

FLUKE

87V MAX

Digital Multimeter

Bedienungshandbuch

October 2019 Rev. 1, 2/20 (German)

© 2019-2020 Fluke Corporation. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.
All product names are trademarks of their respective companies.

Begrenzte Lebensdauer-Gewährleistung

Fluke gewährleistet, dass alle Fluke 20, 70, 80, 170 und 180 Series Multimeter für deren Lebensdauer frei von Material- und Fertigungsdefekten sind. Der Begriff "Lebensdauer" ist in diesem Dokument als sieben Jahre nach Produktionseinstellung des Produkts durch Fluke definiert, die Garantieperiode beträgt aber mindestens zehn Jahre ab dem Kaufdatum. Diese Garantie erstreckt sich nicht auf Sicherungen, Einwegbatterien und Schäden, die durch Nachlässigkeit, unsachgemäßen Gebrauch, Verschmutzung, Veränderungen am Gerät, Unfälle, normale Abnutzung von mechanischen Komponenten oder abnormale Betriebsbedingungen oder unsachgemäße Handhabung, einschließlich Fehlern, die durch Verwendung außerhalb der Spezifikationen für das Produkt verursacht wurden, entstanden sind. Diese Garantie gilt nur für den ersten Käufer und kann nicht übertragen werden.

Für die Dauer von zehn Jahren ab dem Kaufdatum deckt diese Garantie auch die LCD-Anzeige ab. Für die restliche Lebensdauer des Multimeters ersetzt Fluke die LCD-Anzeige gegen eine Gebühr, die auf den jeweils aktuellen Komponentenbeschaffungskosten basiert.

Zum Registrieren des ersten Käufers und des Kaufdatums die beiliegende Registrierungskarte ausfüllen oder das Produkt online unter <http://www.fluke.com> registrieren. Bitte die Karte ausfüllen und einsenden. Defekte Produkte, die bei einer von Fluke autorisierten Verkaufsstelle zum geltenden internationalen Preis erworben wurden, werden von Fluke nach eigenem Ermessen kostenlos repariert oder ersetzt, oder Fluke zahlt den Kaufpreis zurück. Fluke behält sich das Recht vor, Einfuhrgebühren für Reparatur/Ersatzteile in Rechnung zu stellen, wenn das in einem bestimmten Land erworbene Produkt zur Reparatur in ein anderes Land gesendet wird.

Falls das Produkt defekt ist, das nächstgelegene von Fluke autorisierte Servicezentrum verständigen, um Rücknahmeinformationen zu erhalten, und anschließend das Produkt mit einer Beschreibung des Problems und unter Vorauszahlung von Fracht- und Versicherungskosten (FOB Bestimmungsort) an dieses Servicezentrum senden. Fluke übernimmt keinerlei Haftung für eventuelle Transportschäden. Fluke bezahlt den Rücktransport für unter Garantie reparierte oder ersetzte Produkte. Vor Reparaturen, die nicht durch die Garantie abgedeckt sind, schätzt Fluke die Kosten und holt eine Ermächtigung ein; nach der Reparatur stellt Fluke die Kosten für Reparatur und Rücktransport in Rechnung.

DIESE GARANTIE IST IHR EINZIGER RECHTSANSPRUCH. KEINE ANDEREN GARANTIEEN, WIE DIE DER ZWECKDIENLICHKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN EINSATZ, WERDEN AUSDRÜCKLICH ERTEILT ODER IMPLIZIERT. FLUKE HAFTET NICHT FÜR SPEZIELLE, UNMITTELBARE, MITTELBARE, BEGLEIT- ODER FOLGESCHÄDEN SOWIE VERLUSTE, EINSCHLIESSLICH VERLUST VON DATEN, UNABHÄNGIG VON DER URSACHE ODER THEORIE. AUTORISIERTE WIEDERVERKÄUFER DÜRFEN KEINE WEITEREN, ABWEICHENDEN GARANTIEEN IM NAMEN VON FLUKE ABGEBEN. Da einige Länder keine Ausschlüsse und/oder Einschränkungen einer gesetzlichen Gewährleistung oder von Begleit- oder Folgeschäden zulassen, kann es sein, dass diese Haftungsbeschränkung für Sie keine Geltung hat. Sollte eine Klausel dieser Garantiebestimmungen von einem zuständigen Gericht oder einer anderen Entscheidungsinstantz für unwirksam oder nicht durchsetzbar befunden werden, so bleiben die Wirksamkeit oder Durchsetzbarkeit anderer Klauseln dieser Garantiebestimmungen von einem solchen Spruch unberührt.

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

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

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

Inhalt

Titel	Seite
Einführung	1
Kontaktaufnahme mit Fluke.....	1
Sicherheitsinformationen	1
Funktionen	2
Automatische Abschaltung	8
Input Alert™-Funktion.....	8
Einschaltoptionen	8
Durchführen von Messungen	10
Wechsel- und Gleichspannungsmessungen	10
Nulleingangsverhalten von Echt-Effektivwert-Messgeräten.....	11
Tiefpassfilter	11
Temperaturmessungen	12
Durchgangsprüfungen	13
Widerstandsmessungen	15

Nutzen der Leitfähigkeit für Messungen hoher Widerstände oder Lecktests	17
Kapazitätsmessungen	18
Diodentests	19
Wechselstrom- oder Gleichstrommessungen	21
Frequenzmessungen	24
Tastgradmessungen	26
Bestimmen der Impulsbreite	27
Balkenanzeige	27
Zoommodus (nur Einschloption)	28
Verwendung des Zoommodus	28
HiRes-Modus	28
MIN-MAX-Aufzeichnungsmodus	29
Glättungsfunktion (nur Einschloption)	29
AutoHOLD-Modus	31
Betriebsart Relativ (REL)	31
Instandhaltung	32
Allgemeine Wartung	32
Prüfen der Sicherungen	32
Ersetzen der Batterien	33
Ersetzen der Sicherungen	34
Kundendienst und Ersatzteile	34
Allgemeine technische Daten	38
Ausführliche Spezifikationen	40
Wechselspannung	40
Gleichspannung, Leitfähigkeit und Widerstand	41
Temperatur	42
Wechselstrom	42
Gleichstrom	43
Kapazität	43

Diode	44
Frequenz	44
Empfindlichkeit und Schwellenwerte für Frequenzzähler	44
Tastgrad (V DC und mV DC).....	45
Eingangskennndaten.....	45
MIN-MAX-Aufzeichnung	46

Einführung



**Vor Gebrauch des Messgeräts die
"Sicherheitsinformationen" lesen.**

Das 87V MAX (im Folgenden „Produkt“ oder „Messgerät“) ist ein True-rms Digital Multimeter. Darüber hinaus misst das 87V MAX Temperaturen mit einem Thermoelement Typ K.

Kontaktaufnahme mit Fluke

Wählen Sie eine der folgenden Telefonnummern, um Fluke zu kontaktieren:

- Technischer Support USA: 1-800-44-FLUKE (1-800-443-5853)
- Kalibrierung/Instandsetzung USA: 1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)
- Kanada: +1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Europa: +31 402-675-200

- Japan: +81-3-6714-3114
- Singapur: +65-6799-5566
- China: +86-400-921-0835
- Brasilien: +55-11-3530-8901
- Weltweit: +1-425-446-5500

Oder besuchen Sie die Website von Fluke unter www.fluke.com.

Gehen Sie zur Produktregistrierung auf <http://register.fluke.com>.

Um die aktuellen Ergänzungen des Handbuchs anzuzeigen, zu drucken oder herunterzuladen, besuchen Sie <http://us.fluke.com/user/support/manuals>.

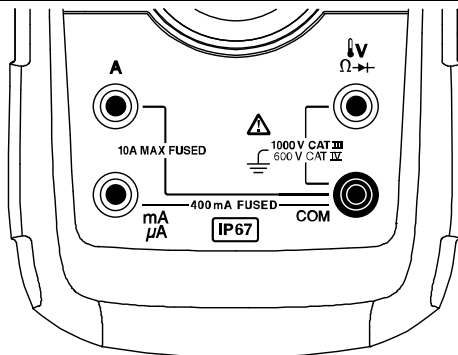
Sicherheitsinformationen

Allgemeine Hinweise zum sicheren Umgang mit dem Produkt finden Sie in der mit dem Produkt gelieferten Druckschrift www.fluke.com. Gegebenenfalls sind spezifischere Sicherheitsinformationen aufgeführt.

Funktionen

Die Tabellen 1 bis 4 geben eine kurze Beschreibung der Merkmale des Messgeräts.

Tabelle 1. Eingänge



gaq112.emf

Buchse	Beschreibung
A	Eingang zum Messen von 10,00 A bis 10 A Strom (10 - 20 A Überlast für maximal 30 Sekunden), Stromfrequenz und Tastgrad.
mA μA	Eingang zum Messen eines Stroms von 0 μA bis 400 mA (600 mA für 18 Stunden) sowie Stromfrequenz und Tastgrad.
COM	Rückflussanschluss für alle Messungen.
V Ω →	Eingang für Spannungs-, Durchgangs-, Widerstands-, Dioden-, Kapazitäts-, Frequenz-, Temperatur- und Tastgradmessungen.

Tabelle 2. Drehschalterpositionen















Schalterposition	Funktion
Beliebige Position	Wenn das Messgerät eingeschaltet wird, wird die Messgerätmodellnummer kurz in der Anzeige angezeigt.
	Wechselspannungsmessung Für Tiefpassfilter () (gelb) drücken.
	Gleichspannungsmessung
	600 mV Gleichspannungsbereich
	Für Temperatur () () (gelb) drücken.
	Für Durchgangstest () drücken.
	Ω Widerstandsmessung
	Für Kapazitätsmessung () (gelb) drücken.
	Diodenprüfung
	Wechselstrommessung von 0 mA bis 10,00 A.
	Für Gleichstrommessung von 0 mA bis 10,00 A () (gelb) drücken.
	Wechselstrommessungen von 0 μ A bis 6.000 μ A
	Für Gleichstrommessung von 0 μ A bis 6000 μ A () (gelb) drücken.

Tabelle 3. Drucktasten




















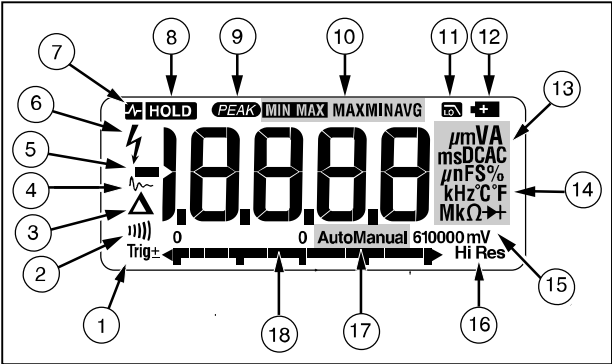
Taste	Schalterposition	Funktion
 (Gelb)	    	<p>Wählt Kapazität aus.</p> <p>Wählt Temperatur aus.</p> <p>Wählt die Wechselstrom-Tiefpassfilterfunktion aus.</p> <p>Wechselt zwischen Gleichstrom und Wechselstrom.</p> <p>Wechselt zwischen Gleichstrom und Wechselstrom.</p>
	<p>Beliebige Schalterposition</p> 	<p>Schaltet zwischen den für die gewählte Funktion gültigen Bereichen um. Die Taste 1 Sekunde lang drücken, um die automatische Bereichswahl einzuschalten.</p> <p>Wechselt zwischen °C und °F.</p>
	<p>Beliebige Schalterposition</p> <p>MIN-MAX-Aufzeichnung</p> <p>Frequenzmessung</p>	<p>AutoHOLD (vormals TouchHold) zeigt den aktuellen Wert in der Anzeige an. Sobald ein neuer stabiler Wert festgestellt wird, ertönt ein Piepton und das Messgerät zeigt den neuen Wert an.</p> <p>Stoppt und startet die Aufzeichnungen, ohne bereits bestehende Werte zu löschen.</p> <p>Stoppt und startet den Frequenzzähler.</p>

Tabelle 3. Drucktasten (Fortsetzung)

Taste	Schalterposition	Funktion
	Durchgang  Ω  MIN-MAX- Aufzeichnung Hz, Tastgrad	Schaltet den Kontinuitätspiepser ein bzw. aus. Schaltet Ansprechzeiten zwischen Spitze (250 µs) und Normal (100 ms) um. Schaltet das Messgerät zwischen Triggern auf ansteigender oder abfallender Flanke um.
	Beliebige Schalterposition	Schaltet die Hintergrundbeleuchtung von Tasten und Display ein, erhöht die Helligkeit und schaltet sie aus. Die Taste  1 Sekunde lang gedrückt halten, um in den HiRes-Ziffernmodus zu schalten. Das "HiRes"-Symbol wird auf der Anzeige angezeigt. Zum Zurückkehren in den 3-1/2-Ziffermodus  1 Sekunde lang gedrückt halten. HiRes=19,999
	Beliebige Schalterposition	Startet die Aufzeichnung von Minimal- und Maximalwerten. Die Anzeige schaltet zyklisch zwischen den Werten MAX, MIN, AVG (Mittel) und den aktuellen Werten um. Bricht MIN MAX ab (1 Sekunde halten).
 (Relativmodus)	Beliebige Schalterposition	Speichert die aktuelle Anzeige als Referenzwert für die folgenden Messungen. Die Anzeige wird auf null gesetzt, und der gespeicherte Wert von allen folgenden Messungen abgezogen.
	Beliebige Schalterposition außer Diodenprüfung	 drücken für Frequenzmessung. Startet den Frequenzzähler. Nochmaliges Drücken startet den Tastgradmodus.



gaq101.emf



Abbildung 1. Anzeigefunktionen

Tabelle 4. Anzeigefunktionen

Nummer	Funktion	Anzeige
①	±	Polaritätsanzeige für die analoge Balkenanzeige.
	Trig±	Anzeige für ansteigende oder abfallende Flanke für Hz/Tastgrad-Triggerung.
②))))	Akustische Durchgangsprüfung ist aktiviert.
③	Δ	Relativmodus (REL) aktiv.
④	~~~~	Glättung ist aktiviert.

