gespeicherte Wert nicht geändert wurde).* Wurde wie oben beschrieben eine Zahl in das Register eingegeben, so wird der gespeicherte Wert vom ersten Meßwert *nicht* überschrieben.

- Betrieb über die Frontplatte: Nach Aktivierung der Nullmessung kann der gespeicherte Nullwert durch Drücken der Taste Shift > (Menüwiederaufruf) bearbeitet werden. Ein bereits gespeicherter Wert wird durch diesen neuen Wert ersetzt. Das Einschalten des Menüs deaktiviert den Nullbetrieb nicht; nach Abschalten des Menüs nimmt das Multimeter die Messungen wieder auf.

2: NULL VALUE (MATH MENU)

Siehe auch "Durchführung von Nullmessungen (Relativmessungen)" auf Seite 38.

- Betrieb über die externe Schnittstelle: Die folgenden Befehle können zur Durchführung von Nullmessungen verwendet werden. *Bevor ein Wert im Nullregister gespeichert werden kann, muß "Math" aktiviert werden.*

```
CALCulate:FUNCTION NULL
CALCulate:STATE { OFF | ON }
CALCulate:NULL:OFFSet { <Wert> | MIN | MAX }
```

Der nachfolgende Programmteil zeigt die richtige Reihenfolge, in der die Befehle zur Aktivierung der Nullmessung und Einstellen eines Offset-Wertes ausgeführt werden sollten.

```
CALC:FUNC NULL
CALC:STAT ON
CALC:NULL:OFFS -2.0
```

dB-Messungen

Jede dB-Messung ist das Ergebnis aus der Differenz zwischen dem Eingangssignal und einem gespeicherten Relativwert, wobei beide Werte in dBm konvertiert werden.

$$dB = \text{Meßwert in dBm} - \text{Relativwert in dBm}$$

Gilt nur für Gleich- und Wechselspannungsmessungen.

- Der Relativwert ist auf jeden Wert zwischen 0 dBm und $\pm 200,00$ dBm einstellbar.
- Der Relativwert wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; der Wert wird gelöscht, wenn das Gerät ausgeschaltet wird, die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird oder nach einem Funktionswechsel.
- Der Relativwert wird im dB-Relativregister des Multimeters gespeichert. Es gibt zwei Möglichkeiten, den Relativwert zu spezifizieren. Zunächst kann über die Frontplatte oder über die externe Schnittstelle eine bestimmte Zahl in das Register eingegeben werden. Ein vorher gespeicherter Wert wird durch diesen neuen Wert ersetzt. *Wird das Multimeter über die Frontplatte betrieben, schaltet die Eingabe eines Relativwertes auch die dB-Funktion ein.*

Die zweite Möglichkeit zur Eingabe des Relativwertes besteht darin, daß das Multimeter die erste Messung durchführt, diesen Wert in dBm umrechnet und im Register speichert. Das Ändern des dBm-Bezugswiderstandes (siehe Seite 68) ändert nicht den gespeicherten Relativwert. *Nach der Aktivierung von dB ist der erste gemessene Wert 0 dB (falls der im Register gespeicherte Wert nicht geändert wurde).* Wurde eine Zahl in das Register eingegeben, wie oben beschrieben, wird der gespeicherte Wert von der ersten Messung *nicht* überschrieben.

- Betrieb über die Frontplatte: Nach Aktivierung der dB-Messung kann der gespeicherte Relativwert durch Drücken der Taste   (Menüwiederaufruf) bearbeitet werden. Ein vorher gespeicherter Wert wird durch diesen neuen Wert ersetzt. Das Einschalten des Menüs deaktiviert den dB-Betrieb nicht; nach Abschalten des Menüs nimmt das Multimeter die Messungen wieder auf.

3: dB REL (MATH MENU)

Siehe auch "Durchführung von dB-Messungen" auf Seite 40.

**dB-Messungen
(Fortsetzung)**

- Betrieb über die externe Schnittstelle: Betrieb über die externe Schnittstelle: Die folgenden Befehle können zur Durchführung von dB-Messungen verwendet werden. *Bevor ein Wert im Relativregister gespeichert werden kann, muß "Math" aktiviert werden.*

```
CALCulate:FUNCTION DB  
CALCulate:STATE { OFF | ON }  
CALCulate:DB:REFERENCE { <Wert> | MIN | MAX }
```

Der nachfolgende Programmteil zeigt die richtige Reihenfolge, in der die Befehle zur Aktivierung der dB-Messung und zum Einstellen eines Relativwertes ausgeführt werden sollten.

```
CALC:FUNC DB  
CALC:STAT ON  
CALC:DB:REF 3.0
```

dBm-Messungen

Bei der dBm-Messung wird die von einem Widerstand aufgenommene Leistung bezogen auf 1 mW ermittelt.

$$dBm = 10 \times \log_{10} (\text{Meßwert}^2 / \text{Bezugswiderstand} / 1 \text{ mW})$$

Gilt nur für Gleich- und Wechselspannungsmessungen.

- Es stehen 17 verschiedene Werte für den Bezugswiderstand zur Verfügung. Der ab Werk eingestellte Bezugswiderstand ist 600 Ω.

Folgende Werte stehen zur Wahl: 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, **600**, 800, 900, 1000, 1200, oder 8000 Ω.

- Der Wert des Bezugswiderstandes wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Betrieb über die Frontplatte: Nach Aktivierung der dBm-Messung kann der neue Bezugswiderstand durch Drücken der Taste Shift > (Menüwiederaufruf) gewählt werden. Das Einschalten des Menüs deaktiviert den dBm-Betrieb nicht; nach Abschalten des Menüs nimmt das Multimeter die Messungen wieder auf.

4: dBm REF R (MATH MENU)

Siehe auch "Durchführung von dBm-Messungen" auf Seite 41.

- Betrieb über die externe Schnittstelle: Die nachfolgenden Befehle können zur Durchführung von dBm-Messungen verwendet werden.

```
CALCulate:FUNCTION DBM
CALCulate:STATE { OFF | ON }
CALCulate:DBM:REFERENCE { <Wert> | MIN | MAX }
```

Toleranztests

Mit dieser Betriebsart können Gut-/Schlecht-Tests für die von Ihnen spezifizierten oberen und unteren Grenzwerte durchgeführt werden.

Gilt für alle Meßfunktionen, außer Durchgangsprüfung und Diodentests.

- Die oberen und unteren Grenzwerte können auf jeden Wert zwischen 0 und $\pm 120\%$ des höchsten Bereichs für die momentane Funktion eingestellt werden. Der gewählte obere Grenzwert sollte stets größer sein als der untere Grenzwert. *Die Standardeinstellung für den oberen und unteren Grenzwert ist "0".*
- Die oberen und unteren Grenzwerte werden in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; das Multimeter setzt beide Grenzwerte auf 0, wenn das Gerät ausgeschaltet, die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird oder nach einem Funktionswechsel.
- Das Multimeter kann so konfiguriert werden, daß eine Service-Anforderung (SRQ) beim ersten Auftreten eines schlechten Meßwerts erzeugt wird. *Siehe "Das SCPI-Statusmodell" ab Seite 132.*
- Betrieb über die Frontplatte: Das Multimeter zeigt für jede Messung, die sich innerhalb der angegebenen Grenzwerte bewegt, "OK". Für jede Messung, die den oberen oder unteren Grenzwert übersteigt, wird "HI" oder "LO" angezeigt. Es ertönt ein Summersignal (falls aktiviert) beim ersten Auftreten einer schlechten Messung nach einer guten Messung. *Siehe auch "Steuerung des Summersignals" auf Seite 88.*

5: LIMIT TEST	(MATH MENU)	<i>Aktivierung oder Deaktivierung des Toleranztests</i>
6: HIGH LIMIT	(MATH MENU)	<i>Einstellen des oberen Grenzwerts</i>
7: LOW LIMIT	(MATH MENU)	<i>Einstellen des unteren Grenzwerts</i>

Der Toleranztest kann abgeschaltet werden, indem über die Frontplatte eine andere Rechenoperation gewählt wird (es kann jeweils nur eine Rechenoperation aktiviert sein).

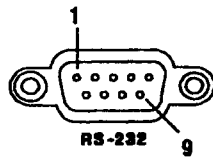
**Toleranztests
(Fortsetzung)**

- Betrieb über die externe Schnittstelle: Die nachfolgenden Befehle können für Toleranztests verwendet werden.

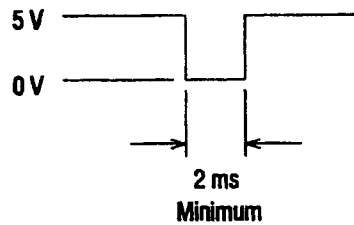
```
CALCulate:FUNCTION LIMit  
CALCulate:STATE { OFF | ON }  
CALCulate:LIMit:LOWer { <Wert> | MIN | MAX }  
CALCulate:LIMit:UPPer { <Wert> | MIN | MAX }
```

- Auf dem Stecker der RS-232-Schnittstelle befinden sich zwei freie Stifte, die zur Anzeige des Gut-/Schlecht-Zustands der bei Toleranztests durchgeführten Messungen verwendet werden können. Zur Konfiguration dieser Stifte für Toleranztests müssen innerhalb des Multimeters zwei Jumper installiert werden. *Weitere Informationen enthält das "Servicehandbuch"..*

Ein Low-Pegel-Impuls geht an Stift 1 für jede Messung, die sich innerhalb der angegebenen Grenzwerte bewegt. Ein Low-Pegel-Impuls geht an Stift 9 für jede Messung, die den oberen oder unteren Grenzwert überschreitet.



Stift 1: Gut-Ausgang
Stift 9: Schlecht-Ausgang



Vorsicht

Verwenden Sie die RS-232-Schnittstelle nicht, falls Sie das Multimeter für die Ausgabe von Gut-/Schlecht-Signalen an den Stiften 1 und 9 konfiguriert haben. Interne Bauteile des Schaltkreises der RS-232-Schnittstelle könnten beschädigt werden.

Triggerung

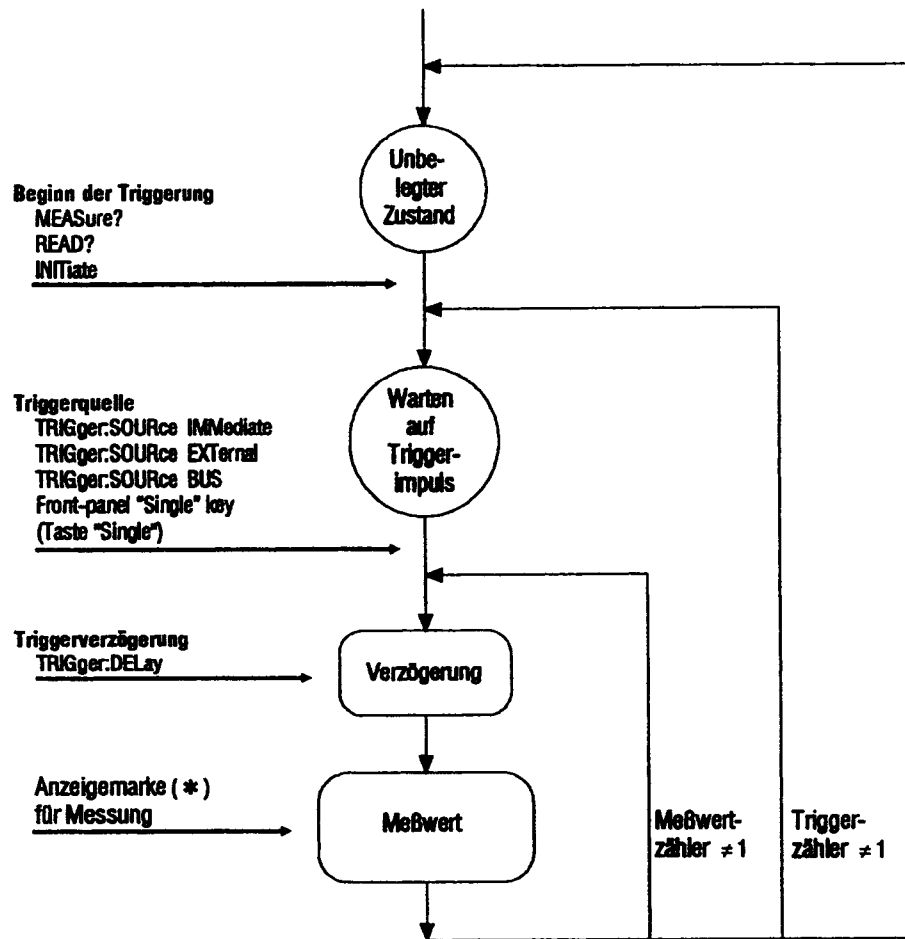
Das Trigger-System des Multimeters ermöglicht die manuelle oder automatische Erzeugung von Triggerimpulsen, Mehrfachmessungen je Trigger sowie das Einfügen einer Verzögerung vor jeder Messung. Normalerweise führt das Multimeter bei Erhalt eines Triggerimpulses eine Messung durch, jedoch können Mehrfachmessungen (bis zu 50.000) je Triggerimpuls spezifiziert werden.

Das Multimeter kann über die Frontplatte mit einem Einzeltrigger, einem externen Trigger oder mit der automatischen Triggerung getriggert werden. Weil bei der Einzeltriggerung jeder Triggerimpuls nur eine Messung auslöst, müssen Sie jedesmal die Taste **Single** drücken. Externe Triggerung läuft ähnlich ab wie die Einzeltriggerung, jedoch wartet das Multimeter auf einen Triggerimpuls von der Buchse *Ext Trig* auf der Rückwand (externer Trigger), bevor eine Messung durchgeführt wird. Mit der Automatiktriggerung wird fortlaufend mit der für die momentane Konfiguration höchstmöglichen Geschwindigkeit gemessen. *Siehe auch "Multimeter triggern" auf Seite 42.*

Das Triggern des Multimeters über die externe Schnittstelle erfolgt in mehreren Schritten und bietet Flexibilität bei der Triggerung.

- Zunächst muß das Multimeter für die Messung konfiguriert werden, indem die Funktion, der Bereich, die Auflösung usw. ausgewählt werden.
- Dann muß die Quelle angegeben werden, von der das Multimeter den Triggerimpuls erhält. Das Multimeter akzeptiert einen Software-(Bus)-Triggerimpuls von der externen Schnittstelle, einen Hardware-Triggerimpuls von der Buchse *Ext Trig* oder einen unmittelbaren internen Triggerimpuls.
- Daraufhin muß sichergestellt werden, daß das Multimeter zum Empfang eines Triggerimpulses von der angegebenen Triggerquelle bereit ist (dieser Zustand wird als "Warten auf Triggerimpuls") bezeichnet.

Das Diagramm auf der nächsten Seite zeigt das Trigger-System des Multimeters..



Mehrstufige Triggerung des Multimeters.

Wahl der Triggerquellen

Die Quelle, von der das Multimeter einen Triggerimpuls erhält, muß angegeben werden. Von der Frontplatte akzeptiert das Multimeter einen Einzeltriggerimpuls, einen Hardware-Triggerimpuls von der Buchse *Ext Trig* oder fortlaufende Messungen unter Verwendung der Automatiktriggerung. Beim Einschalten ist Automatiktriggerung aktiviert. Von der externen Schnittstelle akzeptiert das Multimeter einen Software-(Bus)-Triggerimpuls, einen Hardware-Triggerimpuls von der Buchse *Ext Trig* oder einen unmittelbaren internen Triggerimpuls. Die Anzeigemarke * wird bei jeder Messung eingeschaltet.

- Die Triggerquelle wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird, wird die Quelle auf Automatiktriggerung (Frontplatte) oder direkte (immediate) Triggerung (externe Schnittstelle) eingestellt.
- Zur Auswahl der Triggerquelle über die externe Schnittstelle verwenden Sie den folgenden Befehl. Die Befehle CONFIGure und MEASure? setzen die Triggerquelle automatisch auf IMMEDIATE.

```
TRIGger:SOURce { BUS | IMMEDIATE | EXTERNAL }
```

Automatiktriggerung In der Betriebsart "Automatiktriggerung" (nur über die Frontplatte) führt das Multimeter fortlaufend Messungen mit der für die momentane Konfiguration höchstmöglichen Geschwindigkeit durch. Beim Betrieb über die Frontplatte ist dies die Triggerquelle nach dem Einschalten.

Einzeltriggerung In der Betriebsart "Einzeltriggerung" (nur über die Frontplatte) kann das Multimeter durch Drücken der Taste Single manuell getriggert werden. Bei jedem Drücken der Taste führt das Multimeter eine oder die angegebene Anzahl von Messungen durch. Die Anzeigemarke **Trig** ist an, wenn das Multimeter auf einen Triggerimpuls wartet.

Bei rechnergesteuertem Betrieb wird die Taste Single auf der Frontplatte deaktiviert.

Externe Triggerung In der Betriebsart "Externe Triggerung" akzeptiert das Multimeter einen Hardware-Triggerimpuls, der an die Buchse *Ext Trig* angelegt wird. Jedesmal, wenn die Buchse *Ext Trig* einen Low-Pegel-Impuls erhält, führt das Multimeter eine oder die angegebene Anzahl von Messungen durch.

Siehe auch "Externer Triggeranschluß" auf Seite 83.

- Das Multimeter puffert einen externen Triggerimpuls. Dies bedeutet, daß der während einer gerade durchgeführten Messung eingehende externe Triggerimpuls akzeptiert wird (die Fehlermeldung "Trigger ignored" erfolgt nicht). Nachdem die gerade durchgeführte Messung beendet ist, wird der gespeicherte Triggerimpuls verarbeitet und dann ausgegeben.
- Betrieb über die Frontplatte: Diese Betriebsart ähnelt dem Einzeltriggermodus, jedoch wird in diesem Fall der Triggerimpuls durch die Buchse *Ext Trig* eingespeist. Durch Drücken der Taste Single wird sowohl der Einzeltriggermodus als auch der externe Triggermodus aktiviert. Die Anzeigemarke **Trig** ist an, wenn das Multimeter auf einen externen Triggerimpuls wartet.

Bei rechnergesteuertem Betrieb wird die Taste Single auf der Frontplatte deaktiviert.

- Rechnergesteuerter Betrieb:

TRIGger:SOURce EXTernal

Interne Triggerung In der Betriebsart "Interne Triggerung" (nur externe Schnittstelle) liegt das Triggersignal immer an. Befindet sich das Multimeter im Status "Warten auf Triggerimpuls", wird der Triggerimpuls sofort ausgegeben. Dies ist die Triggerquelle nach dem Einschalten für den Betrieb über die externe Schnittstelle.

Zur Auswahl der interne Triggerquelle senden Sie den folgenden Befehl. Die Befehle CONFIGure und MEASure? setzen die Triggerquelle automatisch auf IMMEDIATE.

```
TRIGger:SOURce IMMEDIATE
```

Software-(Bus)-Triggerung Die Betriebsart "Bus-Trigger" steht nur über die externe Schnittstelle zur Verfügung. Diese Betriebsart ähnelt dem Einzeltriggermodus der Frontplatte, jedoch wird hier das Multimeter über einen Bus-Triggerbefehl getriggert.

- Zur Auswahl der Bus-Triggerquelle folgenden Befehl absetzen.

```
TRIGger:SOURce BUS
```

- Zur Triggerung des Multimeters von der externen Schnittstelle (GPIB oder RS-232) senden Sie den Befehl *TRG (Trigger). Befindet sich das Multimeter nicht im Status "Warten auf Triggerimpuls", wird der Befehl *TRG *nicht* akzeptiert.
- Das Multimeter kann auch über die GPIB-Schnittstelle getriggert werden, indem die Meldung IEEE-488 Group Execute Trigger (GET) gesendet wird. Das Multimeter muß sich im Status "Warten auf Triggerimpuls" befinden. Der folgende Befehl zeigt, wie mit einem Controller von Agilent Technologies eine GET-Meldung gesendet wird.

```
TRIGGER 722 (group execute trigger)
```

Der Status "Warten auf Triggerimpuls"

Nachdem das Multimeter konfiguriert und eine Triggerquelle ausgewählt wurde, muß das Multimeter in den Status *"Warten auf Triggerimpuls"* gebracht werden. Vorher wird ein Triggerimpuls nicht akzeptiert. Liegt ein Triggersignal an und das Multimeter befindet sich im Status *"Warten auf Triggerimpuls"*, beginnt die Meßreihe und die Meßwerte werden ermittelt.

Der Begriff *"Warten auf Triggerimpuls"* wird primär beim Betrieb über die externe Schnittstelle verwendet. Beim Betrieb über die Frontplatte befindet sich das Multimeter immer im Status *"Warten auf Triggerimpuls"* und akzeptiert jederzeit Triggerimpulse, sofern gerade keine Messung durchgeführt wird.

Das Multimeter kann in den Status *"Warten auf Triggerimpuls"* gebracht werden, indem einer der folgenden Befehle über die externe Schnittstelle ausgeführt wird.

MEASure?
READ?
INITiate

Das Multimeter benötigt eine Einstellzeit von ca. 20 ms nachdem es einen Befehl empfangen hat, bevor es in den Status "Warten auf einen Triggerimpuls" wechselt. Die während dieser Einstellzeit auftretenden Triggerimpulse werden ignoriert.

Abbruch einer Messung

Soll eine Messung abgebrochen werden und das Multimeter den Status *"Frei"* annehmen, so kann jederzeit ein Löschbefehl (device clear) gesendet werden. Der folgende Befehl zeigt, wie mit einem Controller von Agilent Technologies ein Löschbefehl gesendet wird.

CLEAR 722 (*device clear*)

Die Konfiguration des Trigger-Systems wird durch einen Löschbefehl nicht beeinflusst. Die Triggerquelle, der Meßzähler, die Triggerverzögerung und die Anzahl der Triggerimpulse *ändern sich nicht*.

Anzahl der Meßwerte

Normalerweise führt das Multimeter jedesmal dann eine Messung (oder Abtastung) durch, wenn von der gewählten Triggerquelle (falls sich das Multimeter im Status "Warten auf Triggerimpuls" befindet) ein Triggerimpuls empfangen wird. Es können jedoch mehrere Messungen für jeden empfangenen Triggerimpuls durchgeführt werden.

- Anzahl der Meßwerte (Samples): 1 bis 50.000. *Der Standardwert beträgt 1 Meßwert je Triggerimpuls.*
- Die gewählte Anzahl der Meßwerte wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; nachdem das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde, wird der Meßwertzähler auf 1 gesetzt. Die Befehle CONFIGure und MEASure? setzen den Zähler automatisch auf 1.
- Betrieb über die Frontplatte:

3: N SAMPLES (TRIG MENU)

- Rechnergesteuerter Betrieb:

SAMPlE:COUNT { <Wert> | MIN | MAX }

Anzahl der Triggerimpulse

Normalerweise akzeptiert das Multimeter nur einen Triggerimpuls, bevor es in den Triggerstatus "Frei" zurückkehrt. Das Multimeter kann jedoch so eingestellt werden, daß mehrere Triggerimpulse akzeptiert werden.

Diese Eigenschaft ist nur über die externe Schnittstelle verfügbar. Wenn Sie den Triggerimpulszähler einstellen und danach auf lokalen Betrieb (Frontplatte) wechseln, ignoriert das Multimeter die Einstellung des Triggerimpulszählers; nach Rückkehr zum rechnergesteuerten Betrieb kehrt der Triggerimpulszähler zum gewählten Wert zurück.

- Anzahl der Triggerimpulse: 1 bis 50.000. *Die Standardeinstellung beträgt 1 Triggerimpuls.*
- Die gewählte Anzahl der Triggerimpulse wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; nachdem das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde, setzt das Multimeter den Triggerimpulszähler auf 1. Die Befehle `CONFigure` und `MEASure?` setzen den Triggerimpulszähler automatisch auf 1.
- Rechnergesteuerter Betrieb:

```
TRIGger:COUNT { <Wert> | MIN | MAX | INFinite }
```

Triggervverzögerung

Zwischen dem Triggersignal und jedem folgenden Meßwert kann eine Verzögerung programmiert werden. Dies kann bei Anwendungen hilfreich sein, bei denen sich der Eingang vor Durchführen einer Messung einschwingen soll oder ein Paket von Meßwerten erfaßt werden soll. Wenn Sie keine Triggervverzögerung eingeben, wird vom Multimeter automatisch eine Verzögerung ausgewählt.

- Verzögerungsbereich: 0 bis 3.600 Sekunden. *Die Standard-einstellung erfolgt automatisch; die Verzögerung wird durch die Funktion, den Bereich, die Integrationszeit sowie die Einstellung des Wechselspannungsfilters (siehe auch "Automatische Triggerverzögerungen" auf Seite 81) bestimmt.*
- Die Triggervverzögerung wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; nachdem das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde, wählt das Multimeter eine automatische Triggervverzögerung. Die Befehle CONFIGure und MEASure? aktivieren eine automatische Triggervverzögerung.
- Wenn Sie eine andere Verzögerung wählen, so wird *diese* für *sämtliche* Funktionen und Bereiche verwendet.
- Wurde das Multimeter so konfiguriert, daß mehr als eine Messung je Triggerimpuls (Meßwertzähler > 1) durchgeführt wird, so wird die angegebene Triggervverzögerung zwischen dem Triggerimpuls und *jeder* Messung eingefügt.
- Betrieb über die Frontplatte: Sie können eine automatische Triggerverzögerung wählen oder eine Verzögerung in Sekunden angeben.

2: TRIG DELAY (TRIG MENU)

Wurde automatische Triggervverzögerung aktiviert, so erfolgt die Anzeige "AUTO", bevor die Anzahl der Sekunden angezeigt wird.

--- AUTO ---

**Triggerverzögerung
(Fortsetzung)**

- Betrieb über die Frontplatte (Fortsetzung)

Soll die Verzögerung auf 0 Sekunden eingestellt werden, so wählen Sie die "Parameter"-Ebene des Befehls TRIG DELAY. Bewegen Sie den blinkenden Cursor zur "Einheiten"-Stelle rechts in der Anzeige. Drücken Sie die Taste bis ZERO DELAY erscheint und dann die Taste "Menu Enter".

ZERO DELAY

Zur Auswahl der automatischen Triggerverzögerung wählen Sie die "Parameter"-Ebene des Befehls TRIG DELAY. Bewegen Sie den blinkenden Cursor zur "Einheiten"-Stelle rechts in der Anzeige. Drücken Sie die Taste bis AUTO DELAY erscheint und dann die Taste "Menu Enter".

AUTO DELAY

- Betrieb über die externe Schnittstelle:

Zur Einstellung der Triggerverzögerung kann folgender Befehl verwendet werden.

```
TRIGger:DElay { <Sekunden> | MIN | MAX }
```

Zur Einstellung einer automatischen Triggerverzögerung kann folgender Befehl verwendet werden.

```
TRIGger:DElay:AUTO { OFF | ON }
```

Automatische Triggervverzögerungen

Wenn Sie keine Triggervverzögerung angeben, wählt das Multimeter eine automatische Triggervverzögerung. Die Verzögerung wird durch die Funktion, den Bereich, die Integrationszeit und die Einstellung des Wechselspannungsfilters bestimmt.

- *Gleichspannung und Gleichstrom (für alle Bereiche):*

Integrationszeit	Triggervverzögerung
NPLC ≥ 1	1,5 ms
NPLC < 1	1,0 ms

- *Widerstand (2-Draht und 4-Draht):*

Bereich	Triggervverzögerung (für NPLC ≥ 1)
100 Ω	1,5 ms
1 k Ω	1,5 ms
10 k Ω	1,5 ms
100 k Ω	1,5 ms
1 M Ω	15 ms
10 M Ω	100 ms
100 M Ω	100 ms

Bereich	Triggervverzögerung (für NPLC < 1)
100 Ω	1,0 ms
1 k Ω	1,0 ms
10 k Ω	1,0 ms
100 k Ω	1,0 ms
1 M Ω	10 ms
10 M Ω	100 ms
100 M Ω	100 ms

- *Wechselspannung und Wechselstrom (für alle Bereiche):*

Remote- oder Einzel/Extern-Triggerung

AC-Filter	Triggervverzögerung
Langsam	7,0 s
Mittel	1,0 s
Schnell	600 ms

Frontplatte mit aktivierter Automatiktriggerung

AC-Filter	Triggervverzögerung
Langsam	1,5 s
Mittel	200 ms
Schnell	100 ms

- *Frequenz und Periode:*

Remote- oder Einzel/Extern-Triggerung

Triggervverzögerung
1,0 s

Frontplatte mit aktivierter Automatiktriggerung

Triggervverzögerung
0 s

Die Data-Hold-Funktion

Die Data-Hold-Funktion erlaubt das "Einfrieren" eines im Display angezeigten stabilen Meßwertes. Dies ist besonders dann nützlich, wenn eine Messung durchgeführt wird, die Prüfspitzen entfernt werden und der Meßwert in der Anzeige sichtbar bleiben soll. Sobald das Multimeter einen stabilen Wert erfaßt hat, ertönt ein Summersignal (falls aktiviert) und der Meßwert bleibt im Display stehen. *Siehe auch "Steuerung des Summersignals" auf Seite 88.*

Die Data-Hold-Funktion ist nur über die Frontplatte verfügbar. Wenn bei aktivierter Data-Hold-Funktion zum rechnergesteuerten Betrieb umgeschaltet wird, wird diese vom Multimeter ignoriert; bei Rückkehr zum lokalen Betrieb (Frontplatte) wird die Data-Hold-Funktion wieder aktiviert.

- Die Data-Hold-Funktion verfügt über ein einstellbares Empfindlichkeitsband (nur über die Frontplatte einstellbar), mit dessen Hilfe Sie bestimmen, welche Meßwerte zum "Einfrieren" ausreichend stabil sind. Dieses Empfindlichkeitsband wird ausgedrückt als Prozentsatz des jeweiligen Bereichsendwertes. Ein neuer Wert wird erst dann vom Multimeter erfaßt und angezeigt, wenn drei aufeinander folgende Meßwerte innerhalb der Bandbreite liegen.
Wählen Sie einen der folgenden Werte: 0,01%, 0,10% (Standard-einstellung), 1,00%, oder 10,00%.
Zum Beispiel wird angenommen, daß eine Bandbreite von 1,00% ausgewählt ist und ein 5-V-Signal an das Multimeter angelegt wird. Wenn drei aufeinander folgende Meßwerte zwischen 4,975 V und 5,025 V liegen, zeigt das Display einen neuen Meßwert.
- Das Empfindlichkeitsband wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; nachdem das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird, stellt das Multimeter eine Bandbreite von 0,10% ein.
- Falls sich das Multimeter bei der Aktivierung der Data-Hold-Funktion in der *automatischen* Bereichswahl befindet, wird automatisch in den richtigen Bereich umgeschaltet. Befindet sich das Multimeter in der Betriebsart "*Manuelle Bereichseinstellung*", so wird dieser festgelegte Bereich für die Data-Hold-Funktion verwendet.
- Bei aktivierter Data-Hold-Funktion wird der Eingangswiderstand automatisch auf 10 M Ω (AUTO OFF) in allen Gleichspannungsbereichen eingestellt. Dies minimiert die Störeinstreuung, wenn die Prüflleitungen offen sind.
- Bei bestimmten Anwendungen kann es hilfreich sein, die Data-Hold-Funktion zusammen mit dem Meßwertspeicher zu verwenden. *Siehe auch "Meßwertspeicher" auf Seite 84.*

**Die Data-Hold-Funktion
 (Fortsetzung)**

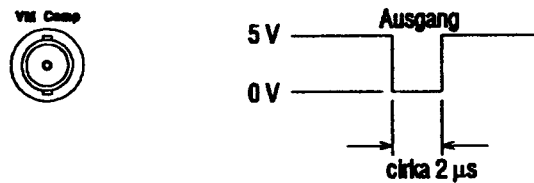
- Betrieb über die Frontplatte: Nach Aktivierung der Data-Hold-Funktion kann ein anderes Empfindlichkeitsband durch Drücken der Taste **Shift** **>** (Menüwiederaufruf) ausgewählt werden.

1: READ HOLD (TRIG MENU)

Siehe auch "Verwendung der Data-Hold-Funktion" auf Seite 43.

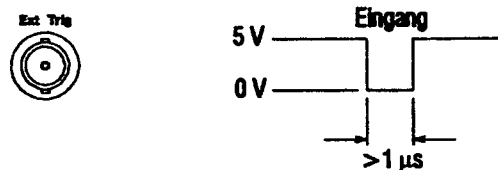
Anschluß für "Messung beendet"

Der Anschluß *VM Comp* (VoltMeter Complete = Messung beendet) auf der Rückwand stellt nach Beendigung jeder Messung einen Low-Pegel-Impuls zur Verfügung. "Messung beendet" und externer Trigger (siehe unten) führen eine standardmäßige "Hardware-Handshake"-Sequenz zwischen Meß- und Schaltgeräten durch.

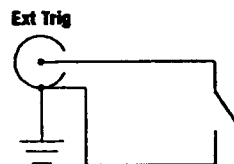


Externer Triggeranschluß

Durch Anlegen eines Low-Pegel-Impulses an die Buchse *Ext Trig* (externer Trigger) auf der Rückwand kann das Multimeter getriggert werden. Damit dieser Anschluß über die externe Schnittstelle genutzt werden kann, muß die externe Triggerquelle gewählt werden (TRIGger:SOURce EXTernal).



An den Eingang *Ext Trig* kann, wie nachfolgend gezeigt, ein einfacher Schalter angeschlossen werden, um einen externen Triggerimpuls zu erzeugen.



Gerätebezogene Funktionen

Dieser Abschnitt liefert Informationen über wichtige Themen wie Meßwertspeicher, Fehler, Selbsttest und die Display-Steuerung der Frontplatte. Diese Informationen stehen nicht im direkten Zusammenhang mit der Durchführung von Messungen, sind jedoch ein wichtiger Bestandteil für den Betrieb des Multimeters.

Meßwertspeicher

Das Multimeter kann bis zu 512 Meßwerte in einem internen Speicher ablegen. Die Meßwerte werden nach dem FIFO-Speicherprinzip abgelegt. Der zuerst ausgegebene Meßwert ist auch der zuerst gespeicherte Meßwert. *Die Meßwertspeicher-Funktion ist nur über die Frontplatte verfügbar.*

- Der Meßwertspeicher kann mit allen Funktionen, Rechenoperationen und auch mit der Data-Hold-Funktion verwendet werden. Nach Aktivierung des Meßwertspeichers kann die Funktion gewechselt werden. *Achten Sie jedoch darauf, daß die Funktionsbezeichnungen (VDC, OHM, usw.) nicht mit dem Meßwert gespeichert werden.*
- Die bei aktiviertem Meßwertspeicher ermittelten Meßwerte werden in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; das Multimeter löscht die gespeicherten Meßwerte, wenn der Meßwertspeicher erneut aktiviert wird, nach dem Ausschalten des Gerätes, nach einem Selbsttest oder wenn die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde.
- Der Meßwertspeicher kann zusammen mit der Automatiktriggerung, der Einzeltriggerung, der Externtriggerung und der Data-Hold-Funktion verwendet werden. Falls das Multimeter für mehrere Meßwerte pro Triggerimpuls konfiguriert wurde, wird jedesmal, wenn ein Triggerimpuls empfangen wird, die angegebene Anzahl von Meßwerten in einem Speicher abgelegt.
- Betrieb über die Frontplatte:

1: RDGS STORE (SYS MENU)	<i>Ablegen der Meßwerte im Speicher</i>
2: SAVED RDGS (SYS MENU)	<i>Lesen der gespeicherten Meßwerte</i>

Der Meßwertspeicher wird automatisch abgeschaltet, wenn Sie im Menü zur "Parameter"-Ebene gehen, um die Meßwerte aufzurufen. *Siehe auch "Verwendung des Meßwertspeichers" auf Seite 46.*

- Betrieb über die externe Schnittstelle: Der Befehl `INITiate` verwendet den Meßwertspeicher zur Speicherung von Meßwerten vor dem Befehl `FETCh?`. Über die externe Schnittstelle kann die Anzahl der gespeicherten Meßwerte durch Absenden des Befehls `DATA:POINts?` abgefragt werden.

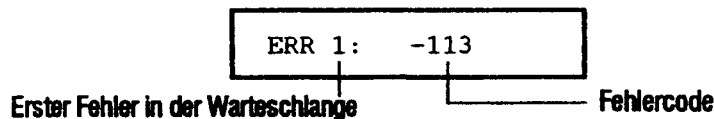
Fehlerzustände

Wenn auf der Frontplatte die Anzeigemarke **ERROR** erscheint, wurden ein oder mehrere Fehler in der Befehlsyntax oder der Hardware festgestellt. Bis zu 20 Fehler werden in der Fehlerwarteschlange des Multimeters gespeichert. *Siehe Kapitel 5 "Fehlermeldungen", in der eine vollständige Liste der Fehler aufgeführt ist.*

- Fehler werden nach dem FIFO-Speicherprinzip aufgerufen. Der zuerst ausgegebene Fehler ist auch der zuerst gespeicherte Fehler. Wurden alle Fehler aus der Warteschlange gelesen, so schaltet die Anzeigemarke **ERROR** ab. Bei jedem erzeugten Fehler erfolgt ein Summersignal.
- Traten mehr als 20 Fehler auf, so wird der zuletzt in der Warteschlange gespeicherte Fehler (der letzte Fehler) durch -350 "Zu viele Fehler" ersetzt. Solange keine Fehler aus der Warteschlange gelöscht wurden, werden keine weiteren Fehler gespeichert. Wurden beim Abfragen der Fehlerwarteschlange keine Fehler festgestellt, so erscheint am Multimeter +0 "Kein Fehler".
- Die Fehlerwarteschlange wird gelöscht, wenn das Gerät ausgeschaltet wurde oder wenn der Befehl *CLS (Clear Status = Status Löschen) ausgeführt wurde.
- Betrieb über die Frontplatte:

3: ERROR (SYS MENU)

Wenn die Anzeigemarke **ERROR** an ist, drücken Sie die Taste **Shift** **>** (Menüwiederaufruf) zum Abfragen der gespeicherten Fehler. Die Fehler sind auf der "Parameter"-Ebene horizontal aufgelistet. Die Fehlerwarteschlange wird gelöscht, wenn Sie sich auf die "Parameter"-Ebene begeben und dann das Menü abschalten.



