

ELV

LCR-Meter

Typ SE-8280

Bedienungsanleitung

ELV AG · PF 1000 · D-26787 Leer
Telefon 0491/6008-88 · Telefax 0491/6008-244

1. Ausgabe Deutsch 7/2008

Dokumentation © 2001 ELV Electronics Ltd. Hongkong

Alle Rechte vorbehalten. Ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers darf dieses Handbuch auch nicht auszugsweise in irgendeiner Form reproduziert werden oder unter Verwendung elektronischer, mechanischer oder chemischer Verfahren vervielfältigt oder verarbeitet werden.

Es ist möglich, dass das vorliegende Handbuch noch drucktechnische Mängel oder Druckfehler aufweist. Die Angaben in diesem Handbuch werden jedoch regelmäßig überprüft und Korrekturen in der nächsten Ausgabe vorgenommen. Für Fehler technischer oder drucktechnischer Art und ihre Folgen übernehmen wir keine Haftung.

Alle Warenzeichen und Schutzrechte werden anerkannt.

Printed in Hongkong

Änderungen im Sinne des technischen Fortschritts können ohne Vorankündigung vorgenommen werden.

438-23 Y2001V2.0

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Einführung, Allgemeines..... | 4 |
| Sicherheitshinweise..... | 5 |
| Vorbereitungen zum Betrieb..... | 7 |
| Batterie einlegen/Netzbetrieb..... | 7 |
| Verwendung von Messleitungen | 8 |
| Funktionsbeschreibungen | 8 |
| Schalter | 8 |
| Messbuchsen | 8 |
| Messungen | 9 |
| Undefinierte Anzeigen | 9 |
| Widerstandsmessung..... | 9 |
| Kapazitätsmessung..... | 11 |
| Induktivitätsmessung | 15 |
| Parameter-Umrechnungen | 17 |
| Allgemeiner Umgang, Wartung, Pflege | 17 |
| Technische Daten | 18 |
| Messbereiche | 20 |
| Entsorgungshinweis | 20 |

Das neue SE 8280 ist ein hochwertiges professionelles LCR-Messgerät mit weit reichenden Messfunktionen und besonderen Features.

Durch das spezielle Vektor-Messverfahren kann das SE 8280 den kapazitiven bzw. induktiven und den ohmschen Anteil einer angeschlossenen Impedanz getrennt voneinander ermitteln. Damit lassen sich die tatsächlichen Kapazitäts- bzw. Induktivitätswerte sowie der Verlustwiderstand eines Bauteils bestimmen. Der resultierende Verlustfaktor ist per Tastendruck direkt abrufbar. Durch die getrennte Ermittlung beider Messwerte können Bauteile oftmals direkt in der Schaltung gemessen werden.

Weiterhin zeichnet sich das SE 8280 durch das 4-Leiter-Messverfahren aus, für das spezielle vergoldete Messadapter mitgeliefert werden. Durch dieses Messverfahren lassen sich Messfehler in den sehr niederohmigen Messbereichen ($2\ \Omega/20\ \mu\text{H}/20\ \text{mF}$) und den hochohmigen Messbereichen ($20\ \text{M}\Omega/200\ \text{H}/200\ \text{pF}$) minimieren.

Das LCR-Meter zeichnet sich durch folgende Gebrauchseigenschaften aus:

- Widerstandsmessung
- Kapazitätsmessung
- Induktivitätsmessung
- Verlustfaktormessung
- Low-Bat-Anzeige zur Signalisierung einer erschöpften Batterie

Achtung!  

Lesen Sie diese Betriebsanleitung vor der Inbetriebnahme aufmerksam durch. Sie enthält neben den Installations- und Bedienanweisungen zahlreiche Hinweise, um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten.

Dieses Gerät wurde unter Einhaltung einer strikten Qualitätskontrolle während und nach der Produktion produziert. Sollten während des Betriebs dennoch Defekte auftreten, die nicht durch Hinweise der Bedienungsanleitung zu beseitigen sind, so senden Sie es an unseren Service ein. Bei unbefugten Reparaturversuchen des Gerätes erlischt die Garantie!

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das Messgerät ist für die Messung von Kapazitäten bis 20 mF, Induktivitäten bis 200 H und Widerständen bis 20 M Ω unter den in den technischen Daten genannten Bedingungen vorgesehen.