Nummer	Funktion	Anzeige
⑤	-	Negative Messwerte. In der Betriebsart Relativ (REL) wird hiermit angezeigt, dass der aktuelle Wert geringer ist als der gespeicherte Referenzwert.
⑥	⚡	Am Eingang liegt eine hohe Spannung an. Erscheint bei Eingangsspannungen größer 30 V (Wechselspannung oder Gleichspannung) sowie im Tiefpassfilter-Modus. Erscheint auch in den Modi cal, Hz, und Tastgrad.
⑦	AutoHOLD	AutoHOLD ist aktiviert.
⑧	HOLD	Anzeigehaltemodus (HOLD) ist aktiviert.
⑨	PEAK	Spitze-Min-Max-Modi und die Ansprechzeit beträgt 250 μs.
⑩	MIN MAX MAX MIN AVG	Minimum-Maximum-Aufzeichnungsmodus.
⑪	LPF	Siehe Tiefpassfilter.

Tabelle 4. Anzeigeelemente (Forts.)

Nummer	Funktion	Anzeige
⑫		Schwacher Akku. ⚠⚠ Warnung: Zur Vermeidung falscher Messwerte, die zu Stromschlag oder Verletzungen führen können, die Batterie ersetzen, sobald die Batterieanzeige eingeblendet wird.
⑬	A, μA, mA V, mV μF, nF nS % Ω, MΩ, kΩ Hz, kHz  AC DC	Ampere, Mikroampere, Milliampere Volt, Millivolt Mikrofarad, Nanofarad Nanosiemens Prozent. Zur Messung von Tastverhältnissen. Ohm, Megaohm, Kiloohm Hertz, Kilohertz Diodentest-Modus. Gleichstrom (DC), Wechselstrom (AC)


Nummer	Funktion	Anzeige
⑭	°C, °F	Grad Celsius, Grad Fahrenheit
⑮	610.000 mV	Zeigt ausgewählten Bereich an.
⑯	HiRes	Hochauflösungsmodus (Hi Res). HiRes=19.999
⑰	Auto	Automatische Bereichswahl. Das Messgerät wählt automatisch den Bereich mit der besten Auflösung aus.
	Manuell	Manuelle Bereichswahl
⑱		Die Anzahl der Segmente ist proportional zum Skalenendwert des gewählten Bereichs. Im Normalbetrieb ist 0 (Null) auf der linken Seite. Die Polaritätsanzeige für das Signal befindet sich auf der linken Seite des Diagramms. Die Balkenanzeige kann nicht mit den Kapazitäts- oder Frequenzfunktionen betrieben werden. Weitere Informationen siehe <i>Balkenanzeige</i> . Die Balkenanzeige besitzt auch eine Zoomfunktion, die unter "Zoommodus" beschrieben wird.

Tabelle 4. Anzeigeelemente (Forts.)

Nummer	Funktion	Anzeige
--	OL	Überlastbedingung erkannt.
Fehlermeldungen		
bAtE		Batterie unverzüglich ersetzen.
dSc		In der Kapazitätsfunktion ist am zu testenden Kondensator eine zu große elektrische Ladung vorhanden.
Cal Err		Ungültige Kalibrierdaten. Das Messgerät kalibrieren.
EEP Err		Ungültige EEPROM-Daten. Das Messgerät reparieren lassen.
Open		Geöffnetes Thermoelement wurde festgestellt.
F2-		Ungültiges Modell. Das Messgerät reparieren lassen.
LEAd		⚠ Warnung bei falsch angeschlossenen Messleitungen. Wird angezeigt, wenn sich die Messleitungen am A -oder mA/μA -Anschluss befinden und die Drehschalterposition nicht dem verwendeten Anschluss entspricht.

Automatische Abschaltung

Das Messgerät schaltet sich automatisch ab, wenn der Drehschalter oder die Drucktasten länger als 30 Minuten

nicht benutzt werden. Wenn MIN MAX-Aufzeichnung aktiviert ist, schaltet sich das Messgerät nicht ab. Siehe Tabelle 5 zum Deaktivieren der automatischen Abschaltung.

Input Alert™-Funktion

Wenn eine Messleitung in eine Buchse für mA/μA oder A eingesteckt ist, der Drehschalter jedoch nicht auf die korrekte Stromposition eingestellt ist, warnt der Pieper den Bediener mit einem Zirpton und auf der Anzeige blinkt "LEAd". Diese Warnung soll verhindern, dass Spannung, Kontinuität, Widerstand, Kapazität oder Dioden mit den Messleitungen in Strombuchsen gemessen werden.















⚠ Vorsicht

Wenn die Messfühler parallel (über) zu einem stromführenden Schaltkreis angelegt werden und eine Messleitung in eine Strombuchse eingesteckt ist, kann dies den Prüfschaltkreis beschädigen und die Messgerätsicherung auslösen. Der Widerstand durch die Strombuchsen des Messgeräts ist in diesem Fall so gering, dass das Messgerät wie ein Kurzschluss wirkt.

Einschaltoptionen

Wenn eine Taste beim Einschalten des Messgeräts gedrückt gehalten wird, wird eine Einschaltoption aktiviert. Tabelle 5 beschreibt die Einschaltoptionen.

Tabelle 5. Einschaltoptionen

Taste	Einschaltoption
 (Gelb)	Deaktiviert die automatische Abschaltung (Messgerät schaltet normalerweise nach 30 Minuten ab). Das Messgerät zeigt "PoFF" an, bis  losgelassen wird.
	Aktiviert den Kalibriermodus des Messgeräts, und fordert zur Eingabe eines Kennworts auf. Das Messgerät zeigt „CAL“ an und schaltet in den Kalibriermodus. Siehe <i>87V MAX Kalibrierdaten</i> .
	Aktiviert die Glättungsfunktion des Messgeräts. Das Messgerät zeigt "5--" an, bis  losgelassen wird.
	Schaltet alle LCD-Segmente ein.
	Deaktiviert den Piepton für alle Funktionen. Das Messgerät zeigt "bEEP" an, bis  losgelassen wird.
	Deaktiviert die automatische Abschaltung der Beleuchtung (die normalerweise nach 2 Minuten erfolgt). Das Messgerät zeigt LoFF an, bis  losgelassen wird.
 (Relativmodus)	Aktiviert den Zoommodus für die Balkenanzeige. Das Messgerät zeigt REL an, bis  losgelassen wird.
	Aktiviert den hochohmigen Modus des Messgeräts, wenn mV-Gleichstromfunktion verwendet wird. Das Messgerät zeigt H _i Z an, bis  losgelassen wird.

Durchführen von Messungen

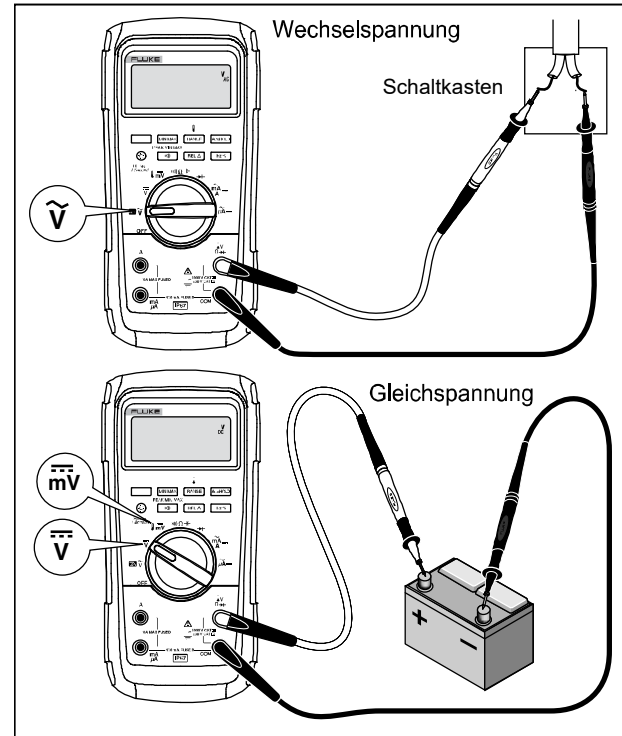
Die folgenden Abschnitte beschreiben die Durchführung von Messungen mit dem Messgerät.

Wechsel- und Gleichspannungsmessungen

Das Messgerät bietet Echt-Effektivwert-Messungen, die für verzerrte Sinuswellen und andere Signalformen (ohne Gleichspannungsoffset), zum Beispiel Rechteck-, Dreieck- oder Treppensignale, genau sind.

Die Spannungsbereiche sind 600,0 mV, 6,000 V, 60,00 V, 600,0 V und 1000 V. Zur Auswahl des 600,0-mV-DC-Bereichs den Drehschalter auf mV stellen.

Siehe Abbildung 2 zum Messen von Wechselspannung oder Gleichspannung.



gat102.emf

Abbildung 2. Wechsel- und Gleichspannungsmessungen

Beim Messen von Spannung verhält sich das Messgerät ungefähr wie eine parallelgeschaltete 10-M Ω -Impedanz (10.000.000 Ω). Dieser Belastungseffekt kann in hochohmigen Schaltungen Messfehler verursachen. In den meisten Fällen ist der Fehler vernachlässigbar (0,1 % oder weniger), wenn die Impedanz des Schaltkreises 10 k Ω (10.000 Ω) oder weniger beträgt.

Zur Messung des Gleichspannungs-Offsets einer Wechselspannung sollte für eine größere Genauigkeit zuerst die Wechselspannung gemessen werden. Den Wechselspannungsbereich notieren, dann manuell einen Gleichspannungsbereich wählen, der dem Wechselspannungsbereich gleich oder größer ist. Dadurch wird die Genauigkeit der Gleichspannungsmessung verbessert, indem die Eingangsschutzkreise nicht aktiviert werden.



Nulleingangsverhalten von Echt-Effektivwert-Messgeräten

Echt-Effektivwert-Messgeräte können verzerrte Wellenformen genau messen, doch wenn die Messleitungen bei AC-Funktionen kurzgeschlossen werden, zeigt das Messgerät einen Restwert zwischen 1 und 30 an. Wenn die Messleitungen offen sind, schwanken die angezeigten Werte möglicherweise störungsbedingt. Diese Nullpunkts-Abweichungen sind normal. Sie haben keine Auswirkung auf die Wechselstrommessgenauigkeit des Messgeräts in den spezifizierten Messbereichen.