- Betrieb über die externe Schnittstelle:

SYSTem:ERRor?

Die Fehler haben folgendes Format (die Fehlerkette kann bis zu 80 Zeichen beinhalten).

-113, "Undefined header"

Selbsttest

Beim *Einschalten* des Multimeters erfolgt automatisch ein Selbsttest. Durch diesen Test wird sichergestellt, daß sich das Multimeter in einem betriebsfähigen Zustand befindet. In diesem Selbsttest werden nicht die umfangreichen Prüfungen durchgeführt, die in dem nachfolgend beschriebenen vollständigen Selbsttest enthalten sind.

Ein *vollständiger* Selbsttest führt eine Reihe von Tests durch und dauert etwa 15 Sekunden. Sind alle Tests fehlerfrei durchgeführt, so können Sie sicher sein, daß das Multimeter einwandfrei funktioniert.

- Die Ergebnisse des vollständigen Selbsttests werden im internen Meßwertspeicher abgelegt (siehe Seite 84). Der Speicher wird gelöscht, wenn der Selbsttest diese Informationen speichert. Im Gegensatz zu einer Speicherlöschung ändert der komplette Selbsttest *nicht* den Status des Multimeters.
- Bei einem erfolgreich durchgeführten vollständigen Selbsttest erfolgt die Anzeige "PASS". Bei einem nicht erfolgreich durchgeführten vollständigen Selbsttest wird "FAIL" angezeigt und die Anzeigemarke **ERROR** erscheint. Für die Rücksendung des Multimeters an Agilent Technologies wird auf die *Serviceanleitung* hingewiesen.
- Betrieb über die Frontplatte: Einige Tests (vollständiger Selbsttest) können einzeln oder gleichzeitig durchgeführt werden.

4: TEST (SYS MENU)

Ein vollständiger Selbsttest über die Frontplatte kann aber auch wie folgt durchgeführt werden: Drücken Sie während des Einschaltens die Taste Shift und halten Sie diese Taste länger als 5 Sekunden gedrückt. Der Selbsttest beginnt nach dem Loslassen der Taste.

- Betrieb über die externe Schnittstelle:

*TST?

Bei einem erfolgreich durchgeführten Selbsttest erscheint "0", ansonsten "1".

Display-Steuerung

Zur Erhöhung der Meßgeschwindigkeit oder als Sicherheitsvorkehrung kann das Display der Frontplatte abgeschaltet werden. Über die externe Schnittstelle kann auf der Frontplatte eine aus 12 Zeichen bestehende Meldung angezeigt werden.

- Bei abgeschaltetem Display werden Meßwerte nicht an das Display gesendet, sämtliche Display-Anzeigemarken mit Ausnahme von **ERROR** und **Shift** sind deaktiviert. Ansonsten wird der Betrieb über die Frontplatte vom Abschalten des Displays nicht beeinflusst.
- Der Display-Status wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt; wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde, ist das Display wieder aktiviert.
- Auf der Frontplatte kann eine Meldung angezeigt werden, indem von der externen Schnittstelle ein Befehl gesendet wird. Das Multimeter kann bis zu 12 Zeichen der Meldung anzeigen; zusätzliche Zeichen werden unterdrückt. Kommata, Punkte und Strichpunkte teilen sich mit den vorhergehenden Zeichen eine Anzeigestelle und werden *nicht* als einzelne Zeichen angesehen. Wird eine Meldung angezeigt, so werden Meßwerte nicht an das Display gesendet.
- Wird von der externen Schnittstelle eine Meldung an das Display gesendet, wird der Display-Status überschrieben. Dies bedeutet, daß auch dann eine Meldung angezeigt werden kann, wenn das Display abgeschaltet ist.
- Betrieb über die Frontplatte:

5: DISPLAY (SYS MENU)

Das Display wird bei Menübedienung immer eingeschaltet; dies bedeutet, daß selbst bei abgeschaltetem Display mit dem Menü gearbeitet werden kann.

- Betrieb über die externe Schnittstelle:

DISPlay { OFF ON }	<i>Deaktivierung / Aktivierung des Displays</i>
DISPlay:TEXT <Zeichenkette>	<i>Anzeige der Zeichenkette in den spitzen Klammern</i>
DISPlay:TEXT:CLEAr	<i>Löschen der angezeigten Meldung</i>

Der folgende Befehl zeigt die Anzeige einer Meldung auf der Frontplatte von einem Controller von Agilent Technologies.

```
OUTPUT 722; "DISP:TEXT 'HELLO' "
```

Steuerung des Summersignals

Normalerweise erzeugt das Multimeter ein Summersignal, wenn auf der Frontplatte bestimmte Bedingungen vorliegen. Das Multimeter erzeugt z.B. ein Summersignal, wenn bei der Data-Hold-Funktion ein stabiler Meßwert eingefroren wird. Für bestimmte Anwendungen kann dieses Summersignal ausgeschaltet werden.

- Bei Deaktivierung erfolgt in den folgenden Fällen *kein* Summersignal:
 - 1) Bei einem Min-/Max-Test wird ein neuer Minimal- oder Maximalwert ermittelt.
 - 2) Bei der Data-Hold-Funktion wird ein stabiler Meßwert eingefroren.
 - 3) Bei einem Toleranztest wurde ein Grenzwert überschritten.
 - 4) Beim Diodentest wurde eine Diode in Durchlaßrichtung gemessen.
- Die Deaktivierung des Summersignals hat *keine Auswirkungen* wenn:
 - 1) Ein Fehler festgestellt wird.
 - 2) Die Schwelle bei einer Durchgangsprüfung überschritten wird.
 - 3) Das Menü der Frontplatte abgeschaltet wird.

Das Abschalten des Summersignals beeinflusst nicht den "Tastenklick", der beim Drücken einer Taste auf der Frontplatte erzeugt wird.

- Der Status des Summersignals wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird. Ab Werk ist das Summersignal aktiviert.
- Betrieb über die Frontplatte:

6: BEEP (SYS MENU)

- Betrieb über die externe Schnittstelle:

SYSTEM:BEEPer

SYSTEM:BEEPer:STATe { OFF | ON }

Es ertönt sofort ein einzelner Summerton
Deaktivierung/
Aktivierung des Summers

Komma

Das Display auf der Frontplatte des Multimeters kann die Meßwerte mit (zur Trennung von Zifferngruppen) oder ohne Komma anzeigen. *Diese Funktion ist nur über die Frontplatte verfügbar.*

08.241,53 VDC

Mit Komma (Werkseinstellung)

08.24153 VDC

Ohne Komma

3

- Die Einstellung des Kommas wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird. Das Komma ist ab Werk aktiviert.
- Betrieb über die Frontplatte:

7: COMMA (SYS MENU)

Siehe auch "Komma abschalten" auf Seite 37.

Abfrage des Ausgabedatums der Firmware

Das Multimeter verfügt über drei Mikroprozessoren zur Steuerung der verschiedenen internen Systeme. Das Ausgabedatum der Firmware jedes Mikroprozessors kann abgefragt werden.

- Das Multimeter gibt drei Zahlen aus. Die erste Zahl ist das Ausgabedatum der Firmware des Meßprozessors; die zweite Zahl bezieht sich auf den Eingangs-/Ausgangsprozessor; die dritte Zahl bezieht sich auf den Prozessor für die Frontplatte.
- Betrieb über die Frontplatte:

8: REVISION (SYS MENU)

REV XX-XX-XX

- Betrieb über die externe Schnittstelle:

*IDN? *gibt aus "HEWLETT-PACKARD,34401A,0,XX-XX-XX"*

Die Variable der Zeichenkette muß auf mindestens 35 Zeichen ausgelegt werden.

SCPI-Sprache

Das Multimeter entspricht den Regeln und Vorschriften der augenblicklich gültigen Version der SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). Die entsprechende SCPI-Version kann bestimmt werden, indem über die externe Schnittstelle ein Befehl abgesendet wird.

Die SCPI-Version kann nicht über die Frontplatte abgefragt werden.

- Nach Eingabe des folgenden Befehls wird die SCPI-Version ausgegeben.

SYSTem:VERSion?

Gibt eine Zeichenkette in der Form "YYYY.V" aus. Die Y-Zeichen stehen für das Jahr, das Zeichen V steht für die Versionsnummer dieses Jahres (z.B. 1991.0).

Konfiguration der externen Schnittstelle

In diesem Abschnitt wird die Konfiguration der externen Schnittstelle beschrieben. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel 4 "Externe Programmierung" ab Seite 103.

GPIB-Adresse

Jedes Gerät an der GPIB-Schnittstelle (IEEE-488) muß eine eindeutige Adresse haben. Die Adresse des Multimeters kann auf jeden Wert zwischen 0 und 31 eingestellt werden. Ab Werk ist die Adresse auf "22" eingestellt. Beim Einschalten des Multimeters wird die GPIB -Adresse angezeigt.

Die GPIB-Adresse kann nur über die Frontplatte eingestellt werden.

- Die Adresse wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Wenn die Adresse 31 eingestellt wird, befindet sich das Gerät in der Betriebsart "Nur Senden". In dieser Betriebsart kann das Multimeter direkt ohne Bus-Controller Meßwerte an einen Drucker ausgeben. Die Adresse 31 ist keine gültige Adresse, falls das Multimeter über die GPIB-Schnittstelle mit einem Bus-Controller betrieben wird."
- Wurde die RS-232-Schnittstelle gewählt und danach die GPIB-Adresse auf 31 eingestellt, so *sendet* das Multimeter im lokalen Betrieb Meßwerte über die RS-232-Schnittstelle.
- Der GPIB-Bus-Controller verfügt über eine eigene Adresse. Verwenden Sie *keinesfalls* die Adresse des Bus-Controllers für ein Gerät am Schnittstellenbus. Die Controller von Agilent Technologies verwenden grundsätzlich die Adresse 21.
- Betrieb über die Frontplatte:

1: GPIB ADDR (I/O MENU)

Siehe auch "Einstellen der GPIB-Adresse" auf Seite 155.

Wahl der externen Schnittstelle

Das Multimeter wird sowohl mit einer GPIB-(IEEE-488) Schnittstelle als auch mit einer RS-232-Schnittstelle ausgeliefert. Es kann nur eine Schnittstelle gleichzeitig aktiviert sein. Ab Werk ist die GPIB-Schnittstelle eingestellt.

Die externe Schnittstelle kann nur über die Frontplatte eingestellt werden.

- Die Wahl der Schnittstelle wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Bei Auswahl der GPIB-Schnittstelle muß für das Multimeter eine eindeutige Adresse ausgewählt werden. Beim Einschalten des Multimeters wird die GPIB-Adresse angezeigt.
- Bei Wahl der RS-232-Schnittstelle muß für das Multimeter die Baudrate und Parität eingestellt werden. Beim Einschalten des Multimeters wird "RS-232" angezeigt.
- Wurde die RS-232-Schnittstelle gewählt und danach die GPIB-Adresse auf 31 eingestellt, so *sendet* das Multimeter im lokalen Betrieb Meßwerte über die RS-232-Schnittstelle.
- Bei der Wahl der externen Schnittstelle sind einige Einschränkungen zu beachten (siehe auch "Wahl der Programmiersprache" auf Seite 94). Die einzige von der RS-232-Schnittstelle unterstützte Programmiersprache ist SCPI.

	GPIB / 488	RS-232
SCPI-Sprache	×	×
Agilent 3478A-Sprache	×	Nicht zulässig
Fluke 8840A-Sprache	×	Nicht zulässig

- Betrieb über die Frontplatte:

2: INTERFACE (I/O MENU)

Siehe auch "Wahl der externen Schnittstelle" auf Seite 156.

Wahl der Baudrate (RS-232)

Beim RS-232-Betrieb kann eine von sechs möglichen Baudraten gewählt werden. Ab Werk ist das Gerät auf 9600 Baud eingestellt.

Die Baudrate kann nur über die Frontplatte eingestellt werden.

- Folgende Baudraten können gewählt werden: 300, 600, 1200, 2400, 4800, oder **9600** Baud (Einstellung ab Werk).
- Die Wahl der Baudrate wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde.
- Betrieb über die Frontplatte:

3: BAUD RATE (I/O MENU)

Siehe auch "Einstellen der Baudrate" auf Seite 157.

Wahl der Parität (RS-232)

Im RS-232-Betrieb kann die Parität gewählt werden. Ab Werk ist das Multimeter auf gerade Parität mit 7 Datenbits eingestellt.

Die Parität kann nur über die Frontplatte eingestellt werden.

- Folgende Wahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: None (8 Datenbits), Even (7 Datenbits), oder Odd (7 Datenbits). Beim Einstellen der Parität wird damit indirekt auch die Anzahl der Datenbits eingestellt.
- Die Paritätseinstellung wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde.
- Betrieb über die Frontplatte:

4: PARITY (I/O MENU)

Siehe auch "Paritätseinstellung" auf Seite 158.

Wahl der Programmiersprache

Zur Programmierung des Multimeters von der ausgewählten externen Schnittstelle kann eine von drei Sprachen gewählt werden. Die ab Werk eingestellte Programmiersprache ist SCPI.

Die Schnittstellensprache kann nur über die Frontplatte eingestellt werden.

- Folgende Einstellungen sind möglich: SCPI, Agilent 3478A, oder Fluke 8840A.
- Die Wahl der Sprache wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wurde.
- Bei der Wahl der Schnittstellensprache sind einige Einschränkungen zu beachten (siehe auch "Wahl der externen Schnittstelle" auf Seite 92). Die RS-232-Schnittstelle unterstützt *nicht* die Sprachen Agilent 3478A und Fluke 8840A/8842A.

	GPIO / 488	RS-232
SCPI-Sprache	×	×
Agilent 3478A-Sprache	×	Nicht zulässig
Fluke 8840A-Sprache	×	Nicht zulässig

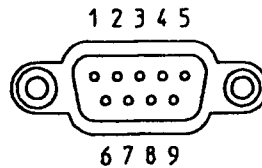
- Betrieb über die Frontplatte:

5: LANGUAGE (I/O MENU)

Siehe auch "Wahl der Programmiersprache" auf Seite 159.

Anschluß eines Terminals oder Druckers (RS-232)

Der RS-232-Anschluß auf der Rückwand des Multimeters ist ein 9-poliger Stecker DB-9. An das Multimeter kann jedes Terminal oder jeder Drucker mit einem richtig konfigurierten DTE-Stecker (DB-25) angeschlossen werden. Die Standard-Schnittstellenkabel Agilent 24542G oder 24542H können verwendet werden.



Anschluß RS-232

Stiftnummer	Eingang/Ausgang	Funktion
1	Ausgang	* Toleranztest gut
2	Eingang	Daten empfangen (RxD)
3	Ausgang	Daten übertragen (TxD)
4	Ausgang	Datenendgerät bereit (DTR)
5	–	Signalerde (SG)
6	Eingang	Datensatz bereit (DSR)
9	Ausgang	* Toleranztest schlecht

* Ein TTL-Ausgang ist erst nach Einsetzen von zwei Jumpers im Multimeter verfügbar.
Weitere Informationen hierüber enthält das Servicehandbuch.

Vorsicht

Verwenden Sie die RS-232-Schnittstelle nicht, falls Sie das Multimeter für die Ausgabe von Gut-/Schlecht-Signalen an den Stiften 1 und 9 konfiguriert haben. Interne Bauteile des Schaltkreises der RS-232-Schnittstelle könnten beschädigt werden.

Kalibrierung

Dieser Abschnitt liefert eine kurze Einführung in die Kalibrierungseigenschaften des Multimeters. Nähere Einzelheiten über die Kalibrierungsverfahren enthält das *Servicehandbuch*.

Sicherung der Kalibrierung

Mit dieser Funktion kann ein Sicherungscode eingegeben werden, durch den eine versehentliche oder unbefugte Kalibrierung des Multimeters verhindert wird. Wenn Sie Ihr Multimeter erhalten, ist es gesichert. Bevor Sie es kalibrieren können, müssen Sie den korrekten Sicherungscode eingeben.

- Ab Werk ist der Sicherungscode auf "HP034401" eingestellt. Der Sicherungscode ist in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Zur Sicherung des Multimeters über die externe Schnittstelle kann der Sicherungscode, wie nachfolgend gezeigt, bis zu 12 alpha-numerische Zeichen enthalten. Das erste Zeichen *muß* ein Buchstabe sein, die verbleibenden Zeichen können jedoch Buchstaben oder Ziffern sein. Sie müssen nicht alle 12 Zeichen verwenden, das erste Zeichen muß jedoch auf jeden Fall ein Buchstabe sein.

A _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ (12 Zeichen)

- Um das Multimeter über die externe Schnittstelle so zu sichern, daß es über die Frontplatte entsichert werden kann, sollten Sie das nachfolgend gezeigte Acht-Zeichen-Format verwenden. Die ersten beiden Zeichen müssen "HP" und die verbleibenden Zeichen Ziffern sein. Nur die letzten 6 Zeichen werden von der Frontplatte erkannt; es sind jedoch alle 8 Zeichen erforderlich. (Zur Entsicherung des Multimeters über die Frontplatte lassen Sie "HP" weg und geben die verbleibenden Stellen ein, wie auf den folgenden Seiten gezeigt.)

H P _ _ _ _ _ _ (8 Zeichen)

Falls Sie den Sicherungscode vergessen haben, kann die Sicherungsfunktion durch Einsetzen eines Jumpers im Multimeter deaktiviert werden. Danach muß ein neuer Code eingegeben werden. Weitere Informationen enthält das Servicehandbuch.

**Sicherung der
Kalibrierung
(Fortsetzung)**

Entsichern zur Kalibrierung Das Multimeter kann entweder über die Frontplatte oder über die externe Schnittstelle zur Kalibrierung entsichert werden. Ab Werk ist das Multimeter gesichert, und der Sicherungscode lautet "HP034401".

- Betrieb über die Frontplatte:

1: SECURED (CAL MENU)

Bei gesichertem Multimeter erscheint der oben stehende Befehl, wenn Sie in das Menü CAL MENU gehen. (Wenn Sie sich in den "Befehls"-Ebenen im Menü bewegen, so werden Sie feststellen, daß der Befehl "2: CALIBRATE" "verborgen" ist, wenn das Multimeter gesichert ist.) Zur Entsicherung des Multimeters wählen Sie die "Parameter"-Ebene des Befehls SECURED, geben den Sicherungscode ein und drücken dann "Enter".

^000000 CODE

Wenn Sie sich wieder in die "Befehls"-Ebene des Menüs CAL MENU begeben, so werden Sie feststellen, daß das Multimeter entsichert ist. Beachten Sie auch, daß jetzt der Befehl "2: CALIBRATE" sichtbar ist und eine Kalibrierung durchgeführt werden kann.

1: UNSECURED

- Betrieb über die externe Schnittstelle:

CALibration:SECure:STATe { OFF | ON } , <Code>

Zur Entsicherung des Multimeters senden Sie den oben stehenden Befehl mit dem gleichen Code, der zur Sicherung verwendet wurde. Zum Beispiel:

CAL:SEC:STAT OFF, HP034401

**Sicherung der
Kalibrierung
(Fortsetzung)**

Sicherung gegen Kalibrierung Das Multimeter kann entweder über die Frontplatte oder über die externe Schnittstelle gegen Kalibrierung gesichert werden. Ab Werk ist das Multimeter gesichert, und der Sicherungscode lautet "HP034401".

Bevor Sie das Multimeter sichern, lesen Sie bitte die Regeln über den Sicherungscode auf Seite 96.

- Betrieb über die Frontplatte:

1: UNSECURED (CAL MENU)

Falls das Multimeter ungesichert ist, erscheint der oben stehende Befehl, wenn Sie sich in das CAL MENU begeben. Zur Sicherung des Multimeters wählen Sie die "Parameter"-Ebene des Befehls UNSECURED, geben den Sicherungscode ein und drücken dann "Enter".

^000000 CODE

Wenn Sie sich wieder in die "Befehls"-Ebene des Menüs CAL MENU begeben, so werden Sie feststellen, daß das Multimeter gesichert ist. Beachten Sie auch, daß nun der Befehl "2: CALIBRATE" verborgen ist und keine Kalibrierung durchgeführt werden kann.

1: SECURED

- Betrieb über die externe Schnittstelle:

CALibration:SECure:STATe { OFF | ON } , <Code>

Zur Sicherung des Multimeters senden Sie den oben stehenden Befehl mit dem gleichen Code, der zur Entsicherung verwendet wurde. Zum Beispiel:

CAL:SEC:STAT ON, HP034401

**Sicherung der
Kalibrierung
(Fortsetzung)**

Ändern des Sicherungscodes Zum Ändern des Sicherungscodes muß das Multimeter erst entschert werden und dann ein neuer Code eingegeben werden. Bevor Sie versuchen, das Multimeter zu sichern, lesen Sie bitte die Regel über Sicherungscodes auf Seite 96.

- **Betrieb über die Frontplatte:** Zum Ändern des Sicherungscodes stellen Sie sicher, daß das Multimeter entschert ist. Wählen Sie die "Parameter"-Ebene des Befehls UNSECURED, geben den neuen Sicherungscodes ein und drücken dann "Enter". Das Ändern des Sicherungscodes über die Frontplatte wirkt sich auch auf die externe Schnittstelle aus.
- **Betrieb über die externe Schnittstelle:**

CALibration:SECure:CODE <Neuer Code>

Zum Ändern des Sicherungscodes entschern Sie erst das Multimeter mit Hilfe des alten Sicherungscodes. Geben Sie dann den neuen Code ein. Zum Beispiel:

CAL:SEC:STAT OFF, HP034401 *Entsichern mit altem Code*
CAL:SEC:CODE ZZ010443 *Eingabe des neuen Codes*

Zählen der Kalibrierungsvorgänge

Sie können feststellen, wie oft das Multimeter kalibriert wurde. Da sich der Wert für jeden Kalibrierungspunkt um eins erhöht, erhöht eine vollständige Kalibrierung den Wert um ein mehrfaches.

- Die Anzahl der Kalibrierungsvorgänge wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird. Das Multimeter wurde im Werk kalibriert. Wenn Sie das Multimeter erhalten, sollten Sie den Zählerstand ablesen, um den ursprünglichen Wert zu bestimmen.
- Die Kalibrierungsvorgänge werden bis zu einem Wert von 32.767 gezählt, danach springt der Zähler auf 0 zurück.
- **Betrieb über die Frontplatte:**

3: CAL COUNT (CAL MENU)

- **Betrieb über die externe Schnittstelle:**

CALibration:COUNT?

Kalibrierungsmeldung

Die Kalibrierungsmeldung kann verwendet werden, um Kalibrierungsinformationen über Ihr Multimeter aufzuzeichnen. Es können zum Beispiel folgende Informationen gespeichert werden: das letzte Datum der Kalibrierung, die nächste Fälligkeit der Kalibrierung, die Seriennummer des Multimeters oder auch der Name und die Telefonnummer einer Person, die bei einer neuen Kalibrierung zu benachrichtigen ist.

Informationen können in der Kalibrierungsnachricht nur über die externe Schnittstelle aufgezeichnet werden. Die Meldung kann entweder über die Frontplatte oder über die externe Schnittstelle ausgelesen werden.

- Die Kalibrierungsmeldung kann bis zu 40 Zeichen enthalten. Das Multimeter kann bis zu 12 Zeichen der Meldung auf der Frontplatte anzeigen; weitere Zeichen werden ignoriert.
- Die Kalibrierungsmeldung wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.
- Betrieb über die Frontplatte:

4: MESSAGE (CAL MENU)

Lesen der Kalibrierungsmeldung

- Betrieb über die externe Schnittstelle:

CALibration:STRing <Zeichenkette >

*Speichern der
Kalibrierungsmeldung*

Der folgende Befehl zeigt, wie eine Kalibrierungsmeldung über einen Controller von Agilent Technologies gespeichert wird.

```
OUTPUT 722; "CAL:STR 'CAL 11-1-91'"
```

Wartung durch den Bediener

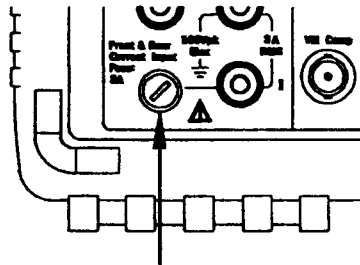
Dieser Abschnitt beschreibt den Austausch der Netz- und der Überlast-Sicherungen. Nähere Informationen über den Austausch von Teilen oder über die Reparatur des Multimeters enthält das *Servicehandbuch*.

Austausch der Netzsicherung

Die Netzsicherung befindet sich im Sicherungshalter auf der Rückwand (siehe Seite 14). Beim Betrieb mit 100 oder 120 V Wechselspannung muß eine träge 250-mA-Sicherung verwendet werden (Agilent-Teilenummer 2110-0817). Beim Betrieb mit 220 oder 240 V Wechselspannung muß eine träge 120-mA-Sicherung verwendet werden (Agilent-Teilenummer 2110-0894).

Austausch der Überlastsicherung

Die Stromeingänge auf der Frontplatte und der Rückwand werden von zwei in Reihe geschalteten Sicherungen geschützt. Die erste Sicherung ist eine flinke Sicherung (250 V, 3 A) und befindet sich auf der Rückwand. Für den Austausch dieser Sicherung verwenden Sie bitte eine Sicherung mit der Agilent-Teilenummer 2110-0780.



Drehen Sie mit einem Schraubendreher die Sicherungskappe nach links. Entfernen Sie Sicherungskappe und Sicherung.

Eine zweite Sicherung befindet sich im Multimeter und bietet einen zusätzlichen Schutz. Diese Sicherung ist eine superflinke Sicherung (250 V, 7 A) (Agilent-Teilenummer 2110-0614). Zum Austausch dieser Sicherung muß das Gehäuse des Multimeters durch Lösen von drei Schrauben entfernt werden. *Weitere Informationen hierzu enthält das Servicehandbuch.*

Einschalt- und Resetstatus

*Diese Tabelle befindet sich
auch auf der letzten
Umschlagseite diese
Handbuchs.*

Meßkonfiguration	Einschalt- und Resetstatus
Wechselspannungsfilter	20 Hz (mittleres Filter)
Autozero	Ein
* Schwellenwert der Durchgangsprüfung	* 10 Ω
Funktion	Gleichspannung
Eingangswiderstand	10 M Ω (fest eingestellt für alle Gleichspannungsbereiche)
Integrationszeit	10 PLCs
Bereich	Automatische Bereichseinstellung
Auflösung	5 1/2 Stellen, langsame Betriebsart
Rechenoperationen	Einschalt- und Resetstatus
Rechenstatus, Funktion	Aus, Null
Rechen-Register	Alle Register gelöscht
* dBm-Bezugswiderstand	* 600 Ω
Trigger-Funktionen	Einschalt- und Resetstatus
Schwellenwert der Data-Hold-Funktion	0,10% vom Bereichsendwert
Meßwerte je Triggerimpuls	1 Meßwert
Triggerverzögerung	Automatische Verzögerung
Triggerquelle	Automatiktrigger
Gerätebezogene Funktionen	Einschalt- und Resetstatus
* Summersignal	* Ein
* Kommata	* Ein
Anzeige	Ein
Meßwertspeicher	Aus (gelöscht)
Eingangs-/Ausgangskonfiguration	Einschalt- und Resetstatus
* Baudrate	* 9600 Baud
* GPIB-Adresse	* 22
* Schnittstelle	* GPIB (IEEE-488)
* Sprache	* SCPI
* Parität	* Gerade (7 Datenbits)
Kalibrierung	Einschalt- und Resetstatus
* Kalibrierungsstatus	* Gesichert

Die mit einem Sternchen "*" gekennzeichneten Funktionen werden in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt. Die Werkseinstellungen sind wie oben beschrieben.

Externe
Programmierung

Externe Programmierung

Dieses Kapitel enthält Informationen, die Ihnen bei der Programmierung des Multimeters über die externe Schnittstelle helfen. *Sollten Sie zum ersten mal mit der SCPI-Programmiersprache (Standard Commands for Programmable Instruments) arbeiten, so lesen Sie bitte das Kapitel "Einführung in die SCPI-Sprache", das auf Seite 150 beginnt.* Dieses Kapitel ist in folgende Abschnitte aufgeteilt:

- Zusammenfassung der Befehle, ab Seite 105
- Vereinfachter Programmierablauf, ab Seite 110
- Die Befehle MEASure? und CONFigure, ab Seite 115
- Befehle für die Meßkonfiguration, ab Seite 119
- Befehle für Rechenoperationen, ab Seite 122
- Triggerung, ab Seite 125
- Triggerbefehle, ab Seite 128
- Gerätebezogene Befehle, ab Seite 130
- Das SCPI-Statusmodell, ab Seite 132
- Befehle für Statusberichte, ab Seite 142
- Kalibrierungsbefehle, auf Seite 144
- Konfiguration der RS-232-Schnittstelle, ab Seite 145
- RS-232-Schnittstellenbefehle, auf Seite 149
- Einführung in die SCPI-Sprache, ab Seite 150
- Endungen bei der Eingabe, auf Seite 153
- Formate der Ausgabe, auf Seite 153
- Anhalten von Messungen mit "Device Clear", auf Seite 154
- NUR SENDEN für Drucker, auf Seite 154
- Einstellen der GPIB-Adresse, auf Seite 155
- Auswahl der externen Schnittstelle, auf Seite 156
- Einstellen der Baudrate, auf Seite 157
- Einstellen der Parität, auf Seite 158
- Auswahl der Programmiersprache, auf Seite 159
- Kompatibilität mit anderen Programmiersprachen, ab Seite 160
- Informationen über die Übereinstimmung mit der SCPI-Programmiersprache, auf Seite 162
- Informationen über die Übereinstimmung mit IEEE-488, auf Seite 163

Zusammenfassung der Befehle

Dieser Abschnitt faßt die zur Programmierung des Multimeters zur Verfügung stehenden SCPI-Befehle zusammen. Weitere Einzelheiten über jeden Befehl enthalten die nachfolgenden Abschnitte dieses Kapitels.

Im gesamten Handbuch werden für die SCPI-Befehlsyntax folgende Schreibweisen verwendet. In eckigen Klammern ([]) werden optionale Schlüsselwörter oder Parameter angegeben. Parameter innerhalb einer Befehlszeichenkette werden in geschweiften Klammern ({ }) angegeben. Der in den spitzen Klammern (< >) angegebene Parameter muß durch einen Wert ersetzt werden.

4

Befehle für die Meßkonfiguration

MEASure

```
:VOLTage:DC? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:DC:RATio? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:AC? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:CURRent:DC? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:CURRent:AC? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:RESistance? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:FRESistance? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:FREQuency? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:PERiod? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:CONTinuity?
:DIODE?
```

CONFigure

```
:VOLTage:DC {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:DC:RATio {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:AC {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:CURRent:DC {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:CURRent:AC {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:RESistance {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:FRESistance {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:FREQuency {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:PERiod {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
:CONTinuity
:DIODE
```

CONFigure?

Kapitel 4 Externe Programmierung

Zusammenfassung der Befehle

Befehle für die Meßkonfiguration (Fortsetzung)

```
[SENSe:]  
FUNCTION "VOLTage:DC"  
FUNCTION "VOLTage:DC:RATio"  
FUNCTION "VOLTage:AC"  
FUNCTION "CURREnt:DC"  
FUNCTION "CURREnt:AC"  
FUNCTION "RESistance" (2-Draht-  
                        Widerstansmessung)  
FUNCTION "FRESistance" (4-Draht-  
                        Widerstansmessung)  
  
FUNCTION "FREQuency"  
FUNCTION "PERiod"  
FUNCTION "CONTinuity"  
FUNCTION "DIODE"  
FUNCTION?
```

```
[SENSe:]  
VOLTage:DC:RANGe (<Bereich>|MIN|MAX)  
VOLTage:DC:RANGe? [MIN|MAX]  
VOLTage:AC:RANGe (<Bereich>|MIN|MAX)  
VOLTage:AC:RANGe? [MIN|MAX]  
CURREnt:DC:RANGe (<Bereich>|MIN|MAX)  
CURREnt:DC:RANGe? [MIN|MAX]  
CURREnt:AC:RANGe (<Bereich>|MIN|MAX)  
CURREnt:AC:RANGe? [MIN|MAX]  
RESistance:RANGe (<Bereich>|MIN|MAX)  
RESistance:RANGe? [MIN|MAX]  
FRESistance:RANGe (<Bereich>|MIN|MAX)  
FRESistance:RANGe? [MIN|MAX]  
FREQuency:VOLTage:RANGe (<Bereich>|MIN|MAX)  
FREQuency:VOLTage:RANGe? [MIN|MAX]  
PERiod:VOLTage:RANGe (<Bereich>|MIN|MAX)  
PERiod:VOLTage:RANGe? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
VOLTage:DC:RANGe:AUTO {OFF|ON}  
VOLTage:DC:RANGe:AUTO?  
VOLTage:AC:RANGe:AUTO {OFF|ON}  
VOLTage:AC:RANGe:AUTO?  
CURREnt:DC:RANGe:AUTO {OFF|ON}  
CURREnt:DC:RANGe:AUTO?  
CURREnt:AC:RANGe:AUTO {OFF|ON}  
CURREnt:AC:RANGe:AUTO?  
RESistance:RANGe:AUTO {OFF|ON}  
RESistance:RANGe:AUTO?  
FRESistance:RANGe:AUTO {OFF|ON}  
FRESistance:RANGe:AUTO?  
FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON}  
FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO?  
PERiod:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON}  
PERiod:VOLTage:RANGe:AUTO?
```

```
[SENSe:]  
VOLTage:DC:RESolution (<Auflösung>|MIN|MAX)  
VOLTage:DC:RESolution? [MIN|MAX]  
VOLTage:AC:RESolution (<Auflösung>|MIN|MAX)  
VOLTage:AC:RESolution? [MIN|MAX]  
CURREnt:DC:RESolution (<Auflösung>|MIN|MAX)  
CURREnt:DC:RESolution? [MIN|MAX]  
CURREnt:AC:RESolution (<Auflösung>|MIN|MAX)  
CURREnt:AC:RESolution? [MIN|MAX]  
RESistance:RESolution (<Auflösung>|MIN|MAX)  
RESistance:RESolution? [MIN|MAX]  
FRESistance:RESolution (<Auflösung>|MIN|MAX)  
FRESistance:RESolution? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
VOLTage:DC:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}  
VOLTage:DC:NPLCycles? [MIN|MAX]  
CURREnt:DC:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}  
CURREnt:DC:NPLCycles? [MIN|MAX]  
RESistance:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}  
RESistance:NPLCycles? [MIN|MAX]  
FRESistance:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}  
FRESistance:NPLCycles? [MIN|MAX]
```

Befehle für die Meßkonfiguration (Fortsetzung)

```
[SENSe:]
  FREQuency:APERTure {0.01|0.1|1|MIN|MAX}
  FREQuency:APERTure? [MIN|MAX]
  PERiod:APERTure {0.01|0.1|1|MIN|MAX}
  PERiod:APERTure? [MIN|MAX]

[SENSe:]
  DETector:BANDwidth {3|20|200|MIN|MAX}
  DETector:BANDwidth? [MIN|MAX]

[SENSe:]
  ZERO:AUTO {OFF|ONCE|ON}
  ZERO:AUTO?

INPut
  :IMPedance:AUTO {OFF|ON}
  :IMPedance:AUTO?

ROUTe:TERMinals?
```

Befehle für Rechenoperationen

```
CALCulate
  :FUNctIon {NULL|DB|DBM|AVERage|LIMit}
  :FUNctIon?
  :STATe {OFF|ON}
  :STATe?

CALCulate
  :AVERage:MINimum?
  :AVERage:MAXimum?
  :AVERage:AVERage?
  :AVERage:COUNT?

CALCulate
  :NULL:OFFSet {<Wert>|MIN|MAX}
  :NULL:OFFSet? [MIN|MAX]

CALCulate
  :DB:REFeRence {<Wert>|MIN|MAX}
  :DB:REFeRence? [MIN|MAX]

CALCulate
  :DBM:REFeRence {<Wert>|MIN|MAX}
  :DBM:REFeRence? [MIN|MAX]

CALCulate
  :LIMit:LOWer {<Wert>|MIN|MAX}
  :LIMit:LOWer? [MIN|MAX]
  :LIMit:UPPer {<Wert>|MIN|MAX}
  :LIMit:UPPer? [MIN|MAX]
```

Kapitel 4 Externe Programmierung

Zusammenfassung der Befehle

Triggerbefehle

INITiate
READ?
TRIGger
 :SOURce {BUS|IMMediate|EXternal}
 :SOURce?
TRIGger
 :DElay {<Sekunden>|MIN|MAX}
 :DElay? [MIN|MAX]
TRIGger
 :DElay:AUTO {OFF|ON}
 :DElay:AUTO?
SAMPle
 :COUNT {<Wert>|MIN|MAX}
 :COUNT? [MIN|MAX]
TRIGger
 :COUNT {<Wert>|MIN|MAX|INFinite}
 :COUNT? [MIN|MAX]

Gerätebezogene Befehle

FETCh?
READ?
DISPlay {OFF|ON}
DISPlay?
DISPlay
 :TEXT <Zeichenkette in Anführungszeichen>
 :TEXT?
 :TEXT:CLEar
SYSTem
 :BEEPer
 :BEEPer:STATe {OFF|ON}
 :BEEPer:STATe?
SYSTem:ERRor?
SYSTem:VERSion?
DATA:POINts?
*RST
*TST?
*IDN?

Befehle für Statusberichte

SYSTem:ERRor?

STATus
:QUESTionable:ENABle <Wert aktivieren>
:QUESTionable:ENABle?
:QUESTionable:EVENT?

STATus
:PRESet

*CLS

*ESE <Wert aktivieren>
*ESE?

*ESR?

*OPC

*OPC?

*PSC {0|1}
*PSC?

*SRE <Wert aktivieren>
*SRE?

Kalibrierungsbefehle

CALibration?