Es ist sowohl im privaten Bereich als auch in der Ausbildung und mit Einschränkungen im gewerblichen Bereich (kein Explosionsschutz, Umweltbedingungen laut techn. Daten) einsetzbar.

Eine andere Verwendung als hier genannt, führt zu Schäden am Messgerät und kann zu weiteren Folgen wie Brand, elektrischer Stromschlag usw. führen.

Für Folgeschäden, die aus Nichtbeachtung dieser Gebrauchsregeln und der Bedienungsanleitung resultieren, übernehmen wir keine Haftung, Gewährleistungsansprüche erlöschen ebenfalls.

1. Sicherheitshinweise

Dieses Messgerät wurde nach IEC 1010, Teil 1: Sicherheitsbedingungen für elektronische Messgeräte, gefertigt und geprüft und entspricht damit allen herstellerseitigen Möglichkeiten zur Vermeidung von Unfällen.

Um diese Sicherheit stets zu gewährleisten, beachten Sie bitte sorgfältig die folgenden Sicherheitshinweise.

- Schließen Sie nie Spannungen an die Messbuchsen an.

- Halten Sie die in den technischen Daten angegebenen Arbeitsbedingungen, wie z. B. Umgebungstemperaturen, ein.
- Schalten Sie stets die Versorgungsspannungen an den Messobjekten ab, bevor Sie die Messspitzen mit diesen Objekten verbinden.
- Schalten Sie das Messgerät aus und trennen Sie es von Messobjekten, wenn Sie die Batterie wechseln wollen.
- Benutzen Sie das Gerät nie, solange die Rückwand, z. B. nach Batteriewechsel, nicht eingesetzt ist.
- Setzen Sie das Gerät nicht extremer Luftfeuchtigkeit, Regen etc. aus. Sollte dies doch einmal geschehen sein, so lassen Sie das Gerät in trockener Umgebung langsam trocknen, um Spannungsüberschläge zu vermeiden.
- Setzen Sie nie unisolierte Messleitungen und Messklemmen ein!

Fehlbedienungen und Nichtbeachtung der in dieser Anleitung gegebenen Hinweise führen außerdem zu Garantieverlust.

Die Logos und Beschriftungen im Bereich der Messbuchsen sollen Sie daran erinnern, dass Sie bei bestimmten Messungen auch bestimmte Verhaltensmaßregeln beachten sollten. Hier einige Erläuterungen dazu:

Discharge CAP before Test Entladen Sie jeden Kondensator vor der Messung.



Lesen Sie zuerst die zugehörige Anleitung!

2. Vorbereitung zum Betrieb

2.1. Batterie einlegen/wechseln

Das Gerät benötigt eine 9-V-Blockbatterie. Bei erschöpfter Batterie erscheint im Display ein Batteriesymbol (BT). Für eine ordnungsgemäße Funktion sollten Sie die Batterie dann so bald als möglich wechseln.

Achtung!

Beachten Sie die bereits gegebenen Sicherheitshinweise!

Schalten Sie das Gerät ab und entfernen Sie alle Messleitungen aus den Gerätebuchsen, bevor Sie die Rückwand des Gerätes öffnen!

1. Lösen Sie die Schraube des Batteriefachs und nehmen Sie die Geräterückwand ab.
2. Legen Sie die Batterie in die Batteriekammer und schließen Sie sie polrichtig an den Batterieclip an.
3. Setzen Sie die Geräterückwand an den Rastungen oben an und legen Sie sie wieder auf das Gehäuse auf. Verschrauben Sie die Geräterückwand wieder mit der Schraube.

Arbeiten Sie erst dann mit dem Gerät, wenn die Geräterückwand aufgesetzt und sicher verschraubt ist.

Verbrauchte Batterien gehören nicht in den Hausmüll. Geben Sie verbrauchte Batterien an den örtlichen Batteriesammelstellen bzw. an Ihren Händler zurück!



2.2. Netzbetrieb

Für den stationären Betrieb ist das mitgelieferte Netzteil einsetzbar. Es wird an der seitlichen Netzteilbuchse angeschlossen. Dabei wird eine eingelegte Batterie abgeschaltet. Setzen Sie nur dieses Netzteil ein!

2.3. Verwendung von Messleitungen

Verwenden Sie nur die mitgelieferten Messleitungen für den Betrieb des Messgerätes.

3. Funktionsbeschreibungen

Dieser Abschnitt beschreibt die Funktionen, Bedienelemente und Anzeigen des Multimeters.