Unbestimmte Eingangspegel sind:

- Wechselspannung: unterhalb 3 % von 600 mV Wechselspannung bzw. 18 mV Wechselspannung
- Wechselstrom: unterhalb 3 % von 60 mA Wechselstrom bzw. 1,8 mA Wechselstrom
- Wechselstrom: unterhalb 3 % von 600 μ A Wechselstrom bzw. 18 μ A Wechselstrom

Tiefpassfilter

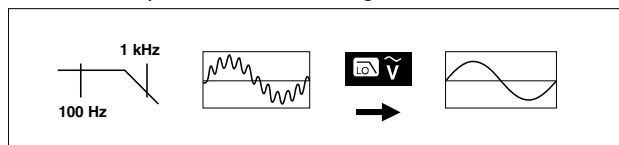
Das Messgerät ist mit einem Wechselstrom-Tiefpassfilter ausgerüstet. Beim Messen von Wechselspannung oder Wechselstromfrequenz  drücken, um den Tiefpassfiltermodus () zu aktivieren. Das Messgerät misst weiterhin im ausgewählten Modus, doch das Signal wird jetzt durch einen Filter geleitet, der unerwünschte Spannungen oberhalb von 1 kHz blockiert, siehe Abbildung 3. Die Messung der niederfrequenten Spannungen unter 1 kHz erfolgt mit reduzierter Genauigkeit. Der Tiefpassfilter kann die Messleistung bei zusammengesetzten Sinuswellen verbessern, die typisch von Invertern und VF-Motorantrieben erzeugt werden.

⚠ ⚠ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag oder Verletzungen den Tiefpassfilter nicht beim Prüfen des Vorhandenseins gefährlicher Spannungen verwenden. Die vorhandenen Spannungen sind u. U. höher als angegeben. Zuerst eine Spannungsmessung ohne den Filter durchführen, um ggf. das Vorhandensein von gefährlicher Spannung zu erkennen. Dann die Filterfunktion auswählen.

Hinweis

Wenn der Tiefpassfilter gewählt ist, geht das Messgerät in den manuellen Bereichswahl-Modus. Bereiche durch Drücken von **RANGE** auswählen. Automatische Bereichswahl ist mit dem Tiefpassfilter nicht verfügbar.



aom11f.emf

Abbildung 3. Tiefpassfilter**Temperaturmessungen**

Das Messgerät misst die Temperatur von einem Typ-K-Thermoelement (enthalten). Durch Drücken von **RANGE** zwischen Grad Celsius (°C) und Grad Fahrenheit (°F) auswählen.

⚠ Vorsicht

Um mögliche Beschädigung von Messgerät oder anderen Gerät zu verhindern, immer bedenken, dass das Messgerät selbst für -200,0 °C bis +1090,0 °C und -328,0 °F bis 1994 °F spezifiziert ist, das mitgelieferte Thermoelement Typ K jedoch nur für 260 °C. Für Temperaturen außerhalb dieses Bereichs ein entsprechend höher spezifiziertes Thermoelement verwenden.

Die Anzeigenbereiche betragen -200,0 °C bis +1090 °C und -328,0 °F bis 1994 °F. Messwerte außerhalb dieser Bereiche werden als **OL** auf der Anzeige des Messgeräts angezeigt. Wenn kein Thermoelement angeschlossen ist, wird ebenfalls **OPEN** in der Anzeige angezeigt.

Messen von Temperatur:

1. Ein Typ-K-Thermoelement an die Anschlüsse COM und **VΩ** des Messgeräts anschließen.
2. Den Drehschalter auf **mV** drehen.
3. **□** drücken, um den Temperaturmodus zu aktivieren.
4. **RANGE** drücken, um Celsius oder Fahrenheit auszuwählen.

Durchgangsprüfungen


⚠⚠ Warnung

Um mögliche Stromschläge, Feuer oder Verletzungen zu vermeiden, die Stromversorgung unterbrechen und alle Hochspannungskondensatoren entladen, bevor Widerstand, Durchgang, Kapazität oder ein Diodenübergang geprüft wird.

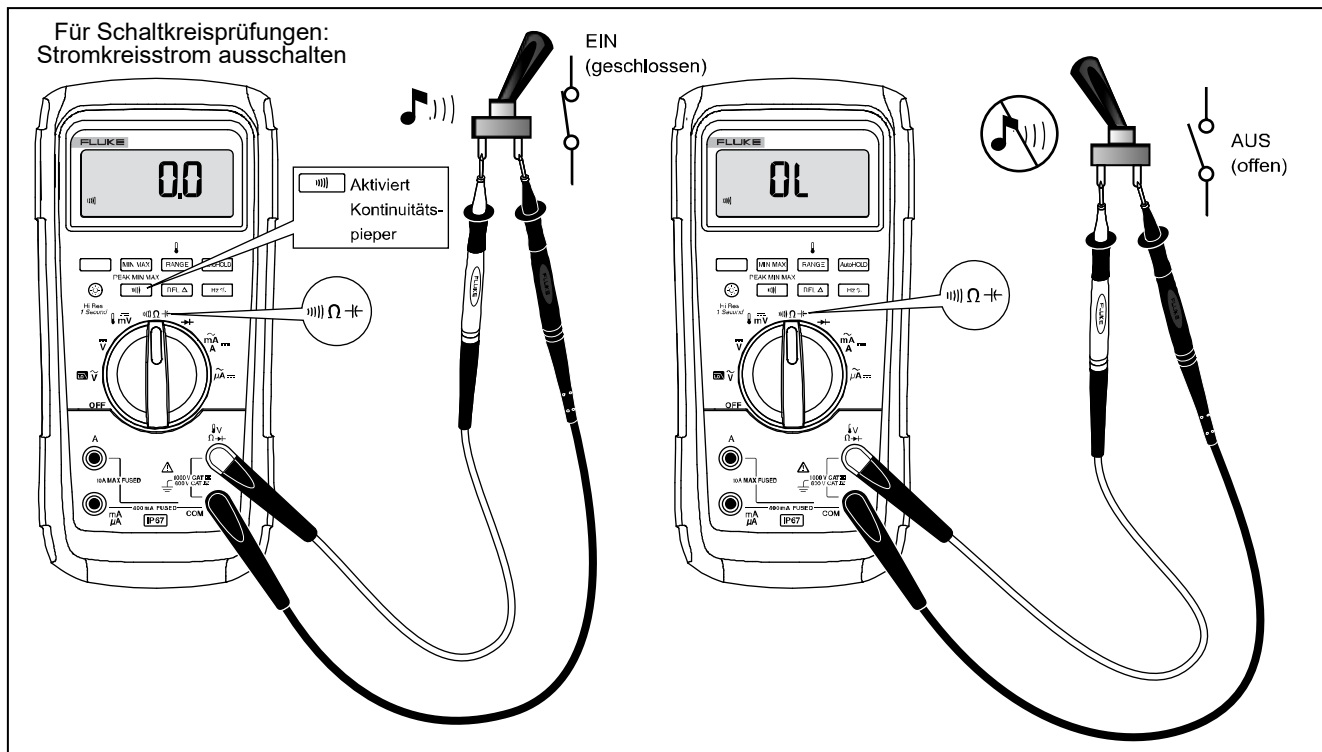
Bei der Durchgangsprüfung ertönt ein Piepser, so lange ein Stromkreis durchgängig ist. Der Piepser ermöglicht

schnelle Durchgangsprüfungen ohne Beobachten der Anzeige.

Das Messgerät für den Kontinuitätstest anschließen. Siehe Abbildung 4.

 drücken, um die akustische Durchgangsprüfung ein- oder auszuschalten.

Die Durchgangsfunktion erkennt zeitweilige offene Schaltungen und Kurzschlüsse von einer Kürze von bis zu 1 ms. Für solche kurzzeitigen Kurzschlüsse erzeugt das Messgerät einen kurzen Piepton.



gat103.emf

Abbildung 4. Durchgangsprüfungen

Widerstandsmessungen

⚠ ⚠ Warnung

Um mögliche Stromschläge, Feuer oder Verletzungen zu vermeiden, die Stromversorgung unterbrechen und alle Hochspannungskondensatoren entladen, bevor Widerstand, Durchgang, Kapazität oder ein Diodenübergang geprüft wird.

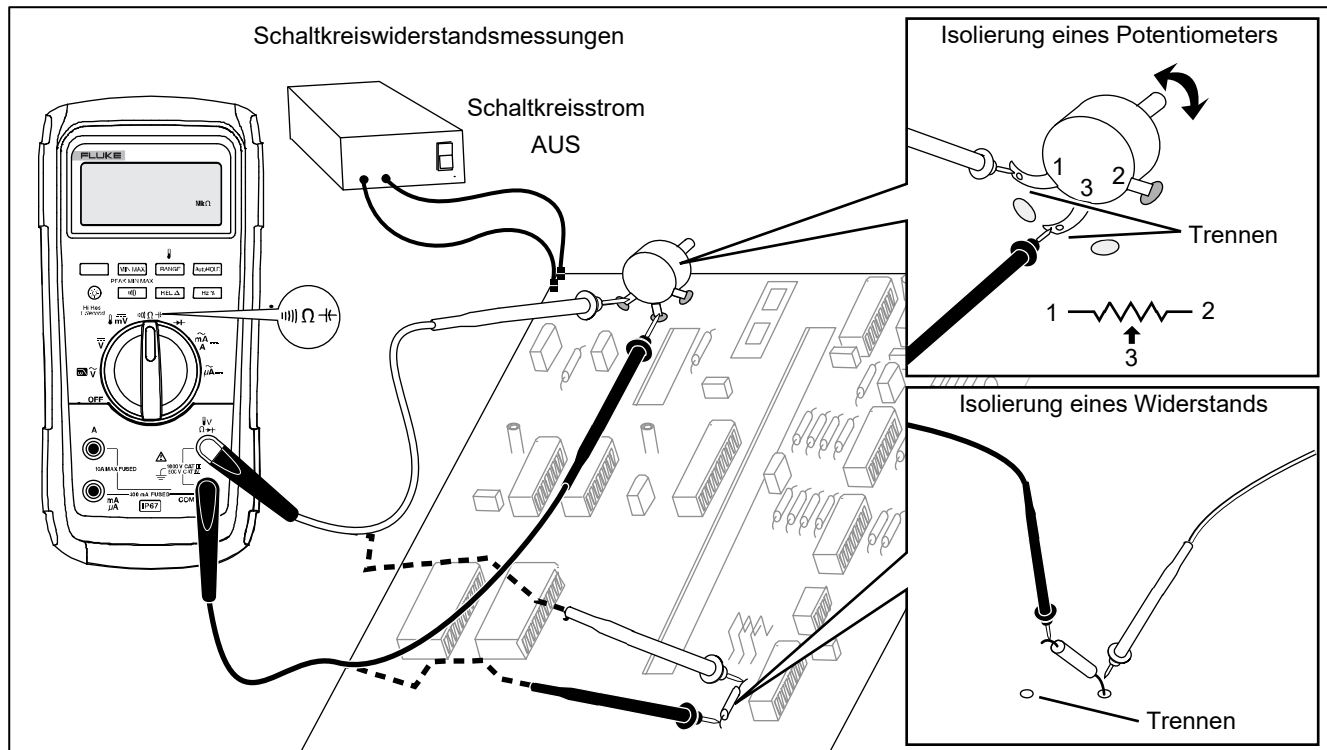
Das Messgerät misst einen Widerstand, indem es schwachen Strom durch den Schaltkreis sendet. Da dieser Strom durch alle möglichen Pfade zwischen den Messfühlern fließt, stellt die Anzeige den Gesamtwiderstand aller Pfade zwischen den Messfühlern dar.

Die Widerstandsbereiche des Messgeräts betragen 600,0 Ω , 6,000 k Ω , 60,00 k Ω , 600,0 k Ω , 6,000 M Ω und 50,00 M Ω .

Zum Messen von Widerstand das Messgerät gemäß Abbildung 5 einrichten.

Ratschläge zum Messen von Widerstand:

- Der für einen Widerstand in einer Schaltung gemessene Wert weicht oft vom Nennwert des Widerstands ab.
- Der Widerstand der Messleitungen kann zu einem Fehler von 0,1 Ω bis 0,2 Ω führen. Zur Bestimmung des Fehlers die Messfühlerspitzen kurzschließen und den Widerstand der Messleitungen messen. Falls notwendig, kann dieser Wert von den Messwerten im Relativwertmodus (REL) automatisch abgezogen werden.
- Die Widerstandsfunktion kann ausreichend hohe Spannungen erzeugen, um Silikondioden oder Transistorübergänge in Vorwärtsrichtung zu verstärken, sodass diese als Leiter auftreten. Wenn dies vermutet wird, **RANGE** drücken, um einen niedrigeren Strom im nächst höheren Bereich anzulegen. Wenn der Wert höher ist, den höheren Wert verwenden. Die typischen Kurzschlussströme können der Eingangscharakteristik-Tabelle in den technischen Angaben entnommen werden.




gat106.emf

Abbildung 5. Widerstandsmessungen

Nutzen der Leitfähigkeit für Messungen hoher Widerstände oder Lecktests

Der Leitwert, die Umkehrfunktion eines Widerstands, gibt die Fähigkeit eines Schaltkreises an, Strom zu leiten. Hohe Leitwerte korrespondieren mit niedrigen Widerstandswerten.