CALibration:COUNT?

CALibration
:SECure:CODE <Neuer Code>
:SECure:STATe {OFF|ON}, <Code>
:SECure:STATe?

CALibration
:STRing <Zeichenkette in Anführungszeichen>
:STRing?

CALibration
:VALue <Wert>
:VALue?

RS-232-Schnittstellenbefehle

SYSTem
:LOCal
:REMote
:RWLock

Allgemeine IEEE-488.2-Befehle

*CLS

*ESE <Wert aktivieren>
*ESE?

*ESR?

*IDN?

*OPC

*OPC?

*PSC {0|1}
*PSC?

*RST

*SRE <Wert aktivieren>
*SRE?

*STB?

*TRG

*TST?

Vereinfachter Programmierablauf

Sie können das Multimeter mittels folgender Sieben-Schritt-Folge programmieren, um über die externe Schnittstelle Messungen durchzuführen.

1. Bringen Sie das Multimeter in einen bekannten Betriebszustand (meistens ist dies der Betriebszustand nach dem *Zurücksetzen*).
2. Ändern Sie die Einstellung des Multimeters auf die gewünschte Konfiguration.
3. Stellen Sie die Triggerungsbedingungen ein.
4. Machen Sie das Multimeter triggerbereit.
5. Triggern Sie das Multimeter zur Durchführung einer Messung.
6. Rufen Sie die Meßwerte vom Ausgangspuffer oder vom internen Speicher ab.
7. Lesen Sie die gemessenen Werte in Ihren Bus-Controller ein.

Die Befehle **MEASure?** und **CONFIgure** liefern die geeignetste Methode, um das Multimeter für Messungen zu programmieren. Funktion, Bereich und Auflösung der Messung können mit einem Befehl ausgewählt werden. Andere Meßparameter (Wechselspannungsfiler, Autozero, Triggerzähler, usw.) werden vom Multimeter automatisch auf die Standardwerte, wie nachfolgend gezeigt, *voreingestellt*.

Voreinstellungen der Befehle **MEASure?** und **CONFIgure**

Befehl	Einstellung von MEASure? und CONFIgure
Wechselspannungsfiler (DET:BAND) Autozero (ZERO:AUTO)	20 Hz (mittleres Filter) AUS, falls die Einstellung der Auflösung zu $NPLC < 1$ führt; EIN, falls die Einstellung der Auflösung zu $NPLC \geq 1$ führt
Eingangswiderstand (INP:IMP:AUTO)	AUS (in allen Gleichspannungsbereichen fest auf 10 M Ω eingestellt)
Meßwerte je Triggerung (SAMP:COUN)	Ein Meßwert
Triggerzähler (TRIG:COUN)	Ein Triggerimpuls
Triggerverzögerung (TRIG:DEL)	Automatische Verzögerung
Triggerquelle (TRIG:SOUR)	Sofort
Rechenfunktion (CALCulate Subsystem)	AUS

Verwendung des Befehls MEASure?

Mit dem Befehl MEASure? kann das Multimeter am einfachsten für Messungen programmiert werden. Dieser Befehl bietet jedoch wenig Möglichkeiten. Wenn der Befehl ausgeführt wird, werden die besten Einstellungen für die gewünschte Konfiguration vom Multimeter *voreingestellt* und sofort eine Messung durchgeführt. Vor der Messung können keine Einstellungen geändert werden (mit Ausnahme von Funktion, Bereich und Auflösung). Die Ergebnisse werden zum Ausgangspuffer übertragen.

Die Eingabe des Befehls MEASure? entspricht der Eingabe des Befehls CONFigure, unmittelbar gefolgt vom Befehl READ?.

Verwendung des Befehls CONFigure

Der Befehl CONFigure bietet Ihnen mehr Programmiermöglichkeiten. Wenn der Befehl ausgeführt wird, stellt das Multimeter die beste Einstellungen für die gewünschte Konfiguration ein (wie beim Befehl MEASure?). Die Messung wird jedoch nicht automatisch gestartet, und es können noch Meßparameter geändert werden. Dies ermöglicht die schrittweise Änderung der Multimeterkonfiguration von den *voreingestellten* Werten aus. In den Subsystemen INPut, SENSE, CALCulate, und TRIGger bietet das Multimeter eine Anzahl von "Low-Level"-Befehlen. (Der Befehl SENSE:FUNCTION kann zur Änderung der Meßfunktion ohne die Befehle MEASure? oder CONFigure verwendet werden.)

Verwenden Sie zum Start der Messung die Befehle INITiate oder READ?.

Verwendung der Parameter *range* und *resolution*

Mit den Befehlen MEASure? und CONFIgure können sowohl Funktion, Bereich als auch Auflösung mit einem Befehl gewählt werden. Verwenden Sie den Parameter *range*, um den zu erwartenden Wert des Eingangssignals anzugeben. Das Multimeter wählt daraufhin den richtigen Meßbereich.

Bei Frequenz- und Periodenmessungen verwendet das Multimeter einen "Bereich" für alle Eingangssignale zwischen 3 Hz und 300 kHz. Der Bereichsparameter ist nur zur Angabe der Auflösung erforderlich. Deshalb ist es nicht erforderlich, für jede neu zu messende Frequenz einen neuen Befehl abzuschicken.

Verwenden Sie den Parameter *resolution* zur Angabe der gewünschten Auflösung für die Messung. Geben Sie die Auflösung in den selben Einheiten wie bei der Meßfunktion an, *nicht durch die Anzahl der Stellen*. Geben Sie z.B. bei Gleichspannungen die Auflösung auch in Volt an. Bei Frequenzmessungen muß die Auflösung in Hertz angegeben werden.

Bei Verwendung des Parameters resolution muß ein Bereich angegeben werden.

Verwendung des Befehls READ?

Der Befehl READ? ändert den Status des Triggersystems von "unbelegt" in "Warten auf Triggerimpuls". Die Messung startet, wenn die angegebenen Triggerbedingungen nach Empfang des Befehls READ? erfüllt sind. Die Meßwerte werden *unmittelbar* zum Ausgangspuffer gesendet. Wenn Sie die Meßdaten *nicht* in Ihren Bus-Controller einlesen, führt das Multimeter keine Messungen mehr durch, wenn der Ausgangspuffer voll ist. Wenn Sie den Befehl READ? verwenden, werden die Meßwerte *nicht* im internen Speicher des Multimeters abgelegt.

Die Eingabe des Befehls READ? entspricht der Eingabe des Befehls INITiate, unmittelbar gefolgt vom Befehl FETCh?, mit der Ausnahme, daß Meßwerte nicht intern gepuffert werden.

Achtung

Wenn Sie zwei Abfragebefehle absenden, ohne die Antwort des ersten gelesen zu haben und daraufhin versuchen, die zweite Antwort zu lesen, kann es sein, daß Sie einige Daten aus der ersten Antwort erhalten, gefolgt von der vollständigen zweiten Antwort. Senden Sie deshalb keinen Abfragebefehl, ohne daß Sie zuvor die Antwort lesen. Ist dies unvermeidbar, sollten Sie den Befehl "device clear" senden, bevor Sie den zweiten Abfragebefehl absenden.

Verwendung der Befehle INITiate und FETCh?

Die Befehle INITiate und FETCh? stellen die unterste Zugriffsebene (mit der höchsten Flexibilität) der Meßtriggerung und des Meßwertabrufs dar. Verwenden Sie den Befehl INITiate, nachdem Sie das Multimeter für die Messung konfiguriert haben. Dies ändert den Status des Triggerungssystems von "unbelegt" in "Warten auf Triggerimpuls". Die Messungen starten, wenn nach Empfang des Befehls INITiate die angegebenen Triggerbedingungen erfüllt sind. Die Meßwerte werden im internen Speicher abgelegt (bis zu 512 Meßwerte können gespeichert werden). Die Meßwerte werden so lange *gespeichert*, bis Sie sie abrufen können.

Verwenden Sie den Befehl FETCh? zur Übertragung der Meßwerte vom internen Speicher des Multimeters an den Ausgangspuffer, von wo aus sie in den Bus-Controller eingelesen werden können.

**Beispiel für
MEASure?**

Der folgende Programmteil zeigt, wie der Befehl MEASure? zur Durchführung einer Messung verwendet wird. In diesem Beispiel wird das Multimeter so konfiguriert, daß es auf Gleichspannungsmessungen eingestellt wird, automatisch in den Status "Warten auf Triggerimpuls" gesetzt wird, eine Messung intern getriggert wird, und der Meßwert zum Ausgangspuffer gesendet wird.

```
MEAS:VOLT:DC? 10,0.003  
Anweisung zur Buseingabe
```

Dies ist die einfachste Möglichkeit, eine Messung durchzuführen. Mit dem Befehl MEASure? können jedoch weder Triggerzähler, Meßwertzähler, noch Triggervverzögerung usw. eingestellt werden. Sämtliche Meßparameter, mit Ausnahme von Funktion, Bereich und Auflösung werden automatisch voreingestellt (siehe Tabelle auf Seite 110).

**Beispiel für den
Befehl CONFIGure**

Der folgende Programmteil zeigt, wie der Befehl READ? zusammen mit dem Befehl CONFIGure zur Durchführung einer extern getriggerten Messung verwendet wird. Das Programm konfiguriert das Multimeter für Gleichspannungsmessungen. Der Befehl CONFIGure setzt das Multimeter nicht in den Status "Warten auf Triggerimpuls". Der Befehl READ? jedoch führt das Multimeter in den Status "Warten auf Triggerimpuls", führt eine Messung durch, wenn an der Buchse *Ext Trig* ein Impuls anliegt und sendet die Meßwerte zum Ausgangspuffer.

```
CONF:VOLT:DC 10, 0.003
TRIG:SOUR EXT
READ?
Anweisung zur Buseingabe
```

**Beispiel für den
Befehl CONFIGure**

Der folgende Programmteil gleicht dem oben stehenden, jedoch wird hier der Befehl INITiate verwendet, um das Multimeter in den Status "Warten auf Triggerimpuls" einzustellen. Der Befehl INITiate setzt das Multimeter in den Status "Warten auf Triggerimpuls", führt eine Messung durch, wenn an der Buchse *Ext Trig* ein Impuls anliegt und sendet den Meßwert an den internen Speicher des Multimeters. Der Befehl FETCh? überträgt den Meßwert vom internen Speicher zum Ausgangspuffer.

```
CONF:VOLT:DC 10, 0.003
TRIG:SOUR EXT
INIT
FETC?
Anweisung zur Buseingabe
```

Mit dem Befehl INITiate können Meßwerte schneller gespeichert werden als mit dem Befehl READ?, durch den die Meßwerte zum Ausgangspuffer gesendet werden. Im internen Speicher des Multimeters können bis zu 512 Meßwerte gespeichert werden. Falls das Multimeter für mehr als 512 Meßwerte konfiguriert wird (mittels Meßwert- und Triggerzähler) und daraufhin der Befehl INITiate eingegeben wird, wird ein Speicherfehler erzeugt.

Nach Ausführung des Befehls INITiate werden vor dem Abschluß der Meßreihe keine weiteren Befehle akzeptiert. Wird jedoch TRIGger:SOURce BUS gewählt, so akzeptiert das Multimeter den Befehl *TRG (Bustriggerung) oder die Standard-Meldung "Group Execute Trigger".

Die Befehle MEASure? und CONFIgure

Siehe auch "Meßkonfiguration", ab Seite 51 im Kapitel 3.

- Für den Parameter *Bereich* wird mit MIN der niedrigste Bereich für die gewählte Funktion ausgewählt; mit MAX der höchste Bereich; die automatische Bereichseinstellung wird mit dem Parameter DEF ausgewählt.
- Für den Parameter *Auflösung* geben Sie die Auflösung in den selben Einheiten wie die Meßfunktion an, *nicht durch die Anzahl der Stellen*. Mit MIN wird der kleinste akzeptierte Wert gewählt, der die beste Auflösung ergibt; mit MAX wird der größte akzeptierte Wert gewählt, der die schlechteste Auflösung ergibt; mit DEF wird die Standardauflösung 5½ Stellen gewählt (10 PLC).

Für die Verwendung des Parameters Auflösung muß ein Bereich angegeben werden.

MEASure:VOLTage:DC? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Durchführung einer Gleichspannungsmessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet.

MEASure:VOLTage:DC:RATio? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Durchführung einer Gleichspannungsverhältnismessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet. Bei Verhältnismessungen gilt der angegebene Bereich für das an den Anschlüssen **Input** angeschlossene Signal. An den Anschlüssen **Sense** wird für Messungen der Referenzspannung selbständig die automatische Bereichseinstellung gewählt.

MEASure:VOLTage:AC? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Durchführung einer Wechselspannungsmessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet. Bei Wechselspannungsmessungen ist die Auflösung auf 6½ Stellen fest eingestellt. Der Parameter *Auflösung* beeinflusst nur das Display auf der Frontplatte.

MEASure:CURREnt:DC? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Durchführung einer Gleichstrommessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet.

MEASure:CURRent:AC? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Durchführung einer Wechselstrommessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet. Bei Wechselstrommessungen ist die Auflösung auf 6½ Stellen fest eingestellt. Der Parameter *Auflösung* beeinflusst nur das Display auf der Frontplatte.

MEASure:RESistance? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Durchführung einer 2-Draht-Widerstandsmessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet.

MEASure:FRESistance? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Durchführung einer 4-Draht-Widerstandsmessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet.

MEASure:FREquency? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Durchführung einer Frequenzmessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet. Bei Frequenzmessungen verwendet das Multimeter einen "Bereich" für alle Eingangssignale zwischen 3 Hz und 300 kHz. Liegt kein Eingangssignal an, so wird "0" ausgegeben.

MEASure:PERiod? {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Durchführung einer Periodenmessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet. Bei Periodenmessungen verwendet das Multimeter einen "Bereich" für alle Eingangssignale zwischen 0,33 Sekunden und 3,3 Mikrosekunden. Liegt kein Eingangssignal an, so wird "0" ausgegeben.

MEASure:CONTinuity?
Voreinstellung und Durchführung einer Durchgangsmessung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet. Für Durchgangsprüfungen sind Bereich und Auflösung fest eingestellt (Bereich 1 kΩ und 4½ Stellen).

MEASure:DIODE?
Voreinstellung und Durchführung einer Diodenmessung. Die Meßwerte werden zum Ausgangspuffer gesendet. Bei Diodentests ist der Bereich und die Auflösung fest eingestellt (Bereich 1 V Gleichspannung mit einer Prüfstromquelle von 1 mA und 4½ Stellen).

CONFIgure:VOLTage:DC {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für eine Gleichspannungsmessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus.

CONFIgure:VOLTage:DC: RAtio {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für eine Gleichspannungsverhältnismessung mit angegebenem Bereich und Auflösung. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus. Bei Verhältnismessungen gilt der angegebene Bereich für das an den Anschlüssen **Input** anliegende Signal. An den Anschlüssen **Sense** wird bei Referenzspannungsmessungen selbständig die automatische Bereichseinstellung ausgewählt.

CONFIgure:VOLTage:AC {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für Wechselspannungsmessungen mit angegebenem Bereich und Auflösung. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus. Bei Wechselspannungsmessungen ist die Auflösung auf 6½ Stellen fest eingestellt. Der Parameter *Auflösung* beeinflusst nur das Display auf der Frontplatte.

CONFIgure:CURREnt:DC {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für Gleichstrommessungen mit angegebenem Bereich und Auflösung. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus.

CONFIgure:CURREnt:AC {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für Wechselstrommessungen mit angegebenem Bereich und Auflösung. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus. Bei Wechselstrommessungen ist die Auflösung auf 6½ Stellen fest eingestellt. Der Parameter *Auflösung* beeinflusst nur das Display auf der Frontplatte.

CONFIgure:RESistance {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für 2-Draht-Widerstandsmessungen mit angegebenem Bereich und Auflösung. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus.

CONFIgure:FRESistance {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}
Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für 4-Draht-Widerstandsmessungen mit angegebenem Bereich und Auflösung. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus.

CONFigure:FREQuency {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}

Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für Frequenzmessungen mit angegebenem Bereich und angegebener Auflösung. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus. Bei Frequenzmessungen verwendet das Multimeter für alle Eingangssignale zwischen 3 Hz und 300 kHz einen "Bereich". Liegt kein Eingangssignal an, so wird "0" ausgegeben.

CONFigure:PERiod {<Bereich>|MIN|MAX|DEF}, {<Auflösung>|MIN|MAX|DEF}

Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für Periodenmessungen mit angegebenem Bereich und angegebener Auflösung. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus. Bei Periodenmessungen verwendet das Multimeter für alle Eingangssignale zwischen 0,33 s und 3,3 µs einen "Bereich". Liegt kein Eingangssignal an, so wird "0" ausgegeben.

CONFigure:CONTinuity

Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für Durchgangsmessungen. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus. Bei Durchgangsprüfungen sind Bereich und Auflösung fest eingestellt (Bereich 1 kΩ und 4½ Stellen).

CONFigure:DIODE

Voreinstellung und Konfiguration des Multimeters für Diodenmessungen. Dieser Befehl löst *keinen* Meßvorgang aus. Bei Diodentests ist der Bereich und die Auflösung fest eingestellt (Bereich 1 V Gleichspannung bei einer Prüfstromquelle von 1 mA und 4½ Stellen).

CONFigure?

Abfrage der momentanen Konfiguration des Multimeters und Ausgabe einer Zeichenkette in Anführungszeichen.

Befehle für die Meßkonfiguration

Siehe auch "Meßkonfiguration", ab Seite 51 im Kapitel 3.

FUNCTION "<Funktion>"

Auswahl einer Meßfunktion. Die Funktion muß innerhalb des Befehls in Anführungszeichen stehen (FUNC "VOLT:DC"). Geben Sie einen der folgenden Parameter an.

VOLTage:DC	FRESistance (4-Draht-Widerstandsmessung)
VOLTage:DC:RATio	FREQuency
VOLTage:AC	PERiod
CURRentDC	CONTInuity
CURRentAC	DIODE
RESistance (2-Draht-Widerstandsmessung)	

4

FUNCTION?

Abfrage der Meßfunktion und Ausgabe einer Zeichenkette in Anführungszeichen.

<Funktion>:RANGE {<Bereich>|MIN|MAX}

Bereichswahl für die gewählte Funktion. Bei Frequenz- und Periodenmessungen bezieht sich die Bereichseinstellung auf die Spannung des Eingangssignals und *nicht* auf seine Frequenz (verwenden Sie FREQuency:VOLTage oder PERiod:VOLTage). Mit MIN wird der niedrigste Bereich für die gewählte Funktion ausgewählt. Mit MAX wird der höchste Bereich gewählt. [flüchtiger Speicher]

<Funktion>:RANGE? [MIN|MAX]

Abfrage des Bereichs für die gewählte Funktion.

<Funktion>:RANGE:AUTO {OFF|ON}

Aktivierung oder Deaktivierung der automatischen Bereichseinstellung für die gewählte Funktion. Bei Frequenz- oder Periodenmessungen verwenden Sie FREQuency:VOLTage oder PERiod:VOLTage. Schwellenwerte der automatischen Bereichswahl: Abwärts: <10% des Bereichs; Aufwärts: >120% des Bereichs. [flüchtiger Speicher]

<Funktion>:RANGE:AUTO?

Abfrage der automatischen Bereichseinstellung. Ausgabe von "0" (AUS) oder "1" (EIN).

<Funktion>:RESolution {<Auflösung>|MIN|MAX}

Wahl der Auflösung für die angegebene Funktion (nicht gültig bei Frequenz-, Perioden- oder Verhältnismessungen). Geben Sie die Auflösung in den selben Einheiten wie die Meßfunktion an, *nicht durch die Anzahl der Stellen*. Mit MIN wird der kleinste akzeptierte Wert gewählt, der die höchste Auflösung ergibt; mit MAX wird der größte akzeptierte Wert gewählt, der die geringste Auflösung ergibt. [flüchtiger Speicher]

<Funktion>:RESolution? [MIN|MAX]

Abfrage der Auflösung für die gewählte Funktion. Bei Frequenz- oder Periodenmessungen wird vom Multimeter die Einstellung der Auflösung auf der Basis einer Eingangsfrequenz von 3 Hz ausgegeben.

<Funktion>:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}

Wahl der Integrationszeit durch die Anzahl von Netzspannungszyklen (PLC) für die momentane Funktion (die Standardeinstellung ist 10 PLC). Dieser Befehl gilt nur für Gleichspannungs-, Verhältnis-, Gleichstrom-, 2-Draht- und 4-Draht-Widerstandsmessungen. MIN = 0,02. MAX = 100. [flüchtiger Speicher]

<Funktion>:NPLCycles? [MIN|MAX]

Abfrage der Integrationszeit für die gewählte Funktion.

FREquency:APERTure {0.01|0.1|1|MIN|MAX}

Wahl der Öffnungszeit (oder Torzeit) für Frequenzmessungen (die Standardeinstellung ist 0,1 Sekunden). Geben Sie 10 ms (4½ Stellen), 100 ms (Standardeinstellung; 5½ Stellen) oder 1 Sekunde (6½ Stellen) an. MIN = 0,01 Sekunden. MAX = 1 Sekunde. [flüchtiger Speicher]

FREquency:APERTure? [MIN|MAX]

Abfrage der Öffnungszeit für Frequenzmessungen.

PERiod:APERTure {0.01|0.1|1|MIN|MAX}

Wahl der Öffnungszeit (oder Torzeit) für Periodenmessungen (die Standardeinstellung ist 0,1 Sekunden). Geben Sie 10 ms (4½ Stellen), 100 ms (Standardeinstellung; 5½ Stellen) oder 1 Sekunde (6½ Stellen) an. MIN = 0,01 Sekunden. MAX = 1 Sekunde. [flüchtiger Speicher]

PERiod:APERTure? [MIN|MAX]

Abfrage der Öffnungszeit für Periodenmessungen.

[SENSe:]DETEctor:BANDwidth {3|20|200|MIN|MAX}

Angabe der niedrigsten zu erwartenden Frequenz des Eingangssignals. Das Multimeter wählt in Abhängigkeit von der angegebenen Frequenz das langsame, mittlere (Standardeinstellung) oder schnelle Wechselspannungsfiler. MIN = 3 Hz. MAX = 200 Hz. [flüchtiger Speicher]

[SENSe:]DETEctor:BANDwidth? [MIN|MAX]

Abfrage des Wechselspannungsfilters. Anzeige von "3", "20" oder "200".

[SENSe:]ZERO:AUTO {OFF|ONCE|ON}

Deaktivierung oder Aktivierung (Standardeinstellung) der Betriebsart "Autozero". Die Parameter OFF und ONCE haben eine ähnliche Wirkung. Autozero OFF *führt keine* neue Nullmessung durch, bis das Multimeter das nächste mal den Status "Warten auf Triggerimpuls" einnimmt. Autozero ONCE führt eine sofortige Nullmessung durch. [flüchtiger Speicher]

[SENSe:]ZERO:AUTO?

Abfrage der Betriebsart Autozero. Anzeige von "0" (OFF oder ONCE) oder "1" (EIN).

INPUt:IMPedance:AUTO {OFF|ON}

Deaktivierung oder Aktivierung der Betriebsart "Automatischer Eingangswiderstand" für Gleichspannungsmessungen. Bei AUTO OFF (Standardeinstellung) ist der Eingangswiderstand in allen Bereichen fest auf 10 M Ω eingestellt. Bei AUTO ON wird der Eingangswiderstand auf >10 G Ω für die Bereiche 100 mV, 1 V, und 10 V eingestellt. [flüchtiger Speicher]

INPUt:IMPedance:AUTO?

Abfrage der Betriebsart "Automatischer Eingangswiderstand". Anzeige von "0" (AUS) oder "1" (EIN).

ROUTE:TERMinals?

Abfrage des Multimeters, ob vordere oder hintere Eingangsanschlüsse ausgewählt sind. Anzeige von "FRON" oder "REAR".

Befehle für Rechenoperationen

Siehe auch "Rechenoperationen" ab Seite 62 im Kapitel 3.

Es stehen fünf Befehle für Rechenoperationen zur Verfügung, von denen jeweils nur einer aktiviert sein kann. Jeder dieser Befehle führt mit jedem Meßwert eine Rechenoperation durch oder speichert Daten nach einer Meßreihe. Die gewählte Rechenoperation bleibt so lange wirksam, bis sie deaktiviert wird, Funktionen geändert werden, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird. Die Rechenoperationen verwenden einen oder mehrere interne Register. Bei einigen Registern können die Werte voreingestellt werden, während die anderen die Ergebnisse der Rechenoperationen speichern.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Kombinationsmöglichkeiten der Rechen-/Meßfunktionen. Ein "X" bedeutet, daß diese Kombination erlaubt ist. Falls Sie eine Rechenoperation wählen, die für die momentane Meßfunktion nicht erlaubt ist, wird die Rechenfunktion abgeschaltet. Falls Sie eine gültige Rechenoperation wählen und dann zur einen ungültigen wechseln, gibt die externe Schnittstelle die Meldung "Settings conflict" aus. *Bei Null- und dB-Messungen muß die Rechenfunktion eingeschaltet werden, bevor Werte in ihre Rechenregister geschrieben werden können.*

	DC V	AC V	DC I	AC I	Ω 2W	Ω 4W	Frequenz	Periode	Durchgang	Diode	Verhältnis
Null	X	X	X	X	X	X	X	X			
Min-Max	X	X	X	X	X	X	X	X			X
dB	X	X									
dBm	X	X									
Grenzwert	X	X	X	X	X	X	X	X			X

CALCulate:FUNction {NULL|DB|DBM|AVERage|LIMit}

Wahl der Rechenfunktion. Nur eine Funktion kann jeweils aktiviert sein. Die Standardfunktion ist Null. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:FUNction?

Abfrage der momentanen Rechenfunktion. Anzeige von NULL, DB, DBM, AVER oder LIM.

CALCulate:STATe {OFF|ON}

Deaktivierung oder Aktivierung der gewählten Rechenfunktion. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:STATe?

Abfrage des Status der Rechenfunktion. Anzeige von "0" (AUS) oder "1" (EIN).

CALCulate:AVERage:MINimum?

Auslesen des Minimalwertes, der während einer Min-/Max-Operation ermittelt wurde. Das Multimeter löscht den Wert, wenn Min-Max eingeschaltet wird, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:AVERage:MAXimum?

Auslesen des Maximalwertes, der während einer Min-/Max-Operation ermittelt wurde. Das Multimeter löscht den Wert, wenn Min-Max eingeschaltet wird, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:AVERage:AVERage?

Auslesen des Durchschnitts aller Meßwerte seit Aktivierung von Min-Max. Das Multimeter löscht den Wert, wenn Min-Max eingeschaltet wird, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:AVERage:COUNT?

Auslesen der Anzahl aller Messungen seit Aktivierung von Min-Max. Das Multimeter löscht den Wert, wenn Min-Max eingeschaltet wird, das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:NULL:OFFSet {<Wert>|MIN|MAX}

Speichern eines Nullwertes im Nullregister. *Die Rechenfunktion muß aktiviert werden, bevor in das Rechenregister geschrieben werden kann.* Für die momentane Funktion kann der Nullwert auf jede Zahl zwischen 0 und $\pm 120\%$ des höchsten Bereiches eingestellt werden. MIN = -120% des höchsten Bereiches. MAX = 120% des höchsten Bereiches. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:NULL:OFFSet? [MIN|MAX]

Abfrage des Nullwertes.

CALCulate:DB:REference {<Wert>|MIN|MAX}

Speichern eines Relativwertes im dB-Relativregister. *Die Rechenfunktion muß eingeschaltet werden, bevor in das Rechenregister geschrieben werden kann.* Der Relativwert kann auf jede Zahl zwischen 0 dBm und ± 200 dBm eingestellt werden.

MIN = $-200,00$ dBm. MAX = $200,00$ dBm. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:DB:REference? [MIN|MAX]

Abfrage des dB-Relativwertes.

CALCulate:DBM:REfERENCE (<Wert>|MIN|MAX)

Auswahl des dBm-Referenzwertes. Folgende Werte können gewählt werden: 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200, oder 8000 Ω . MIN = 50 Ω . MAX = 8000 Ω .

[nichtflüchtiger Speicher]

CALCulate:DBM:REfERENCE? [MIN|MAX]

Abfrage des dBm-Bezugswiderstandes.

CALCulate:LIMit:LOWer (<Wert>|MIN|MAX)

Einstellen des unteren Grenzwertes für Toleranztests. Für die momentane Funktion kann der Wert auf jede Zahl zwischen 0 und $\pm 120\%$ des höchsten Bereiches eingestellt werden.

MIN = -120% des höchsten Bereiches. MAX = 120% des höchsten Bereiches. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:LIMit:LOWer? [MIN|MAX]

Abfrage des unteren Grenzwertes.

CALCulate:LIMit:UPPer (<Wert>|MIN|MAX)

Einstellen des oberen Grenzwertes für Toleranztests. Für die momentane Funktion kann der Wert auf jede Zahl zwischen 0 und $\pm 120\%$ des höchsten Bereiches eingestellt werden. MIN = -120% des höchsten Bereiches. MAX = 120% des höchsten Bereiches. [flüchtiger Speicher]

CALCulate:LIMit:UPPer? [MIN|MAX]

Abfrage des oberen Grenzwertes.

DATA:FEED RDG_STORE, {"CALCulate" | " "}

Abfrage, ob die mit dem Befehl INITiate ermittelten Meßwerte im internen Speicher des Multimeters abgelegt (Grundeinstellung) oder überhaupt nicht gespeichert werden. *Dieser Befehl ist ab Firmware Version 2 verfügbar (REV 02-01-01).*

In der Grundeinstellung (DATA:FEED RDG_STORE, "CALC") werden bei Ausführung des Befehls INITiate bis zu 512 Meßwerte im Speicher abgelegt. Die Befehle MEASure? und CONFIgure wählen automatisch "CALC". Bei deaktiviertem Speicher (DATA:FEED RDG_STORE, " ") werden die mit Hilfe von INITiate ermittelten Meßwerte nicht gespeichert. Dies kann für den Min-/Max-Betrieb sehr nützlich sein, da es die Bestimmung des Durchschnittswertes für eine Reihe von Messungen gestattet, ohne daß die einzelnen Meßwerte gespeichert werden müssen. Wenn Sie versuchen, die Meßwerte mit Hilfe des Befehls FETCh? in den Ausgangspuffer zu übertragen, wird eine Fehlermeldung angezeigt.

DATA:FEED?

Abfrage des Meßwertspeichers. Anzeige von "CALC" oder " ".

Triggerung

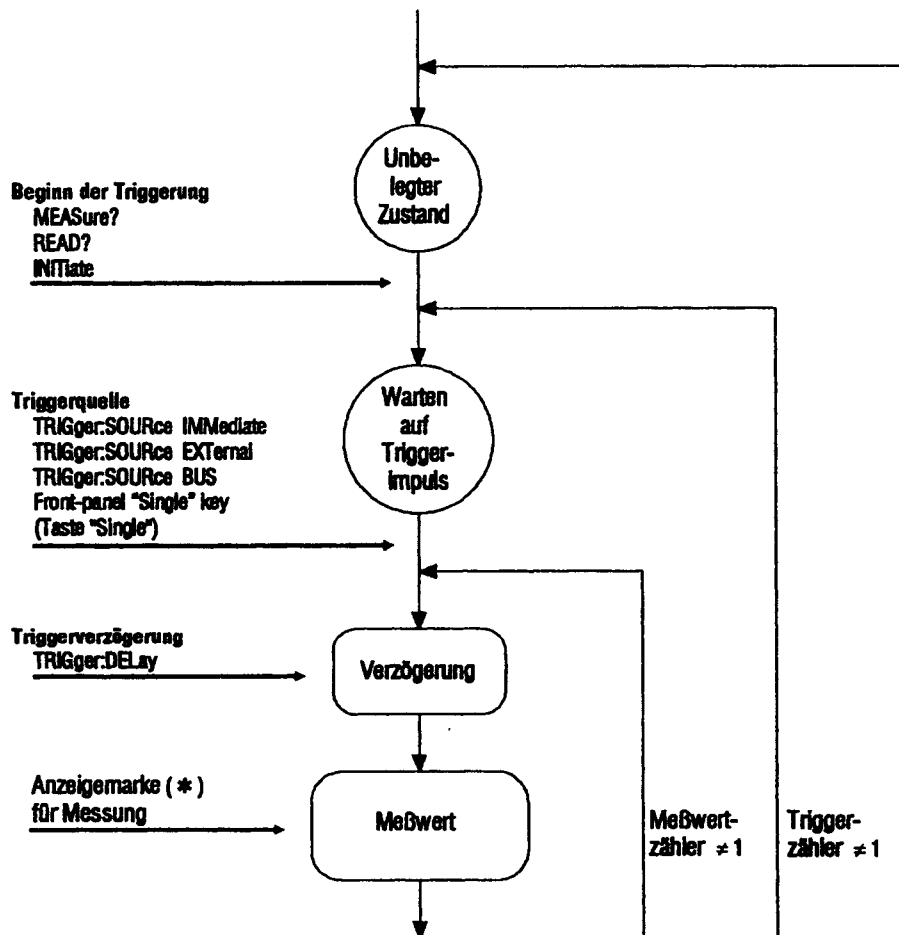
Siehe auch "Triggerung" ab Seite 71 im Kapitel 3.

Das Triggerungssystem des Multimeters ermöglicht manuelle oder automatische Triggerung, das Ermitteln von mehreren Meßwerten je Triggerimpuls sowie das Einfügen einer Verzögerung vor jeder Messung. Normalerweise führt das Multimeter beim Empfang eines Triggerimpulses eine Messung durch, jedoch können bis zu 50.000 Messungen je Triggerimpuls festgelegt werden.

Die Triggerung des Multimeters über die externe Schnittstelle erfolgt in mehreren Schritten, was eine Vielzahl von Triggerungsmöglichkeiten bietet.

- Zunächst muß durch Auswahl von Funktion, Bereich, Auflösung usw. das Multimeter für die Messung konfiguriert werden.
- Danach muß die Triggerquelle angegeben werden. Das Multimeter akzeptiert einen Software-(Bus-)Triggerimpuls von der externen Schnittstelle, einen Hardware-Triggerimpuls von der Buchse *Ext Trig* (externer Trigger) auf der Geräterückwand oder einen direkten internen Triggerimpuls.
- Danach muß sichergestellt werden, daß das Multimeter zum Empfang eines Triggerimpulses von der angegebenen Triggerquelle bereit ist (dies ist der Status *Warten auf Triggerimpuls*).

Im Diagramm auf der folgenden Seite wird das Triggerungssystem des Multimeters dargestellt.



Mehrstufige Triggerung des Multimeters.

Der Status "Warten auf Triggerimpuls"

Nach Konfiguration des Multimeters und Auswahl einer Triggerquelle muß das Multimeter in den Status "Warten auf Triggerimpuls" gebracht werden. Bevor sich das Multimeter nicht in diesem Status befindet, wird kein Triggerimpuls akzeptiert. Liegt ein Triggersignal an und das Multimeter befindet sich in diesem Status (also ist triggerbereit), beginnt die Meßreihe und Meßwerte werden ermittelt.

Der Begriff "Warten auf Triggerimpuls" wird hauptsächlich für den Betrieb über die externe Schnittstelle verwendet. Beim Betrieb über die Frontplatte befindet sich das Multimeter immer in diesem Zustand und akzeptiert jederzeit Triggerimpulse, sofern momentan kein Meßvorgang abläuft.

Durch Eingabe der folgenden Befehle über die externe Schnittstelle kann das Multimeter in den Status "Warten auf Triggerimpuls" gebracht werden.

MEASure?
READ?
INITiate

Das Multimeter benötigt nach Empfang eines Befehls eine Einstellzeit von ca. 20 ms, bevor es in den Status "Warten auf Triggerimpuls" wechselt. Die während dieser Einstellzeit auftretenden Triggerimpulse werden ignoriert.

Triggerbefehle

Siehe auch "Triggerung" ab Seite 71 im Kapitel 3.

INITiate

Ändert den Status des Triggerungssystems von "Unbelegt" zu "Warten auf Triggerimpuls". Der Meßvorgang startet, wenn nach Erhalt des Befehls **INITiate** die festgelegten Triggerbedingungen erfüllt sind. Die Meßwerte werden im internen Speicher abgelegt (bis zu 512 Meßwerte können gespeichert werden). Die Meßwerte werden so lange *gespeichert*, bis sie abgerufen werden. Sie können mit dem Befehl **FETCh?** abgerufen werden.

READ?

Ändert den Status des Triggerungssystems von "Unbelegt" zu "Warten auf Triggerimpuls". Der Meßvorgang startet, wenn nach Erhalt des Befehls **READ?** die festgelegten Triggerbedingungen erfüllt sind. Die Meßwerte werden direkt zum Ausgangspuffer gesendet..

TRIGger:SOURce {BUS|IMMediate|EXTernal}

Wählt die Quelle, von der das Multimeter einen Triggerimpuls akzeptiert. Das Multimeter akzeptiert einen Software-(Bus-) Triggerimpuls, einen direkten (immediate) internen Triggerimpuls (dies ist die Standardquelle) oder einen Hardware-Triggerimpuls von der Buchse *Ext Trig* auf der Geräterückwand. [flüchtiger Speicher]

TRIGger:SOURce?

Abfrage der momentanen Triggerquelle. Anzeige von "BUS", "IMM" oder "EXT".

TRIGger:DELay {<Sekunden>|MIN|MAX}

Fügt eine Triggervverzögerung zwischen Triggersignal und jeder folgenden Messung ein. Wird keine Triggervverzögerung angegeben, so wird automatisch eine ausgewählt. Jeder Wert zwischen 0 und 3600 Sekunden kann gewählt werden. MIN = 0 Sekunden. MAX = 3600 Sekunden. [flüchtiger Speicher]

TRIGger:DELay? [MIN|MAX]

Abfrage der Triggervverzögerung.