3.1. Schalter

3.1.1. Drehschalter

Ermöglicht die Auswahl der einzelnen Messgrößen und Messbereiche.

3.1.2. Power

Ein- und Ausschalten des Messgerätes.

3.1.3. Taste LCR D

Gelöst: Normale Messung

Gedrückt: Verlustfaktormessung

3.2. Messbuchsen

3.2.1. +/- V/I

Messbuchsen für die Vierleitermessung. Durch dieses Messverfahren lassen sich Messfehler in den sehr niederohmigen Messbereichen ($2\ \Omega/20\ \mu\text{H}/20\ \text{mF}$) und den hochohmigen Messbereichen ($20\ \text{M}\Omega/200\ \text{H}/200\ \text{pF}$) minimieren. Zur Messung werden die mitgelieferten, vergoldeten Messadapter eingesetzt.

3.2.2. Zx

Steckfassung für die Messung von Induktivitäten, Kondensatoren und Widerständen. Der direkte Anschluss an diese Fassung vermeidet Fehlmessungen durch Messleitungen.

4. Messungen

4.1. Undefinierte Anzeigen

Bei offenen Messeingängen bzw. bei Berühren der Messeingänge mit der Hand kann es zu undefinierten Anzeigen bzw. Überlaufanzeige (Anzeige einer führenden 1) kommen. Dies ist keine Betriebsstörung, sondern eine Reaktion des empfindlichen Messeingangs auf vorhandene Störspannungen.

Im Normalfall ohne hohen Störpegel am Arbeitsplatz sowie bei einem Kurzschluss des Messeingangs erfolgt sofort die Anzeige 0000 (in Kapazitätsmessbereichen Überlaufanzeige) bzw. bei Anschluss des Messobjekts die exakte Messwertanzeige. Schwankungen der Anzeige ± 1 Digit sind systembedingt und liegen innerhalb der Toleranz.

Hat man den Widerstandsmessbereich oder den Induktivitätsmessbereich gewählt, erscheint bei offenem Messeingang die Überlaufanzeige.

5. Widerstandsmessung

Beachten Sie vor Beginn der Widerstandsmessung folgende Grundregeln:

- Wenn Sie das Multimeter in eine der Messbereichsstellungen des R-Bereichs geschaltet haben, verbinden Sie die Messleitungen niemals mit einer Spannungsquelle. Dies zerstört das Messgerät.
 - Schalten Sie alle Versorgungsspannungen am zu messenden Bauelement aus und achten Sie auch darauf, dass mit dem Bauelement verbundene Kondensatoren entladen sind, damit keine Messwertverfälschungen auftreten.
1. Schalten Sie den Drehschalter in den erwarteten Widerstandsmessbereich. Ist dieser nicht bekannt, schalten Sie den Drehschalter in die 20-M Ω -Position

und schalten dann bei angeschlossenem Messobjekt so weit herunter, bis Sie eine möglichst hoch aufgelöste Anzeige erhalten.

2. Stecken Sie das Messobjekt in die Messfassung Zx. Dabei ist es direkt an die Mess-Schaltung angeschlossen und es entfallen Verluste durch Messleitungen.
3. Sind die Bauteilanschlüsse zu kurz oder sollen eingelötete Bauteile gemessen werden, sind die mitgelieferten Messleitungen einzusetzen. Dies empfiehlt sich besonders bei Messungen im niedrigsten und höchsten Messbereich. Hier kommt ebenfalls das Vierleiter-Messverfahren zum Einsatz, das Messleitungseinflüsse kompensiert.

Bitte beachten!

Wenn Sie die Messbuchsen benutzen, müssen die Messkontakte in der Zx-Messfassung mittels des mitgelieferten Isolierfilmstücks jeweils voneinander isoliert werden. Stecken Sie je ein Isolierfilmstück in die beiden Teile der Fassung. Ist der Isolierfilm verloren gegangen, kann statt dessen auch ein Stück dünne, steife Kunststoffolie (z. B. Filmmaterial) eingesetzt werden.

Stecken Sie die roten Messleitungen in die Messbuchsen V+/I+ und die schwarzen Messleitungen in die Buchsen I-/V-.

Schließen Sie das Messobjekt an die Messklemmen an.