Der 60-nS-Bereich des Messgeräts misst die Leitfähigkeit in Nanosiemens ($1 \text{ nS} = 0,000000001 \text{ Siemens}$). Da diese geringen Leitfähigkeitswerte hohen Widerstandswerten entsprechen, kann mit dem nS-Bereich des Messgeräts der Widerstand von Bauteilen bis zu $100,000 \text{ M}\Omega$, $1/1 \text{ nS} = 1.000 \text{ M}\Omega$ gemessen werden.

Zum Messen von Leitfähigkeit das Messgerät zum Messen von Widerstand gemäß Abbildung 5 einrichten, dann  drücken, bis der Anzeiger nS in der Anzeige erscheint.

Ratschläge zum Messen des Leitwerts:

- Messungen in hochohmigen Schaltkreisen sind anfällig für induzierte elektrische Störungen. Zum Glätten der meisten Rauschwerte in den Modus MIN-MAX-Aufzeichnung schalten und dann den Mittelwert (AVG) der Messung bestimmen.
- Normalerweise ist bei offenen Messleitungen ein Restleitwert vorhanden. Genaue Messwerte können in der Betriebsart Relativ (REL) sichergestellt werden, indem die Restleitfähigkeit abgezogen wird.

Kapazitätsmessungen

⚠ ⚠ Warnung

Um mögliche Stromschläge, Feuer oder Verletzungen zu vermeiden, die Stromversorgung unterbrechen und alle Hochspannungskondensatoren entladen, bevor Widerstand, Durchgang, Kapazität oder ein Diodenübergang geprüft wird.

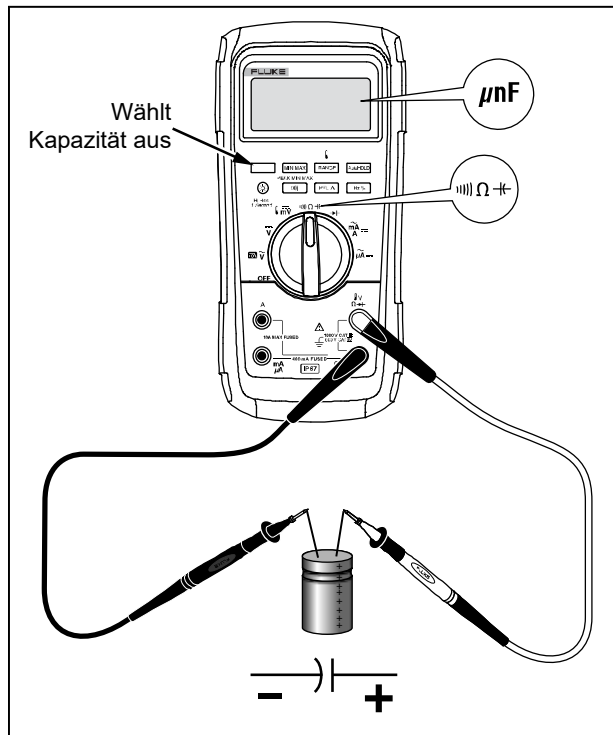
Die Kapazitätsbereiche des Messgeräts sind 10,00 nF, 100,0 nF, 1,000 μ F, 10,00 μ F, 100,0 μ F und 9999 μ F.

Zum Messen von Kapazität das Messgerät gemäß Abbildung 6 einrichten.

Die Genauigkeit von Messungen im Bereich von 1000 nF und darunter wird verbessert, indem man im Relativmodus (REL) die Restkapazität des Messgeräts und der Messleitungen abzieht.

Hinweis

Wenn am zu testenden Kondensator eine zu große elektrische Ladung vorhanden ist, zeigt die Anzeige "diSC" an.



gat104.emf

Abbildung 6. Kapazitätsmessungen

Diodentests

⚠⚠ Warnung

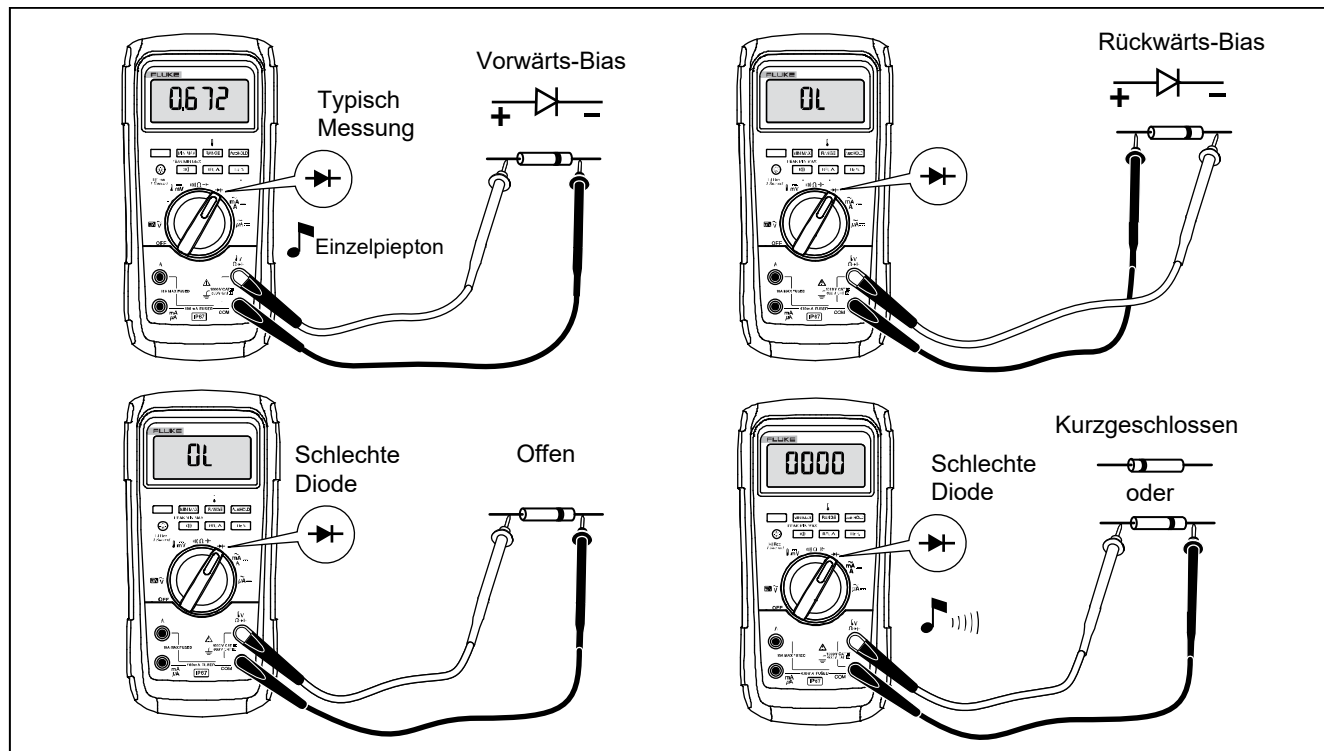
Um mögliche Stromschläge, Feuer oder Verletzungen zu vermeiden, die Stromversorgung unterbrechen und alle Hochspannungskondensatoren entladen, bevor Widerstand, Durchgang, Kapazität oder ein Diodenübergang geprüft wird.

Mit dem Diodentest Dioden, Transistoren, Thyristoren (SRCs) und anderen Halbleiterbauelementen prüfen. Diese Funktion testet eine Halbleiterverbindung, indem Strom durch die Verbindung geschickt und dann der Spannungsabfall gemessen wird. An einem intakten Siliziumübergang fällt eine Spannung zwischen 0,5 V und 0,8 V ab.

Zum Prüfen einer Diode innerhalb eines Schaltkreises das Messgerät gemäß Abbildung 7 einrichten. Für die Bestimmung der Durchlassvorspannung an einem Halbleiterbauteil müssen die rote Messleitung mit dem positiven Anschluss des Bauteils und die schwarze Messleitung mit dem negativen Anschluss des Bauteils verbunden werden.

Eine gute Diode sollte innerhalb eines Schaltkreises Vorwärtsmesswerte zwischen 0,5 V und 0,8 V erzeugen; die Rückwärtsmesswerte können jedoch je nach Widerstand der anderen Pfadkomponenten zwischen den Messleitungen variieren.

Wenn die Diode einwandfrei ist ($<0,85$ V), ertönt ein kurzer Piepton. Ein Dauerton ertönt, wenn der Messwert $\leq 0,100$ V beträgt, was einem Kurzschluss entsprechen würde. Die Anzeige zeigt "OL" an, wenn die Diode offen ist.



gat109.emf

Abbildung 7. Diodentests

Wechselstrom- oder Gleichstrommessungen

⚠⚠ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen die zur Strommessung die Stromversorgung unterbrechen, bevor das Produkt an den Stromkreis angeschlossen wird. Das Produkt mit dem Stromkreis in Reihe schalten.

⚠ Vorsicht

Zur Vermeidung von Beschädigungen am Messgerät oder an den zu testenden Geräten Folgendes beachten:

- Vor Gebrauch die Sicherungen des Messgeräts prüfen.
- Für alle Messungen die entsprechenden Anschlüsse, Funktionen und Bereiche verwenden.
- Die Messfühler nie parallel (über) zu einer Schaltung oder Komponente platzieren, wenn die Messleitungen in die Strombuchsen eingesteckt sind.

Zur Strommessung muss der zu testende Stromkreis unterbrochen und das Messgerät in Serie mit dem Stromkreis geschaltet werden.

Die Strombereiche des Messgeräts sind 600,0 μ A, 6000 μ A, 60,00 mA, 400,0 mA, 6,000 A und 10,00 A.

Zur Strommessung Abbildung 8 heranziehen und wie folgt verfahren:

1. Die Stromversorgung des Schaltkreises ausschalten. Alle Hochspannungskondensatoren entladen.
2. Die schwarze Messleitung in die **COM**-Buchse einführen. Für Stromstärken zwischen 0 mA und 400 mA die rote Messleitung an die **mA/ μ A**-Buchse anschließen. Für Stromstärken über 400 mA die rote Messleitung an die **A**-Buchse anschließen.

Hinweis

Um das Auslösen der 400-mA-Sicherung des Messgeräts zu vermeiden, die mA/ μ A-Buchse nur verwenden, wenn die Stromstärke mit Sicherheit kontinuierlich unterhalb von 400 mA liegt, bzw. unterhalb von 600 mA für 18 Stunden oder weniger.