TRIGger:DElay {<Sekunden>|MIN|MAX}

Fügt eine Triggerverzögerung zwischen Triggersignal und jeder folgenden Messung ein. Wird keine Triggerverzögerung angegeben, so wird automatisch eine ausgewählt. Jeder Wert zwischen 0 und 3600 Sekunden kann gewählt werden. MIN = 0 Sekunden. MAX = 3600 Sekunden. [flüchtiger Speicher]

TRIGger:DElay? [MIN|MAX]

Abfrage der Triggerverzögerung.

TRIGger:DElay:AUTO {OFF|ON}

Deaktivierung oder Aktivierung einer automatischen Triggerverzögerung. Die Verzögerung wird durch die Einstellung der Funktion, des Bereichs, der Integrationszeit und des Wechselspannungsfilters bestimmt. Durch die Wahl eines bestimmten Verzögerungswertes wird die automatische Triggerverzögerung abgeschaltet. [flüchtiger Speicher]

TRIGger:DElay:AUTO?

Abfrage der Einstellung der automatischen Triggerverzögerung. Ausgabe von "0" (AUS) oder "1" (EIN).

SAMple:COUNT {<Wert>|MIN|MAX}

Einstellung der Anzahl von Meßwerten, die vom Multimeter je Triggerimpuls durchgeführt werden. Es kann zwischen 1 und 50.000 Meßwerten je Triggerimpuls gewählt werden. MIN = 1. MAX = 50.000. [flüchtiger Speicher]

SAMple:COUNT? [MIN|MAX]

Abfrage des Meßwertzählers.

TRIGger:COUNT {<Wert>|MIN|MAX|INFinite}

Einstellen der Anzahl von Triggerimpulsen, die das Multimeter akzeptiert, bevor es in den Status "Unbelegt" wechselt. Es können zwischen 1 und 50.000 Triggerimpulse gewählt werden. Mittels Parameter INFinite werden vom Multimeter fortlaufend Triggerimpulse akzeptiert (zur Rückkehr in den Status "Unbelegt" muß der Befehl "device clear" gesendet werden). Beim lokalen Betrieb wird die Triggerzählung ignoriert. MIN = 1. MAX = 50.000. [flüchtiger Speicher]

TRIGger:COUNT? [MIN|MAX]

Abfrage des Triggerzählers. Wird "unendlich" angegeben, so erscheint nach dem Abfragebefehl "9.90000000E+37".

Gerätebezogene Befehle

Siehe auch "Gerätebezogene Funktionen" ab Seite 84 im Kapitel 3.

FETCh?

Übertragung von Meßwerten, die im internen Speicher mit dem Befehl **INITiate** abgelegt wurden, zum Ausgangspuffer des Multimeters, von wo aus sie in den Bus-Controller eingelesen werden können.

READ?

Ändert den Status des Triggerungssystems von "Unbelegt" zu "Warten auf Triggerimpuls". Der Meßvorgang startet, wenn nach Empfang des Befehls **READ?** die angegebenen Triggerbedingungen erfüllt sind. Meßwerte werden direkt zum Ausgangspuffer gesendet.

DISPlay {OFF|ON}

Schaltet das Display der Frontplatte ein oder aus. [flüchtiger Speicher]

DISPlay?

Abfrage der Display-Einstellung der Frontplatte. Anzeige von "0" (AUS) oder "1" (EIN).

DISPlay:TEXT <Zeichenkette in Anführungszeichen>

Anzeige einer Meldung auf der Frontplatte. Das Multimeter zeigt bis zu 12 Zeichen in einer Meldung an; weitere Zeichen werden unterdrückt. [flüchtiger Speicher]

DISPlay:TEXT?

Abfrage der an die Frontplatte gesendete Meldung und Ausgabe einer Zeichenkette in Anführungszeichen.

DISPlay:TEXT:CLear

Löschen der auf der Frontplatte angezeigten Meldung.

SYSTem:BEEPer

Es ertönt sofort ein Summersignal.

SYSTem:BEEPer:STATe {OFF|ON}

Deaktiviert oder aktiviert den Gerätesummer. [nichtflüchtiger Speicher]

Wenn der Summer deaktiviert wurde, erfolgt in folgenden Fällen *kein* Summersignal:

- 1) Wenn ein neuer Minimum- oder Maximumwert bei einer Min-/Max-Prüfung festgestellt wurde.
- 2) Wenn ein stabiler Meßwert mit der Data-Hold-Funktion "eingefroren" wurde.
- 3) Wenn bei einem Toleranztest ein Grenzwert überschritten wurde.
- 4) Wenn bei einem Diodentest eine Diode in Durchlaßrichtung gemessen wurde.

SYSTem:BEEPer:STATe?

Abfrage des Summerszustandes. Anzeige von "0" (AUS) oder "1" (EIN).

SYSTem:ERRor?

Abfrage der Fehlerwarteschlange des Multimeters. In dieser Warteschlange können bis zu 20 Fehler gespeichert werden. Fehler werden gemäß FIFO-Prinzip aufgerufen. Jede Fehlerzeichenkette kann bis zu 80 Zeichen enthalten.

SYSTem:VERSion?

Abfrage des Multimeters zur Bestimmung der SCPI-Version.

DATA:POINTs?

Abfrage der Anzahl von Meßwerten, die im internen Speicher abgelegt sind.

***RST**

Zurücksetzen des Multimeters auf die Einschaltkonfiguration.

***TST?**

Durchführung eines vollständigen Selbsttests. Nach erfolgreichem Selbsttest wird "0", andernfalls wird "1" angezeigt.

***IDN?**

Lesen der Identifikationszeichenkette des Multimeters (es muß eine Zeichenkettenvariable mit mindestens 35 Zeichen festgelegt werden).

Das SCPI-Statusmodell

Sämtliche SCPI-Geräte implementieren Statusregister in der gleichen Weise. Das Statussystem zeichnet verschiedene Gerätezustände in drei Registergruppen auf: das Status-Byte-Register, das Standardereignis-Register (Standard Event) und das Register zur Signalisierung von "fragwürdigen" Daten (Questionable Data). Das Status-Byte-Register zeichnet zusammengefaßte High-Level-Informationen auf, die in anderen Registergruppen aufgelistet sind. Das Diagramm auf der nächsten Seite zeigt das SCPI-Statussystem.

Im Kapitel 6, "Anwenderprogramme" befindet sich ein Beispielprogramm, das die Verwendung der Statusregister zeigt. Wenn Sie den folgenden Abschnitt in diesem Kapitel gelesen haben, so sollten Sie sich mit dem im Kapitel 6 genannten Programm befassen.

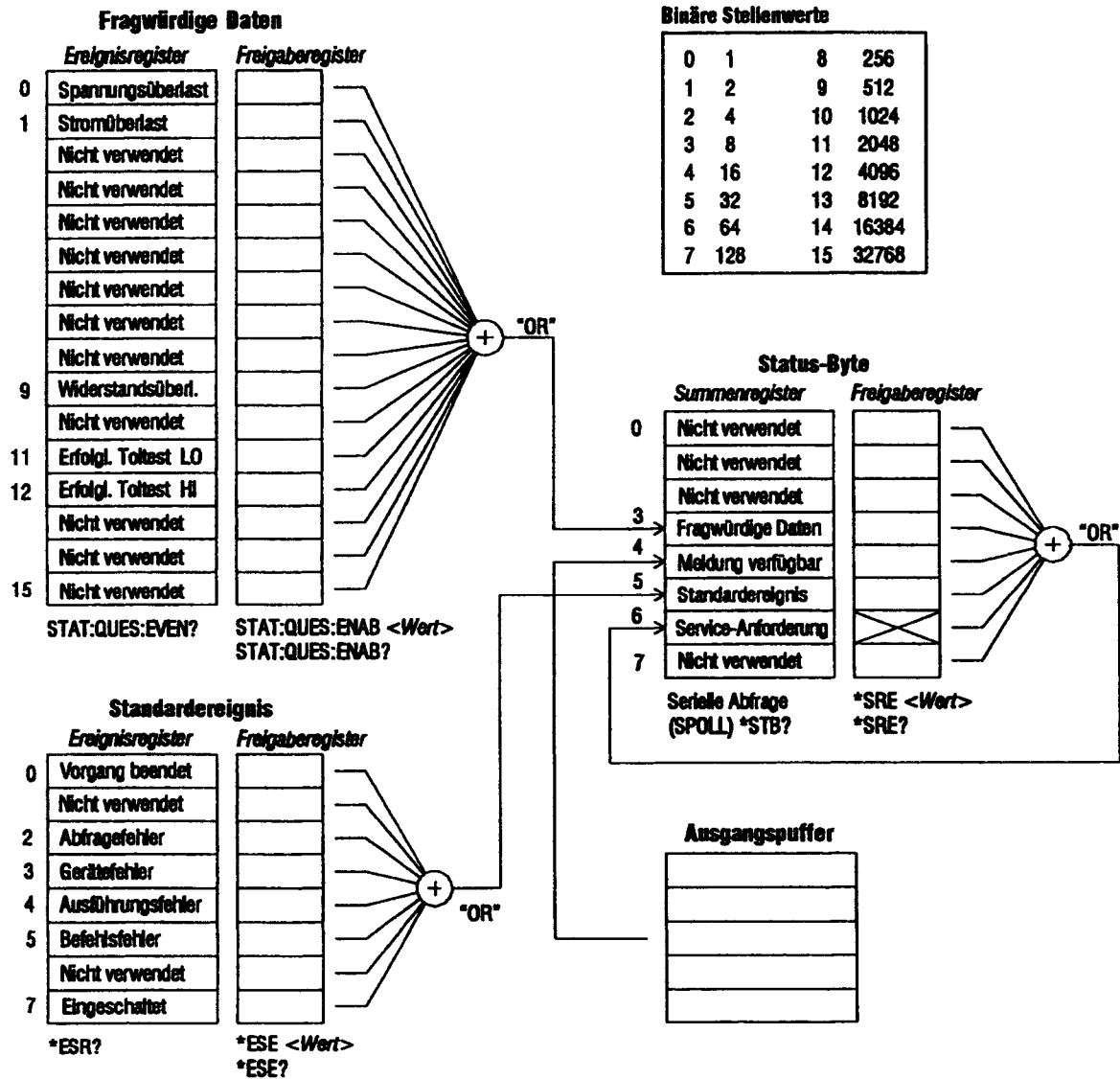
Was ist ein Ereignis-Register?

Die Register für Standardereignisse und "fragwürdige" Daten haben *Ereignisregister*. Ein Ereignisregister ist ein Register, das nur gelesen werden kann und das definierte Bedingungen innerhalb des Multimeters auflistet. Die Bits im Ereignisregister *sind* "verriegelt". Sobald ein Ereignisbit gesetzt ist, werden nachfolgende Statusänderungen ignoriert. Bits in einem Ereignisregister werden entweder durch eine Abfrage dieses Registers (wie z.B. *ESR? or STAT:QUES:EVEN?) oder durch Absenden des Befehls *CLS (Status löschen) gelöscht. Ein Resetbefehl (*RST) oder "device clear" löscht hingegen keine Bits im Ereignisregister. Bei Abfrage eines Ereignisregisters wird ein Dezimalwert angezeigt, der der Summe der binären Stellenwerte aller in diesem Register gesetzten Bits entspricht.

Was ist ein Freigaberegister?

Ein Freigaberegister definiert, welche Bits im entsprechenden Ereignisregister OdeR-verknüpft werden müssen, um ein Summenbit zu bilden. Freigaberegister sind sowohl les- als auch beschreibbar. Durch eine Abfrage wird ein Freigaberegister *nicht* gelöscht. Der Befehl *CLS (Status löschen) löscht keine Freigaberegister, jedoch sämtliche Bits im Ereignisregister. Der Befehl STATus:PRESet *löscht* das Freigaberegister für "fragwürdige" Daten. Um Bits in einem Freigaberegister zu aktivieren, müssen Sie einen Dezimalwert eingeben, der der Summe der Stellenwerte der Bits entspricht, die Sie im Register aktivieren wollen.

SCPI-Statussystem



Das Status-Byte

Das Status-Byte-Summenregister berichtet über Bedingungen von anderen Statusregistern. Abfragedaten, die sich im Ausgangspuffer des Multimeters befinden, werden sofort durch das Bit "Meldung verfügbar" (Bit 4) berichtet. Bits im Summenregister werden *nicht* "verriegelt". Das Löschen eines Ereignisregisters löscht daher die entsprechenden Bits im Status-Byte-Summenregister. Das Lesen sämtlicher Meldungen im Ausgangspuffer, einschließlich noch anstehender Abfragen, löscht das Bit "Meldung verfügbar".

Bit-Definitionen – Status-Byte-Register

Bit	Dezimalwert	Definition
0 Nicht verwendet	1	Immer auf 0 gesetzt.
1 Nicht verwendet	2	Immer auf 0 gesetzt.
2 Nicht verwendet	4	Immer auf 0 gesetzt.
3 Fragwürdige Daten	8	Ein oder mehrere Bits werden im Register für fragwürdige Daten gesetzt (im Freigaberegister müssen die Bits "aktiviert" werden).
4 Meldung verfügbar	16	Daten sind im Ausgangspuffer des Multimeters verfügbar.
5 Standardereignis	32	Ein oder mehrere Bits werden im Standardereignisregister gesetzt (Bits müssen im Freigaberegister "aktiviert" werden).
6 Wartungsanforderung	64	Wartung erforderlich (serielle Abfrage).
7 Nicht verwendet	128	Immer auf 0 gesetzt.

Das Status-Byte-Summenregister wird in folgenden Fällen gelöscht:

- Wenn der Befehl *CLS (Status löschen) ausgeführt wird.
- Beim Abfragen der Standardereignis-Register und der Register für fragwürdige Daten, wobei nur die entsprechenden Bits im Summenregister gelöscht werden.

Das Status-Byte-Freigaberegister (Wartungsanforderung) wird gelöscht, wenn:

- Das Gerät eingeschaltet wird und zuvor das Multimeter mit dem Befehl *PSC 1 konfiguriert wurde.
- Der Befehl *SRE 0 ausgeführt wird.

Das Status-Byte-Freigaberegister wird beim Einschalten *nicht* gelöscht, falls das Multimeter zuvor mit dem Befehl *PSC 0 konfiguriert wurde.

Wartungsanforderung (SRQ) und serielle Abfrage

Damit Sie dieses Leistungsmerkmal verwenden können, müssen Sie Ihren Bus-Controller so konfigurieren, daß er auf die IEEE-488-Interrupt-„Wartungsanforderung“ (SRQ) anspricht. Verwenden Sie das Status-Byte-Freigaberegister (SRE) zur Bestimmung des Summenbits, welches das „Low-Level“-SRQ-Signal einstellt. Wenn das „Wartungsanforderungs“-Bit (Bit 6) im Status-Byte gesetzt ist, wird automatisch eine SRQ-Interrupt-Meldung an den Bus-Controller gesendet. Der Bus-Controller kann daraufhin die Geräte am Bus abfragen und erkennen, welches Gerät die Wartung angefordert hat (dasjenige, bei dem Bit 6 im Status-Byte gesetzt ist). Dieses Bit wird nur gelöscht, wenn das Status-Byte durch eine serielle IEEE-488-Abfrage gelesen wurde oder durch Lesen des Ereignisregisters, dessen Summenbit die Wartungsanforderung auslöste.

Um das Summenregister des Status-Bytes auszulesen, müssen Sie eine serielle IEEE-488-Abfrage absetzen. Bei der Abfrage des Summenregisters wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der Stellenwerte der im Register gesetzten Bits entspricht. Durch eine serielle Abfrage wird automatisch das Bit „Wartungsanforderung“ im Summenregister des Status-Bytes gelöscht. Andere Bits werden nicht beeinflusst. Bei einer seriellen Abfrage wird der Meßdurchsatz nicht beeinflusst.

Vorsicht

*Der IEEE-488.2-Standard liefert keine Gewähr für die Synchronisation zwischen Ihrem Programm für den Bus-Controller und dem Meßgerät. Verwenden Sie den Befehl *OPC?, damit sichergestellt ist, daß die zuvor an das Meßgerät gesendeten Befehle ausgeführt wurden. Wird eine serielle Abfrage vor Beendigung der Befehle *RST, *CLS oder anderen Befehlen durchgeführt, ist es möglich, daß frühere Bedingungen ausgegeben werden.*

Der Befehl *STB? zum Lesen des Status-Bytes

Der Befehl *STB? (Status-Byte-Abfrage) entspricht einer seriellen Abfrage mit der Ausnahme, daß er wie jeder andere Gerätebefehl verarbeitet wird. Der Befehl *STB? führt zum selben Ergebnis wie eine serielle Abfrage gemäß IEEE-488 mit der Ausnahme, daß das Bit "Wartungsanforderung" (Bit 6) *nicht* gelöscht wird, wenn eine serielle Abfrage durchgeführt wurde. Der Befehl *STB? wird von der Hardware der IEEE-488-Bus-Schnittstelle nicht automatisch bearbeitet, und der Befehl wird *erst dann* ausgeführt, nachdem vorhergehende Befehle beendet wurden. Die Verwendung des Befehls *STB? löscht nicht das Summenregister der Status-Bytes.

Unterbrechen Ihres Bus-Controllers mit dem Befehl SRQ

- Senden Sie eine "bus device clear"-Meldung.
- Löschen Sie die Ereignisregister mit dem Befehl *CLS (Status löschen).
- Setzen Sie die Freigabemasken *ESE (Standardereignis-Register) und *SRE (Status-Byte-Register).
- Senden Sie den Befehl *OPC? (Abfrage Operation beendet), und geben Sie das Ergebnis ein, um die Synchronisation zu gewährleisten.
- Aktivieren Sie den SRQ-Interrupt Ihres Bus-Controllers.

Beendigung einer Befehlsfolge

- Senden Sie die Meldung "device clear", um den Ausgangspuffer des Multimeters zu löschen.
- Löschen Sie die Ereignisregister mit dem Befehl *CLS (Status löschen).
- Aktivieren Sie "Operation beendet" mit dem Befehl *ESE 1 (Standardereignis-Register).
- Senden Sie den Befehl *OPC? (Abfrage, ob Operation beendet) und geben Sie das Ergebnis ein, um die Synchronisation zu gewährleisten.
- Senden Sie Ihren Programmblock; geben Sie den Befehl *OPC (Operation beendet) als letzten Befehl ein.
- Überprüfen Sie nun durch eine serielle Abfrage, ob Bit 5 (Standardereignis) im Summenregister des Status-Bytes gesetzt ist. Das Multimeter kann auch für einen SRQ-Interrupt konfiguriert werden, indem Sie den Befehl *SRE 32 senden (Freigaberegister des Status-Bytes, Bit 5).

Wie das Bit “Meldung verfügbar” (MAV) verwendet wird

Sie können das Bit 4 “Meldung verfügbar” vom Status-Byte dazu verwenden, um festzustellen, ob Daten verfügbar sind, die Sie in Ihren Bus-Controller einlesen können. Vom Multimeter wird Bit 4 gesetzt, sobald der erste Triggerimpuls erscheint (dies kann TRIGger:SOURce:IMMediate sein). Vom Multimeter wird Bit 4 daraufhin nur dann gelöscht, wenn alle Meldungen aus dem Ausgangspuffer gelesen wurden.

Das Bit “Meldung verfügbar” (MAV) kann nur anzeigen, ob nach einem Befehl READ? der *erste* Meßwert verfügbar ist. Dies kann hilfreich sein, wenn Sie nicht wissen, wann ein Triggerereignis, wie z.B. BUS oder EXTERNAL auftritt.

Das Bit MAV wird nur gesetzt, nachdem *alle* angegebenen Messungen unter Verwendung des Befehls INITiate, gefolgt vom Befehl FETCh?, beendet wurden. Meßwerte werden im internen Speicher abgelegt, wenn der Befehl INITiate verwendet wird. Durch den Befehl FETCh? werden Meßwerte (die im internen Speicher durch den Befehl INITiate abgelegt wurden) zum Ausgangspuffer des Multimeters übertragen. Deshalb kann das Bit MAV nur gesetzt werden, nachdem *alle* Messungen beendet wurden.

Verwendung des Befehls *OPC zur Signalisierung, ob sich Daten im Ausgangspuffer befinden

Im allgemeinen ist es am besten, das Bit “Operation beendet” (Bit 0) im Standardereignisregister zu verwenden um zu signalisieren, ob eine Befehlsfolge beendet wurde. Nachdem ein *OPC-Befehl ausgeführt wurde, wird dieses Bit im Register gesetzt. Wenn Sie *OPC nach einem Befehl senden, der eine Meldung in den Ausgangspuffer des Multimeters lädt (entweder Lese- oder Abfragedaten), können Sie das Bit “Operation beendet” verwenden um festzustellen, wann die Meldung verfügbar ist. Werden jedoch zu viele Meldungen erzeugt, bevor der Befehl *OPC (sequenziell) ausgeführt wird, füllt sich der Ausgangspuffer, und das Multimeter unterbricht den Meßvorgang.

Das Standardereignis-Register

Das Standardereignis-Register berichtet die folgenden Geräteereignisse: Einschaltzustand festgestellt, Fehler in der Befehlsyntax, Fehler in der Befehlsausführung, Fehler beim Selbsttest oder bei der Kalibrierung, Abfragefehler oder wenn ein *OPC-Befehl ausgeführt wird. Jede dieser Bedingungen kann durch das Freigaberegister im Summenbit des Standardereignisses aufgelistet werden. Mit dem Befehl *ESE (Aktivierung Ereignisstatus) müssen Sie einen Dezimalwert eingeben, um die Maske des Freigaberegisters zu setzen.

Anmerkung: Ein Fehlerzustand (Bit 2, 3, 4, oder 5 des Standardereignis-Registers) speichert immer einen oder mehrere Fehler in der Fehlerwarteschlange des Multimeters, außer wenn Sie die Fehlerwarteschlange mit dem Befehl SYSTem:ERRor? auslesen.

Ein Displayüberlauf wird immer sowohl an das Standardereignis-Register (Bit 3) als auch an das Ereignisregister für fragwürdige Daten (Bits 0, 1 oder 9) berichtet. In der Fehlerwarteschlange des Multimeters wird jedoch keine Fehlermeldung aufgezeichnet.

Bit-Definitionen – Standardereignis-Register

Bit	Dezimalwert	Definition
0 Operation beendet	1	Sämtliche Befehle vor und einschließlich einem *OPC-Befehl wurden ausgeführt.
1 Nicht verwendet	2	Immer auf 0 gesetzt.
2 Abfragefehler	4	Vom Multimeter wurde versucht, den leeren Ausgangspuffer zu lesen, oder es wurde eine neue Befehlszeile empfangen, bevor eine vorhergehende Abfrage gelesen wurde, oder es sind sowohl der Eingangs- als auch der Ausgangspuffer voll.
3 Gerätefehler	8	Ein Fehler beim Selbsttest, bei der Kalibrierung oder bei der Überlastanzeige trat auf (siehe Fehlernummern 501 bis 748 im Kapitel 5).
4 Ausführungsfehler	16	Ein Ausführungsfehler trat auf (siehe Fehlernummern 211 bis 230 im Kapitel 5).
5 Befehlsfehler	32	Ein Befehlsyntaxfehler trat auf (siehe Fehlernummern 101 bis 158 im Kapitel 5).
6 Nicht verwendet	64	Immer auf 0 gesetzt.
7 Einschaltet	128	Seit dem letzten Lesen oder Löschen des Ereignisregisters wurde das Gerät aus- und eingeschaltet.

Das *Standardereignis-Register* wird gelöscht, wenn:

- Ein *CLS-Befehl (Status löschen) gesendet wird.
- Das Ereignisregister mit dem Befehl *ESR? (Ereignisstatus-Register) abgefragt wird.

Das *Standardereignis-Freigaberegister* wird gelöscht, wenn:

- Das Gerät eingeschaltet wird und das Multimeter zuvor mit dem Befehl *PSC 1 konfiguriert wurde.
- Der Befehl *ESE 0 ausgeführt wird.

Das *Standardereignis-Freigaberegister* wird beim Einschalten *nicht* gelöscht, wenn das Multimeter zuvor mit dem Befehl *PSC 0 konfiguriert wurde.

Das Register für fragwürdige Daten

Dieses Register liefert Informationen über die Qualität der Meßergebnisse des Multimeters. Es werden Überlastbedingungen und Ergebnisse von "HI/LO"-Toleranztests gemeldet. Jede dieser Bedingungen kann durch das Freigaberegister im Summenbit für "fragwürdige" Daten (Questionable Data) aufgezeichnet werden. Um die Registermaske zu aktivieren, muß mit dem Befehl `STATus:QUESTionable:ENABle` ein Dezimalwert eingegeben werden.

Anmerkung: Ein Displayüberlauf wird immer sowohl an das Standardereignis-Register (Bit 3) als auch an das Ereignisregister für fragwürdige Daten (Bits 0, 1 oder 9) berichtet. In der Fehlerwarteschlange des Multimeters wird jedoch keine Fehlermeldung aufgezeichnet.

Bit-Definitionen – Register für fragwürdige Daten

Bit	Dezimalwert	Definition
0 Spannungsüberlast	1	Bereichsüberlast bei Gleichspannung-, Wechsellspannung-, Frequenz-, Periode-, Diode- oder Verhältnis-Funktion.
1 Stromüberlast	2	Bereichsüberlast bei Gleich- oder Wechselstromfunktion.
2 Nicht verwendet	4	Immer auf 0 gesetzt.
3 Nicht verwendet	8	Immer auf 0 gesetzt.
4 Nicht verwendet	16	Immer auf 0 gesetzt.
5 Nicht verwendet	32	Immer auf 0 gesetzt.
6 Nicht verwendet	64	Immer auf 0 gesetzt.
7 Nicht verwendet	128	Immer auf 0 gesetzt.
8 Nicht verwendet	256	Immer auf 0 gesetzt.
9 Widerstandsüberlast	512	Bereichsüberlast bei 2-Draht- oder 4-Draht-Widerstandsmessungen.
10 Nicht verwendet	1024	Immer auf 0 gesetzt.
11 Grenzwert-Unterschreitung LO	2048	Meßwert ist kleiner als der untere Grenzwert im Toleranztest.
12 Grenzwert-Überschreitung HI	4096	Meßwert überschreitet den oberen Grenzwert beim Toleranztest.
13 Nicht verwendet	8192	Immer auf 0 gesetzt.
14 Nicht verwendet	16384	Immer auf 0 gesetzt.
15 Nicht verwendet	32768	Immer auf 0 gesetzt.

Das *Ereignisregister* für fragwürdige Daten wird gelöscht, wenn:

- Der Befehl *CLS (Status löschen) ausgeführt wird.
- Das Ereignisregister mit dem Befehl STATUS:QUESTIONABLE:EVENT? abgefragt wird.

Das *Freigaberegister* für fragwürdige Daten wird gelöscht, wenn:

- Das Gerät eingeschaltet wird (*PSC ist nicht gültig).
- Der Befehl STATUS:PRESet ausgeführt wird.
- Der Befehl STATUS:QUESTIONABLE:ENABLE 0 ausgeführt wird.

Befehle für Statusberichte

SYSTEM:ERROR?

Abfrage der Fehlerwarteschlange des Multimeters. In dieser Warteschlange können bis zu 20 Fehler gespeichert werden. Fehler werden in FIFO-Reihenfolge aufgerufen. Jede Fehlerzeichenkette kann bis zu 80 Zeichen enthalten.

STATUS:QUESTIONABLE:ENABLE *<Freigabewert>*

Aktivierung von Bits im Freigaberegister für fragwürdige Daten. Die ausgewählten Bits werden dann an das Status-Byte gemeldet.

STATUS:QUESTIONABLE:ENABLE?

Abfrage des Freigaberegisters für fragwürdige Daten. Vom Multimeter wird ein binärer Dezimalwert ausgegeben, der die gesetzten Bits im Freigaberegister darstellt.

STATUS:QUESTIONABLE:EVENT?

Abfrage des Ereignisregisters für fragwürdige Daten. Vom Multimeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

STATUS:PRESet

Löscht sämtliche Bits im Freigaberegister für fragwürdige Daten.

***CLS**

Löscht das Status-Byte-Summenregister und sämtliche Ereignisregister.

***ESE** *<Freigabewert>*

Aktivierung von Bits im Standardereignis-Freigaberegister. Die gewählten Bits werden dann an das Status-Byte gemeldet.

***ESE?**

Abfrage des Standardereignis-Freigaberegisters. Vom Multimeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

***ESR?**

Abfrage des Standardereignisregisters. Vom Multimeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

***OPC**

Setzt das Bit "Operation beendet" (Bit 0) im Standardereignisregister, nachdem der Befehl ausgeführt wurde.

***OPC?**

Ausgabe von "1" zum Ausgangspuffer, nachdem der Befehl ausgeführt wurde.

***PSC {0|1}**

Löschen des Zustandes beim Einschalten. Beim Einschalten (*PSC 1) werden die Freigabemasken des Status-Byte- und Standardereignisregisters gelöscht. Wenn *PSC 0 aktiviert ist, werden diese Freigabemasken *nicht* gelöscht, wenn das Gerät eingeschaltet wird. [nichtflüchtiger Speicher]

***PSC?**

Abfrage der Einstellung des Zustandes beim Einschalten. Ausgabe von "0" (*PSC 0) oder "1" (*PSC 1).

***SRE <Freigabewert>**

Aktivierung von Bits im Status-Byte-Freigaberegister.

***SRE?**

Abfrage des Status-Byte-Freigaberegisters. Vom Multimeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

Kalibrierungsbefehle

Das Servicehandbuch enthält eine genaue Beschreibung der Kalibrierungsverfahren für das Multimeter.

CALibration?

Kalibrierung unter Verwendung des angegebenen Kalibrierungswertes (CALibration:VALue-Befehl).

CALibration:COUNT?

Abfrage der Anzahl der Kalibrierungsvorgänge. Da der Wert für jeden Kalibrierungspunkt um eins erhöht wird, erhöht eine vollständige Kalibrierung den Wert um mehrere Ziffern.

[nichtflüchtiger Speicher]

CALibration:SECure:CODE <Neuer Code>

Eingabe eines neuen Sicherheitscodes. Um den Sicherheitscode zu ändern, muß das Multimeter zuerst mit dem alten Sicherheitscode entschert werden. Danach kann der neue Code eingegeben werden. Der Kalibrierungscode kann bis zu 12 Zeichen enthalten.

[nichtflüchtiger Speicher]

CALibration:SECure:STATE {OFF|ON}, <Code>

Sichern oder Entsichern des Multimeters zur Kalibrierung. Der Kalibrierungscode kann bis zu 12 Zeichen enthalten.

[nichtflüchtiger Speicher]

CALibration:SECure:STATE?

Abfrage des Sicherungszustandes des Multimeters. Ausgabe von "0" (AUS) oder "1" (EIN).

CALibration:STRing <Zeichenkette in Anführungszeichen>

Aufzeichnen von Kalibrierungsinformationen über Ihr Multimeter. Sie können z.B. Daten wie das letzte Kalibrierungsdatum oder die nächste Kalibrierungsfälligkeit speichern. Die Kalibrierungsnachricht kann bis zu 40 Zeichen enthalten. [nichtflüchtiger Speicher]

CALibration:STRing?

Abfrage der Kalibrierungsnachricht und Ausgabe einer Zeichenkette in Anführungszeichen.

CALibration:VALue <Wert>

Festlegung des Wertes des bekannten Kalibrierungssignals, das vom Kalibrierungsverfahren verwendet wird.

CALibration:VALue?

Abfrage des momentanen Kalibrierungswertes.

Konfiguration der RS-232-Schnittstelle

Siehe auch "Konfiguration der externen Schnittstelle" auf Seite 91 im Kapitel 3.

Datenformat der RS-232-Schnittstelle

Start-bit	7 Datenbits	Paritätsbit	Stop-bit	Stop-bit
-----------	-------------	-------------	----------	----------

- Konstantes 11-Bit-Datenformat
- 1 Startbit
- 7 Datenbits und ein Paritätsbit (gerade oder ungerade Parität) oder 8 Datenbits ohne Paritätsbit (Paritätsbit ist "0").
- 2 Stopbits

Das Multimeter verwendet unabhängig von der Baudrate immer ein Startbit und zwei Stopbits. Die Anzahl der Start- und Stopbits ist nicht programmierbar.

Betriebsart Hardware-Handshake (RS-232)

Das Multimeter verwendet die DTR-Leitung (Datenendgerät bereit) als Sperrsignal für den Bus-Controller. Wenn DTR (Stift 4 des RS-232-Steckers) "wahr" ist, kann der Bus-Controller Daten an das Multimeter übertragen. Wenn DTR "unwahr" ist, muß der Bus-Controller die Datenübertragung innerhalb von 10 Zeichen beenden und darf keine weiteren Daten mehr übertragen, bis DTR wieder "wahr" ist.

Unter zwei Bedingungen wird vom Multimeter DTR auf "unwahr" gesetzt:

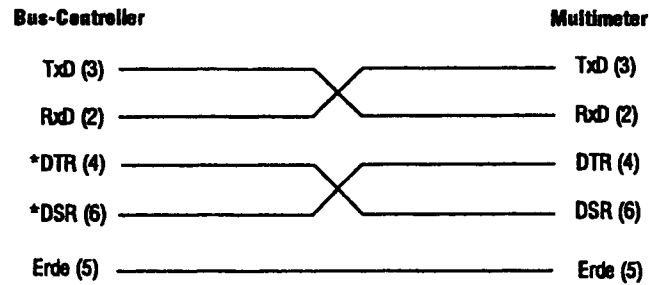
1. Wenn der Eingangspuffer des Multimeters voll ist (nach dem Empfang von etwa 100 Zeichen). Wurden genügend Zeichen gelöscht und im Eingangspuffer steht wieder Platz zur Verfügung, so wird DTR vom Multimeter auf "wahr" gesetzt, sofern dies von Bedingung 2 (siehe unten) nicht verhindert wird.
2. Wenn das Multimeter "senden" möchte, d.h., eine Abfrage wurde bearbeitet und ein Meldungsendezeichen <newline> erkannt hat, wird DTR auf "unwahr" gesetzt. Dies bedeutet, daß, sobald ein Abfragebefehl an das Multimeter gesendet wurde, der Bus-Controller die Antwort lesen sollte, bevor versucht wird, weitere Daten zu senden. Es bedeutet weiterhin, daß <newline> die Befehlszeichenkette beenden muß. Nach Ausgabe der Antwort setzt das Multimeter DTR wieder auf "wahr", sofern dies von Bedingung 1 (siehe oben) nicht verhindert wird.

Das Multimeter überwacht die DSR-Leitung (Datensatz bereit) um festzustellen, ob der Bus-Controller zum Empfang von Daten bereit ist. Das Multimeter prüft diese Leitung (Stift 6 des RS-232-Steckers), bevor jedes Zeichen gesendet wird und unterbricht die Ausgabe, falls DSR "unwahr" ist. Sobald DSR wieder "wahr" ist, wird die Übertragung fortgesetzt. Das Multimeter beläßt DTR auf "unwahr", solange die Ausgabe unterbrochen ist. *Es besteht eine Form von gegenseitiger Blockierung, bis DSR vom Bus-Controller wieder auf "wahr" gesetzt wird, um dem Multimeter die Beendigung der Übertragung zu ermöglichen.*

Sie können die Blockierung umgehen, wenn Sie das Zeichen "Control C" senden, wodurch die momentan ablaufende Operation gelöscht und eine bevorstehende Ausgabe aufgehoben wird (dies entspricht dem IEEE-488-Befehl "device clear"). *Damit das Zeichen "Control C" vom Multimeter zuverlässig erkannt wird, während die DTR-Leitung "unwahr" ist, muß der Bus-Controller zuerst DSR auf "unwahr" setzen.*

**Betriebsart
Hardware-
Handshake
(Fortsetzung)**

Auf der vorhergehenden Seite wurde vorausgesetzt, daß der Bus-Controller auch DTR und DSR als Sperrleitungen verwendet (dies gilt für einen *Agilent Vectra*-Computer, der unter QuickBASIC läuft). Beim Schnittstellenkabel muß die DTR- und DSR-Leitung vertauscht sein, so daß der DSR-Eingang des Multimeters der DTR-Ausgang des Bus-Controllers ist und umgekehrt.

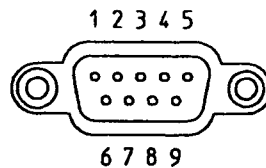


4

* Bei anderen Bus-Controllern oder Sprachen muß festgelegt werden, welche Art von Hardware-Handshake verwendet wird. Sie müssen eventuell ein spezielles Kabel anfertigen, um die Blockierungsleitungen wie benötigt zu verbinden. Falls Ihr Bus-Controller kein Hardware-Handshake verwendet, sollten Sie den DSR-Eingang des Multimeters an ein Signal legen, das immer "wahr" ist. Dies bedeutet jedoch, daß Ihr Bus-Controller ständig zum Empfang von Daten bereit sein muß. Damit dies sichergestellt ist, kann es erforderlich sein, die Baudrate auf 2400 oder 4800 Baud einzustellen.

Anschluß eines Terminals oder eines Druckers (RS-232)

Der RS-232-Anschluß auf der Geräterückwand des Multimeters ist ein 9-poliger DB-9-Stecker. Das Multimeter kann an jedes Terminal oder Drucker angeschlossen werden, das einen richtig konfigurierten DTE-Anschluß (DB-25) besitzt. Sie können die Standard-Schnittstellenkabel Agilent 24542G oder 24542H verwenden.



RS-232-Anschluß

Stiftnummer	Eingang/Ausgang	Funktion
1	Ausgang	* Erfolgreicher Toleranztest
2	Eingang	Daten Empfangen (RxD)
3	Ausgang	Daten Senden (TxD)
4	Ausgang	Datendergerät Bereit (DTR)
5	-	Signalerde (SG)
6	Eingang	Datensatz Bereit (DSR)
9	Ausgang	* Fehlerhafter Toleranztest

* Ein TTL-Ausgang steht nur dann zur Verfügung, wenn innerhalb des Multimeters zwei Steckbrücken eingebaut wurden. Nähere Informationen darüber enthält das Wartungshandbuch.

Achtung

Verwenden Sie die RS-232-Schnittstelle nicht, falls Sie Ihr Multimeter so konfiguriert haben, daß an den Stiften 1 und 9 "Gut- / Schlecht"-Signale anliegen. Interne Bauteile der RS-232-Schnittstelle könnten beschädigt werden..

RS-232-Schnittstellenbefehle

SYSTem:LOCa1

Versetzt das Multimeter während des Betriebs über die RS-232-Schnittstelle in die lokale Betriebsart. Sämtliche Tasten auf der Frontplatte sind voll funktionsfähig.

SYSTem:REMOte

Versetzt das Multimeter während des Betriebs über die RS-232-Schnittstelle in den rechnergesteuerten Betrieb. Sämtliche Tasten auf der Frontplatte, mit Ausnahme der Taste LOCAL, sind gesperrt.

SYSTem:RWLock

Versetzt das Multimeter während des Betriebs über die RS-232-Schnittstelle in den rechnergesteuerten Betrieb. Sämtliche Tasten auf der Frontplatte einschließlich der Taste LOCAL sind gesperrt.

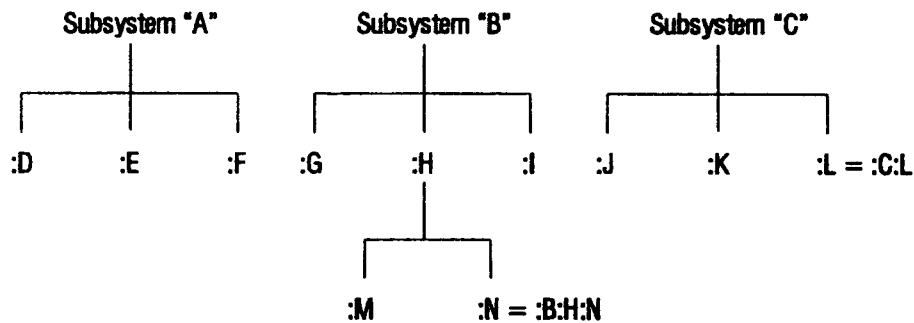
4

Achtung

Das Senden oder Empfangen von Daten über die RS-232-Schnittstelle kann zu unvorhergesehenen Ergebnissen führen, wenn diese nicht für Betrieb über die externe Schnittstelle konfiguriert wurde. Das Multimeter muß immer für den Betrieb über die externe Schnittstelle konfiguriert sein, wenn die RS-232-Schnittstelle verwendet wird.

Einführung in die SCPI-Sprache

Die Programmiersprache SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) definiert, wie Sie mit einem Meßgerät von einem Bus-Controller aus kommunizieren. Die SCPI-Sprache verwendet eine hierarchische Struktur, die den von vielen Bus-Controllern verwendeten Dateisystemen gleicht. Der "Befehlsbaum" besteht aus Stammverzeichnis-Befehlen (auch "Subsystem" genannt), die sich oben befinden und mehreren Ebenen unterhalb jedes Stammverzeichnis-Befehls. Zur Ausführung von Befehlen der unteren Ebenen muß der vollständige Pfad angegeben werden.



Verwendung eines Doppelpunktes (:) Ist ein Doppelpunkt das erste Zeichen eines Befehlsschlüsselwortes, so bedeutet dies, daß der nächste Befehlscode ein Befehl des Stammverzeichnisses ist. Wird ein Doppelpunkt zwischen zwei Befehlscodes eingefügt, so bewegt der Doppelpunkt einen Pfad zur nächstniedrigeren Ebene des momentanen Pfads (für den angegebenen Stammverzeichnis-Befehl) des Befehlsbaums. Befehlscodes müssen mit einem Doppelpunkt voneinander getrennt werden. Sie können den Doppelpunkt am Anfang eines Befehls weglassen, falls der Befehl der erste einer neuen Programmzeile ist.

Verwendung eines Strichpunktes (;) Zwei Befehle innerhalb der selben Befehlszeichenkette werden mit einem Strichpunkt getrennt. Durch einen Strichpunkt wird der angegebene Pfad nicht geändert. Die beiden folgenden Aussagen haben z.B. die gleiche Bedeutung.

```
:TRIG:DELAY 1;:TRIG:COUNT 10
:TRIG:DELAY 1;COUNT 10
```

Verwendung eines Kommas (,) Sind in einem Befehl mehrere Parameter erforderlich, so müssen diese durch ein Komma getrennt werden.

Verwendung von Leerstellen Ein Parameter muß von einem Befehlschlüsselwort durch Leerstellen ([tab] oder [space]) getrennt werden. Leerstellen werden im allgemeinen nur in Parameterlisten ignoriert.

Verwendung von Befehlen mit Fragezeichen “?” Der Bus-Controller kann jederzeit Befehle senden, jedoch wird ein SCPI-Gerät nur antworten, wenn es *ausdrücklich* dazu angewiesen wurde, dies zu tun. Nur Abfragebefehle (Befehle, die mit einem Fragezeichen (?) enden) veranlassen das Gerät, eine Antwortmeldung abzuschicken. Bei Abfragen werden entweder Meßwerte oder interne Geräteeinstellungen ausgegeben.

Achtung

Wenn Sie zwei Abfragebefehle absenden, ohne die Antwort des ersten gelesen zu haben und daraufhin versuchen, die zweite Antwort zu lesen, kann es sein, daß Sie einige Daten aus der ersten Antwort erhalten, gefolgt von der vollständigen zweiten Antwort. Senden Sie deshalb keinen Abfragebefehl, ohne daß Sie zuvor die Antwort gelesen haben. Ist dies unvermeidbar, sollten Sie den Befehl “device clear” senden, bevor Sie den zweiten Abfragebefehl absenden.

Befehle und Abfragen sollten nicht über die gleiche Programmzeile gesendet werden. Dies kann zu einem Überlauf des Ausgangsdatenpuffers führen, falls zu viele Daten erzeugt werden.

Verwendung von Befehlen mit Sternchen “*” Befehle, die mit einem Sternchen beginnen, werden *allgemeine Befehle* genannt. Sie sind erforderlich, um bei *allen* Meßgeräten, die dem IEEE-488.2-Schnittstellenstandard entsprechen, identische Funktionen durchzuführen. Die Befehle mit Sternchen (*) werden verwendet, um Reset, Selbsttest und Statusoperationen im Multimeter zu steuern.

SCPI-Datenarten

Die SCPI-Sprache definiert verschiedene Datenformate, die in Programm- und Antwortmeldungen verwendet werden. Die Geräte können Befehle und Parameter in verschiedenen Formaten akzeptieren. SCPI-Geräte sind jedoch "exakte Sender". Dies bedeutet, daß SCPI-Geräte auf eine bestimmte Abfrage immer mit einem vordefinierten, festgelegten Format antworten.

Numerische Parameter Befehle, die numerische Parameter erfordern, akzeptieren alle allgemein verwendeten Dezimaldarstellungen von Ziffern, einschließlich optionale Zeichen, Dezimalkommata und wissenschaftliche Schreibweise. Spezielle Werte für numerische Parameter wie MAXimum, MINimum und DEFault werden auch akzeptiert. Bei numerischen Parametern können außerdem Vorsatzzeichen von technischen Einheiten (M, k, m oder μ) gesendet werden. Falls nur spezielle numerische Werte akzeptiert werden, so werden die eingegebenen numerischen Parameter automatisch vom Multimeter aufgerundet.

Diskrete Parameter Diskrete Parameter werden verwendet, um Einstellungen zu programmieren, die eine begrenzte Anzahl von Werten haben (wie BUS, IMMEDIATE, EXTERNAL). Wie Befehlsschlüsselwörter haben sie eine Kurz- und eine Langform. Groß- und Kleinbuchstaben können gemischt verwendet werden. Antworten auf Abfragen werden immer in Kurzform und in Großbuchstaben ausgegeben.

Boolesche Parameter Boolesche Parameter stellen eine einzige binäre Bedingung dar, die entweder "wahr" oder "unwahr" ist. Bei "unwahren" Bedingungen akzeptiert das Multimeter "AUS" oder "0". Bei einer "wahren" Bedingung akzeptiert das Multimeter "EIN" oder "1". Wird eine Boolesche Einstellung abgefragt, so wird vom Gerät immer "0" oder "1" ausgegeben.

Zeichenketten-Parameter Zeichenketten-Parameter können im Prinzip eine beliebige Anzahl von ASCII-Zeichen beinhalten. Eine Zeichenkette kann entweder mit einem Apostroph oder mit einem Anführungszeichen beginnen und enden, wobei am Anfang und am Ende der Zeichenkette jeweils das gleiche Zeichen stehen muß. Das Anführungszeichen kann als Abgrenzungszeichen innerhalb der Zeichenkette verwendet werden, indem es zweimal hintereinander ohne Leerzeichen eingegeben wird.

Endungen bei Eingaben

Programmmeldungen, die an ein SCPI-Gerät gesendet werden, müssen mit dem <newline>-Zeichen enden. Das IEEE-488-Signal EOI (Beenden oder Identifizieren) wird als <newline>-Zeichen interpretiert und kann auch zum Beenden einer Meldung anstelle des Zeichens <newline> verwendet werden. Ebenso wird <carriage return> gefolgt von <newline> akzeptiert. Viele Programmiersprachen ermöglichen die Angabe eines Meldungs-endezeichens oder EOI-Status, die bei jeder Bustransaktion automatisch gesendet werden. Durch das Beenden einer Meldung wird der momentane Pfad *immer* ins Stammverzeichnis zurückgesetzt.

4

Formate der Ausgabedaten

Ausgabedaten haben eines der in der folgenden Tabelle gezeigten Formate.

Arten von Ausgabedaten	Ausgabe-Datenformat
Abfragen (nicht Meßwert)	Zeichenkette <80 ASCII-Zeichen
Einzelmeßwert (IEEE-488)	SD.DDDDDDDDESDD<nl>
Mehrere Meßwerte (IEEE-488)	SD.DDDDDDDDESDD,.....,<nl>
Einzelmeßwert (RS-232)	SD.DDDDDDDDESDD<cr><nl>
Mehrere Meßwerte (RS-232)	SD.DDDDDDDDESDD,.....,<cr><nl>
	S Negatives oder positives Zeichen
	D Numerische Stellen
	E Exponent
	<nl> Zeichen für neue Zeile
	<cr> Zeichen für "Wagenrücklauf"

Anhalten von Messungen mit "Device Clear"

"Device Clear" ist eine IEEE-488-"Low-Level"-Busmeldung, die verwendet werden kann, um laufende Messungen anzuhalten. Verschiedene Programmiersprachen und IEEE-488-Schnittstellenkarten ermöglichen über eigene einzelne Befehle einen Zugriff auf dieses Leistungsmerkmal. Das Statusregister, die Fehlerwarteschlange und der Status der Konfiguration bleiben unverändert, wenn die Meldung "Device Clear" empfangen wird. "Device Clear" bewirkt folgendes:

- Sämtliche laufenden Messungen werden abgebrochen.
- Das Multimeter kehrt in den Triggerstatus "Unbelegt" zurück.
- Die Eingangs- und Ausgangspuffer des Multimeters werden gelöscht.
- Das Multimeter ist zum Empfang einer neuen Befehlszeichenkette bereit.

Im RS-232-Betrieb wird dies durch Senden des Zeichens Control C, das der IEEE-488-Meldung "Device Clear" entspricht, erreicht. Nach der Meldung "Device Clear" wird die DTR-Handshake-Leitung (Datenendgerät bereit) des Multimeters auf "wahr" gesetzt. Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt "Betriebsart Hardware-Handshake" auf Seite 146.

"Nur Senden" für Drucker

Die GPIB-Adresse des Multimeters kann auf 31 eingestellt werden. Dies ist die Betriebsart *"Nur Senden"*. In dieser Betriebsart kann das Multimeter Meßwerte direkt an einen Drucker senden, ohne von einem Bus-Controller adressiert worden zu sein. Die Adresse 31 ist keine gültige Adresse, wenn das Multimeter über die GPIB-Schnittstelle mit einem Bus-Controller betrieben wird.

Wenn Sie die RS-232-Schnittstelle auswählen und daraufhin die GPIB-Adresse auf 31 einstellen, werden vom Multimeter, wenn es sich in der lokalen Betriebsart befindet, Meßwerte über die RS-232-Schnittstelle gesendet.

Einstellen der GPIB-Adresse

Jedes Gerät an der GPIB-(IEEE-488) Schnittstelle muß eine eindeutige Adresse haben. Die Adresse des Multimeters kann auf jeden Wert zwischen 0 und 31 eingestellt werden. Ab Werk ist die Adresse auf 22 eingestellt. Beim Einschalten des Multimeters wird die Adresse auf der Frontplatte angezeigt. *Siehe auch "GPIB-Adresse" auf Seite 91.*

Shift On/Off
<

- 1 Menü der Frontplatte einschalten.**

A: MEAS MENU

< <

- 2 Bewegen Sie sich innerhalb dieser Ebene zum I/O MENU.**

E: I/O MENU

v

- 3 Bewegen Sie sich eine Ebene tiefer zum Befehl GPIB ADDR.**

1: GPIB ADDR

v

- 4 Bewegen Sie sich abwärts zur "Parameter"-Ebene, um die Adresse einzustellen.**

Verwenden Sie die Pfeiltasten, um die Adresse zu ändern.

^22 ADDR

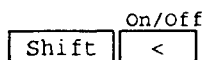
Auto/Man
ENTER

- 5 Sichern Sie die Änderungen, und schalten Sie das Menü aus.**

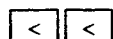
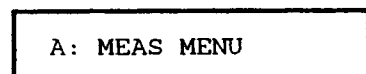
Die Adresse wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.

Auswahl der externen Schnittstelle

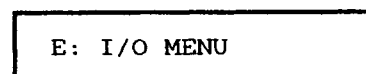
Das Multimeter wird sowohl mit einer GPIB-(IEEE-488) Schnittstelle als auch mit einer RS-232-Schnittstelle geliefert. Es kann jeweils nur eine Schnittstelle aktiviert sein. Ab Werk ist die GPIB-Schnittstelle aktiviert. *Siehe auch den Abschnitt "Auswahl der externen Schnittstelle" auf Seite 92.*



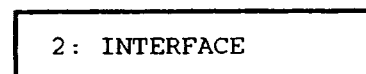
- 1 Menü der Frontplatte einschalten.**



- 2 Bewegen Sie sich innerhalb dieser Ebene zum I/O MENU.**

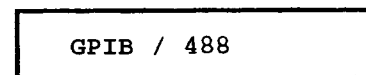


- 3 Bewegen Sie sich eine Ebene tiefer und dann zum Befehl INTERFACE.**



- 4 Bewegen Sie sich abwärts zur "Parameter"-Ebene, um die Schnittstelle auszuwählen.**

Verwenden Sie die linken und rechten Pfeiltasten zur Auswahl der Schnittstelle. Wählen Sie GPIB / 488 oder RS-232 aus.

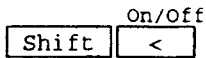


- 5 Sichern Sie die Änderung, und schalten Sie das Menü aus.**

Die Wahl der Schnittstelle wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.

Einstellen der Baudrate

Im RS-232-Betrieb können sechs verschiedene Baudraten eingestellt werden. Ab Werk ist das Meßgerät auf 9600 Baud eingestellt. *Siehe auch "Auswahl der Baudrate" auf Seite 93.*



- 1 Menü der Frontplatte einschalten.**

A: MEAS MENU



- 2 Bewegen Sie sich innerhalb dieser Ebene zum I/O MENU.**

E: I/O MENU



- 3 Bewegen Sie sich eine Ebene tiefer und dann zum Befehl BAUD RATE.**

3: BAUD RATE



- 4 Bewegen Sie sich abwärts zur "Parameter"-Ebene, um die Baudrate auszuwählen.**

Verwenden Sie die linken und rechten Pfeiltasten zur Auswahl der Baudrate. Wählen Sie 300, 600, 1200, 2400, 4800 oder 9600 Baud aus.

9600 BAUD

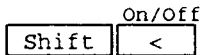


- 5 Sichern Sie die Änderung, und verlassen Sie das Menü.**

Die Wahl der Baudrate wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.

Einstellen der Parität

Im RS-232-Betrieb kann die Parität ausgewählt werden. Ab Werk ist das Gerät auf gerade Parität mit 7 Datenbits eingestellt. *Siehe auch "Auswahl der Parität" auf Seite 93.*



- 1 Menü der Frontplatte einschalten.**

A: MEAS MENU



- 2 Bewegen Sie sich innerhalb dieser Ebene zum I/O MENU.**

E: I/O MENU



- 3 Bewegen Sie sich eine Ebene tiefer und dann zum Befehl PARITY.**

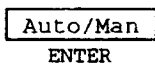
4: PARITY



- 4 Bewegen Sie sich abwärts zur "Parameter"-Ebene, um die Parität auszuwählen.**

Verwenden Sie die linken und rechten Pfeiltasten zur Auswahl der Parität. Wählen Sie None (8 Datenbits), Even (7 Datenbits) oder Odd (7 Datenbits) aus. Wenn Sie die Parität einstellen, wird damit auch indirekt die Anzahl der Datenbits eingestellt.

EVEN: 7 BITS



- 5 Sichern Sie die Änderung, und schalten Sie das Menü aus.**

Die Auswahl der Parität wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.

Wahl der Programmiersprache

Sie können eine von drei Programmiersprachen wählen, um das Multimeter über die ausgewählte Schnittstelle zu programmieren. Ab Werk ist das Gerät auf die SCPI-Programmiersprache eingestellt. *Siehe auch "Wahl der Programmiersprache" auf Seite 94.*

Shift On/Off
<

1 Menü der Frontplatte einschalten.

A: MEAS MENU

< <

2 Bewegen Sie sich innerhalb dieser Ebene zum I/O MENU.

E: I/O MENU

v <

3 Bewegen Sie sich eine Ebene tiefer und dann zum Befehl LANGUAGE.

5: PROTOCOL

v

4 Bewegen Sie sich abwärts zur "Parameter"-Ebene, um die Sprache auszuwählen.

Wählen Sie SCPI, Agilent 3478A oder Fluke 8840A aus.

SCPI

Auto/Man
ENTER

5 Sichern Sie die Änderung, und schalten Sie das Menü aus.

Die Wahl der Sprache wird in einem *nichtflüchtigen* Speicher abgelegt und ändert sich *nicht*, wenn das Gerät ausgeschaltet oder die externe Schnittstelle zurückgesetzt wird.

Kompatibilität zu anderen Programmiersprachen

Das Meßgerät Agilent 34401A kann so konfiguriert werden, daß es Befehle akzeptiert und ausführt, die entweder für die Multimeter Agilent 3478A oder Fluke 8840A/8842A konzipiert sind. Beim rechnergesteuerten Betrieb steht nur die gewählte Programmiersprache zur Verfügung. Die volle Leistungsfähigkeit des Agilent 34401A steht nur bei Verwendung der SCPI-Programmiersprache zur Verfügung. Weitere Informationen über die Auswahl anderer Sprachen über die Frontplatte finden Sie im Abschnitt "Wahl der Programmiersprache" auf der vorhergehenden Seite.

Im Prinzip stehen sämtliche Befehle der zwei anderen Multimeter, mit Ausnahme des Selbsttests und der Kalibrierungsbefehle, auch im Agilent 34401A zur Verfügung. Das Agilent 34401A muß immer unter Verwendung der SCPI-Sprache kalibriert werden. Die Kalibrierungsbefehle der anderen beiden Multimetern werden nicht ausgeführt.

Beachten Sie, daß bei Verwendung von anderen Programmiersprachen der zeitliche Ablauf von Messungen unterschiedlich sein kann.

Einstellung der Agilent 3478A-Sprache

Mit Ausnahme der nachfolgend gezeigten Befehle werden sämtliche Befehle des Agilent 3478A vom Gerät Agilent 34401A mit ähnlichen Operationen akzeptiert und ausgeführt. Weitere Informationen über die Programmierung der externen Schnittstelle finden Sie in der *Bedienungsanleitung* des Agilent 3478A.

Agilent 3478A-Befehl	Funktion	Vorgang beim Agilent 34401A
C Device Clear	Kalibrierung. Selbsttest und Reset.	Befehl wird akzeptiert, jedoch ignoriert. Selbsttest wird nicht ausgeführt.

Einstellung der Fluke-8840A/8842A-Sprache

Mit Ausnahme der nachfolgend gezeigten Befehle werden sämtliche Befehle des Fluke 8840A/8824A vom Agilent 34401A mit ähnlichen Operationen akzeptiert und ausgeführt. Weitere Informationen über die Programmierung der externen Schnittstelle finden Sie in der *Bedienungsanleitung* des Fluke 8840A/8824A.

Befehl beim Fluke 8840A	Funktion	Vorgang beim Agilent 34401A
G2	GET Kalibriereingangs-Prompt.	Erzeugt Fehlernummer 51 beim 8840A/8824A.
G4	GET Kalibrierungsstatus.	"1000" wird ausgegeben.
P2	PUT Kalibrierungswert.	Erzeugt Fehlernummer 51 beim 8840A/8842A.
P3	PUT benutzerdefinierte Meldung.	Erzeugt Fehlernummer 51 beim 8840A/8842A.
Z0	Selbsttest durchführen.	Selbsttest wird nicht ausgeführt, und im Status-Byte werden keine Fehler aufgezeichnet.
C0	Eingabe als Kalibrierungswert speichern.	Erzeugt Fehlernummer 51 beim 8840A/8842A.
C1	A/D-Kalibrierung beginnen.	Erzeugt Fehlernummer 51 beim 8840A/8842A.
C2	Hochfrequenz-AC-Kalibrierung starten.	Erzeugt Fehlernummer 51 beim 8840A/8842A.
C3	Betriebsart ERASE eingeben.	Erzeugt Fehlernummer 51 beim 8840A/8842A.

Informationen über die Übereinstimmung mit SCPI

Die folgenden Befehle sind für das Agilent 34401A gerätespezifisch. Sie sind in der Version 1991.0 des SCPI-Standards nicht enthalten. Jedoch sind diese Befehle entsprechend dem SCPI-Format aufgebaut und folgen den Syntaxregeln des Standards.

Viele SCPI-Befehle werden vom Multimeter akzeptiert. Aus Gründen der Vereinfachung und Klarheit wurden sie jedoch in diesem Handbuch nicht beschrieben. Die meisten dieser nicht aufgeführten Befehle erfüllen jedoch die Funktionen der in diesem Kapitel aufgeführten Befehle.

CALCulate	MEASure
:AVERage:MINimum?	:CONTinuity?
:AVERage:MAXimum?	:DIODE?
:AVERage:AVERage?	
:AVERage:COUnT?	SAMple
:DB:REfERENCE {<Wert> MIN MAX}	:COUnT {<Wert> MIN MAX}
:DB:REfERENCE? [MIN MAX]	:COUnT? [MIN MAX]
:DEM:REfERENCE {<Wert> MIN MAX}	
:DEM:REfERENCE? [MIN MAX]	[SENSe:]
:FUNCTION {NULL DB DEM AVERage LIMit}	FUNCTION "CONTinuity"
:FUNCTION?	FUNCTION "DIODE"
:LIMit:LOWer {<Wert> MIN MAX}	FREQuency:VOLTage:RANGe {<Bereich> MIN MAX}
:LIMit:LOWer? [MIN MAX]	FREQuency:VOLTage:RANGe? [MIN MAX]
:LIMit:UPPer {<Wert> MIN MAX}	FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF ON}
:LIMit:UPPer? [MIN MAX]	FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO?
:NULL:OFFSet {<Wert> MIN MAX}	PERiod:VOLTage:RANGe {<Bereich> MIN MAX}
:NULL:OFFSet? [MIN MAX]	PERiod:VOLTage:RANGe? [MIN MAX]
	PERiod:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF ON}
CALibration	PERiod:VOLTage:RANGe:AUTO?
:COUnT?	ZERO:AUTO?
:SECure:CODE <Neuer Code>	
:SECure:STATe {OFF ON}, <Code>	SYSTem
:SECure:STATe?	:LOCal
:STRing <Zeichenkette in Anführungszeichen>	:REMote
:STRing?	:RWLock
CONFigure	
:CONTinuity	
:DIODE	
INPut	
:IMPedance:AUTO {OFF ON}	
:IMPedance:AUTO?	

Informationen über die Übereinstimmung mit IEEE-488

Eingesetzte Hardware-Leitungen		Adressierte Befehle	
ATN	Attention	DCL	Device Clear
IFC	Interface Clear	EOI	End or Identify Message Terminator
REN	Remote Enable	GET	Group Execute Trigger
SRQ	Service Request Interrupt	GTL	Go to Local
		LLO	Local Lock-Out
		SDC	Selected Device Clear
		SPD	Serial Poll Disable
		SPE	Serial Poll Enable
Allgemeine IEEE-488.2-Befehle			
*CLS		*RST	
*ESE <Freigabewert>		*SRE <Freigabewert>	
*ESE?		*SRE?	
*ESR?		*STB?	
*IDN?		*TRG	
*OPC		*TST?	
*OPC?			
*PSC {0 1}			
*PSC?			

Fehlermeldungen

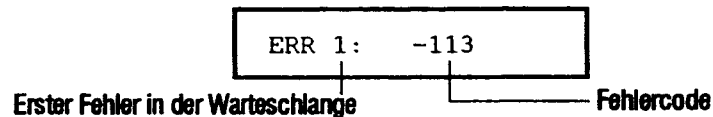
Fehlermeldungen

Wenn die Anzeigemarke **ERROR** auf der Frontplatte aktiviert ist, wurden ein oder mehrere Syntax- oder Hardwarefehler festgestellt. Bis zu 20 Fehler werden in der *Fehlerwarteschlange* des Multimeters gespeichert. Die Fehler werden in FIFO-Reihenfolge aufgerufen. *Siehe auch "Fehlerzustände" auf Seite 85.*

- So lesen Sie die Fehlerwarteschlange über das Menü der Frontplatte:

3 : ERROR (SYS MENU)

Ist die Anzeigemarke **ERROR** an, drücken Sie Shift > (Menüwiederaufruf), um die in der Warteschlange gespeicherten Fehler zu lesen. Die Fehler werden in der "Parameter"-Ebene *horizontal* aufgelistet. Die Fehlerwarteschlange wird gelöscht, wenn das Gerät ausgeschaltet wurde oder nachdem der Befehl *CLS (Status löschen) ausgeführt wurde.



- So lesen Sie die Fehlerwarteschlange über die externe Schnittstelle:

SYSTEM:ERROR?

Die Fehlermeldungen haben folgendes Format (die Fehlerzeichenkette kann aus bis zu 80 Zeichen bestehen):

-113, "Undefined header"

Fehler bei der Befehlsausführung

- 101 **Invalid character**
In der Befehlszeichenkette wurde ein ungültiges Zeichen festgestellt. Sie haben eventuell ein Zeichen wie z.B. #, \$, oder % in den Befehlsanfang oder innerhalb eines Parameters eingefügt. Beispiel: `CONF:VOLT#DC`
- 102 **Syntax error**
In einer Befehlszeichenkette wurde eine ungültige Syntax festgestellt. Sie haben eventuell ein Leerzeichen vor oder nach einem Strichpunkt in den Befehlsanfang oder vor einem Komma eingefügt. Beispiel:
`SAMP:COUN , 1`
- 103 **Invalid separator**
In der Befehlszeichenkette wurde ein ungültiges Trennzeichen festgestellt. Sie haben eventuell ein Komma anstatt eines Doppelpunktes, Strichpunktes oder Leerzeichens verwendet oder Sie haben ein Leerzeichen anstelle eines Kommas verwendet. Beispiel:
`TRIG:COUN, 1` oder `CONF:FREQ 1000 0.1`
- 104 **Data type error**
In einer Befehlszeichenkette wurde eine falsche Parameterart festgestellt. Sie haben eventuell eine Zahl statt einer Zeichenkette eingegeben oder umgekehrt. Beispiel: `DISP:TEXT 5.0`
- 105 **GET not allowed**
Ein Group Execute Trigger (GET) ist innerhalb einer Befehlszeichenkette nicht erlaubt.
- 108 **Parameter not allowed**
Für den Befehl wurden mehr Parameter empfangen als erwartet. Sie haben eventuell einen zusätzlichen Parameter eingegeben, oder einem Befehl, der keinen Parameter akzeptiert, einen Parameter hinzugefügt. Beispiel: `READ? 10`
- 109 **Missing parameter**
Für den Befehl wurden weniger Parameter empfangen als erwartet. Sie haben nicht die für diesen Befehl benötigte Anzahl von Parametern eingegeben. Beispiel: `SAMP:COUN`

- 112 **Program mnemonic too long**
Ein Befehlsanfang wurde empfangen, der mehr als die maximal erlaubten 12 Zeichen enthielt. Beispiel: CONFIGURATION:VOLT:DC
- 113 **Undefined header**
Ein für dieses Multimeter ungültiger Befehl wurde empfangen. Sie haben eventuell bei der Eingabe des Befehls einen Schreibfehler gemacht, oder es handelt sich um einen ungültigen Befehl. Wenn Sie die Kurzform des Befehls verwenden, denken Sie daran, daß diese bis zu vier Buchstaben enthalten kann. Beispiel: TRIG:COUN 3
- 121 **Invalid character in number**
In der angegebenen Zahl für den Parameterwert wurde ein ungültiges Zeichen festgestellt. Beispiel: STAT:QUES:ENAB #B01010102
- 123 **Numeric overflow**
Es wurde ein numerischer Parameter festgestellt, dessen Exponent größer als 32.000 war. Beispiel: TRIG:COUN 1E34000
- 124 **Too many digits**
Es wurde ein numerischer Parameter festgestellt, dessen Mantisse aus mehr als 255 Stellen, ohne führende Nullstellen, bestand.
- 131 **Invalid suffix**
Für einen numerischen Parameter wurde eine Endung falsch angegeben. Sie haben die Endung eventuell falsch geschrieben.
Beispiel: TRIG:DEL 0.5 SECS
- 138 **Suffix not allowed**
Eine Endung gefolgt von einem numerischen Parameter, der keine Endung akzeptiert, wurde empfangen. Beispiel: SAMP:COUN 1 SEC (SEC ist keine gültige Endung).
- 141 **Invalid character data**
Ein diskreter Parameter wurde empfangen, der für den Befehl keine gültige Wahl darstellt. Sie haben eventuell eine ungültige Parameterwahl getroffen. Beispiel: CALC:FUNC SCALE (SCALE ist keine gültige Wahl).
- Anmerkung: Dieser Fehler wird ab Firmware Version 3 durch Fehler -224, "Illegal parameter value" ersetzt.*

- 148 **Character data not allowed**
Ein diskreter Parameter wurde empfangen, es wurde jedoch eine Zeichenkette oder ein numerischer Parameter erwartet. Überprüfen Sie die Parameterliste um sicherzustellen, daß Sie einen gültigen Parametertyp verwendet haben. Beispiel: DISP:TEXT ON
- 151 **Invalid string data**
Eine ungültige Zeichenkette wurde empfangen. Überprüfen Sie, ob Sie die Zeichenkette in Apostrophen oder Anführungszeichen gesetzt haben. Beispiel: DISP:TEXT 'ON' (der letzte Apostroph fehlt).
- 158 **String data not allowed**
Eine für diesen Befehl nicht erlaubte Zeichenkette wurde empfangen. Überprüfen Sie die Parameterliste um sicherzustellen, daß Sie einen gültigen Parametertyp verwendet haben. Beispiel: CALC:STAT 'ON'
- 160 bis -168 **Block data errors**
Das Multimeter akzeptiert keine Blockdaten.
- 170 bis -178 **Expression errors**
Das Multimeter akzeptiert keine mathematischen Ausdrücke.
- 211 **Trigger ignored**
Ein Group Execute Trigger (GET) oder *TRG wurde empfangen, die Triggerung wurde jedoch ignoriert. Überprüfen Sie, ob sich das Multimeter vor Ausgabe des Triggers im Status "Warten auf Triggerimpuls" befindet und ob die richtige Triggerquelle ausgewählt ist.
- 213 **Init ignored**
Ein INITiate-Befehl wurde empfangen, konnte jedoch auf Grund einer laufenden Messung nicht ausgeführt werden. Senden Sie den Befehl "Device Clear", um die laufende Messung anzuhalten, und bringen Sie das Multimeter in den Status "unbelegt".
- 214 **Trigger deadlock**
Eine Triggerblockierung tritt auf, wenn der Bus die Triggerquelle ist und ein READ?-Befehl empfangen wird.

- 221 **Settings conflict**
Dieser Fehler kann durch eine der folgenden Situationen erzeugt werden:
- Ein CONFIGure- oder MEASure-Befehl wurde bei aktivierter automatischer Bereichseinstellung und bei einer festgelegten Auflösung gesendet. Beispiel: CONF:VOLT:DC DEF,0.1
 - Sie haben die Rechenfunktion eingeschaltet (CALC:STAT ON) und dann zu einer Rechenoperation gewechselt, die bei der momentanen Meßfunktion nicht gültig ist. Bei 2-Draht-Widerstandsmessungen sind dB-Messungen z.B. nicht erlaubt. Als Folge dieses Zustandes wurde die Rechenfunktion abgeschaltet.
- 222 **Data out of range**
Der Wert eines numerischen Parameters liegt für den Befehl außerhalb eines gültigen Bereiches. Beispiel: TRIG:COUN -3
- 223 **Too much data**
Eine Zeichenkette wurde empfangen, konnte jedoch nicht ausgeführt werden, da sie aus mehr als 12 Zeichen bestand. Dieser Fehler kann durch die Befehle CALibration:STRing und DISPlay:TEXT erzeugt werden.
- 224 **Illegal parameter value**
Ein diskreter Parameter wurde empfangen, der für den Befehl keine gültige Wahl darstellt. Sie haben eventuell eine ungültige Parameterwahl getroffen. Beispiel: CALC:FUNC SCALE (SCALE ist keine gültige Wahl).
- Anmerkung: Ab Firmware Version 3 ersetzt dieser Fehler den Fehler -141, "Invalid character data".*
- 230 **Data stale**
Der Befehl FETCh? Der Befehl FETCh? wurde empfangen, der interne Meßspeicher war jedoch leer. Der aufgerufene Meßwert kann ungültig sein.
- 330 **Self-test failed**
Der über die externe Schnittstelle durchgeführte vollständige Selbsttest des Multimeters war fehlerhaft (Befehl *TST?). Zu diesem Fehler werden zusätzlich auch weitere spezielle Fehler beim Selbsttest berichtet. *Siehe auch "Fehler beim Selbsttest" ab Seite 173.*

- 350 Too many errors**
Die Fehlerwarteschlange ist voll, da mehr als 20 Fehler aufgetreten sind. Es werden keine zusätzlichen Fehler gespeichert, bis Sie Fehler aus der Warteschlange löschen. Die Fehlerwarteschlange wird gelöscht, wenn das Gerät ausgeschaltet wird oder nachdem der Befehl *CLS (Status löschen) durchgeführt wurde.
- 410 Query INTERRUPTED**
Ein Befehl, der Daten an den Ausgangspuffer sendet, wurde empfangen, der Ausgangspuffer enthielt jedoch Daten von einem vorhergehenden Befehl (die vorherigen Daten werden nicht überschrieben). Der Ausgangspuffer wird gelöscht, wenn das Gerät ausgeschaltet wird oder nachdem der Befehl *RST (Reset) durchgeführt wurde.
- 420 Query UNTERMINATED**
Das Multimeter wurde zum Senden adressiert (d.h., Daten über die Schnittstelle abzusenden), es wurde jedoch kein Befehl empfangen, der Daten an den Ausgangspuffer sendet. Sie haben vielleicht den Befehl CONFIGure ausgeführt (der keine Daten erzeugt) und dann versucht, Daten mit der Anweisung ENTER über die externe Schnittstelle zu lesen.
- 430 Query DEADLOCKED**
Ein Befehl wurde empfangen, der zu viele Daten erzeugt um in den Ausgangspuffer zu passen, und der Eingangspuffer ist auch voll. Die Befehlsausführung läuft weiter, alle Daten gehen jedoch verloren.
- 440 Query UNTERMINATED after indefinite response**
Der Befehl *IDN? muß der letzte Abfragebefehl innerhalb einer Befehlszeichenkette sein. Beispiel: *IDN? ; :SYST:VERS?
- 501 Isolator UART framing error**
- 502 Isolator UART overrun error**
- 511 RS-232 framing error**
- 512 RS-232 overrun error**
- 513 RS-232 parity error**
- 514 Command allowed only with RS-232**
Es gibt drei Befehle, die nur bei der RS-232-Schnittstelle erlaubt sind: SYSTem:LOCal, SYSTem:REMote und SYSTem:RWLock.

- 521 **Input buffer overflow**
- 522 **Output buffer overflow**
- 531 **Insufficient memory**
Es steht nicht genügend Speicherplatz zur Verfügung, um die gewünschte Anzahl von Meßwerten im internen Speicher mit dem Befehl `INITiate` zu speichern. Das Produkt von Meßwertzähler- (`SAMPlE:COUNT`) und Triggerzählerstand (`TRIGGer:COUNT`) darf 512 nicht überschreiten.
- 532 **Cannot achieve requested resolution**
Das Multimeter kann die gewünschte Meßauflösung nicht darstellen. Sie haben eventuell in den Befehlen `CONFIgure` oder `MEASure` eine ungültige Auflösung angegeben.
- 540 **Cannot use overload as math reference**
Das Multimeter kann keinen Überlastmeßwert ($9.90000000E+37$) als Rechenreferenz für Null- oder dB-Messungen speichern. Als Ergebnis dieses Zustandes wird die Rechenfunktion abgeschaltet.
- 550 **Command not allowed in local**
In der lokalen Betriebsart für RS-232-Betrieb hat das Multimeter den Befehl `READ?` empfangen. Sie sollten immer den Befehl `SYSTem:REMOte` ausführen, bevor Sie andere Befehle über die Schnittstelle absenden.

Fehler beim Selbsttest

Die folgenden Fehler können während eines Selbsttests auftreten.
Nähere Information hierüber finden Sie im *Servicehandbuch*.