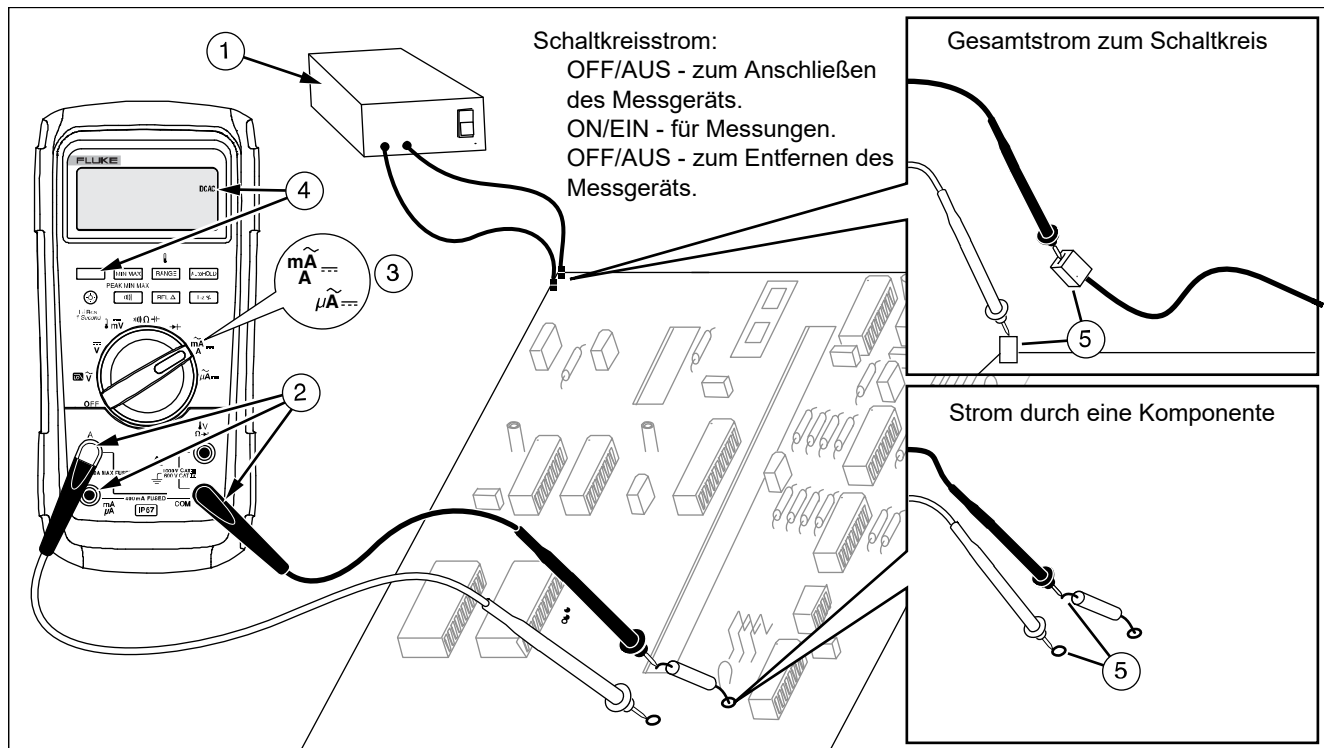


Abbildung 8. Strommessungen

gat107.emf

3. Bei Verwendung der **A**-Buchse den Drehschalter in Position mA/A drehen. Bei Verwendung der **mA/μA**-Buchse für Stromstärken unterhalb 6000 μA (6 mA) den Drehschalter in die Position $\mu\hat{A} \text{---}$ und für Stromstärken oberhalb 6000 μA in die Position $\overset{mA}{A} \sim$ drehen.
4. Zum Messen von Gleichstrom ☐ drücken.
5. Den zu testenden Stromkreis öffnen. Mit dem schwarzen Messfühler die negative Seite, mit dem roten Messfühler die positive Seite der Unterbrechung berühren. Ein Umkehren der Leitungen erzeugt einen negativen Messwert, beschädigt das Messgerät jedoch nicht.
6. Die Stromversorgung des Schaltkreises einschalten; dann die Anzeige ablesen. Den Wert und auch die rechts in der Anzeige angezeigte Einheit notieren (μA, mA oder A).
7. Die Stromversorgung des Schaltkreises ausschalten, und alle Hochspannungskondensatoren entladen. Das Messgerät entfernen, und den Schaltkreis in Normalbetrieb schalten.




Ratschläge zum Messen von Strom:

- Wenn der Strommesswert 0 ist, und der Bediener weiß, dass das Messgerät richtig eingerichtet ist, die Sicherungen des Messgeräts gemäß Abschnitt "Prüfen der Sicherungen" prüfen.
- Strommessgeräte haben eine geringe Bürdenspannung, die sich auf den Schaltkreisbetrieb auswirken kann. Diese Lastspannung kann mit den in Tabelle der technischen Angaben angegebenen Werten berechnet werden.

Frequenzmessungen

Das Messgerät misst die Frequenz einer Spannung oder eines Stromsignals, indem es zählt, wie oft pro Sekunde das Signal eine Schwelle (Pegel) überschreitet.

Tabelle 6 fasst die Schwellenwerte und Anwendungen für Frequenzmessungen unter Berücksichtigung der verschiedenen Spannungs- und Strombereiche zusammen.

Zur Frequenzmessung das Messgerät mit der Signalquelle verbinden und dann  drücken. Durch Drücken von  wird die Triggerflanke zwischen + und - umgeschaltet und in einem Symbol auf der linken Anzeigenseite angezeigt (siehe Abbildung 9 unter "Tastgrad"). Drücken von  stoppt und startet den Zähler.

Das Messgerät bestimmt automatisch einen von fünf Frequenzbereichen: 199,99 Hz, 1.999,9 Hz, 19,999 kHz, 199,99 kHz und mehr als 200 kHz. Für Frequenzen von weniger als 10 Hz wird die Anzeige im Takt der Eingangsquelle aktualisiert. Unterhalb von 0,5 Hz kann die Anzeige instabil sein.

Einige Tipps zum Messen von Frequenz:

- Wenn eine Messung 0 Hz ergibt oder instabil ist, liegt das Eingangssignal möglicherweise nahe am Triggerlevel oder darunter. Dieses Problem kann normalerweise durch Auswählen eines niedrigeren Bereichs korrigiert werden; dadurch wird die Empfindlichkeit des Messgeräts erhöht. In der Funktion \bar{V} haben die unteren Bereiche auch geringere Triggerlevel.

Wenn ein Messwert wie ein Vielfaches des erwarteten Ergebnisses aussieht, ist das Eingangssignal möglicherweise verzerrt. Eine Verzerrung kann bewirken, dass Triggerungen des Frequenzzählers mehrfach ausgelöst werden. Dieses Problem kann unter Umständen durch Auswählen eines höheren Spannungsbereichs behoben werden; dadurch wird die Empfindlichkeit des Messgeräts vermindert. Ebenso kann ein höheres Triggerlevel durch die Wahl eines Gleichspannungsbereichs versucht werden. Im Allgemeinen ist die niedrigste angezeigte Frequenz die richtige.


Tabelle 6: Funktionen und Triggerlevel für Frequenzmessungen

Funktion	Messbereich	Ungefähres Triggerlevel	Typische Anwendung
\tilde{V}	6 V, 60 V, 600 V, 1000 V	±5 % der Skala	Für die meisten Signale.
\tilde{V}	600 mV	±30 mV	Hochfrequente 5-V-Logiksignale. (Die DC-Koppelung der Funktion \tilde{V} kann hochfrequente Logiksignale abschwächen und deren Amplitude soweit verringern, dass das Triggerlevel beeinträchtigt wird.)
$m\bar{\bar{V}}$	600 mV	40 mV	Siehe Messhinweise vor dieser Tabelle.
$\bar{\bar{V}}$	6 V	1,7 V	5-V-Logiksignale (TTL).
$\bar{\bar{V}}$	60 V	4 V	Schaltsignale in Automobilen.
$\bar{\bar{V}}$	600 V	40 V	Siehe Messhinweise vor dieser Tabelle.
$\bar{\bar{V}}$	1000 V	100 V	
$\Omega \rightarrow \rightarrow$	Frequenzzählermerkmale sind nicht verfügbar bzw. nicht spezifiziert für diese Funktionen.		
$A\sim$	Alle Bereiche	±5 % der Skala	Wechselstromsignale
$\mu A\rightarrow\rightarrow$	600 μA, 6000 μA	30 μA, 300 μA	Siehe Messhinweise vor dieser Tabelle.
$mA\rightarrow\rightarrow$	60 mA, 400 mA	3,0 mA, 30 mA	
$A\rightarrow\rightarrow$	6 A, 10 A	0,30 A, 3,0 A	

Tastgradmessungen

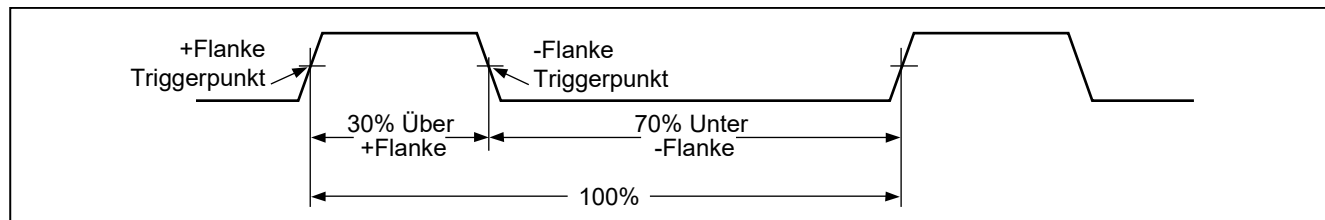
Tastgrad ist der Prozentsatz von Zeit (Impulsdauer zu Impulsperiodendauer), währenddem ein Signal oberhalb oder unterhalb eines Triggerpegels liegt (siehe Abbildung 9). Der Tastgradmodus ist für die Messung von "Aus"-Zeit oder "Ein"-Zeit der Logik und Schaltsignalen optimiert. Systeme wie elektronische Kraftstoffeinspritzsysteme und unterbrechungsfreie Stromversorgungen werden durch Impulse variierender Breite gesteuert, die durch Messen des Tastgrads geprüft werden können.

Zur Messung des Tastgrads wird das Messgerät zur Messung von Frequenzen eingerichtet und dann ein zweites Mal auf Hz gedrückt. Wie bei der

Frequenzfunktion kann auch hier die Steigung für den Messgerätezähler durch Drücken von  geändert werden.

Für 5-V-Logiksignale den 6-V-Gleichspannungsbereich verwenden. Für 12-V-Schaltsignale in Fahrzeugen den 60-V-Gleichspannungsbereich verwenden. Für Sinussignale den niedrigsten Bereich auswählen, der keine mehrfache Triggerung bewirkt. (Im Allgemeinen kann ein verzerrungsfreies Signal die bis zu zehnfache Amplitude des gewählten Spannungsbereichs haben.)

Falls die Messung eines Tastgrads instabil ist, auf MIN MAX drücken und dann zur Darstellung des Mittelwertes (AVG) gehen.





iyf.emf

Abbildung 9. Komponenten der Tastgradmessungen

Bestimmen der Impulsbreite

Für ein periodisches Signal (das Signalmuster wiederholt sich in gleichen Zeitintervallen) kann die Zeit, in der das Signal entweder hoch oder niedrig ist, wie folgt bestimmt werden:

1. Signalfrequenz messen.
2. Ein zweites Mal  drücken, um den Tastgrad des Signals zu bestimmen.  drücken, um die Messung der negativen oder positiven Signalkontinuität festzulegen, siehe Abbildung 9.
3. Die Impulsbreite mit Hilfe der folgenden Formel bestimmen:

$$\text{Impulsbreite (in Sekunden)} = \frac{\% \text{ Tastgrad} \div 100}{\text{Frequenz}}$$

Balkenanzeige

Die analoge Balkenanzeige verhält sich wie die Nadel auf einer analogen Anzeige, aber ohne Übersteuerung. Die Balkenanzeige wird 40 mal pro Sekunde aktualisiert. Da die Balkenanzeige damit etwa 10 mal schneller als die Digitalanzeige anspricht, ist es zur Einstellung von Spitzen und Nulleinstellungen sowie für sich schnell ändernde Eingänge nützlich. Die Balkenanzeige wird für Kapazität, Frequenzmessfunktionen, Temperatur oder Spitze-MIN-MAX nicht angezeigt.



Die Anzahl der leuchtenden Segmente repräsentiert den gemessenen Wert im Verhältnis zum Vollausschlag des ausgewählten Bereichs.

Im 60-V-Messbereich zum Beispiel sind die Hauptskalenteilungen bei 0, 15, 30, 45 und 60 V. Ein Eingangssignal von -30 V lässt das Minus-Vorzeichen und die Segmente bis zur Mitte der Skala leuchten.

Die Balkenanzeige besitzt auch eine Zoomfunktion, die unter "Zoommodus" beschrieben wird.


Zoommodus (nur Einschaltoption)



Verwenden der relativen Zoom-Balkenanzeige:

1.  gedrückt halten und das Messgerät einschalten. Die Anzeige lautet "REL".
2. Den Relativwertmodus durch erneutes Drücken von  auswählen.
3. Die Mitte der Balkenanzeige repräsentiert jetzt Null und die Empfindlichkeit der Balkenanzeige wird um einen Faktor 10 erhöht. Messwerte, die geringer als der gespeicherte Referenzwert sind, werden durch Segmente links von der Mitte angezeigt. Werte, die größer sind, werden durch Segmente rechts von der Mitte angezeigt.


Verwendung des Zoommodus


Mit der Kombination von relativer Betriebsart und der erhöhten Empfindlichkeit der Balkenanzeige in der Betriebsart Zoom können schnelle und genaue Null- und Spitzeneinstellungen vorgenommen werden.

Für Nullpunkteinstellungen wird das Messgerät zuerst auf die gewünschte Funktion eingestellt. Anschließend die Messleitungen kurz schließen,  drücken und dann die Messleitungen mit dem zu testenden Stromkreis verbinden. Das einstellbare Bauteil des Kreises justieren, bis die Anzeige null anzeigt. Hierbei leuchtet ausschließlich das Mittensegment der Zoom-Balkenanzeige.

Für Spitzeneinstellungen wird das Messgerät auf die gewünschte Funktion eingestellt. Anschließend die Messleitungen mit dem zu testenden Stromkreis verbinden und dann  drücken. Die Anzeige zeigt null an. Die Länge der Balkenanzeige nimmt dann nach rechts oder links von Null aus zu, wenn ein positiver oder negativer Spitzenwert eingestellt wird. Falls ein Bereichsüberschreitungs-Symbol angezeigt wird (◀▶), zweimal auf  drücken, um den Referenzwert neu einzustellen, und dann mit der Einstellung fortfahren.

HiRes-Modus

 eine Sekunde lang drücken, um den hochauflösenden Modus (HiRes) mit 4-1/2 Stellen aufzurufen. Messwerte werden mit der 10fachen normalen Auflösung und maximalen Werten von 19.999 angezeigt. Der HiRes-Modus kann außer bei Kapazitätsmessungen, Frequenzmessfunktionen, Temperatur und MIN MAX mit 250 μ s (Spitze) überall eingesetzt werden.

Um in den 3-1/2-Ziffermodus zurückzuschalten,  1 Sekunde lang drücken.

MIN-MAX-Aufzeichnungsmodus

Die Betriebsart MIN MAX zeichnet die Minimalwerte und Maximalwerte der Eingangssignale auf. Sobald das Signal unter den bisherigen Minimalwert abfällt oder über den bisherigen Maximalwert ansteigt, ertönt ein Piepsignal und das Messgerät zeichnet den neuen Wert auf. In diesem Modus können zeitweilig aussetzende Signale registriert, Maximalwerte in Abwesenheit aufgezeichnet oder Anzeigenwerte dann aufgezeichnet werden, wenn eine Beobachtung der Anzeige während des Testbetriebs nicht möglich ist. In der Betriebsart MIN MAX kann auch ein Mittelwert aller Anzeigen berechnet werden, seit die Betriebsart aktiviert wurde. Zur Benutzung des Modus MIN MAX siehe Funktionen in Tabelle 7.

Die Ansprechzeit ist die Zeitspanne, für die ein Signal einen Wert annehmen muss, damit dieser Wert aufgezeichnet wird. Kürzere Ansprechzeiten erfassen kürzere Ereignisse, jedoch mit geringerer Genauigkeit. Eine Änderung der Ansprechzeit löscht alle aufgezeichneten Messwerte. Das Messgerät hat Ansprechzeiten von 100 ms und 250 μ s (Spitze). Die Ansprechzeit von 250 μ s wird in der Anzeige als **PEAK** wiedergegeben.

Die Ansprechzeit von 100 ms ist am besten für die Aufzeichnung von Spannungsspitzen der Stromversorgung, Stromstößen und zeitweilig aussetzende Störungen geeignet.

Der angezeigte echte Mittelwert ist der arithmetische Mittelwert aller Messwerte seit Beginn der Aufzeichnung (Überlasten werden ausgeschlossen). Der mittlere Messwert ist beim Glätten von instabilen Eingängen, beim Berechnen des Stromverbrauchs oder beim Schätzen, wie viel Prozent der Zeit ein Schaltkreis aktiv ist, nützlich.

Min Max zeichnet die Signalextreme auf, die länger als 100 ms dauern.

Spitze (Peak) zeichnet die Signalextreme auf, die länger als 250 μ s dauern.






Glättungsfunktion (nur Einschaltoption)

Wenn sich das Eingangssignal schnell ändert, bietet "Glätten" einen stabileren Messwert in der Anzeige.

Verwenden der Glättungsfunktion:

1. **RANGE** gedrückt halten und das Messgerät einschalten. Das Messgerät zeigt "5---" an, bis **RANGE** losgelassen wird.
2. Das Glättungssymbol (\sim) erscheint links in der Anzeige und zeigt an, dass die Signalglättung aktiviert ist.

Tabelle 7: MIN-MAX-Funktionen


Taste	MIN-MAX-Funktion
	Startet die Betriebsart MIN-MAX-Aufzeichnung. Das Messgerät sperrt den Bereich, der vor Beginn des Modus MIN MAX eingeschaltet war. (Wählen Sie vor Beginn des Modus MIN MAX die gewünschte Messfunktion und den gewünschten Messbereich aus.) Das Messgerät gibt einen Piepton aus, wenn ein neuer Minimal- oder Maximalwert aufgezeichnet wird.
 (Im Modus MIN MAX)	Wechselt zwischen Höchstwert (MAX), Mindestwert (MIN), Mittelwert (AVG) und aktuellem Wert.
 PEAK MIN MAX	100 ms oder 250 µs Ansprechzeit auswählen. (Die Ansprechzeit von 250 µs wird in der Anzeige als PEAK wiedergegeben.) Gespeicherte Werte werden gelöscht. Der aktuelle Wert und der Mittelwert AVG sind bei 250 µs nicht verfügbar.
	Beendet die Aufzeichnung, ohne die gespeicherten Werte zu löschen. Nochmals drücken, um die Aufzeichnung wieder zu starten.
 (für 1 Sekunde halten)	MIN-MAX-Modus beenden. Gespeicherte Werte werden gelöscht. Das Messgerät verbleibt im gewählten Bereich.

AutoHOLD-Modus




Warnung

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

- **Den AutoHOLD-Modus nicht verwenden, um zu prüfen, ob Schaltkreise stromlos sind. Der AutoHOLD-Modus kann instabile oder gestörte Pegel nicht festhalten.**
- **Die Funktion HOLD (HALT) nicht zum Messen unbekannter Potenziale verwenden. Wenn der Anzeigehaltemodus HOLD (HALT) eingeschaltet ist, ändert sich die Anzeige bei der Messung eines anderen Potentials nicht.**

Der AutoHOLD-Modus sperrt den aktuellen Wert in der Anzeige. Sobald ein neuer stabiler Wert festgestellt wird, ertönt ein Piepton und das Messgerät zeigt den neuen Wert an. Auf  drücken, um den AutoHOLD-Modus zu starten oder zu beenden.

Betriebsart Relativ (REL)

Durch Wahl des Relativwertmodus () setzt das Messgerät die Anzeige auf null und speichert die aktuelle Anzeige als Referenz für weitere Messungen. Das Messgerät sperrt den vor dem Drücken von  eingeschalteten Bereich. Zum Ausschalten dieses Modus wieder auf  drücken.

Im Relativwertmodus ist der angezeigte Wert immer die Differenz zwischen dem aktuellen Messwert und dem gespeicherten Referenzwert. Falls zum Beispiel der gespeicherte Referenzwert 15,00 V und der aktuelle Messwert 14,10 V betragen, zeigt die Anzeige den Wert - 0,90 V an.

Instandhaltung

⚠⚠ Warnung

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

- **Vor der Reinigung des Produkts alle Eingangsleitungen vom Produkt trennen.**
- **Das Produkt nicht verwenden, wenn Abdeckungen entfernt wurden oder das Gehäuse geöffnet ist. Anderenfalls kann es zum Berühren gefährlicher Spannungen kommen.**
- **Nur die angegebenen Ersatzteile verwenden.**
- **Das Produkt nur von einem autorisierten Techniker reparieren lassen.**

Allgemeine Wartung

Das Gehäuse von Zeit zu Zeit mit einem feuchten Tuch und einem milden Reinigungsmittel abwischen. Keine Scheuer- oder Lösungsmittel verwenden.

Schmutz oder Feuchtigkeit in den Buchsen kann Messergebnisse beeinflussen und die Eingangsalarmfunktion (Input Alert) fälschlicherweise auslösen. Die Buchsen wie folgt reinigen:

1. Das Messgerät ausschalten und alle Messleitungen entfernen.
2. Schmutz, der sich in den Buchsen verfangen hat, herausschütteln.

3. Einen sauberen Tupfer in eine milde Lösung aus Reinigungsmittel und Wasser einlegen. Jede Buchse mit dem Tupfer reinigen. Jede Buchse mit Druckluft trocknen, um das Wasser und Reinigungsmittel aus der Buchse zu forcieren.

Prüfen der Sicherungen

Abbildung 10 hinzuziehen. Mit dem Messgerät in der Funktion Ω \rightarrow eine Messleitung in die Buchse Ω_{V+} einführen und die Messfühlerspitze am anderen Ende der Messleitung gegen das Metall an der Stromeingangsbuchse halten. Wenn "LEAd" angezeigt wird, wurde die Messfühlerspitze zu weit in die Stromeingangsbuchse gesteckt. Die Messleitung ein wenig zurückziehen, sodass die Meldung verschwindet und auf der Anzeige OL oder ein Widerstandsmesswert angezeigt wird. Der Widerstandswert sollte wie in Abbildung 10 gezeigt sein. Wenn die Prüfungen Messwerte ergeben, die von denen der Abbildung abweichen, das Messgerät einem Service unterziehen.

⚠⚠ Warnung

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

- **Die durchgebrannte Sicherung gegen eine neue Sicherung vom gleichen Typ austauschen, um den Schutz vor Lichtbögen aufrechtzuerhalten.**
- **Nur spezifizierte Ersatzsicherungen verwenden.**

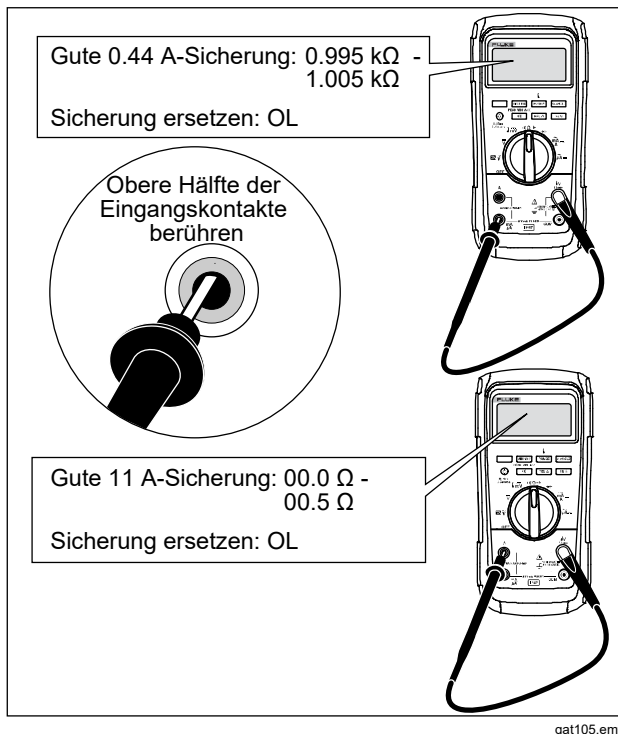


Abbildung 10. Prüfen der Stromsicherungen

Ersetzen der Batterien

Die Batterien durch drei AA-Batterien (IEC LR6) ersetzen.

⚠️ Warnung

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

- Batterien enthalten gefährliche Chemikalien, die Verbrennungen und Explosionen verursachen können. Bei Kontakt zu Chemikalien die Kontaktstellen mit Wasser abwaschen und ärztlichen Rat suchen.
- Sollte eine Batterie ausgelaufen sein, muss das Produkt vor einer erneuten Inbetriebnahme repariert werden. Das Auslaufen der Batterien kann zu Stromschlägen oder Schäden am Produkt führen.
- Batteriezellen und Akkublöcke weder Hitze noch Feuer aussetzen. Keiner direkten Sonneneinstrahlung aussetzen.
- Von der MSHA nur für die Verwendung mit drei Energizer P/N E91 oder drei Duracell P/N MN1500 1,5 Volt Alkali-Mignonzellen zugelassen. Alle Zellen müssen in Bereichen mit Frischluftzufuhr gleichzeitig gegen Zellen mit gleicher Teilenummer ausgetauscht werden

Die Batterie wie folgt ersetzen, siehe Abbildung 11:

1. Den Drehschalter auf OFF (AUS) drehen, und die Messleitungen von den Anschlüssen trennen.

2. Die sechs Kreuzschlitzschrauben an der Gehäuseunterseite entfernen und die Batteriefachabdeckung (①) abnehmen.

Hinweis

Beim Abheben der Batteriefachabdeckung darauf achten, dass die Gummidichtung an der Batteriefachabtrennung befestigt bleibt.