601	Front panel does not respond
602	RAM read/write failed
603	A/D sync stuck
604	A/D slope convergence failed
605	Cannot calibrate rundown gain
606	Rundown gain out of range
607	Rundown too noisy
608	Serial configuration readback failed
609	DC gain x1 failed
610	DC gain x10 failed
611	DC gain x100 failed
612	Ohms 500 nA source failed
613	Ohms 5 uA source failed
614	DC 1000V zero failed
615	Ohms 10 uA source failed

616	DC current sense failed
617	Ohms 100 uA source failed
618	DC high voltage attenuator failed
619	Ohms 1 mA source failed
620	AC rms zero failed
621	AC rms full scale failed
622	Frequency counter failed
623	Cannot calibrate precharge
624	Unable to sense line frequency
625	I/O processor does not respond
626	I/O processor failed self-test

Kalibrierungsfehler

Die folgenden Fehler können während einer Kalibrierung auftreten.
Nähere Information hierüber finden Sie im *Servicehandbuch*.

701	Cal security disabled by jumper Die Kalibrierungssicherung wurde mit einem Jumper innerhalb des Multimeters deaktiviert. Diese Fehlermeldung erscheint beim Einschalten des Gerätes und informiert Sie, daß das Multimeter nicht gesichert ist.
702	Cal secured Das Multimeter ist gegen Kalibrierung gesichert.

- 703 **Invalid secure code**
Ein ungültiger Kalibrierungs-Sicherungscode wurde empfangen, als versucht wurde, das Multimeter zu sichern oder zu entsichern. Es muß der gleiche Sicherungscode, der auch zum Entsichern des Multimeters verwendet wurde, zum Sichern verwendet werden, und umgekehrt. Der Sicherungscode kann bis zu 12 alphanumerische Zeichen enthalten. Das erste Zeichen *muß* eine Buchstabe sein.
- 704 **Secure code too long**
Ein Sicherungscode wurde empfangen, der mehr als 12 Zeichen enthielt.
- 705 **Cal aborted**
Eine laufende Kalibrierung wird abgebrochen, wenn Sie irgendeine Taste auf der Frontplatte drücken, den Befehl "Device Clear" absenden oder den Status lokal/rechnergesteuert des Multimeters ändern.
- 706 **Cal value out of range**
Der angegebene Kalibrierungswert (CAL:VALue) ist für die momentane Funktion und den momentanen Bereich nicht gültig.
- 707 **Cal signal measurement out of range**
Der angegebene Kalibrierungswert (CAL:VALue) entspricht nicht dem am Multimeter angelegten Signal.
- 708 **Cal signal frequency out of range**
Die Eingangssignalfrequenz für eine AC-Kalibrierung entspricht nicht der erforderlichen Eingangsfrequenz für die Kalibrierung.
- 709 **No cal for this function or range**
Für folgende Funktionen können keine Kalibrierungen durchgeführt werden: Wechselstrommessungen, Periodenmessungen, Durchgangsprüfungen, Diodentests, Verhältnismessungen oder im 100-M Ω -Bereich.
- 710 **Full scale correction out of range**
- 720 **Cal DCV offset out of range**
- 721 **Cal DCI offset out of range**
- 722 **Cal RES offset out of range**
- 723 **Cal FRES offset out of range**
- 724 **Extended resistance self cal failed**

725*	500 V DC correction out of range
730	Precharge DAC convergence failed
731	A/D turnover correction out of range
732	AC flatness DAC convergence failed
733	AC low frequency convergence failed
734	AC low frequency correction out of range
735	AC rms converter noise correction out of range
736*	AC rms 100th scale linearity correction out of range
740	Cal checksum failed, secure state
741	Cal checksum failed, string data
742	Cal checksum failed, DCV corrections
743	Cal checksum failed, DCI corrections
744	Cal checksum failed, RES corrections
745	Cal checksum failed, FRES corrections
746	Cal checksum failed, AC corrections
747	Cal checksum failed, GPIB address
748	Cal checksum failed, internal data

*** Verfügbar ab Firmware Version 3 (REV 03-01-01).**

Anwenderprogramme

Anwenderprogramme

Dieses Kapitel enthält mehrere Anwenderprogramme, mit deren Hilfe Sie eigene Programme für Ihre Meßanwendungen entwickeln können. Im Kapitel 4 "Externe Programmierung" ab Seite 103 finden Sie die Syntax für die SCPI-Befehle, die zur Programmierung des Multimeters zur Verfügung stehen. *Beispielprogramme in QuickBASIC wurden für die GPIB-Schnittstellenkarte Agilent 82335A und für die Befehlsbibliothek für IBM® PCs und kompatible geschrieben.*

Ab Werk ist die GPIB-Adresse (IEEE-488) auf "22" eingestellt. Davon wird in diesem Kapitel ausgegangen. Beim Senden eines Befehls über die externe Schnittstelle wird diese Adresse an den Auswahlcode der GPIB-Schnittstelle (normalerweise 7) angehängt. Folglich ist bei einer Adresse von 22 und einem Auswahlcode von 7 die Kombination "722".

IBM ist ein eingetragenes Markenzeichen der International Business Machines Corporation.

Verwendung von MEASure? für eine einmalige Messung

Im folgenden Beispiel wird der Befehl MEASure? für eine einmalige Wechselstrommessung verwendet. Dies ist die einfachste Möglichkeit, das Multimeter für Messungen zu programmieren. Der Befehl MEASure? bietet jedoch wenig Möglichkeiten. Das Beispiel ist in BASIC und QuickBASIC dargestellt.

GPIB-Betrieb mit BASIC

```
10  REAL Rdg
20  ASSIGN @Dmm TO 722
30  CLEAR 7          ! GPIB und DMM löschen
40  OUTPUT @Dmm; "**RST" ! DMM zurücksetzen
50  OUTPUT @Dmm; "**CLS" ! DMM-Statusregister löschen
60  OUTPUT @Dmm; "MEASURE:CURRENT:AC? 1A,0.001MA" ! DMM auf den Wechsel-
                                                    strombereich 1A
                                                    einstellen

70  ENTER @Dmm; Rdg
80  PRINT Rdg
90  END
```

GPIB-Betrieb mit QuickBASIC

```
REM $Include "QBSetup"
DEV#=722
INFO1$="**RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="**CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="MEASURE:CURRENT:AC? 1A,0.001MA"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)

Call IOCLEAR(DEV#)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO2$, LENGTH2%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOENTER(DEV#,Rdg)
Print Rdg
END
```

Verwendung von CONFigure mit einer Rechenoperation

Im folgenden Beispiel wird der Befehl CONFigure mit der Rechenoperation dBm verwendet. Der Befehl CONFigure bietet etwas mehr Programmiermöglichkeiten als der Befehl MEASure?. Dies ermöglicht die "schrittweise" Änderung der Multimeterkonfiguration. Das Beispiel ist in BASIC und QuickBASIC (siehe nächste Seite) dargestellt.

GPIB-Betrieb mit BASIC

```
10 DIM Rdgs(1:5)
20 ASSIGN @Dmm TO 722
30 CLEAR 7 ! GPIB und DMM löschen
40 OUTPUT @Dmm; "**RST" ! DMM zurücksetzen
50 OUTPUT @Dmm; "**CLS" ! DMM-Statusregister löschen
60 OUTPUT @Dmm; "CALC:DBM:REF 50" ! Bezugswiderstand 50  $\Omega$ 
70 OUTPUT @Dmm; "CONF:VOLT:AC 1,0.001" ! DMM auf den Wechselstrombereich
    1 A einstellen
80 OUTPUT @Dmm; "DET:BAND 200" ! Schnelles 200-Hz-Wechselspannungs-
    filter wählen
90 OUTPUT @Dmm; "TRIG:COUN 5" ! DMM akzeptiert 5 Triggerimpulse
100 OUTPUT @Dmm; "TRIG:SOUR IMM" ! Triggerquelle ist IMMEDIATE
110 OUTPUT @Dmm; "CALC:FUNC DBM" ! dBm-Funktion wählen
120 OUTPUT @Dmm; "CALC:STAT ON" ! Rechenfunktion aktivieren
130 OUTPUT @Dmm; "READ?" ! Meßwerte nehmen; an Ausgangspuffer
    senden
140 ENTER @Dmm; Rdgs(*)
150 PRINT USING "K,/"; Rdgs(*)
160 END
```

GPiB-Betrieb mit QuickBASIC

```
REM $Include "QBSetup"
DEV%=722
INFO1$="*RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="*CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="CALC:DBM:REF 50"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)
INFO4$="CONF:VOLT:AC 1,0.001"
LENGTH4%=LEN(INFO4$)
INFO5$="DET:BAND 200"
LENGTH5%=LEN(INFO5$)
INFO6$="TRIG:COUN 5"
LENGTH6%=LEN(INFO6$)
INFO7$="TRIG:SOUR IMM"
LENGTH7%=LEN(INFO7$)
INFO8$="CALC:FUNC DBM"
LENGTH8%=LEN(INFO8$)
INFO9$="CALC:STAT ON"
LENGTH9%=LEN(INFO9$)
INFO10$="READ?"
LENGTH10%=LEN(INFO10$)
DIM A(1:5)
Actual%=0

Call IOCLEAR(DEV%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO2$, LENGTH2%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO4$, LENGTH4%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO5$, LENGTH5%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO6$, LENGTH6%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO7$, LENGTH7%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO8$, LENGTH8%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO9$, LENGTH9%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO10$, LENGTH10%)
Call IOENTER(DEV%, Seg A(1),5,Actual%)
For I=1 to 5
    Print A(I);
Next I
END
```

Verwendung der Statusregister

Im folgenden Beispiel wird gezeigt, wie Sie die Statusregister verwenden können um zu bestimmen, wann eine Befehlsfolge beendet ist. Nähere Informationen enthält der Abschnitt "Das SCPI-Status-Modell" ab Seite 132. Das Beispiel wird in BASIC und QuickBASIC (siehe Seite 184) dargestellt.

GPIB-Betrieb mit BASIC

```
10 REAL Aver,Min_rdg,Max_rdg
20 INTEGER Val,Hpib,Mask,Task
30 ASSIGN @Dmm TO 722
40 CLEAR 7 ! GPIB und DMM löschen
50 OUTPUT @Dmm; "**RST" ! DMM zurücksetzen
60 OUTPUT @Dmm; "**CLS" ! DMM-Statusregister löschen
70 OUTPUT @Dmm; "**ESE 1" ! Bit "Operation beendet" aktivieren, um Bit
! "Standardereignis" im Status-Byte zu setzen.
80 OUTPUT @Dmm; "**SRE 32" ! Bit "Standardereignis" im Status-Byte aktivieren,
! um die SRQ-Leitung zu aktivieren
90 OUTPUT @Dmm; "**OPC?" ! Synchronisierung sicherstellen
100 ENTER @Dmm; Val
110 !
120 ! Multimeter für Meßvorgänge konfigurieren
130 !
140 OUTPUT @Dmm; "CONF:VOLT:DC 10" ! DMM auf den Gleichspannungsbereich 10 V
! einstellen
150 OUTPUT @Dmm; "VOLT:DC:NPLC 10" ! Integrationszeit auf 10 PLCs einstellen
160 OUTPUT @Dmm; "TRIG:COUN 100" ! DMM akzeptiert 100 Triggerimpulse
170 OUTPUT @Dmm; "CALC:FUNC AVER;STAT ON" ! Min-Max wählen und Rechenfunktion
! aktivieren
180 OUTPUT @Dmm; "INIT" ! DMM in den Status "Warten auf Triggerimpuls" bringen
190 OUTPUT @Dmm; "**OPC" ! Bit "Operation beendet" im Standardereignis-Register
! setzen, wenn Meßvorgang beendet
200 !
210 Hpib=7
220 ON INTR Hpib GOSUB Read_data
230 Mask=2 ! Bit 1 ist SRQ
240 ENABLE INTR Hpib;Mask ! SRQ zum Unterbrechen des Programms aktivieren
250 !
260 ! Andere Aufgaben ausführen während auf Daten gewartet wird
270 !
```

Fortsetzung nächste Seite ➡

GPIB-Betrieb mit BASIC (Fortsetzung)

```
280 Task=1
290 WHILE Task=1
300     DISP "Taking Readings"
310     WAIT .5
320     DISP ""
330     WAIT .5
340 END WHILE
350 DISP "AVE = ";Aver; "      MIN = ";Min_rdg; "      MAX = ";Max_rdg
360 STOP
370 !
380 Read_data:      !
390 OUTPUT @Dmm; "CALC:AVER:AVER?;MIN?;MAX?" ! Durchschnitts-, Minimum-
                                           ! und Maximumwerte ausgeben
400 ENTER @Dmm; Aver, Min_rdg, Max_rdg
410 OUTPUT @Dmm; "*CLS"      ! DMM-Statusregister löschen
420 Task=0
430 RETURN
440 END
```

GPIB-Betrieb mit QuickBASIC

```
REM $Include "QBSetup"
ISC%=7
DEV%=722
INFO1$="*RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="*CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="*ESE 1"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)
INFO4$="*SRE 32"
LENGTH4%=LEN(INFO4$)
INFO5$="*OPC?"
LENGTH5%=LEN(INFO5$)
INFO6$="CONF:VOLT:DC 10"
LENGTH6%=LEN(INFO6$)
INFO7$="VOLT:DC:NPLC 10"
LENGTH7%=LEN(INFO7$)
INFO8$="TRIG:COUN 100"
LENGTH8%=LEN(INFO8$)
INFO9$="CALC:FUNC:AVER;STAT ON"
LENGTH9%=LEN(INFO9$)
INFO10$="INIT"
LENGTH10%=LEN(INFO10$)
INFO11$="*OPC"
LENGTH11%=LEN(INFO11$)
INFO12$="CALC:AVER:AVER?;MIN?;MAX?"
LENGTH12%=LEN(INFO12$)
INFO13$="*CLS"
LENGTH13%=LEN(INFO13$)
DIM A(1:3)
Actual%=0
Reading=0
```

Fortsetzung nächste Seite ➡

GPIB-Betrieb mit QuickBASIC (Fortsetzung)

```
Call IOCLEAR(DEV&)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO2$, LENGTH2%)
ON PEN GOSUB RESULTS
PEN ON
Call IOPEN(ISC&,0)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO4$, LENGTH4%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO5$, LENGTH5%)
Call IOENTER(DEV&,Reading)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO6$, LENGTH6%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO7$, LENGTH7%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO8$, LENGTH8%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO9$, LENGTH9%)
BACK:GOTO BACK
RESULTS:
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO10$, LENGTH10%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO11$, LENGTH11%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO12$, LENGTH12%)
Call IOENTERA(DEV&, Seg A(1),3,Actual%)
For I=1 to 3
    Print A(I);
Next I
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO13$, LENGTH13%)
END
```

RS-232-Betrieb mit QuickBASIC

Im folgenden Beispiel wird gezeigt, wie über die RS-232-Schnittstelle mit QuickBASIC Befehlsanweisungen gesendet und entsprechende Antworten empfangen werden.

RS-232-Betrieb mit QuickBASIC

```
CLS
LOCATE 1, 1
DIM cmd$(100), resp$(1000)
' Serielle Schnittstelle auf 9600 Baud einstellen, gerade Parität, 7 Bits;
' Sendeaufforderung und Trägererkennung ignorieren; Zeilenvorschub senden,
' Paritätsprüfung aktivieren, 1000 Bytes für Eingangspuffer reservieren
'
OPEN "com1:9600,e,7,2,rs,cd,lf,pe" FOR RANDOM AS #1 LEN = 1000
'
' Multimeter in den rechnergesteuerten Betrieb bringen
PRINT #1, ":SYST:REM"
'
' ID-Zeichenkette des Multimeters abfragen
'
PRINT #1, "**IDN?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT "**IDN? returned: ", resp$
'
' Abfrage, mit welcher SCPI-Version das Multimeter übereinstimmt
PRINT #1, ":SYST:VERS?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT ":SYST:VERS? returned: ", resp$
'
' Nachricht an das Display des Multimeters senden und Summersignal erzeugen
PRINT #1, ":SYST:BEEP;:DISP:TEXT 'HP 34401A'"
'
' Multimeter für Gleichspannungsmessungen konfigurieren,
' Bereich 10 V, Auflösung 0,1 V, 4 Meßwerte
PRINT #1, ":CONF:VOLT:DC 10,0.1;:SAMP:COUN 4"
' Messungen triggern und Ergebnisse aufnehmen
PRINT #1, ":READ?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT ":READ? returned: ", resp$
END
```

RS-232-Betrieb mit Turbo C

Das folgende Beispiel zeigt, wie ein PC AT für interrupt-gesteuerte Kommunikation über den COM-Anschluß programmiert wird. SCPI-Befehle können an das Agilent 34401A gesendet werden und Antworten auf Befehle, die Informationen abfragen, empfangen werden. Das folgende Programm wurde in Turbo C geschrieben und kann problemlos in Quick C von Microsoft® umgeschrieben werden.

RS-232-Betrieb mit Turbo C

```
#include <bios.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <dos.h>
#include <conio.h>

#define EVEN_7 (0x18 | 0x02 | 0x04)    /* Gerade Parität, 7 Datenbits,
                                         2 Stopbits */
#define ODD_7  (0x08 | 0x02 | 0x04)    /* Ungerade Parität, 7 Datenbits,
                                         2 Stopbits */
#define NONE_8 (0x00 | 0x03 | 0x04)    /* Keine Parität, 8 Datenbits,
                                         2 Stopbits */

#define BAUD300 0x40
#define BAUD600 0x60
#define BAUD1200 0x80
#define BAUD2400 0xA0
#define BAUD4800 0xC0
#define BAUD9600 0xE0

/* 8250 UART-Register */
#define COM 0x3F8 /* Basisadresse für den COM1-Anschluß */
#define THR COM+0 /* LCR Bit 7 = 0 */
#define RDR COM+0 /* LCR Bit 7 = 0 */
#define IER COM+1 /* LCR Bit 7 = 0 */
#define IIR COM+2 /* Die übrigen Angaben sind für Bit 7 nicht relevant */
#define LCR COM+3
#define MCR COM+4
#define LSR COM+5
#define MSR COM+6
```

Fortsetzung nächste Seite ➡

Microsoft ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation.

RS-232-Betrieb mit Turbo C (Fortsetzung)

```
#define IRQ4_int      0xC      /* IRQ4 Interrupt-Vektornummer */
#define IRQ4_enab     0xEF     /* IRQ4 Interrupt-Controller-Freigabemaske */
#define INT_controller 0x20    /* 8259 Interrupt-Controlleradresse */
#define End_of_interrupt 0x20 /* Nicht spezifisches Ende eines
                               Interrupt-Befehls */

void interrupt int_char_in(void);
void send_ctlc(void);

#define INT_BUF_size  9000

char int_buf[INT_BUF_size], *int_buf_in = int_buf, *int_buf_out = int_buf;
unsigned int  int_buf_count = 0;
unsigned char int_buf_ovfl = 0;

int main(int argc, char *argv[])
{
    void interrupt (*oldvect)();
    char command[80], c;
    int i;

    oldvect = getvect(IRQ4_int); /* Alten Interrupt-Vektor sichern */
    setvect(IRQ4_int, int_char_in); /* Setup eines neuen Interrupt-"Handlers" */
    bioscom(0, BAUD9600 | EVEN_7, 0); /* Initialisieren der COM1-Einstellungen */
    outportb(MCR, 0x9); /* IRQ-Puffer aktivieren, DTR = 1 */
    outportb(IER, 0x1); /* UART-Datenempfang-Interrupt aktivieren */

    /* IRQ4 im 8259-Interrupt-Controllerregister aktivieren */
    outportb(INT_controller+1, inportb(INT_controller+1) & IRQ4_enab);

    do {
        if(int_buf_ovfl) {
            printf("\nBuffer Overflow!!!\n\n");
            int_buf_in = int_buf_out = int_buf;
            int_buf_count = int_buf_ovfl = 0;
        }
    }
```

Fortsetzung nächste Seite ➡

RS-232-Betrieb mit Turbo C (Fortsetzung)

```
printf("\nEnter command string:\n");
gets(command); strcat(command, "\n"); /* SCPI erfordert Zeilenvorschub */

if(command[0] == 0x19) send_ctlc(); /* Wenn ^Y dann ^C senden */
else if(command[0] != 'q') {
    for(i=0; i<strlen(command); i++) {
        /* Warten auf DSR und Sender, Halteregeister leer */
        while(!(inportb(LSR) & inportb(MSR) & 0x20)) ;
        outportb(THR, command[i]); /* Zeichen senden */
    }
}

if(strpbrk(command, "?")) { /* Falls Abfrage, Antwort anfordern */
    c = 0;
    do {
        while(int_buf_count && !kbhit()) {
            putch(c = *int_buf_out++); int_buf_count--;
            if(int_buf_out >= int_buf + INT_BUF_size) int_buf_out = int_buf;
        }

        if(kbhit()) {
            if(getch() == 0x19) send_ctlc(); /* Wenn ^Y dann ^C senden */
            c = 0xa; /* Schleife beenden */
        }
    } while(c != 0xa);
} /* End if */

while(command[0] != 'q'); /* 'q' zum Beenden des Programms */

outportb(IER, inportb(IER) & 0xfe); /* UART-Interrupt deaktivieren */
outportb(MCR, 0x1); /* IRQ-Puffer deaktivieren, DTR = 1 */
/* IRQ4 im 8259-Interrupt-Controllerregister deaktivieren */
outportb(INT_controller+1, inportb(INT_controller+1) | ~IRQ4_enab);
setvect(IRQ4_int, oldvect); /* Alten Interrupt-Vektor wiederherstellen */

return(0);
}
```

Fortsetzung nächste Seite ➡

RS-232-Betrieb mit Turbo C (Fortsetzung)

```
void interrupt int_char_in(void)
{
    enable();                                /* Hardware-Interrupts aktivieren */
    if(int_buf_count < INT_BUF_size) {
        *int_buf_in++ = inportb(RDR);        /* Byte von UART lesen */
        int_buf_count++;
        if(int_buf_in >= int_buf + INT_BUF_size) int_buf_in = int_buf;
        int_buf_ovfl = 0;
    }
    else {
        inportb(RDR);                        /* UART-Interrupt löschen */
        int_buf_ovfl = 1;
    }
    outportb(INT_controller, End_of_interrupt); /* Nicht spezifisches EOI */
}

void send_ctlc(void)
{
    outportb(MCR, 0x8);                      /* DTR ungültig machen */
    delay(10);                               /* 10 ms auf Streuzeichen warten */
    while(!(inportb(LSR) & 0x20)) ;          /* Auf Senderegister warten */
    outportb(THR, 0x3);                      /* ^C senden */
    while(!(inportb(LSR) & 0x40)) ;          /* Warten bis ^C gesendet wird */
    int_buf_in = int_buf_out = int_buf;      /* Puffer int_char_in löschen */
    int_buf_count = int_buf_ovfl = 0;
    delay(20);                               /* 20 ms um das 34401 aufzufrischen */
    outportb(MCR, 0x9);                      /* DTR gültig machen */
}
```

Wichtige Hinweise zu Messungen

Wichtige Hinweise zu Messungen

Mit dem Agilent 34401A können sehr genaue Messungen durchgeführt werden. Damit exakte Meßergebnisse erzielt werden, sollten Sie die erforderlichen Maßnahmen treffen, um potentielle Meßfehler auszuschließen. In diesem Kapitel werden allgemeine Fehler beschrieben, die bei Messungen auftreten, und Vorschläge gemacht, die Ihnen helfen, diese Fehler zu vermeiden.

Thermische Fehler

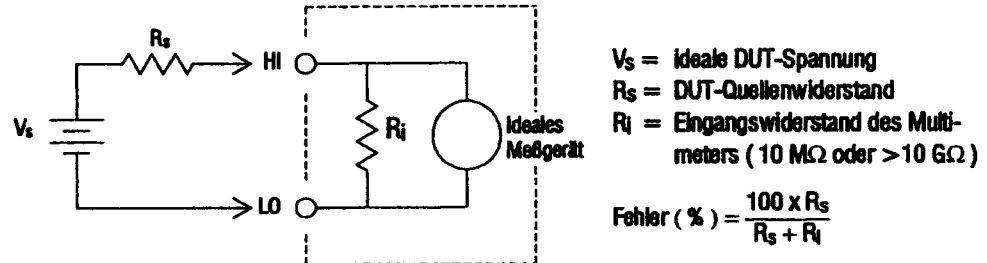
Thermoelektrische Spannungen sind die häufigste Fehlerursache bei der Messung von Gleichspannungen mit niedrigem Pegel. Thermoelektrische Spannungen werden erzeugt, wenn beim Verbinden von Schaltkreisen unterschiedliche Metalle bei verschiedenen Temperaturen verwendet werden. Jede Metallverbindung bildet ein *Thermoelement*, das eine Spannung erzeugt, die proportional zur Verbindungstemperatur ist. Um Thermospannungen und Temperaturschwankungen bei Low-Pegel-Spannungsmessungen zu reduzieren, sollten Sie die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen treffen. Die geeignetsten Verbindungen bilden gecrimpte Kupfer-an-Kupfer-Verbindungen. In der nachfolgenden Tabelle werden die thermoelektrischen Spannungen für Verbindungen unterschiedlicher Metalle gezeigt.

Kupfer an	ca. $\mu\text{V} / ^\circ\text{C}$
Kupfer	<0,3
Gold	0,5
Silber	0,5
Messing	3
Beryllium-Kupfer	5
Aluminium	5
Kovar oder Legierung 42	40
Silizium	500
Kupferoxid	1000
Cadmium-Zinnlot	0,2
Zinn-Bleilot	5

Die Eingangsanschlüsse des Agilent 34401A sind aus einer Kupferlegierung.

Lastfehler (Gleichspannung)

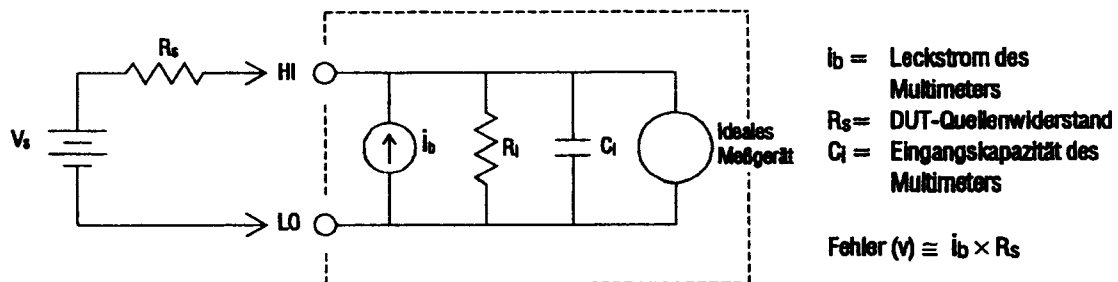
Lastfehler treten bei Messungen auf, wenn der Widerstand des Prüflings (DUT = Device Under Test) einem bestimmten Prozentsatz des Eingangswiderstandes des Multimeters entspricht. Das nachfolgende Diagramm zeigt diese Fehlerquelle.



Um die Auswirkungen von Lastfehlern zu verringern und um die Aufnahme von Rauschen zu minimieren, können Sie den Eingangswiderstand des Multimeters in den Gleichspannungsbereichen 100 mV, 1 V und 10 V auf > 10 G Ω einstellen. In den Gleichspannungsbereichen 100 V und 1000 V wird ein Eingangswiderstand von 10 M Ω beibehalten.

Fehler durch Leckströme

Die Eingangskapazität des Multimeters wird auf Grund von Leckströmen am Eingang "aufgeladen", wenn die Klemmen offen sind (falls der Eingangswiderstand 10 G Ω beträgt). Der Meßschaltkreis des Multimeters setzt bei einer Umgebungstemperatur von 0°C bis 30°C einen Leckstrom von ca. 30 pA frei. Bei Umgebungstemperaturen von über 30°C verdoppelt ($\times 2$) sich der Leckstrom bei jeder Änderung um 8°C. Dieser Strom erzeugt kleine Spannungsoffsets, die vom Quellenwiderstand des Prüflings abhängen. Dieser Effekt wird bei einem Quellenwiderstand größer 100 k Ω sichtbar oder wenn die Betriebstemperatur des Multimeters beträchtlich über 30°C liegt.



Unterdrückung von Netzspannungseinstreuungen

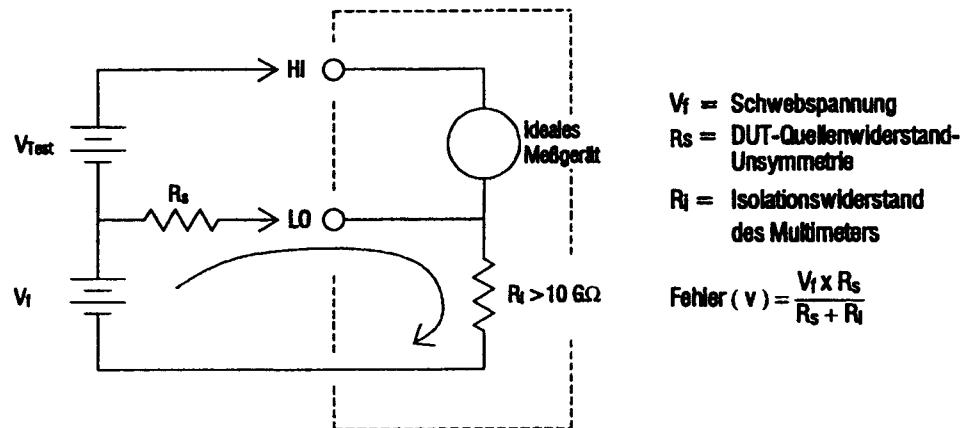
Ein wünschenswertes Leistungsmerkmal integrierender A/D-Wandler ist ihre Fähigkeit Störsignale zu unterdrücken. Integrationsverfahren unterdrücken Netzstörungen bei Gleichspannungssignalen, die am Eingang anliegen. Dies wird *Serientaktunterdrückung* oder NMR genannt. Eine Serientaktunterdrückung wird erzielt, wenn vom Multimeter der Mittelwert des Eingangssignals durch "Integration" über eine festgelegte Zeitspanne gemessen wird. Wenn Sie die Integrationszeit auf eine ganzzahlige Anzahl von Netzfrequenzperioden (PLCs) des Störsignals einstellen, so werden diese Fehler (und deren Oberwellen) nahezu den Wert 0 erreichen.

Das Agilent 34401A verfügt über drei A/D-Integrationszeiten zur Unterdrückung von Netzfrequenzstörungen (und Netzfrequenz-Oberwellen). Wird das Multimeter eingeschaltet, so wird die Netzfrequenz gemessen (50 Hz oder 60 Hz) und danach die richtige Integrationszeit bestimmt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die erreichbare Störunterdrückung bei verschiedenen Konfigurationen. Für eine bessere Auflösung und erhöhte Störunterdrückung sollte eine längere Integrationszeit gewählt werden.

Stellen	NPLCs	Integrationszeit		NMR
		60 Hz (50 Hz)		
4½ schnell	0,02	400 µs	(400 µs)	–
4½ langsam	1	16,7 ms	(20 ms)	60 dB
5½ schnell	0,2	3 ms	(3 ms)	–
5½ langsam	10	167 ms	(200 ms)	60 dB
6½ schnell	10	167 ms	(200 ms)	60 dB
6½ langsam	100	1,67 s	(2 s)	70 dB

Gleichtaktunterdrückung (CMR)

Idealerweise ist ein Multimeter von geerdeten Schaltkreisen vollständig isoliert. Es gibt jedoch einen endlichen Widerstand zwischen dem Eingangsanschluß LO des Multimeters und der Schutzterde, wie nachfolgend gezeigt. Dies kann zu Fehlern führen, wenn niedrige Spannungen erdfrei gemessen werden.



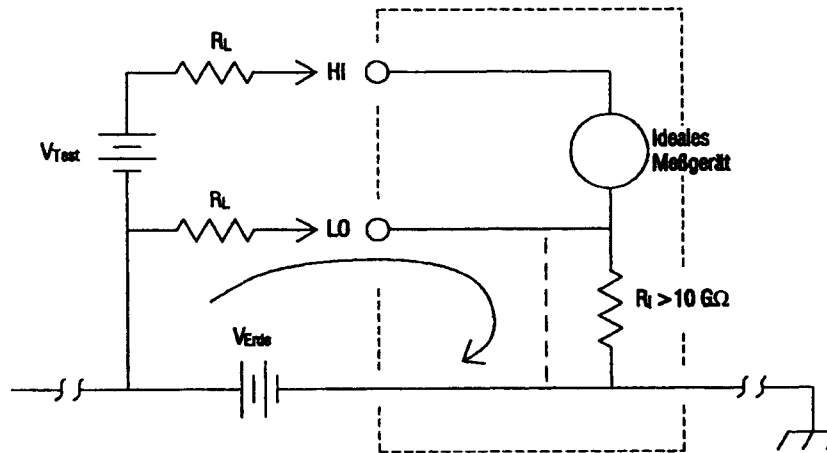
Durch Magnetfelder hervorgerufene Störeinstreuungen

Wenn Sie in der Nähe von magnetischen Feldern Messungen durchführen, so sollten Sie die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen ergreifen, um induzierte Spannungen in den Meßverbindungen zu verhindern. Sie sollten besonders sorgfältig vorgehen, wenn Sie in der Nähe von Stromleitungen arbeiten, in denen hohe Ströme fließen. Verwenden Sie verdrehte Anschlußleitungen, um im Einflußbereich des Magnetfeldes die Störeinstreuung zu verringern, oder führen Sie die Prüflleitungen so nahe wie möglich zusammen. Durch lose oder vibrierende Prüflleitungen werden ebenfalls Fehlerspannungen induziert. Überprüfen Sie, ob die Prüflleitungen fest verlegt sind, wenn Sie in der Nähe von Magnetfeldern arbeiten. Verwenden Sie nach Möglichkeit Magnetabschirmungen oder eine physikalische Trennung, um Probleme die durch Magnetfelder entstehen, zu reduzieren.

Durch Erdschleifen hervorgerufene Störspannungen

Bei Spannungsmessungen in Schaltkreisen, bei denen Multimeter und Prüfling eine gemeinsame Schutz Erde haben, bildet sich eine "Erdschleife". Wie nachfolgend gezeigt, erzeugt jede Spannungsdifferenz zwischen den zwei Bezugspunkten der Erde (V_{Erde}) einen Strom, der durch die Meßleitungen fließt. Dies führt zu Fehlern wie Stör- und Offset-Spannung (normalerweise netzspannungsbezogen), die der gemessenen Spannung hinzugefügt werden.

Die beste Möglichkeit um Erdschleifen zu verhindern, ist die Trennung des Multimeters von Erde; schließen Sie die Eingangsanschlüsse nicht an Gehäusemasse an. Muß das Multimeter geerdet werden, schließen Sie das Multimeter und den Prüfling an einen gemeinsamen Massepunkt an. Dies vermindert oder verhindert jegliche Spannungsdifferenz zwischen den Geräten. Überprüfen Sie ebenfalls, ob das Multimeter und der Prüfling an eine gemeinsame Steckdose angeschlossen sind.



R_L = Leitungswiderstand
 R_i = Isolationswiderstand des Multimeters
 V_{Erde} = Spannungsabfall auf der Erdleitung

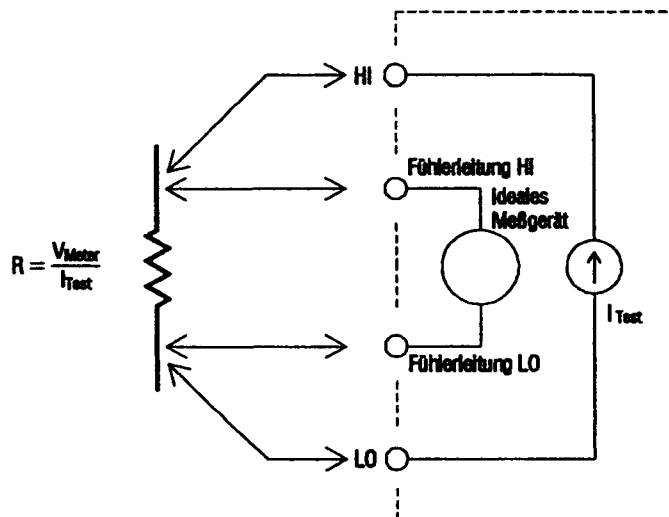
Widerstandsmessungen

Das Agilent 34401A bietet zwei Verfahren von Widerstandsmessungen: 2-Draht- und 4-Draht-Widerstandsmessungen. Bei beiden Verfahren fließt der Prüfstrom von dem Eingangsanschluß HI durch den zu messenden Widerstand. Bei 2-Draht-Widerstandsmessungen wird der Spannungsabfall zwischen dem zu messenden Widerstand intern im Multimeter gemessen. Dadurch wird auch der Widerstand der Prüfleitung gemessen. Bei 4-Draht-Widerstandsmessungen sind separate "Fühlerleitungen" erforderlich. Da in den Fühlerleitungen kein nennenswerter Strom fließt, führt der Widerstand dieser Leitungen zu keinem Meßfehler.

Die in diesem Kapitel für Gleichspannungsmessungen erwähnten Fehler gelten auch für Widerstandsmessungen. Typische Fehlerquellen für Widerstandsmessungen werden auf den folgenden Seiten behandelt.

4-Draht-Widerstandsmessungen

Mit diesem Verfahren können kleine Widerstände am genauesten gemessen werden. Prüfleitungs- und Übergangswiderstände werden bei diesem Verfahren automatisch vermindert. 4-Draht-Widerstandsmessungen werden oft bei automatischen Prüfverfahren verwendet, bei denen große Kabellängen, eine Vielzahl von Anschlüssen oder Schaltern zwischen dem Multimeter und dem Prüfling bestehen. Die erforderliche Anschlußkonfiguration bei 4-Draht-Widerstandsmessungen wird nachfolgend gezeigt. Siehe auch "Widerstandsmessungen" auf Seite 17.



Verhinderung von Fehlern durch den Prüflitungswiderstand

Um Offsetfehler im Zusammenhang mit dem Prüflitungswiderstand bei 2-Draht-Widerstandsmessungen auszuschließen, sollten Sie bitte die folgenden Schritte durchführen.