3. Die drei Batterien entnehmen und alle drei durch Alkalibatterien der Größe AA ersetzen (②).
4. Darauf achten, dass die Batteriefachdichtung (③) korrekt um die Außenkante der Batteriefachabdeckung angebracht ist.
5. Batteriefachabdeckung durch Ausrichten der Batteriefachabtrennung mit dem Batteriefach wieder einsetzen.
6. Batteriefachabdeckung mit den sechs Kreuzschlitzschrauben befestigen.

Ersetzen der Sicherungen

Abbildung 11 hinzuziehen und die Sicherungen des Messgeräts wie folgt prüfen bzw. ersetzen:

1. Den Drehschalter auf OFF (AUS) drehen, und die Messleitungen von den Anschlüssen trennen.
2. Batteriefachabdeckung wie in Schritt 2 des Abschnitts „Ersetzen der Batterien“ beschrieben entfernen.
3. Dichtung des Sicherungsfachs (④) Sicherungsfach abnehmen.
4. Sicherungsfachabdeckung (⑤) vorsichtig vom Sicherungsfach abheben.

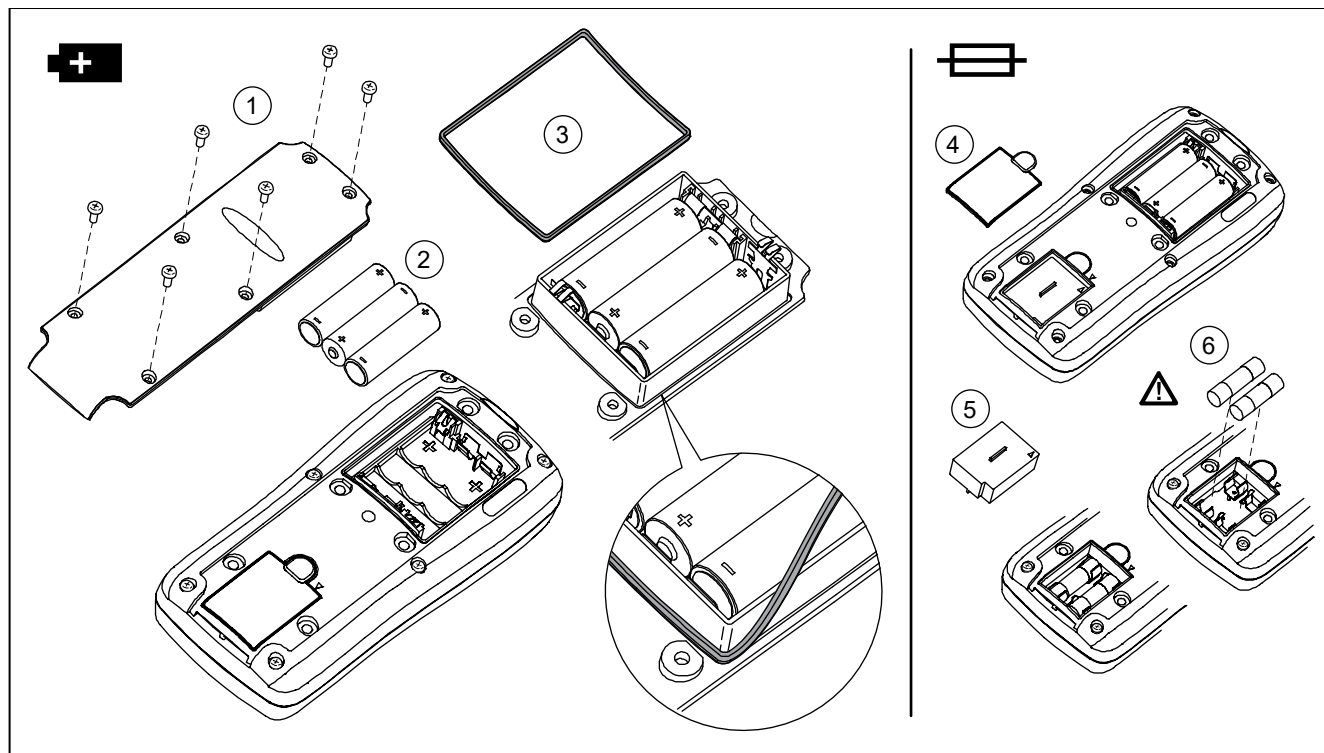
5. Zum Entfernen der Sicherung ein Ende der Sicherung vorsichtig heraushebeln und dann die Sicherung aus der Halterung schieben(⑥).
6. NUR Ersatzsicherungen mit den in Tabelle 8 angegebenen Betriebsdaten für Spannung, Stromstärke und Ansprechzeit einsetzen. Die 440-mA-Sicherung ist kürzer als die 10-A-Sicherung. Zur korrekten Positionierung der jeweiligen Sicherung die Kennzeichnungen auf der Platine unter den Sicherungen beachten.
7. Sicherungsfachabdeckung durch Ausrichten des Pfeils auf der Sicherungsabdeckung mit der Gehäuseunterseite und Absenken der Abdeckung auf das Sicherungsfach wieder einsetzen.
8. Dichtung des Sicherungsfachs durch Ausrichten der Laschen an der Dichtung mit der Kontur an der Gehäuseunterseite wieder einsetzen. Sicherstellen, dass die Dichtung (④) korrekt sitzt.
9. Batteriefachabdeckung wie in den Schritten vier bis sechs des Abschnitts „Ersetzen der Batterien“ beschrieben wieder einsetzen.

Kundendienst und Ersatzteile

Den Akku Batterie und die Sicherungen überprüfen, falls das Messgerät versagt. In diesem Handbuch den sachgemäßen Gebrauch des Messgeräts nachlesen.

Ersatzteile und Zubehör sind in den Tabellen 8 und sowie in Abbildung 12 aufgeführt.

Zur Bestellung von Teilen und Zubehör siehe *Kontaktaufnahme mit Fluke*.



gaq10.emf

Abbildung 11. Ersetzen von Akku und Sicherungen

Tabelle 8: Ersatzteile

Beschreibung	St.	Fluke Teile- oder Modellnummer
Batterie, AA 1,5 V	3	376756
Sicherung, 0,440 A, 1000 V, FLINK	1	943121
Sicherung, 11 A, 1000 V, FLINK	1	803293
Abdeckung Sicherungen	1	3400480
Schraube	6	3861068
Dichtung, Batteriefachabdeckung	1	3439087
Sicherungskappe	1	3440546
Holster	1	3321048
Batteriefachabdeckung	1	3321030
Krokodilklemmen	1 (Satz von 2)	Variable ^[1]
Messleitungen	1 (Satz von 2)	Variable ^[1]
Integrierter DMM Temperaturfühler	1	80BK-A
Schnellreferenz	1	5160944
Sicherheitsinformationen	1	5160959
<p> Zur Gewährleistung der Sicherheit ausschließlich exakt diese Ersatzsicherungen verwenden.</p> <p>[1] Weitere Informationen zu den in Ihrer Region erhältlichen Messleitungen und Krokodilklemmen erhalten Sie unter www.fluke.com.</p>		

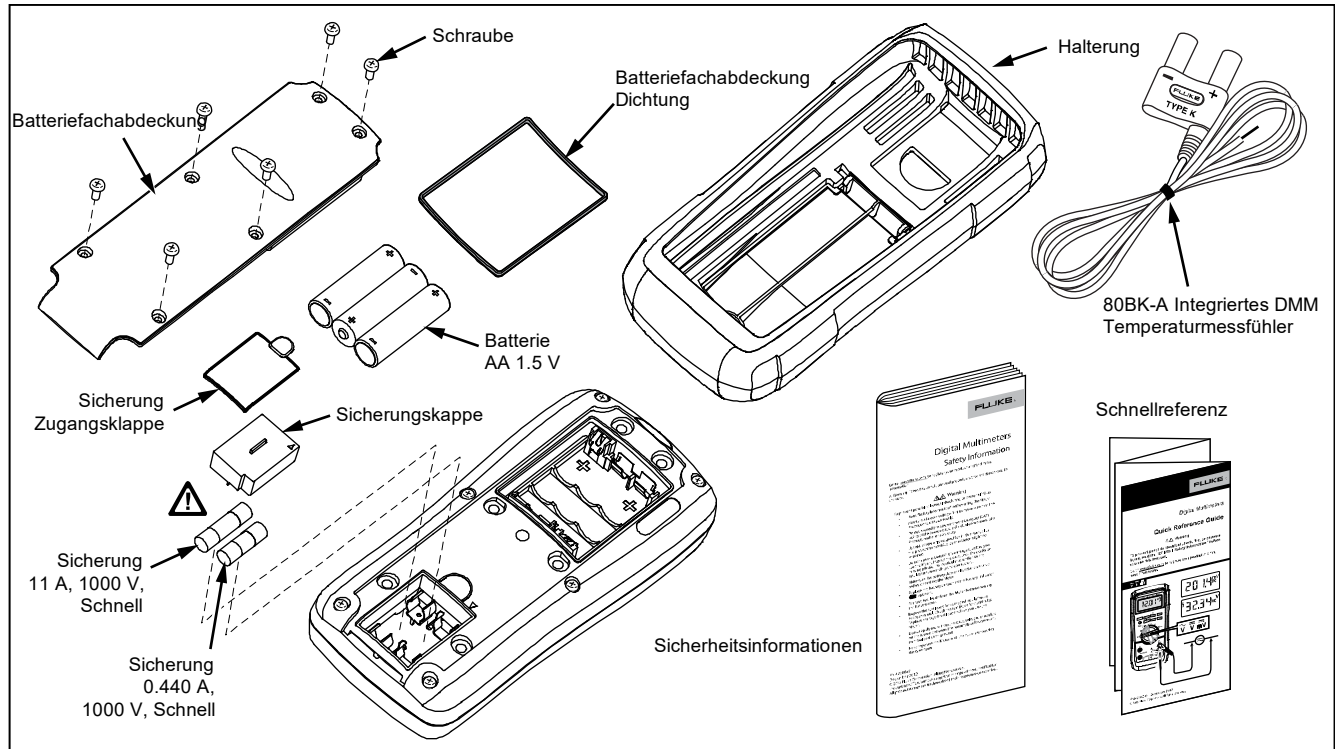


Abbildung 12. Ersatzteile

gat111.emf

Allgemeine technische Daten

Maximale Spannung zwischen beliebigen

Buchsen und Erde 1000 V eff

Sicherungsschutz für mA- oder μ A-Eingänge 0,44 A, 1000 V, IR 10 kA

Sicherungsschutz für A-Eingänge 11 A, 1.000 V, IR 17 kA

Anzeige

Digital 6000 Zähler, 4 Aktualisierungen/Sek., 19.999 Zähler im hochauflösenden Modus

Balkenanzeige 33 Segmente, 40 Aktualisierungen/Sek.

Höhe über NN

Betrieb 2000 Meter

Lagerung 10 000 Meter

Temperatur

Betrieb -15 °C bis 55 °C; bis -40 °C für 20 Minuten, falls Gerät aus Umgebung mit 20 °C kommt

Lagerung -55 °C bis 85 °C (ohne Batterie)

-55 °C bis 60 °C (mit Batterie)

Temperaturkoeffizient 0,05 x (spezifizierte Genauigkeit)/°C (<18 °C oder >28 °C)

Sicherheit IEC 61010-1: Verschmutzungsgrad 2

IEC 61010-2-033: CAT III 1.000 V, CAT IV 600 V

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) In einem HF-Feld von 3 V/m, Genauigkeit = spezifizierte Genauigkeit + 20 Zähler, außer 600- μ A-DC-Messbereich: Gesamtgenauigkeit = spezifizierte Genauigkeit + 60 Zähler. Temperatur nicht spezifiziert.

International IEC 61326-1: Tragbare elektromagnetische Umgebung

CISPR 11: Gruppe 1, Klasse A

Gruppe 1: Ausstattung verfügt absichtlich über leitend gekoppelte Hochfrequenzenergie. Dies ist für die interne Funktion des Geräts erforderlich.

Klasse A: Geräte sind für die Verwendung in allen Einrichtungen außer im häuslichen Bereich sowie für Einrichtungen zugelassen, die direkt an das öffentliche Niederspannungsnetz zur Versorgung privater Haushalte angeschlossen sind. Es kann aufgrund von Leitungs- und Strahlenstörungen möglicherweise Schwierigkeiten geben, die elektromagnetische Verträglichkeit in anderen Umgebungen sicherzustellen.

Vorsicht: Dieses Gerät ist nicht für den Betrieb im häuslichen Bereich ausgelegt und bietet möglicherweise keinen angemessenen Schutz vor Funkempfang in solchen Umgebungen.