1. Verbinden Sie die beiden Enden der Prüflitung. Das Multimeter zeigt den Widerstand der Prüflitungen an.
2. Drücken Sie die Taste **Null** auf der Frontplatte. Bei kurzgeschlossenen Leitungen wird vom Multimeter "0" Ohm angezeigt.

Auswirkungen durch Verlustleistung

Beim Messen von für Temperaturmessungen ausgelegten Widerständen (oder widerstandsähnlichen Komponenten mit hohen Temperaturkoeffizienten) sollten Sie berücksichtigen, daß im Prüfling eine geringe Verlustleistung auftreten kann. Falls diese zu groß ist, so sollten Sie den nächsthöheren Meßbereich des Multimeters wählen, um den Fehler auf einen akzeptablen Wert zu verringern. Die folgende Tabelle zeigt verschiedene Beispiele.

Bereich	Prüfstrom	Meßobjekt
		Leistung bei Bereichsendwert
100 Ω	1 mA	100 μ W
1 k Ω	1 mA	1 mW
10 k Ω	100 μ A	100 μ W
100 k Ω	10 μ A	10 μ W
1 M Ω	5 μ A	30 μ W
10 M Ω	500 nA	3 μ W

Auswirkungen der Einschwingzeit

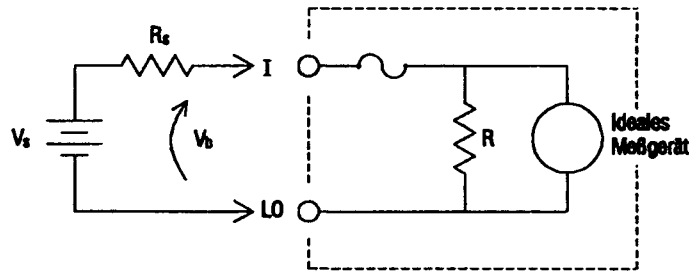
Das Agilent 34401A verfügt über die Möglichkeit, automatische Meßverzögerungen einzufügen, damit sich das Eingangssignal einschwingen kann. Diese Verzögerungen sind für Widerstandsmessungen ausreichend, bei denen die Kapazität der Kabel und des Meßobjekts kleiner als 200 pF beträgt. Dies ist besonders wichtig, wenn Sie Widerstände größer 100 k Ω messen. Die Einschwingzeit kann in Abhängigkeit von der RC-Zeitkonstante sehr lang sein. Einige Präzisionswiderstände und Multifunktions-Eichgeräte verwenden große Parallel-Kondensatoren (1000 pF bis 0,1 μ F) mit hohen Widerstandswerten, um Störströme ihrer internen Schaltkreise auszufiltern. Nicht-ideale Kapazitäten in Kabeln und sonstigen Komponenten können viel längere Einschwingzeiten wegen dielektrischer Absorptionseffekte (soak) bewirken, als durch die RC-Zeitkonstante erwartet wird. Fehler werden beim Einschwingen nach dem ersten Anschließen und nach einem Bereichswechsel gemessen.

Fehler beim Messen von großen Widerständen

Beim Messen von großen Widerständen können merkliche Fehler auf Grund des Isolationswiderstandes und der Oberflächenreinheit auftreten. Sie sollten die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen für ein "reines" Hochwiderstandssystem treffen. Prüfleitungen und Befestigungen sind wegen Feuchtigkeitsabsorption in den Isolationsmaterialien und "unreinen" Oberflächen anfällig für Kriechströme. Nylon und PVC sind relativ schlechte Isolatoren (10^5 Ohm) im Vergleich zu PTFE-Isolatoren (10^{13} Ohm). Kriechströme durch Nylon- oder PVC-Isolatoren können leicht zu einem Fehler von 0,1 % führen, wenn ein Widerstand von $1\text{ M}\Omega$ in feuchter Umgebung gemessen wird.

Fehler bei Gleichstrommessungen

Wenn Sie das Multimeter bei Strommessungen mit einem Prüfschaltkreis in Reihe schalten, ergibt sich ein Meßfehler. Der Fehler wird durch die *Belastungsspannung* des Multimeters hervorgerufen. Zwischen dem Kabelwiderstand und dem Strom-Nebenschlußwiderstand des Multimeters entsteht eine Spannung, wie nachfolgend gezeigt.



V_s = Quellenspannung

R_s = DUT-Quellenwiderstand

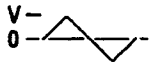
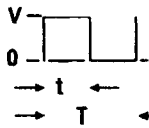
V_b = Belastungsspannung des Multimeters

R = Strom-Nebenschlußwiderstand des Multimeters

$$\text{Fehler (\%)} = \frac{-100\% \times V_b}{V_s}$$

Messung des echten Effektivwertes bei Wechselspannungen

Auf echte Effektivwerte ansprechende Multimeter, wie das Agilent 34401A, messen das "Heiz"-Potential einer angelegten Spannung. Im Gegensatz zu einer Messung nach dem "Prinzip der Mittelwertbildung" wird eine echte Effektivwertmessung (RMS) verwendet, um die in einem Widerstand auftretende Verlustleistung zu messen. Die Leistung ist proportional zum Quadrat der gemessenen echten Effektivwertspannung, und zwar unabhängig von der Wellenform. Ein konventionelles Multimeter ist so kalibriert, daß es das selbe wie ein Meßgerät für echte Effektivwerte mißt, jedoch *nur für sinusförmige Eingangssignale*. Bei anderen Wellenformen führt ein konventionelles Meßgerät zu erheblichen Fehlern, wie nachfolgend gezeigt.

Wellenform	Crestfaktor (C.F.)	AC RMS	AC+ DC RMS	Durchschnittlicher Meßfehler
	1,414	$\frac{V}{1,414}$	$\frac{V}{1,414}$	Kalibriert für 0 Fehler
	1,732	$\frac{V}{1,732}$	$\frac{V}{1,732}$	- 3,9%
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{C.F.}$	- 46% für C.F. = 4

Die Wechselspannungs- und Wechselstromfunktionen des Multimeters messen den wechselstromgekoppelten echten Effektivwert. Dies steht im Gegensatz zum oben gezeigten echten Wechsel- und Gleichspannungseffektivwert (AC + DC RMS). Es wird nur der "Heizwert" der Wechselspannungsanteile der Eingangswellenform gemessen (Gleichspannung wird unterdrückt). Bei Sinuswellen, Dreieckswellen und Rechteckwellen sind die Wechsel- und Gleichspannungswerte gleich, da diese Wellenformen keinen Gleichspannungsoffset beinhalten. Unsymmetrische Wellenformen, wie z.B. Impulsfolgen, enthalten üblicherweise Gleichspannungen, die durch wechselspannungsgekoppelte echte Effektivwertmessungen unterdrückt werden.

**Echter Effektivwert
(Fortsetzung)**

Eine wechsellspannungsgekoppelte Messung des Effektivwerts ist in Situationen wünschenswert, in denen kleine Wechsellspannungssignale in Gegenwart von großen Gleichspannungsoffsets gemessen werden. Eine solche Situation tritt zum Beispiel auf, wenn ein Wechsellspannungsbrummen in einer Gleichstromversorgung gemessen wird. Es gibt jedoch Situationen, in denen es wünschenswert ist, die echten Effektivwerte für Wechsel- und Gleichspannung zu kennen. Dieser Wert kann bestimmt werden, indem die Ergebnisse aus Gleich- und Wechsellspannungsmessungen wie unten gezeigt kombiniert werden. Damit eine bestmögliche Wechsellspannungsunterdrückung erzielt wird, sollten Sie diese Gleichspannungsmessungen mit einer Integration von mindestens 10 Netzfrequenzperioden durchführen (Betriebsart 6 Stellen).

$$(AC + DC) RMS = \sqrt{AC^2 + DC^2}$$

Crestfaktorfehler (nicht sinusförmige Eingangssignale)

Ein weit verbreitetes Mißverständnis ist, "da ein Wechsellspannungsmultimeter echten Effektivwert mißt, gilt seine Genauigkeit für Sinuswellen auch für sämtliche andere Wellenformen". Tatsächlich kann jedoch die Form des Eingangssignals die Meßgenauigkeit entscheidend beeinflussen. Wellenformen von Signalen werden im allgemeinen mit dem *Crestfaktor* beschrieben. Der Crestfaktor ist das Verhältnis zwischen Spitzenwert und Effektivwert einer Wellenform.

Zum Beispiel ist bei einer Impulsfolge der Crestfaktor annähernd gleich dem Wert der Quadratwurzel aus dem Tastverhältnis, wie in der Tabelle auf der vorhergehenden Seite gezeigt. Im allgemeinen gilt, daß je größer der Crestfaktor ist, desto größer ist auch die in höherfrequenten Signalen enthaltene Energie. Sämtliche Multimeter zeigen Meßfehler, die abhängig vom Crestfaktor sind. Crestfaktorfehler für das Agilent 34401A finden Sie in Kapitel 8 "Technische Daten". Beachten Sie, daß die Crestfaktorfehler nicht für Eingangssignale unterhalb 100 Hz gelten, wenn ein langsames AC-Filter verwendet wird.

**Crestfaktorfehler
(Fortsetzung)**

Der Meßfehler auf Grund des Crestfaktors kann wie folgt bestimmt werden:

$$\text{Gesamtfehler} = \text{Fehler (Sinus)} + \text{Fehler (Crestfaktor)} + \text{Fehler (Bandbreite)}$$

Fehler (Sinus): Fehler bei Sinus, wie in Kapitel 8 gezeigt.

Fehler (Crestfaktor): zusätzliche Fehler für Crestfaktor, wie in Kapitel 8 gezeigt.

Fehler (Bandbreite): geschätzter Bandbreitenfehler wie nachfolgend gezeigt.

$$\text{Bandbreitenfehler} = \frac{-C.F.^2 \times F}{4 \pi \times BW}$$

C.F. = Signalcrestfaktor

F = Grundfrequenz des Eingangssignals

BW = -3-dB-Bandbreite des Multimeters
(1 MHz beim Agilent 34401A)

Beispiel

Rechnen Sie annäherungsweise den Meßfehler für eine Impulsfolge mit einem Crestfaktor von 3 und einer Grundfrequenz von 20 kHz. In diesem Beispiel gehen Sie von den Genauigkeitsspezifikationen für 90 Tage des Multimeters aus: $\pm (0,05\% + 0,03\%)$.

$$\text{Gesamtfehler} = 0,08\% + 0,15\% + 1,4\% = 1,6\%$$

Lastfehler (Wechselspannung)

In der Wechselspannungsfunktion erscheint der Eingang des Agilent 34401A als ein 1-M Ω -Widerstand mit einer parallel geschalteten Kapazität von 100 pF. Die verwendeten Anschlußkabel führen zu einer weiteren Kapazitätserhöhung und Belastung. Die nachfolgende Tabelle zeigt annähernd den Eingangswiderstand des Multimeters bei verschiedenen Frequenzen.

Eingangsfrequenz	Eingangswiderstand
100 Hz	1 M Ω
1 kHz	850 k Ω
10 kHz	160 k Ω
100 kHz	16 k Ω

Bei niedrigen Frequenzen:

$$\text{Fehler (\%)} = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1 \text{ M}\Omega}$$

Zusätzlicher Fehler bei hohen Frequenzen:

$$\text{Fehler (\%)} = 100 \times \left[\frac{1}{\sqrt{1 + (2 \pi \times F \times R_s \times C_{in})^2}} - 1 \right]$$

R_s = Quellenwiderstand

F = Eingangsfrequenz

C_{in} = Eingangskapazität (100 pF) plus Kabelkapazität

Messungen unterhalb vom Bereichsendwert

Die genauesten Wechselspannungsmessungen können durchgeführt werden, wenn das Multimeter im gewählten Bereich den Bereichsendwert erreicht. Automatische Bereichswahl erfolgt bei 10 % und 120 % vom Bereichsendwert. Dies ermöglicht das Messen von Eingangssignalen im Bereichsendwert in einem Bereich und bei 10 % vom Bereichsendwert des nächsthöheren Bereiches. Die Genauigkeit unterscheidet sich in beiden Fällen merklich. Für höchste Genauigkeit sollten Sie die manuelle Bereichswahl durchführen, um den niedrigstmöglichen Bereich für die Messung zu erhalten.

Fehler durch Eigenerwärmung bei Hochspannung

Das Anlegen einer Spannung größer 300 V_{eff} führt zu einer Eigenerwärmung der signalverarbeitenden Bauteile des Multimeters. Diese Fehler sind bei den Technischen Daten berücksichtigt. Temperaturänderungen innerhalb des Multimeters auf Grund von Eigenerwärmung können einen zusätzlichen Fehler in anderen Wechselspannungsbereichen verursachen. Der zusätzliche Fehler liegt unter 0,02 % und tritt nach wenigen Minuten nicht mehr auf.

Temperatur- und Überlastfehler

Das Agilent 34401A verwendet eine Meßmethode, die interne Offsetspannungen mißt und "entfernt", sobald Sie die Funktion oder den Bereich wechseln. Verbleibt das Multimeter über eine längere Zeitdauer im gleichen Bereich und die Umgebungstemperatur ändert sich merklich (oder das Multimeter ist nicht betriebswarm), so können sich die internen Offsetspannungen ändern. Dieser Temperaturkoeffizient beträgt typischerweise 0,002 % des Bereichs je °C und wird automatisch entfernt, wenn die Funktion oder der Bereich gewechselt wird.

Wenn Sie bei einem *Überlastzustand* manuell in einen anderen Bereich wechseln, so kann sich die interne Offsetspannung für den gewählten Bereich verschlechtern. Typischerweise muß ein zusätzlicher Fehler von 0,01 % des Bereichs berücksichtigt werden. Dieser zusätzlicher Fehler wird automatisch entfernt, wenn der Überlastzustand nicht mehr besteht und daraufhin die Funktion oder der Bereich gewechselt wird.

Fehler beim Messen von niedrigen Pegeln

Beim Messen von Wechselspannungen kleiner 100 mV müssen Sie berücksichtigen, daß diese Messungen besonders "anfällig" sind durch Fehler, die durch externe Störquellen hervorgerufen werden. Eine freiliegende Prüfleitung wirkt wie eine Antenne, wobei das Multimeter die empfangenen Signale mißt. Der gesamte Meßpfad, einschließlich Netzkabel, wirken wie eine Antennenschleife. Ströme in der Schleife erzeugen Fehlerspannungen zwischen sämtlichen Impedanzen, die mit dem Multimeteingang in Reihe geschaltet sind. Aus diesem Grunde sollten Sie bei Low-Pegel-Messungen abgeschirmte Kabel verwenden. Die Abschirmung sollte an den Eingang LO angeschlossen werden.

Schließen Sie das Multimeter und die Wechselspannungsquelle möglichst an dieselbe Steckdose an. Die Auswirkung durch Erdschleifen sollte so weit wie möglich verringert werden. Eine Quelle mit hoher Impedanz ist anfälliger für Störeinstreuungen als eine Quelle mit niedriger Impedanz. Die Hochfrequenz-Impedanz einer Quelle kann vermindert werden, indem ein Kondensator parallel zu den Eingangsanschlüssen des Multimeters geschaltet wird. Die richtige Kapazität des Kondensators für Ihre Anwendung müssen Sie durch Ausprobieren feststellen.

Fremdstörsignale korrelieren in der Regel nicht mit dem Eingangssignal. Der Fehler kann wie folgt bestimmt werden.

$$\text{Gemessene Spannung} = \sqrt{V_{\text{in}}^2 + V_{\text{Stör}}^2}$$

Trotz ihres seltenen Auftretens sind korrelierende Störsignale besonders schädlich. Diese werden immer direkt zum Eingangssignal addiert. Das Messen eines Low-Pegel-Signals mit derselben Frequenz wie die der Netzleitung führt häufig zu diesem Fehler.

Gleichtaktfehler

Solche Fehler entstehen, wenn der Eingangsanschluß LO des Multimeters mit einer Wechselspannung in Bezug zu Erde betrieben wird. Unnötige Gleichtaktspannungen werden besonders häufig dann erzeugt, wenn der Ausgang eines Wechselspannungseichgeräts "umgekehrt" an das Multimeter angeschlossen wird. Idealerweise ist es unerheblich, wie die Quelle angeschlossen wird. Sowohl Quelle als auch Multimeter können diese ideale Situation jedoch verschlechtern.

Auf Grund der Kapazität zwischen dem Eingangsanschluß LO und Erde (ca. 200 pF beim Agilent 34401A) wird die Quelle in Abhängigkeit von der Anschlußart belastet. Die Fehlergröße ist vom Ansprechen der Quelle auf diese Belastung abhängig. Obwohl die Meßschaltkreise des Multimeters sehr gut abgeschirmt sind, sprechen sie beim umgekehrten Anschluß auf Grund leichter Unterschiede bei den Streukapazitäten zur Schutz Erde anders an. Die Fehler sind bei hochfrequenten Hochspannungseingangssignalen am größten. Typischerweise entsteht ein zusätzlicher Fehler von 0,06 % bei einem "umgekehrten" Eingangssignal von 100 V und 100 kHz. Um diese Fehler zu minimieren, können die Erdungstechniken verwendet werden, die bei Gleichtaktproblemen beschrieben wurden (siehe Seite 195).

Fehler bei Wechselstrommessungen

Lastspannungsfehler, die für Gleichstrom gelten, gelten auch beim Messen von Wechselströmen. Die Lastspannung bei Wechselstrom ist jedoch auf Grund der Serieninduktivität des Multimeters und Ihrer Meßanschlüsse größer. Die Belastungsspannung nimmt mit zunehmender Eingangsfrequenz ebenfalls zu. Bei Strommessungen können Schaltkreise auf Grund der Serieninduktivität des Multimeters und Ihrer Meßanschlüsse schwingen.

Fehler bei Frequenz- und Periodenmessungen

Das Multimeter verwendet bei Frequenz- und Periodenmessungen ein reziprokes Zählverfahren. Durch dieses Verfahren wird eine konstante Meßauflösung für jede Eingangsfrequenz erzeugt. Die Meßkreise für Wechselspannung führen die Eingangssignalverarbeitung durch. Sämtliche Frequenzzähler sind für Fehler anfällig, die beim Messen von niedrigfrequenten Niederspannungssignalen auftreten. Die Auswirkungen der internen und externen Störeinstreuung sind besonders kritisch, wenn "langsame" Signale gemessen werden. Der Fehler ist dabei umgekehrt proportional zur Frequenz. Meßfehler treten außerdem auf, wenn Sie versuchen, nach einer Änderung der DC-Offsetspannung die Frequenz (oder Periode) eines Signals zu messen. Vor Durchführung von Frequenzmessungen müssen Sie den Eingangs-Koppelkondensator des Multimeters einschwingen lassen.

Schnelle Gleichspannungs- und Widerstandsmessungen

Das Multimeter verwendet ein automatisches Nullmeßverfahren (Autozero), um interne thermische EMF- und Leckstromfehler auszuschließen. Jede Messung setzt sich aus einer Messung des Eingangssignals gefolgt von einer Messung der internen Offsetspannung zusammen. Der Fehler bei der internen Offsetspannung wird zur Erhöhung der Genauigkeit vom Eingangssignal abgezogen. Dies gleicht die Änderungen der Offsetspannungen auf Grund von Temperaturunterschieden aus. Schalten Sie für eine maximale Meßgeschwindigkeit Autozero aus. Bei Gleichspannungs-, Widerstands- und Gleichstromfunktionen wird die Meßgeschwindigkeit mehr als verdoppelt. Autozero steht bei anderen Meßfunktionen nicht zur Verfügung.

Schnelle Wechselspannungsmessungen

Die Wechselspannungs- und Wechselstromfunktionen des Multimeters haben drei verschiedene Niederfrequenzfilter. Diese Filter ermöglichen eine schnellere Meßgeschwindigkeit zu Lasten der Niederfrequenzgenauigkeit. Das *schnelle Filter* schwingt in 0,1 Sekunden ein und kann für Frequenzen oberhalb 200 Hz verwendet werden. Das *mittlere Filter* schwingt in einer Sekunde ein und kann für Messungen ab 20 Hz verwendet werden. Das *langsame Filter* schwingt in 7 Sekunden ein und kann für Frequenzen ab 3 Hz verwendet werden.

Wechselspannungsmessungen können mit einer Rate von bis zu 50 Messungen pro Sekunde durchgeführt werden. Verwenden Sie hierzu die manuelle Bereichseinstellung, um Verzögerungen bei der automatischen Bereichseinstellung auszuschließen. Durch Einstellen der vorprogrammierten Trigger-Verzögerung auf Null ermöglicht jedes Filter bis zu 50 Messungen pro Sekunde. Es kann jedoch sein, daß die Messung nicht besonders genau ist, da das Filter noch nicht voll eingeschwungen ist. Bei Anwendungen, in denen sich die Meßsignalpegel stark unterscheiden, schwingt das mittlere Filter bei einer Messung pro Sekunde ein und das schnelle Filter bei 10 Messungen pro Sekunde.

Sind die Meßsignalpegel ähnlich, so ist für jede neue Messung nur eine geringe Einschwingzeit erforderlich. In diesem besonderen Fall bietet das mittlere Filter eine reduzierte Genauigkeit bei 5 Messungen pro Sekunde und das schnelle Filter bietet reduzierte Genauigkeit bei 50 Messungen pro Sekunde. Eine zusätzliche Einschwingzeit kann erforderlich sein, wenn sich der Gleichspannungspegel von Meßsignal zu Meßsignal verändert. Der DC-Sperrschaltkreis des Multimeters hat eine Einschwing-Zeitkonstante von genau 0,2 Sekunden. Diese Einschwingzeit beeinflusst die Meßgenauigkeit nur, wenn die DC-Offsetpegel je nach Meßsignal variieren. Wird in einem Meßsystem maximale Meßgeschwindigkeit gewünscht, können Sie ein externes Koppelglied in Kanäle mit signifikanten Gleichspannungen einfügen. Der Schaltkreis kann einfach aus einem Widerstand und einem Kondensator bestehen.

Technische Daten

■ DC-Kenndaten

Genauigkeit $\pm$ (% vom Meßwert + % des Bereichs) [1]

Funktion	Bereich [3]	Prüfstrom oder Belastungs-spannung	24 Std. [2] 23°C $\pm$ 1°C	90 Tage 23°C $\pm$ 5°C	1 Jahr 23°C $\pm$ 5°C	Temperatur-koeffizient 0°C - 18°C 28°C - 55°C
Gleichspannung	100,0000 mV		0,0030 + 0,0030	0,0040 + 0,0035	0,0050 + 0,0035	0,0005 + 0,0005
	1,000000 V		0,0020 + 0,0006	0,0030 + 0,0007	0,0040 + 0,0007	0,0005 + 0,0001
	10,00000 V		0,0015 + 0,0004	0,0020 + 0,0005	0,0035 + 0,0005	0,0005 + 0,0001
	100,0000 V		0,0020 + 0,0006	0,0035 + 0,0006	0,0045 + 0,0006	0,0005 + 0,0001
	1000,000 V		0,0020 + 0,0006	0,0035 + 0,0010	0,0045 + 0,0010	0,0005 + 0,0001
Widerstand [4]	100,0000 Ω	1 mA	0,0030 + 0,0030	0,008 + 0,004	0,010 + 0,004	0,0006 + 0,0005
	1,000000 k Ω	1 mA	0,0020 + 0,0005	0,008 + 0,001	0,010 + 0,001	0,0006 + 0,0001
	10,00000 k Ω	100 μ A	0,0020 + 0,0005	0,008 + 0,001	0,010 + 0,001	0,0006 + 0,0001
	100,0000 k Ω	10 μ A	0,0020 + 0,0005	0,008 + 0,001	0,010 + 0,001	0,0006 + 0,0001
	1,000000 M Ω	5 μ A	0,002 + 0,001	0,008 + 0,001	0,010 + 0,001	0,0010 + 0,0002
	10,00000 M Ω	500 nA	0,015 + 0,001	0,020 + 0,001	0,040 + 0,001	0,0030 + 0,0004
	100,0000 M Ω	500 nA // 10 M Ω	0,300 + 0,010	0,800 + 0,010	0,800 + 0,010	0,1500 + 0,0002
Gleichstrom	10,00000 mA	< 0,1 V	0,005 + 0,010	0,030 + 0,020	0,050 + 0,020	0,002 + 0,0020
	100,0000 mA	< 0,6 V	0,01 + 0,004	0,030 + 0,005	0,050 + 0,005	0,002 + 0,0005
	1,000000 A	< 1 V	0,05 + 0,006	0,080 + 0,010	0,100 + 0,010	0,005 + 0,0010
	3,000000 A	< 2 V	0,10 + 0,020	0,120 + 0,020	0,120 + 0,020	0,005 + 0,0020
Durchgang	1000,0 Ω	1 mA	0,002 + 0,010	0,008 + 0,020	0,010 + 0,020	0,001 + 0,002
Diodentest	1,0000 V	1 mA	0,002 + 0,010	0,008 + 0,020	0,010 + 0,020	0,001 + 0,002
Gleichspannungs-verhältnis	100 mV bis 1000 V		(Eingangsgenauigkeit) + (Referenzgenauigkeit) Eingangsgenauigkeit = Genauigkeit des Eingangssignals. Referenzgenauigkeit = Genauigkeit des Referenzeingangssignals.			

Übertragungsgenauigkeit (typisch)

(24 Std. x % des Bereichsfehlers)
2

Bedingungen:

Innerhalb 10 Min. und $\pm$ 0,5°C.
Innerhalb $\pm$ 10% des Ausgangswerts.
Nach einer zweistündigen Aufwärmphase.
Fest-Bereich zwischen 10% und 100% des Bereichsendwertes.
Mit 6½ Stellen, langsame Auflöserung (100 PLC).
Messungen werden nach anerkannten Meßverfahren durchgeführt.

Meßeigenschaften

Gleichspannung	
Meßmethode:	Fortlaufend integrierender, multi-slope III A/D-Konverter.
A/D-Linearität:	0,0002% des Meßwerts + 0,0001% des Ber.
Eingangswiderstand:	Wählbar 10 M Ω oder > 10 G Ω
0,1 V, 1 V, 10 V Bereiche	10 M Ω $\pm$ 1%
100 V, 1000 V Bereiche	< 30 pA bei 25°C
Eingangs-Leckstrom:	Kupferlegierung
Eingangsanschlüsse:	1000 V in allen Bereichen
Eingangsschutz:	
Widerstand	
Meßmethode:	Wählbar, 4-Draht- oder 2-Draht- Widerstands- mesgn. Stromquelle bezogen auf LO-Eingang
Maximaler Leitungswiderstand:	10% des Bereiches je Leitung für die Bereiche 100 Ω und 1 k Ω
(4-Draht-Messungen)	1 k Ω je Leitung für alle anderen Bereiche.
Eingangsschutz:	1000 V in allen Bereichen
Gleichstrom	
Nebenschlußwiderstand:	0,1 Ω bei 1 A u. 3 A, 5 Ω bei 10 mA u. 100 mA
Eingangsschutz:	Sicherung von außen zugänglich, 250 V, 3 A. Eingebaute Sicherung, 250 V, 7 A.
Durchgangs-/Diodenprüfung	
Anspruchzeit:	300 Meßwerte/s mit Tonsignal
Durchgangsschwelle:	Einstellbar von 1 Ω bis 1000 Ω
Gleichspannungsverhältnis	
Meßmethode:	Eingang HI-LO/Referenz HI-LO
Eingang HI-LO	Bereiche 100 mV bis 1000 V
Referenz HI-Eingang LO	Bereiche 100 mV bis 10 V (autom. eingestellt)
Eingang zu Referenz	Referenz LO zu Eingang LO, Spannung < 2 V
	Referenz HI zu Eingang LO, Spannung < 12 V
Störunterdrückung	
60 Hz (50 Hz) [5]	
DC CMRR	140 dB
Integrationszeit	
100 PLC / 1,67s (2s)	70 dB [7]
10 PLC / 167 ms (200 ms)	60 dB [7]
1 PLC / 16,7 ms (20 ms)	60 dB [7]
< 1 PLC / 3 ms (800 μ s)	0 dB

Betriebskennndaten [8]

Funktion	Stellen	Meßwert(e)	Zusätzl. Störge- rüschoffener
Gleichspannung,	6½	0,6 (0,5)	0% des Bereichs
Gleichstrom und	6½	6 (5)	0% des Bereichs
Widerstand	5½	60 (50)	0,001% des Bereichs [10]
	5½	300	0,001% des Bereichs [10]
	4½	1000	0,01% des Bereichs [10]

Systemgeschwindigkeiten [9]	
Funktionswechsel	26/s
Bereichswechsel	50/s
Zeit für automatische Bereichseinstellung	< 30 ms
Meßwerte im ASCII-Format an RS-232	55/s
Meßwerte im ASCII-Format an GPIB	1000/s
Max. interne Triggerrate	1000/s
Max. externe Triggerrate an Speicher	1000/s
Max. externe Triggerrate an GPIB	900/s

Betrieb mit Autazero OFF
Nach einer Aufwärmphase des Geräts bei einer Kalibrierungs- temperatur von $\pm 1^\circ\text{C}$ und < 10 Min. muß ein Fehler von 0,0002 % des Bereichs + 5 μV hinzugefügt werden.

Überlegungen zur Einschwingzeit
Meßsignaleinschwingzeiten werden von der Quellenimpedanz, den dielektrischen Eigenschaften der Kabel sowie Änderungen des Eingangssignals beeinflusst.

Überlegungen zu Messungen
Agilent empfiehlt für diese Messungen die Verwendung von oder anderen Drahtisierungen mit hoher Impedanz und geringer dielektrischer Absorption.

- [1] Technische Daten gelten für eine einstündige Aufwärmphase bei 6½ Stellen.
- [2] Relativ zu Kalibrierungsstandards.
- [3] 20% Bereichsüberschreitung in allen Bereichen, außer 1000 Vdc, Bereich 3 A.
- [4] Bei 4-Draht-Widerstandsmessung oder 2-Draht-Widerstands- messung mit mathematischer Nullung. Ohne Math. Null- stellung muß bei der 2-Draht-Widerstandsmessung ein zusätzlicher Fehler von 0,2 Ω hinzugefügt werden.
- [5] Bei 1 k Ω Unsymmetrie in LO-Leitung.
- [6] Bei Netzfrequenz $\pm 0,1\%$.
- [7] Bei Netzfrequenz $\pm 1\%$, 20 dB abziehen. Bei $\pm 3\%$, 30 dB abziehen.
- [8] Meßgeschwindigkeiten bei 60 Hz und 50 Hz, Autozero aus.
- [9] Geschwindigkeiten gelten für: 4½ Stellen, Verzögerung 0, Autozero und Display aus. Einschließlich Messung und Datenübertragung über GPIB.
- [10] Bei Gleichspannung 20 μV , 4 μA bei Gleichstrom oder 20 m Ω bei Widerstand addieren.

■ AC-Kenndaten

Genauigkeit $\pm$ (% des Meßwertes + % des Bereichs) [1]

Funktion	Bereich [3]	Frequenz	24 Std. [2] 23°C ± 1°C	90 Tage 23°C ± 5°C	1 Jahr 23°C ± 5°C	Temperatur- Koeffizient 0°C – 18°C 28°C – 55°C
Echter Effektivwert Wechsel- spannung [4]	100,000 mV	3 Hz – 5 Hz	1,00 + 0,03	1,00 + 0,04	1,00 + 0,04	0,100 + 0,004
		5 Hz – 10 Hz	0,35 + 0,03	0,35 + 0,04	0,35 + 0,04	0,035 + 0,004
		10 Hz – 20 kHz	0,04 + 0,03	0,05 + 0,04	0,06 + 0,04	0,005 + 0,004
		20 kHz – 50 kHz	0,10 + 0,05	0,11 + 0,05	0,12 + 0,05	0,011 + 0,005
		50 kHz – 100 kHz	0,55 + 0,08	0,60 + 0,08	0,60 + 0,08	0,060 + 0,008
		100 kHz – 300 kHz [6]	4,00 + 0,50	4,00 + 0,50	4,00 + 0,50	0,20 + 0,02
	1,000000 V bis 750,000 V	3 Hz – 5 Hz	1,00 + 0,02	1,00 + 0,03	1,00 + 0,03	0,100 + 0,003
		5 Hz – 10 Hz	0,35 + 0,02	0,35 + 0,03	0,35 + 0,03	0,035 + 0,003
		10 Hz – 20 kHz	0,04 + 0,02	0,05 + 0,03	0,06 + 0,03	0,005 + 0,003
		20 kHz – 50 kHz	0,10 + 0,04	0,11 + 0,05	0,12 + 0,05	0,011 + 0,005
		50 kHz – 100 kHz [5]	0,55 + 0,08	0,60 + 0,08	0,60 + 0,08	0,060 + 0,008
		100 kHz – 300 kHz [6]	4,00 + 0,50	4,00 + 0,50	4,00 + 0,50	0,20 + 0,02
Echter Effektivwert Wechselstrom [4]	1,000000 A	3 Hz – 5 Hz	1,00 + 0,04	1,00 + 0,04	1,00 + 0,04	0,100 + 0,006
		5 Hz – 10 Hz	0,30 + 0,04	0,30 + 0,04	0,30 + 0,04	0,035 + 0,006
		10 Hz – 5 kHz	0,10 + 0,04	0,10 + 0,04	0,10 + 0,04	0,015 + 0,006
	3,00000 A	3 Hz – 5 Hz	1,10 + 0,06	1,10 + 0,06	1,10 + 0,06	0,100 + 0,006
		5 Hz – 10 Hz	0,35 + 0,06	0,35 + 0,06	0,35 + 0,06	0,035 + 0,006
		10 Hz – 5 kHz	0,15 + 0,06	0,15 + 0,06	0,15 + 0,06	0,015 + 0,006
Zusätzliche Niederfrequenzfehler (% des Meßwerts)			Zusätzliche Crestfaktor-Fehler (kein Sinus) [7]			
AC-Filter						
Frequenz	langsam	mittel	schnell	Crestfaktor	Fehler (% des Meßwerts)	
10 Hz – 20 Hz	0	0,74	—	1 – 2	0,05%	
20 Hz – 40 Hz	0	0,22	—	2 – 3	0,15%	
40 Hz – 100 Hz	0	0,06	0,73	3 – 4	0,30%	
100 Hz – 200 Hz	0	0,01	0,22	4 – 5	0,40%	
200 Hz – 1 kHz	0	0	0,18			
> 1 kHz	0	0	0			

Genauigkeit der Sinussignalübertragung (typisch)

Frequenz	Fehler (% des Bereichs)
10 Hz – 50 kHz	0,002%
50 kHz – 300 kHz	0,005%

Bedingungen:

Sinusförmiges Eingangssignal:
Innerhalb von 10 Min. und $\pm$ 0,5°C.
Innerhalb von $\pm$ 10% der ursprünglichen Spannung und $\pm$ 1% der ursprünglichen Frequenz.
Nach einer zweistündigen Aufwärmphase.
Fest-Bereich zwischen 10% und 100% des Bereichsendwertes (und <120 V).
Bei einer Auflösung von 6½ Stellen.
Messungen werden nach anerkannten Meßverfahren durchgeführt.

Meßeigenschaften

Störunterdrückung [8]	
AC CMRR	70 dB
Effektivwert Wechselspannung	
Meßmethode:	Wechselspannungsgekoppelter, echter Effektivwert - mißt Wechselspannungskomponente des Eingangssignals mit einer Gleichspannung von bis zu 400 Vdc in jedem Bereich.
Crestfactor:	Max. 5:1 bei Bereichsendwert
Bandbreite AC-Filter:	langsam
	mittel
	schnell
Eingangsimpedanz:	1 M Ω $\pm$ 2%, parallel mit 100 pF
Eingangsschutz:	750 V effektiv in allen Bereichen

Echter Effektivwert Wechselstrom	
Meßmethode:	Direkt gekoppelt an Sicherung und Nebenschlußwiderstand. Wechselspannungsgekoppelte, echte Effektivwertmessung (mißt nur Wechselstromkomponenten).
Nebenschlußwiderstand:	0,1 Ω für die Bereiche 1 A und 3 A
Belastungsspannung:	Bereich 1 A: < 1 V effektiv
	Bereich 3 A: < 2 V effektiv
Eingangsschutz:	Sicherung von außen zugänglich, 250 V, 7 A. Interne Sicherung, 250 V, 7 A.

Überlegungen zur Einschwingzeit

Wird mehr als 300 V_{eff} (oder mehr als 3 A_{eff}) angelegt, so führt dies zu einer Eigenwärmerung der signalverarbeitenden Bauteile. Diese Fehler sind bei den technischen Daten des Meßgerätes berücksichtigt. Temperaturänderungen auf Grund von Eigenwärmerung können einen zusätzlichen Fehler in niedrigeren Wechselspannungsbereichen verursachen. Der zusätzliche Fehler liegt unter 0,02 % und verschwindet in wenigen Minuten.

Betriebskennzahlen [9]

Funktion	Stellen	Meßwert(e)	AC-Filter
ACV, ACI	6½	7 s/Meßwert	langsam
	6½	1	mittel
	6½	1,6 [10]	schnell
	6½	10	schnell
	6½	50 [11]	schnell

Systemgeschwindigkeiten [11], [12]

Funktions- oder Bereichswechsel	5/s
Zeit für autom. Bereichseinstellung	<0,8 s
Meßwerte im ASCII-Format an RS-232	50/s
Meßwerte im ASCII-Format an GPIB	50/s
Max. interne Triggerrate	50/s
Max. externe Triggerrate an Speicher	50/s
Max. externe Triggerrate an GPIB oder RS-232	50/s

- [1] Technische Daten gelten für eine einstündige Aufwärmphase bei 6½ Stellen, langsames AC-Filter, sinusförmiges Eingangssignal.
- [2] Relativ zu Kalibrierungsstandards.
- [3] 20% Bereichsüberschreitung in allen Bereichen, außer 750 Vac, Bereich 3 A.
- [4] Technische Daten gelten für sinusförmige Eingangssignale > 5% des Bereichs. Für Eingangssignale von 1% bis 5% des Bereichs und < 50 kHz muß ein zusätzlicher Bereichsfehler von 0,1% addiert werden. Bei 50 kHz bis 100 kHz 0,13% des Bereichs addieren.
- [5] Bereich 750 Vac begrenzt auf 100 kHz oder 8×10^7 Volt-Hz.
- [6] Typischerweise 30% des Meßfehlers bei 1 MHz.
- [7] Bei Frequenzen unterhalb 100 Hz, langsames AC-Filter, nur für sinusförmige Eingangssignale spezifiziert.
- [8] Bei 1 k Ω Unsymmetrie in der LO-Leitung.
- [9] Maximale Meßraten mit einem zusätzlichen Fehler von 0,01 % bei Wechselspannungsschritten. Zusätzliche Einschwingverzögerung erforderlich, wenn der DC-Eingangsspegel variiert.
- [10] Bei externer Triggerrate oder rechnergesteuertem Betrieb Standardeinstellverzögerung verwenden (Delay Auto).
- [11] Max. nutzbarer Grenzwert bei Standardeinstellverzögerung ausgeschaltet.
- [12] Geschwindigkeiten gelten für: 4½ Stellen, Verzögerung 0, Display aus, schnelles AC-Filter.

■ Frequenz- und Periodenkenndaten

Genauigkeit $\pm$ (% des Meßwerts) [1]

Funktion	Bereich [3]	Frequenz	24 Std. [2] 23°C $\pm$ 1°C	90 Tage 23°C $\pm$ 5°C	1 Jahr 23°C $\pm$ 5°C	Temperatur- koeffizient 0°C – 18°C 28°C – 55°C
Frequenz, Periode [4]	100 mV	3 Hz – 5 Hz	0,10	0,10	0,10	0,005
	bis	5 Hz – 10 Hz	0,05	0,05	0,05	0,005
	750 V	10 Hz – 40 Hz	0,03	0,03	0,03	0,001
		40 Hz – 300 kHz	0,006	0,01	0,01	0,001

Zusätzliche Niederfrequenzfehler (% des Meßwerts) [4]

Frequenz	Auflösung		
	6½	5½	4½
3 Hz – 5 Hz	0	0,12	0,12
5 Hz – 10 Hz	0	0,17	0,17
10 Hz – 40 Hz	0	0,2	0,2
40 Hz – 100 Hz	0	0,06	0,21
100 Hz – 300 Hz	0	0,03	0,21
300 Hz – 1 kHz	0	0,01	0,07
> 1 kHz	0	0	0,02

Übertragungsgenauigkeit (typisch)

0,0005% des Meßwerts

Bedingungen:

Innerhalb von 10 Min. und $\pm$ 0,5°C.

Innerhalb $\pm$ 10% des Ausgangswerts.

Nach einer zweistündigen Aufwärmphase.

Für Eingangssignale > 1 kHz und > 100 mV.

Bei einer langsamen Auflösung mit 6½ Stellen (Torzeit 1 Sekunde).

Messungen werden nach anerkannten Meßverfahren durchgeführt.

Meßeigenschaften

Frequenz und Periode	
Meßmethode:	Reziprok-Zählverfahren. Wechselspannungsgekoppelter Eingang unter Verwendung der Wechsel- spannungsmeßfunktion.
Spannungsbereiche:	100 mV eff. Bereichsendwert bis 750 V eff. Autom. oder manuelle Bereichseinstellung.
Torzeit:	10 ms, 100 ms oder 1 s

Überlegungen zur Einschwingzeit

Es treten Fehler auf, wenn versucht wird, nach einer Änderung der Offset-Gleichspannung die Frequenz oder Periode eines Eingangssignals zu messen. Das Eingangs-RC-Glied muß sich vollständig einschwingen können (bis zu 1 Sek.), bevor exakte Messungen möglich sind.

Überlegungen zu Messungen

Sämtliche Frequenzzähler sind anfällig für Fehler, wenn niederfrequente Niederspannungssignale gemessen werden. Das Abschirmen der Eingänge vor externer Störsignaleinstreuung ist zur Minimierung von Meßfehlern unbedingt erforderlich.

Betriebskenndaten [5]

Funktion	Stellen	Meßwert(e)
Frequenz,	6½	1
Periode	5½	9,8
	4½	80

Systemgeschwindigkeiten [5]

Konfigurationsgeschwindigkeit	14/s
Zeit für autom. Bereichseinstellung	<0,6 s
Meßwerte im ASCII-Format an RS-232	55/s
Meßwerte im ASCII-Format an GPIB	80/s
Max. interne Triggerrate	80/s
Max. externe Triggerrate an Speicher	80/s
Max. externe Triggerrate an GPIB oder RS-232	80/s

- [1] Technische Daten gelten für eine einstündige Aufwärmphase bei 6½ Stellen.
- [2] Relativ zu Kalibrierungsstandards.
- [3] 20% Bereichsüberschreitung in allen Bereichen, mit Ausnahme des Bereichs 750 Vac.
- [4] Eingang > 100 mV.
Bei einem 10-mV-Eingangssignal muß der Prozentwert des Meßfehlers mit 10 multipliziert werden.
- [5] Geschwindigkeiten gelten für: 4½ Stellen, Verzögerung 0, Display aus, schnelles AC-Filter.

■ Allgemeines

Allgemeine technische

Daten

Stromversorgung: 100 V / 120 V / 220 V / 240 V $\pm 10\%$.
Netzfrequenz: 45 Hz bis 66 Hz und 360 Hz bis 400 Hz.

Leistungsaufnahme: Max. 25 VA (durchschnittlich 10 W)
Umgebungsbedingungen: Höchste Genauigkeit bei 0°C bis 55°C
Höchste Genauigkeit bei 80% r.L.
bei 40°C
– 40°C bis 70°C

Lagerung:

Gehäuseabmessungen

(Hö×T): 88,5 mm x 212,6 mm x 348,3 mm
Gewicht: 3,6 kg (8 lbs)

Sicherheit: Entspricht den Vorschriften CSA 231,
UL 1244, IEC 1010-1 (1990)

EMI:

Vibration und Stoß: MIL-T-28800E Typ III, Klasse 5
Akustik-Daten: LpA = 57 dB (Summer on)
LpA < 35 dB (Summer aus)

am Arbeitsplatz, normaler Betrieb
nach DIN 45635 T.1

Gewährleistung:

3 Jahre

Zubehör

Prüfleitungssatz mit Prüfspitzen, Krokodilklemmen und Greifern.
Benutzer- und Servicehandbuch, Prüfbericht sowie Netzkabel.

Triggerung und Speicher

Data-Hold-Empfindlichkeit: 0,01%, 0,1%, 1% oder 10% vom
Meßwert

Meßwerte je Trigger: 1 bis 50.000

Triggerverzögerung: 0 bis 3600 Sekunden
(Schrittgröße 10 μ s)

Externe Triggerverzögerung: < 1 ms

Externer Trigger-filter: < 500 μ s

Speicher: 512 Meßwerte

Rechenfunktionen

Null, Min-/Max/Durchschnitt, dB, dBm, Toleranztest (mit TTL-Ausgang).

dBm-Bezugswiderstände: 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150,
250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200 oder 8000 Ω .

Standard-Programmiersprachen

SCPI (Standardbefehle für programmierbare Meßgeräte)

Agilent-3478A-Sprachemulation

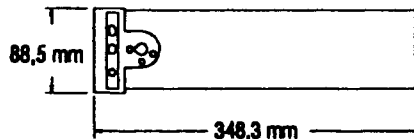
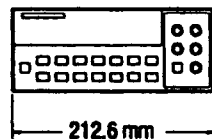
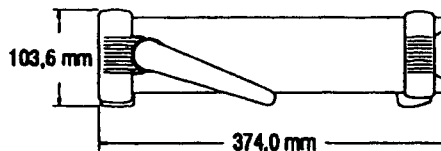
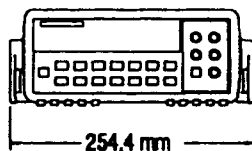
Fuke-8840A-, Fuke-8842A-Sprachemulation

Externe Schnittstelle

GPIB (IEEE-488.1, IEEE-488.2) und RS-232C

This ISM device complies with Canadian ICES-001.

*Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001
du Canada.*



Berechnung des Gesamtmeßfehlers

Jede technische Spezifikation beinhaltet Korrekturfaktoren, die Fehler aufgrund von Betriebsgrenzen des Multimeters berücksichtigt. In diesem Abschnitt werden die Fehler erklärt und es wird gezeigt, wie sie in den Messungen zu berücksichtigen sind. Lesen Sie den Abschnitt "Interpretation der technischen Daten" ab Seite 219, der zum Verständnis der verwendeten Terminologie und zur Interpretation der technischen Daten des Multimeters hilfreich ist.

Die Genauigkeit des Multimeters wird in folgender Form ausgedrückt: (% des Meßwerts + % des Bereiches). Zusätzlich zum Meßwert- und Bereichsfehler kann es erforderlich sein, weitere Fehler für bestimmte Betriebsbedingungen zu berücksichtigen. Überprüfen Sie die untenstehende Liste, ob Sie *alle* Fehler für eine gegebene Funktion berücksichtigt haben. Überprüfen Sie auch, ob Sie die entsprechenden Bedingungen, die in den Fußnoten bei den technischen Daten angegeben sind, berücksichtigt haben.

- Wenn Sie das Multimeter außerhalb eines Temperaturbereichs von $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ betreiben, sollten Sie zusätzlich einen Temperaturkoeffizienten-Fehler hinzufügen.
- Bei Gleichspannungs-, Gleichstrom- und Widerstandsmessungen kann es erforderlich sein, einen zusätzlichen *Meßgeschwindigkeitsfehler* oder einen *Autozero-OFF-Fehler* einzufügen.
- Bei Wechselspannungs- und Wechselstrommessungen kann es erforderlich sein, einen zusätzlichen Niederfrequenzfehler oder *Crestfaktorfehler* einzufügen.

Der Fehler "% des Meßwerts" Der *Meßwertfehler* gleicht Ungenauigkeiten aus, die aus der Funktions- und Bereichswahl sowie aus dem Eingangssignalpegel resultieren. Der Meßfehler schwankt je nach Eingangssignalpegel im gewählten Bereich. Dieser Fehler wird in Prozent des Meßwertes ausgedrückt. Die folgende Tabelle zeigt den angewandten Meßwertfehler bei der 24-Stunden-Gleichspannungsspezifikation des Multimeters.

Bereich	Eingangspegel	Meßwertfehler (% des Meßwerts)	Fehlerspannung
10 Vdc	10 Vdc	0,0015	$\leq 150 \mu\text{V}$
10 Vdc	1 Vdc	0,0015	$\leq 15 \mu\text{V}$
10 Vdc	0,1 Vdc	0,0015	$\leq 1,5 \mu\text{V}$

Der Fehler “% des Bereichs” Der Bereichsfehler gleicht Ungenauigkeiten aus, die aus der gewählten Funktion und dem gewählten Bereich entstehen. Der Bereichsfehler ist ein konstanter Fehler, ausgedrückt als “Prozent des Bereichs”, *unabhängig* vom Eingangssignalpegel. Die folgende Tabelle zeigt den angewandten Bereichsfehler bei der 24-Stunden-Gleichspannungsspezifikation des Multimeters.

Bereich	Eingangssignalpegel	Bereichsfehler (% des Bereichs)	Fehlerspannung
10 Vdc	10 Vdc	0,0004	$\leq 40 \mu\text{V}$
10 Vdc	1 Vdc	0,0004	$\leq 40 \mu\text{V}$
10 Vdc	0,1 Vdc	0,0004	$\leq 40 \mu\text{V}$

Gesamtmeßfehler Zur Berechnung des Gesamtmeßfehlers addieren Sie den Meßwertfehler und den Bereichsfehler. Sie können dann den Gesamtmeßfehler in einen Fehler “Prozent des Eingangssignals” oder in einen Fehler “ppm des Eingangssignals” konvertieren, wie nachfolgend gezeigt.

$$\text{Fehler \% des Eingangssignals} = \frac{\text{Gesamtmeßfehler}}{\text{Eingangssignalpegel}} \times 100$$

$$\text{ppm des Eingangssignalfehlers} = \frac{\text{Gesamtmeßfehler}}{\text{Eingangssignalpegel}} \times 1.000.000$$

Fehlerbeispiel

Nehmen Sie an, daß ein 5-V-Signal am Multimeter im Bereich 10 Vdc anliegt. Berechnen Sie den Gesamtmeßfehler unter Verwendung der 90-Tage-Genauigkeitsspezifikation: $\pm(0,0020\%$ des Meßwerts $+ 0,0005\%$ des Bereichs).

$$\text{Meßwertfehler} = 0,0020\% \times 5 \text{ Vdc} = 100 \mu\text{V}$$

$$\text{Bereichsfehler} = 0,0005\% \times 10 \text{ Vdc} = 50 \mu\text{V}$$

$$\begin{aligned} \text{Gesamtfehler} &= 100 \mu\text{V} + 50 \mu\text{V} = \pm 150 \mu\text{V} \\ &= \pm 0,0030\% \text{ von } 5 \text{ Vdc} \\ &= \pm 30 \text{ ppm von } 5 \text{ Vdc} \end{aligned}$$

Interpretation der technischen Daten des Multimeters

Dieser Abschnitt dient zum besseren Verständnis der verwendeten Terminologie und hilft Ihnen bei der Interpretation der technischen Daten des Multimeters.

Anzahl der Stellen und Überbereich

“Anzahl der Stellen” ist das grundlegendste und manchmal auch verwirrendste Leistungsmerkmal eines Multimeters. Die Anzahl der Stellen entspricht der maximalen Anzahl von “9er Ziffern”, die vom Multimeter gemessen oder angezeigt werden können. Dies ist die Anzahl der *ganzen Stellen*. Die meisten Multimeter verfügen über die Möglichkeit einer Bereichsüberschreitung, wobei eine Teil- oder “½”-Stelle hinzugefügt wird.

Das Agilent 34401A kann z.B. im 10-V-Bereich eine Gleichspannung von 9,99999 V messen. Dies entspricht einer Auflösung von sechs ganzen Stellen. Das Multimeter kann außerdem den 10-V-Bereich überschreiten und Gleichspannungen bis maximal 12,00000 V messen. Dies entspricht einer Messung mit 6½ Stellen bei einer Bereichsüberschreitung von 20 %.

Empfindlichkeit

Empfindlichkeit ist der Mindestpegel, den das Multimeter für eine gegebene Messung feststellen kann. Empfindlichkeit definiert die Fähigkeit des Multimeters, auf kleine Veränderungen des Eingangssignals anzusprechen. Angenommen, Sie überwachen ein 1-mV-Gleichspannungssignal und Sie möchten den Pegel innerhalb von $\pm 1 \mu\text{V}$ einstellen. Damit das Multimeter auf eine solch kleine Einstellung ansprechen kann, würde diese Messung ein Meßgerät mit einer Empfindlichkeit von mindestens $1 \mu\text{V}$ erfordern. Sie könnten ein Multimeter mit 6½ Stellen verwenden, *falls* es einen Bereich von 1 V Gleichspannung oder kleiner hat. Sie könnten ebenfalls ein Multimeter mit 4½ Stellen und einem Bereich von 10 mV Gleichspannung verwenden.

Beachten Sie bei Wechselspannungs- und Wechselstrommessungen, daß der kleinste Wert, der gemessen werden kann, sich von der Empfindlichkeit unterscheidet. Beim Agilent 34401A können durch diese Funktionen noch 1% des gewählten Bereiches gemessen werden. Vom Multimeter können z.B. Spannungen bis 1 mV im Bereich 100 mV gemessen werden.

Auflösung

Die Auflösung ist das numerische Verhältnis des maximal angezeigten Werts dividiert durch den minimal angezeigten Wert in einem gewählten Bereich. Auflösung wird häufig in Prozent, ppm, Ziffern oder Bits ausgedrückt. Zum Beispiel kann ein Multimeter mit $6\frac{1}{2}$ Stellen und der Möglichkeit zu einer 20%-igen Bereichsüberschreitung eine Messung mit einer Auflösung von bis zu "1.200.000" anzeigen. Dies entspricht etwa 0,0001% (1 ppm) des Bereichsendwerts oder 21 Bits einschließlich Zeichenbit. Alle vier Spezifikationen sind gleichwertig.

Genauigkeit

Genauigkeit ist ein Maß für "Exaktheit", auf die die Meßgenauigkeit des Multimeters relativ zur verwendeten Kalibrierungsreferenz bestimmt werden kann. Absolute Genauigkeit schließt die relative Ungenauigkeit des Multimeters ein sowie den bekannten Fehler der Kalibrierungsreferenz, bezogen auf nationale Standards (wie z.B. das U.S. National Institute of Standards and Technology). Genauer gesagt kann die angegebene Genauigkeit nur unter den angegebenen Bedingungen erreicht werden. Diese Bedingungen sollten Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Zeit einschließen.

Zwischen den Herstellern von Multimetern gibt es für die Zuverlässigkeitsgrenzen keine anerkannten Standards, bei denen die Spezifikationen festgelegt werden. Die folgende Tabelle zeigt die Möglichkeit der Nichtübereinstimmung für *jede Spezifikation* unter den gegebenen Voraussetzungen.

Spezifikationskriterium	Fehlerhäufigkeit
Mittelwert ± 2 Sigma	4,5%
Mittelwert ± 3 Sigma	0,3%
Mittelwert ± 4 Sigma	0,006%

Genauigkeitsschwankungen zwischen einzelnen Meßwerten und Meßgeräten nehmen bei zunehmender Anzahl von Sigma bei einer gegebenen Spezifikation ab. Dies bedeutet, daß eine größere tatsächliche Meßgenauigkeit für eine spezifische Genauigkeitszahl erreicht werden kann. Das Agilent 34401A wurde so entwickelt und geprüft, daß seine Leistungsfähigkeit über dem Mittelwert ± 4 Sigma der veröffentlichten Genauigkeitswerte liegt.

Übertragungsgenauigkeit

Übertragungsgenauigkeit bezieht sich auf die Fehler des Multimeters, die aufgrund von Störgeräuschen und Kurzzeitdrift entstehen. Dieser Fehler wird sichtbar, wenn zwei annähernd gleiche Signale miteinander verglichen werden, um die bekannte Genauigkeit eines Geräts auf ein anderes zu "übertragen".

24-Stunden-Genauigkeit

Die 24-Stunden-Genauigkeit ist die relative Genauigkeit des Multimeters über seinen gesamten Meßbereich bei kurzen Zeitabschnitten und in einer stabilen Umgebung. Kurzzeitgenauigkeit wird normalerweise für einen Zeitraum von 24 Stunden und für einen Temperaturbereich von $\pm 1^\circ\text{C}$ angegeben.

Genauigkeit für 90 Tage und 1 Jahr

Diese Langzeitgenauigkeit gilt für einen Temperaturbereich von $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. Diese Spezifikationen beinhalten die ursprünglichen Kalibrierungsfehler sowie Langzeitdrift-Fehler des Multimeters.

Temperaturkoeffizienten

Genauigkeit wird normalerweise für einen Temperaturbereich von $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ angegeben. Dies ist der übliche Temperaturbereich für viele Betriebsumgebungen. Wenn Sie das Multimeter außerhalb eines Temperaturbereichs von $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ betreiben, so müssen Sie bei der Genauigkeit zusätzliche Temperaturkoeffizienten-Fehler berücksichtigen.

Konfiguration für höchste Meßgenauigkeit

Bei den nachfolgend gezeigten Meßkonfigurationen wird davon ausgegangen, daß das Multimeter zurückgesetzt wurde. Weiterhin wird angenommen, daß die manuelle Bereichswahl aktiviert ist, damit die richtige Bereichswahl für den Bereichsendwert sichergestellt ist.

Gleichspannungs-, Gleichstrom- und Widerstandsmessungen:

- Stellen Sie die Auflösung auf sechs Stellen ein (zur weiteren Stör-
unterdrückung können Sie die Betriebsart "6 Stellen, langsam"
verwenden).
- Für die höchste Gleichspannungsgenauigkeit stellen Sie den Ein-
gangswiderstand auf über 10 G Ω ein (in den Bereichen 100 mV, 1 V
und 10 V).
- Verwenden Sie die 4-Draht-Meßtechnik für höchste Widerstands-
genauigkeit.
- Verwenden Sie die mathematische Nullstellung, um den Prüf-
leitungswiderstand bei 2-Draht-Widerstandsmessungen und um
Offsetspannungen bei Gleichspannungsmessungen zu vermeiden.

Wechselspannungs- und Wechselstrommessungen:

- Stellen Sie die Auflösung auf sechs Stellen ein.
- Wählen Sie das langsame AC-Filter (3 Hz bis 300 kHz).

Frequenz- und Periodenmessungen:

- Stellen Sie die Auflösung auf sechs Stellen ein.

Index

*IDN?	89	Auflösung	54, 220	Bereich	
*OPC	137	1/2-Stelle	21	Spannungsmessung	17
*STB?	136	Diodentest	19	Strommessung	18
*TRG	75	Durchgangsprüfung	19	Überlastanzeige	20
*TST?	86	Einstellung	21	Widerstandsmessung	17
2-Draht-Widerstandsmessung	197	Netzspannungszyklen	55	Bereichseinstellung	60
4-Draht-Widerstandsmessungen	197	Spannungsmessung	17	automatisch	20, 60
"9.90000000E+37"	60	Strommessung	18	fester Bereich	60
"OVLD"	60, 140	Widerstandsmessung	17	manuell	20, 60
A		Aufnahme von Störsignalen	193	Schwellenwerte	60
A/D-Wandler	55, 57	Ausgabedatum der Firmware		Bereichsüberlast	140
AC-Bandbreitenerkennung	51	abfragen	89	Bereichswahl	
AC-Signalfilter	51, 208	Auswirkungen durch		automatisch	20
Agilent 3478A		Verlustleistung	198	manuell	20
Kompatibilität	160	Automatiktriggeung	73	Schwellenwerte	20
Agilent 3478A	160 - 161	Automatische Bereichseinstellung	60	Betriebsart "Nur Senden"	91
Anschluß für "Messung beendet"	83	Schwellenwerte	60	Bezugswiderstand	
Anschlußleitungen		Autozero	59, 207	dBm-Messungen	41
verdrillt	195	B		BNC-Anschlüsse	
Anschlüsse		Bandbreite		Ext Trig	5, 74, 83
Abfrage der Einstellungen	58	Data-Hold-Funktion	43	VM Comp	5, 74, 83
Diodentest	19	Bandbreitenerkennung	51	C	
Durchgangsprüfung	19	Baudrate		CALCulate:FUNCTION	62
Externe Triggerung (Ext Trig)	5	einstellen	93, 157	CALCulate:FUNCTION?	122
Frequenzmessungen	18	Werte	93	CALCulate:STATe	62, 122
Frontplatte	2	Baumstruktur		CALibration:COUNT?	99, 144
Gleichspannungsmessungen	17	umgekehrte	29	CALibration:SECure	97, 144
Gleichstrom	18	Befehl CONFIGure	111, 115 - 118	CALibration:STRing	100, 144
GPIO-Schnittstelle	5	Befehl FETCh?	113	CLEAR	76
Messung beendet (VM Comp)	5	Befehl INITiate	113	CONFIgure	111, 115 - 118
Periodenmessungen	18	Befehl MEASure?	111, 115 - 118	Crestfaktorfehler	201 - 202, 217
RS-232-Schnittstelle	5, 95, 148	Befehl READ?	112		
Rückwand	5	Befehle für			
Schutzerde	5	Rechenoperationen	122 - 124		
VM Comp	83	Beispiele			
Wechselspannungsmessungen	17	CONFIGure	114		
Wechselstrom	18	MEASure	113		
Widerstandsmessungen	17	Belastungsspannung	199		
Anzahl der Meßwerte	77	Berechnung des Mittelwertes			
Anzahl der Stellen	54, 219	Mittelwert	63		
Anzahl der Triggerimpulse	78				
Anzeigemarke					
Abtastsignal	42				
Meßwertspeicher	47				
Triggerung	42				

D			Displayformate			F		
DATA:FEED	64, 124, 128		Frontplatte	22		Fehler	85	
DATA:FEED?	64, 124, 128		Displaymeldungen			Crestfaktor	201 - 202, 217	
Data-Hold-Funktion	82		Menü	30		Frequenz- und		
Bandbreite	43		Durchgangs-Schwellenwiderstand	52		Periodenmessungen	207	
Empfindlichkeitsband	43, 82		Durchgangsprüfung	19		Gesamtmeßfehler	217 - 218	
Verwendung	43		Auflösung	19		Gleichtakt	206	
DATA:POINTS?	84, 131		Prüfstromquelle	19		Lastspannung	206	
Datenarten			Summerschwelle	19		Leckströme	193	
SCPI	152					Offset-Spannung	196	
dB-Messung			E			Prüfleitungswiderstand	198	
Beschreibung	40		Ebenen			Störspannung	196	
Frontplatte	40		Befehle	29		Temperaturkoeffizient	217	
db-Messungen			Menü	29		Thermische Fehler	192	
Beschreibung	66		Menügruppen	34		Fehler beim Selbsttest	173	
dB-Relativwert	40		Parameter	29		Fehler durch Eigenerwärmung	204	
dB-Relativwertregister	40		Echte Effektivwerte	200		Fehler durch Leckströme	193	
durchführen	40		Eigenschaften und			Fehlerkette		
Ergebnis	40		Funktionen	50 - 102		Format	85	
erlaubte Funktionen	122		Eingangsanschlüsse			Fehlermeldungen	166 - 176	
Frontplatte	66		Abfrage der Einstellungen	58		Fehler bei der		
Relativwert	40, 66		Eingangsimpedanz			Befehlsausführung	167 - 172	
zulässige Funktionen	62		Gleichspannungen	53		Fehler beim Selbsttest	173 - 174	
dBm-Messungen	68		Eingangswiderstand			Kalibrierungsfehler	174	
Beschreibung	41, 68		automatischer			Fehlerspannungen	195	
Bezugswiderstand	41, 68		Eingangswiderstand	53		Fehlerwarteschlange	85	
durchführen	41		Gleichspannungen	53		Fehlerzustände	85	
erlaubte Funktionen	122		Einschaltstatus	102		Fest eingestellter Widerstand	53	
Frontplatte	41		Einschränkungen bei den Sprachen			Fester Bereich	60	
Werte für den Bezugswiderstand	68		Wahl der Schnittstelle	94		FETCH?	113, 130	
Widerstandswerte	41		Einschwingzeit	51, 198		Fluke 8840A/8842A		
zulässige Funktionen	62		Einzeltriggerung	73		Kompatibilität zu anderen		
Der Status "Warten auf			Empfindlichkeit	219		Programmiersprachen	160	
Triggerimpuls"	76, 127		Empfindlichkeitsband			Flußdiagramm		
DETECTOR:BANDwidth	51, 121		Bandbreite	43		Triggerung	71	
Device Clear			Data-Hold-Funktion	43, 82		Formate der Ausgabedaten	153	
Messungen anhalten	154		Endungen bei Eingaben	153		FREQUENCY:APERture	57, 120	
Dielektrischer Absorptionseffekt	198		EOI (Beenden oder Identifizieren)	153		Frequenz- und		
Diodentest	19		Ext Trig	5		Periodenmessungen		
Auflösung	19		Externe Schnittstelle			Fehler	207	
Prüfstromquelle	19		Auswahl	92, 156		Frequenzmessungen	18	
Summerschwelle	19		Externe Triggerung	73 - 74, 83		Eingangssignal	18	
Display-Anzeigemarken	4					Meßbereich	18	
DISPlay:TEXT	87, 130					Meßmethode	18	
DISPlay:TEXT:CLEAr	87, 130							

Frontplatte	2 - 3	GPIB (IEEE-488)		K	
Bedienungselemente	12	Anzeige beim Einschalten	15	Kabel	
Displayformate	22	Auswahl der Schnittstelle	156	RS-232	95
einschalten/ausschalten	87	einstellen	91, 155	Kalibrierung	96 - 100
Funktionstasten	29	Informationen über die		Kalibrierungsfehler	174
Komma	89	Übereinstimmung	163 - 164	Kalibrierungsmeldung	100
Menübedienung	26 - 48	nur Senden	91, 154	Länge der Zeichenkette	100
Rechentasten	29	Werkseinstellung	91	Komma	89
Summer	31	GPIB (IEEE-488)		abschalten	37
Summersignal	88	Wahl der Schnittstelle	91	einstellen	37
Tastenreihen	12	GPIB (IEEE-488)		unterdrücken	37
Fühlerleitungen	197	Adresse		Werkseinstellung	37
		Anschluß	5	Kompatibilität zu anderen	
G		Betriebsart "Nur Senden"	91	Programmiersprachen	
Genauigkeit	220	einstellen	91, 155	Konfiguration der externen	
Gerätesummer	131	Werkseinstellung	91	Schnittstelle	91 - 95
Gesamtmeßfehler	217 - 218	Group Execute Trigger		Konfiguration der	
Gestelleinbau		(GET)	75	RS-232-Schnittstelle	145 - 148
19"-Gestell	23	Gut-/Schlecht-Tests	69		
Adaptersatz	24			L	
Befestigungsmaterial	23	H		Lastfehler	53
Einbausätze	23	Halbe Stelle		Gleichspannung	193
Flanscheinbausatz	24	Auflösung	21, 54	Wechselspannung	203
Multimeter	23 - 25	Hardware-Handshake	83	Lastspannungsfehler	206
Verbindungssatz	24	Hintere Eingangsanschlüsse			
Gleichspannung		Abfrage der Einstellungen	58	M	
Lastfehler	193			Magnetfelder	
Gleichspannungen		I		Störungen	195
Eingangswiderstand	53	IEEE-488 (GPIB)		Manuelle Bereichseinstellung	60
Gleichspannungs-		Adresse		MEASure?	111, 115 - 118
verhältnismessungen		"nur Senden"	91	Meldung auf der Frontplatte	87
Bezugsgleichspannung	44	einstellen	155	Menü	
Signalspannung	44	Induzierte Spannungen	195	ausschalten	29, 32
Verhältniswert	44 - 45	Informationen über die		Baumstruktur	29
Gleichtaktfehler	206	Übereinstimmung		Displaymeldungen	30
Gleichtaktunterdrückung		mit IEEE-488	163 - 164	Ebenen	29
(CMR)	195	INITiate	113, 128	einschalten	29, 31
		INPut:IMPedance:AUTO	53, 121	Verhältnismessung	45
		Integrationszeit	55, 57, 194	Wiederaufruf	33
		Interne Triggerung	75		
		Interner Meßwertspeicher	86		
		Interner Speicher	82		

Menübedienung		N		Programmiersprache	
Erläuterungen	27 - 28	Netzfrequenz		Wahl	94
Frontplatte	26 - 48	Messen beim Einschalten	194	Prüfleitungen	
Übungen	29 - 36	Netzfrequenzperioden	194	kurzschließen	38
Menübefehl		Netzspannungseinstreuung		Prüfleitungswiderstand	197
ausführen	29	Unterdrückung	194	Fehler	198
numerische Parameter	34	Netzspannungszyklen	57	Kompensation	38
Meßbereich		PLC	55	Prüfstromquelle	
Frequenzmessung	18	Niederfrequenzfehler	217	Diodentest	19
Periodenmessung	18	Null	198	Durchgangsprüfung	19
Meßeinschwingverzögerungen	198	Nullbetrieb	64		
Meßfehler	217	Nullmessungen	64	Q	
Meßfunktion		durchführen	38	Questionable Data	
mögliche Kombinationen	62	Ergebnis	38	"fragwürdige" Daten	132
Meßmethode		Nullregister	38		
Spannungsmessung	17	Nullwert	38	R	
Strommessung	18	Relativmessungen	38	READ?	112, 128
Messverbindungen	192	Nullregister		Rechenoperationen	62 - 70, 122
Meßwert		Nullmessungen	38, 65	Beschreibung	62
Anzahl der Meßwerte	48	Nur Senden für Drucker	92, 154	zulässige Meßfunktionen	62
Exponent	48			Register für fragwürdige Daten	140
FIFO-Prinzip	48	O		Relativbetrieb	64
letzter gespeicherter Wert	48	Öffnungszeit	57	Relativmessungen	64
Meßwertnummer	48	Offset-Spannungen	59, 196	durchführen	38
Meßwerte		OVL	60	Ergebnis	38
aufrufen	47			Nullmessungen	38, 65
Meßwertspeicher	47	P		Relativwert	
speichern	47	Parität	145	dB-Messungen	66
Meßwertspeicher	82, 84, 86	einstellen	158	Reziprokes Zählverfahren	207
abschalten (automatisch)	48	Einstellung	93	ROUTe:TERMinals?	58, 121
Anzeigemarke	47	Konfiguration	93	RS-232-Schnittstelle	
Automatiktriggerung	46	PERiod:APERture	57, 120	Anschluß	148
Einzeltriggerung	46	Periodenmessungen	18	Auswahl der Schnittstelle	156
FIFO-Prinzip	48	Eingangssignal	18	Datenformat	145
Meßwerte	47	Meßbereich	18	nur Senden	92, 154
Verwendung	46 - 48	Meßmethode	18	RS-232-Schnittstellenanschluß	
Min-/Max-Betrieb	63	ppm (parts-per-million)	220	Stiftbelegung	148
Minimal- und Maximalwerte				RS-232-Schnittstellenkabel	95
speichern	39			Rückwand	5

S					
SAMPlE:COUNT	77, 129	Spannungsoffset	193	Rechenoperation	2
Schnelle		Speichern		Shift-Funktion	12
Wechselspannungsmessungen	208	Minimal- und Maximalwerte	39	Shift/Local	2
Schnittstelle		Standardereignis-Register		Temperaturkoeffizient	204
Auswahl GPIB	156	Bit-Definitionen	138	Temperaturkoeffizienten	221
Schnittstelle (extern)		Startbit	145	Temperaturkoeffizienten-Fehler	217
Auswahl der		Status-Byte		Thermische Fehler	192
RS-232-Schnittstelle	92, 156	Bit-Definitionen	134	Triggerung	
Auswahl GPIB	91	Summenregister	134	Software-(Bus)	75
Einschränkungen bei der		Statusregister	132	Toleranztest	
Programmiersprache	92, 94	Ereignis-Register	132	RS-232-Ausgänge	70
GPIB-Anschluß	5	Freigaberegister	132	Toleranztests	69
RS-232-Anschluß	5, 95, 148	Register-Diagramm	133	Torzeit	57
Schwellenwiderstand		Steuerung des Summersignals	88	TRIGGER	75
Durchgang	52	Stopbits	145	TRIGger:COUNT	78, 129
SCPI		Störanteile	53	TRIGger:DElay	80, 129
Abfrage der		Störeinstreuung	195	TRIGger:DElay:AUTO	80, 129
Versionsnummer	90, 131	Störspannungen	196	TRIGger:SOURce	73, 128
Datenarten	152	Störungen		Triggerquelle	73
Einführung in die		Erdschleife	196	Triggerstatus unbelegt	127
SCPI-Sprache	150 - 152	Netzspannung	194	Triggerung	71 - 83, 125 - 127
Informationen über die		Störunterdrückung	194	Abbruch einer Messung	76
Übereinstimmung	162	Strommessungen		abfallende Flanke	42
Statusmodell	132 - 141	Auflösung	18	Anzeigemarke	42
Zusammenfassung der Befehle	105	Bereich	18	Automatiktriggerung	42
Selbsttest	86	Gleichstrom	18	Ext Trig	42
einschalten	15	Meßmethode	18	Einzeltriggerung	42
vollständiger Selbsttest	15, 86	Wechselstrom	18	Externes Triggersignal	42
Serielle Abfrage	135	Wechselstromkopplung	18	Flußdiagramm	71
Serientaktunterdrückung		Summerschwelle		intern	75
(NMR)	57, 194	Diodentest	19	mehrere Messungen	77
Service-Anforderung (SRQ)	69	Durchgangsprüfung	19	mehrere Triggerimpulse	78
Shift-Funktion		Summersignal		Multimeter	42
Tasten	12	Aktivierung/Deaktivierung	88	Quelle	73
Sicherung der Kalibrierung	96	Summerschwelle		rechnergesteuerter Betrieb	42
entsichern	97	Durchgangsprüfung	19	Status "Warten auf	
sichern	98	SYSTEM:BEEPer	88, 131	Triggerimpuls"	76
Sicherungen		SYSTEM:ERRor?	85, 131	Tasten	42
Netz	101	T		Triggerimpuls	42
Stromeingang	101	Tasten		TTL-Impuls	42
Software-(Bus)-Triggerung	75	Anzahl der Anzeigestellen	2	unbelegter Triggerzustand	76
Spannungsmessungen		Automatiktrigger	2	Verzögerung	79
Anschlüsse	17	Data-Hold	2	Triggerverzögerung	
Auflösung	17	Einzeltriggerung	2	automatisch	79
Bereich	17	Menüsteuerung	2	TTL-Impuls	
Meßmethode	17	Meßbereich	2	Triggerung	42
Wechselspannung	17	Meßfunktion	2		

Index

U	
Übergangswiderstand	197
Überlastanzeige	22, 60, 140
OVLD	20
Übertragungsgenauigkeit	221
Unbelegter Triggerzustand	76
V	
Verdrillte Anschlußleitungen	195
Verzögerung	
Trigger	79
VM Comp (voltmeter complete)	
Anschluß	5, 83
Vordere/hintere	
Eingangsanschlüsse	58
Voreinstellung des Befehls	
CONFigure	110
Voreinstellung des Befehls	
MEASure?	110
W	
Wahl der Baudrate	93
Wartung	101
Wartung durch den Bediener	101
Wartungsanforderung	135
Wechselspannung	
Lastfehler	203
Wichtige Hinweise zu	
Messungen	192 - 208
Widerstandsmessungen	17, 197
Anschlüsse	17
Auflösung	17
Bereich	17
Widerstandswerte	
dBm-Messungen	41
Z	
Zählen der Kalibrierungsvorgänge	99
Zählverfahren	
reziprok	207
Zeichenkette	89
Zubehör	216
Zusammenfassung der	
Befehle	105 - 109