Wenn die Geräte an ein Testobjekt angeschlossen werden, kann es vorkommen, dass die abgegebenen Emissionen die von CISPR 11 vorgegebenen Grenzwerte überschreiten.

Korea (KCC).....Geräte der Klasse A (Industrielle Rundfunk- und Kommunikationsgeräte)

Klasse A: Die Ausrüstung erfüllt die Anforderungen an mit elektromagnetischen Wellen arbeitende Geräte für industrielle Umgebungen. Dies ist vom Verkäufer oder Anwender zu beachten. Dieses Gerät ist für den Betrieb in gewerblichen Umgebungen ausgelegt und darf nicht in Wohnumgebungen verwendet werden.

USA (FCC).....47 CFR 15 Teilabschnitt B. Dieses Gerät gilt nach Klausel 15.103 als ausgenommen. In einem HF-Feld von 3 V/M, Genauigkeit = spezifizierte Genauigkeit +20 Zähler, außer 600-µA-DC-Messbereich: Gesamtgenauigkeit = spezifizierte Genauigkeit + +60 Zähler. Temperatur nicht spezifiziert

Relative Feuchtigkeit0 % bis 95 % (0 °C bis 35 °C)
0 % bis 70 % (35 °C bis 55 °C)

Batterietyp.....3 AA Alkalibatterien, IEC LR6, Von der MSHA nur für die Verwendung mit drei Energizer P/N E91 oder drei Duracell P/N MN1500 1,5 Volt Alkali-Mignonzellen zugelassen.

Batterielebensdauer.....normalerweise 800 Std., ohne Beleuchtung (Alkali)

Schwingungen.....Gemäß MIL-PRF-28800 für Instrumente der Klasse 2

Abmessung (H x B x L).....4,6 cm x 9,4 cm x 19,7 cm (1,8 in x 3,7 in x 7,7 in)

Abmessung mit Holster.....6,0 cm x 10,1 cm x 21,5 cm (2,4 in x 4,3 in x 8,5 in)

Gewicht517,1 g (1,14 lb)

Gewicht mit Holster und Flex-Stand.....698,5 g (1,54 lb)

IP-Schutzgrad-KlassifizierungIEC 60529: IP67

MSHA-Zulassung Nr......18-A100015-0

Ausführliche Spezifikationen

Für alle detaillierten Spezifikationen:

Genauigkeit ist spezifiziert für die Dauer von zwei Jahren ab Kalibrierung bei Betriebstemperaturen von 18 °C bis 28 °C mit relativer Feuchtigkeit von 0 % bis 95 %. Genauigkeit spezifiziert als \pm ([% der Anzeige] + [Anzahl der niederwertigsten Stellen]). Für den 4 ½-Ziffern-Modus muss die Zahl der niederwertigsten Stellen mit 10 multipliziert werden.

Wechselspannung

AC-Umwandlungen sind AC-gekoppelt und von 5 % bis 100 % des Bereichs gültig.

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit					
		45 - 65 Hz	15 - 200 Hz	200 - 440 Hz	440 Hz – 1 kHz	1 – 5 kHz	5 – 20 kHz
600,0 mV	0,1 mV	±(0,7 % + 4)	±(1,0 % + 4) ^[1]			±(2 % + 4)	±(2 % + 20) ^[2]
6,000 V	0,001 V						
60,00 V	0,01 V	±(0,7 % + 2)				±(2 % + 4) ^[3]	Unbestimmt
600,0 V	0,1 V						Unbestimmt
1000 V	1 V					Unbestimmt	Unbestimmt
Tiefpassfilter			±(1,0 % + 4) ^[1]	+1,0 % + 4 -6,0 % - 4 ^[4]	Unbestimmt	Unbestimmt	Unbestimmt

[1] Unter 30 Hz Glättungsfunktion verwenden. Unter 20 Hz 0,6 % hinzufügen.

[2] Bei Messungen unter 10 % des Bereichs einen Wert von 12 hinzufügen.

[3] Frequenzbereich: 1 bis 2,5 kHz

[4] Spezifikation steigt von -1 % auf -6 % bei 440 Hz, wenn der Filter verwendet wird.

Gleichspannung, Leitfähigkeit und Widerstand

Funktion	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
mV DC	600,0 mV	0,1 mV	$\pm(0,1 \% + 1)$
V DC	6,000 V	0,001 V	$\pm(0,05 \% + 1)$
	60,00 V	0,01 V	
	600,0 V	0,1 V	
	1000 V	1 V	
Ω	600,0 Ω	0,1 Ω	$\pm(0,2 \% + 2)^{[2]}$
	6,000 k Ω	0,001 k Ω	$\pm(0,2 \% + 1)$
	60,00 k Ω	0,01 k Ω	
	600,0 k Ω	0,1 k Ω	
	6,000 M Ω	0,001 M Ω	
	50,00 M Ω	0,01 M Ω	$\pm(1,0 \% + 1)^{[1]}$
nS	60,00 nS	0,01 nS	$\pm(1,0 \% + 10)^{[1,2]}$
<p>[1] Bei Messungen oberhalb von 30 MΩ im Bereich 50 MΩ 0,5 % des Messwerts hinzufügen, bzw. einen Wert von 20 unterhalb von 33 nS im Bereich 60 nS hinzufügen.</p> <p>[2] Bei Benutzung der REL-Funktion zum Ausgleich von Versatzwerten.</p>			

Temperatur

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit ^[1,2]
-200 °C bis +1090 °C	0,1 °C	$\pm(1,0 \% + 10)$
-328 °F bis +1994 °F	0,1 °F	$\pm(1,0 \% + 18)$

[1] Fehler des Thermoelement-Messfühlers nicht eingeschlossen.
 [2] Die Genauigkeitsspezifikationen basieren auf einer Umgebungstemperatur mit einer Stabilität von ± 1 °C. Für Änderungen der Umgebungstemperatur um ± 5 °C gilt die spezifizierte Genauigkeit nach 2 Stunden.


Wechselstrom

Funktion	Messbereich	Auflösung	Bürdenspannung	Genauigkeit ^[1] (45 Hz bis 2 kHz)	
μA AC	600,0 μA	0,1 μA	100 μV/μA	$\pm(1,5 \% + 2)$	$\pm(1,0 \% + 2)$
	6000 μA	1 μA	100 μV/μA		
mA AC	60,00 mA	0,01 mA	1,8 mV/mA		
	400,0 mA ^[2]	0,1 mA	1,8 mV/mA		
A AC	6,000 A	0,001 A	0,03 V/A		
	10,00 A ^[3,4]	0,01 A	0,03 V/A		

[1] AC-Umwandlungen sind AC-gekoppelt, auf Echteffektivwert ansprechend und von 3 % bis 100 % des Messbereichs gültig, außer im 400-mA-Messbereich. (5 % bis 100 % des Messbereichs) und 10-A-Messbereich (15 % bis 100 % des Messbereichs).
 [2] 400 mA kontinuierlich. 600 mA für maximal 18 Std.
 [3] Δ 10 A kontinuierlich bis 35 °C. <20 Minuten ein, 5 Minuten aus bei 35 °C bis 55 °C. >10 – 20 A für 30 Sekunden maximal; 5 Minuten aus.
 [4] >10 A Genauigkeit nicht angegeben.

Gleichstrom

Funktion	Messbereich	Auflösung	Bürdenspannung	Genauigkeit
µA DC	600,0 µA	0,1 µA	100 µV/µA	±(0,2 % + 4)
	6000 µA	1 µA	100 µV/µA	±(0,2 % + 2)
mA DC	60,00 mA	0,01 mA	1,8 mV/mA	±(0,2 % + 4)
	400,0 mA ^[1]	0,1 mA	1,8 mV/mA	±(0,2 % + 2)
A DC	6,000 A	0,001 A	0,03 V/A	±(0,2 % + 4)
	10,00 A ^[2,3]	0,01 A	0,03 V/A	±(0,2 % + 2)

[1] 400 mA kontinuierlich. 600 mA für maximal 18 Std.
 [2]  10 A kontinuierlich bis 35 °C. <20 Minuten ein, 5 Minuten aus bei 35 °C bis 55 °C. >10 – 20 A für 30 Sekunden maximal; 5 Minuten aus.
 [3] >10 A Genauigkeit nicht angegeben.

Kapazität

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
10,00 nF	0,01 nF	±(1,0 % + 2) ^[1]
100,0 nF	0,1 nF	
1,000 µF	0,001 µF	±(1,0 % + 2)
10,00 µF	0,01 µF	
100,0 µF	0,1 µF	
9999 µF	1 µF	

[1] Mit einem Schichtkondensator oder besser, unter Verwendung des Relativwertmodus zur Nullstellung des Restwerts.

Diode

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
2,000 V	0,001 V	$\pm(1,0 \% + 1)$

Frequenz

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
199,99 Hz	0,01 Hz	$\pm(0,005 \% + 1)^{[1]}$
1999,9 Hz	0,1 Hz	
19,999 kHz	0,001 kHz	
199,99 kHz	0,01 kHz	
≤ 200 kHz	0,1 kHz	Unbestimmt

[1] Von 0,5 Hz bis 200 kHz und für Impulsbreiten $>2 \mu\text{s}$.





Empfindlichkeit und Schwellenwerte für Frequenzzähler

Eingangsbereich	Minimale Empfindlichkeit (Effektivwert Sinuswelle)		Ungefährer Triggerpegel (Gleichspannungsfunktion)
	5 Hz – 20 kHz	0,5 Hz – 200 kHz	
600 mV DC	70 mV (bis 400 Hz)	70 mV (bis 400 Hz)	40 mV
600 mV AC	150 mV	150 mV	-
6 V	0,3 V	0,7 V	1,7 V
60 V	3 V	7 V (≤ 140 kHz)	4 V
600 V	30 V	70 V ($\leq 14,0$ kHz)	40 V
1000 V	100 V	200 V ($\leq 1,4$ kHz)	100 V

Tastgrad (V DC und mV DC)

Messbereich	Genauigkeit
0,0 % bis 99,9 % ^[1]	Innerhalb von $\pm(0,2 \% \text{ pro kHz} + 0,1 \%)$ für Anstiegszeiten $<1 \mu\text{s}$.
[1] 0,5 Hz bis 200 kHz, Impulsbreite $>2 \mu\text{s}$. Der Impulsbreitenbereich wird durch die Frequenz des Signals bestimmt.	

Eingangskennndaten

Funktion	Überlastungsschutz ^[1]	Eingangsimpedanz (nominell)	Gleichtaktunterdrückungs- verhältnis (1 kΩ unausgeglichen)		Gegentaktunterdrückung					
	1000 V eff.	10 MΩ <100 pF	>120 dB bei dc, 50 Hz oder 60 Hz		>60 dB bei 50 Hz oder 60 Hz					
	1000 V eff.		>120 dB bei dc, 50 Hz oder 60 Hz		>60 dB bei 50 Hz oder 60 Hz					
	1000 V eff.	10 MΩ <100 pF (AC-gekoppelt)	>60 dB, DC bis 60 Hz							
		Leerlaufprüfspannung	Spannung bei Vollausschlag		Typischer Kurzschlussstrom					
			Bis 6 MΩ	50 MΩ oder 60 nS	600 Ω	6 kΩ	60 kΩ	600 kΩ	6 MΩ	50 MΩ
Ω	1000 V eff.	<2,8 V dc	<850 mV dc	<1,3 V dc	500 μA	100 μA	10 μA	1 μA	0,2 μA	0,1 μA
	1000 V eff.	<2,8 V dc	2,200 V DC		1,0 mA typisch					
[1] 10 ⁶ V Hz max										

MIN-MAX-Aufzeichnung

Nennansprechzeit	Genauigkeit
100 ms bis 80 % (DC-Funktionen)	Angegebene Genauigkeit ± 12 für Änderungen von > 200 ms Dauer
120 ms bis 80 % (AC-Funktionen)	Angegebene Genauigkeit ± 40 für Änderungen von > 350 ms Dauer und Eingangssignalen von > 25 % des Bereichsendwerts
250 μ s (Spitze) ^[1]	Angegebene Genauigkeit ± 100 Zähler für Änderungen von > 250 μ s Dauer (± 100 Zähler hinzufügen für Messwerte über 6.000) (± 100 Zähler hinzufügen für Messwerte im Tiefpassmodus)
[1] Für sich wiederholende Spitzen: 1 ms für einzelne Ereignisse.	