4. Erscheint im Display die Überlaufanzeige (führende 1), so schalten Sie in den nächst höheren Messbereich.
5. Im Bereich $20\text{ M}\Omega$ verwenden Sie bitte entweder nur

die Messfassung Zx oder nur **zwei** Messleitungen (Anschlüsse V+/V-). Beachten Sie im letzteren Falle, dass jetzt die Isolierfolien aus Zx zu entfernen sind.

Beachten Sie bei der Messung auch die folgenden Hinweise:

- Um die Messgenauigkeit des Gerätes zu erhalten, verbinden Sie die Messspitzen nie mit einer Spannungsquelle, dies kann bei längerer Einwirkung die Eigenschaften des Messgerätes nachhaltig verschlechtern.

6. Kapazitätsmessung

Achtung!

Entladen Sie jeden Kondensator vor der Messung! Im Kondensator gespeicherte Restspannung kann das Messgerät zerstören! Entladen Sie den Kondensator nicht durch einen Kurzschluss, sondern durch Überbrücken der Anschlüsse mit einem 100-k Ω -Widerstand.

- Verbinden Sie die Messfassung niemals mit einer Spannungsquelle. Dies zerstört das Messgerät.
 - Messen Sie zur Sicherheit vor einer Kapazitätsmessung nach, ob sich noch eine Restladung im Kondensator befindet (Spannungsmessgerät benutzen).
1. Schalten Sie den Drehschalter in den gewünschten Kapazitäts-Messbereich. Ist die Kapazität des Messobjektes nicht bekannt, wählen Sie zunächst den höchsten Messbereich und schalten dann bei geschlossenem Messobjekt so weit herunter, bis Sie eine möglichst hoch aufgelöste Anzeige erhalten.
 2. Stecken Sie die Anschlüsse des zu messenden Kondensators in die Messfassung Zx. Dabei ist er direkt an die Mess-Schaltung angeschlossen und es entfallen Messwertverfälschungen durch Messleitungen.

3. Sind die Bauteilanschlüsse zu kurz oder sollen eingelötete Bauteile gemessen werden, sind die mitgelieferten Messleitungen einzusetzen. Dies empfiehlt sich besonders bei Messungen im niedrigsten und höchsten Messbereich. Hier kommt ebenfalls das Vierleiter-Messverfahren zum Einsatz, das Messleitungseinflüsse kompensiert.

Bitte beachten!

Wenn Sie die Messbuchsen benutzen, müssen die Messkontakte in der Zx-Messfassung mittels des mitgelieferten Isolierfilmstücks jeweils voneinander isoliert werden. Stecken Sie je ein Isolierfilmstück in die beiden Teile der Fassung. Ist der Isolierfilm verloren gegangen, kann statt dessen auch ein Stück dünne, steife Kunststoffolie (z. B. Filmmaterial) eingesetzt werden.

Stecken Sie die roten Messleitungen in die Messbuchsen V+/I+ und die schwarzen Messleitungen in die Buchsen I-/V-.

Schließen Sie das Messobjekt an die Messklemmen an. Dabei müssen gepolte Kondensatoren polrichtig angeschlossen werden (Pluspol an die rote Messklemme, Minuspol an die schwarze Messklemme).

Entladen Sie vor der Messung den Kondensator!

Bitte beachten:

- Ein defekter Kondensator äußert sich mit der Anzeige „Null“ bzw. um Null herum in allen Bereichen, wenn er unterbrochen ist.
- Beachten Sie, dass Elektrolytkondensatoren innerhalb ihres Toleranzbereiches erhebliche Streuungen aufweisen können.

- Restspannungen im Kondensator, beschädigte Isolierschichten oder defektes Dielektrikum können erhebliche Ergebnisverfälschungen hervorrufen.
- Im 200-pF-Bereich kann bereits bei offenen Messklemmen ein (sehr geringer) Wert im Display angezeigt werden. Dies ist die Kapazität der Messkabel. Merken Sie sich diesen Wert vor der Messung und ziehen Sie ihn später nach der Messung vom angezeigten Messwert ab.
- Bitte beachten Sie, dass die Messung bis 2 μF im Parallelmessmodus erfolgt, Messungen oberhalb 2 μF werden im Serienmessmodus ausgeführt. Ausführungen dazu finden Sie im Kapitel „Parameter-Umrechnungen“.

Beachten Sie bei der Auswahl der Messbereiche auch folgende Zuordnungen:

- der **20- μF -Bereich** ist für Messwerte zwischen 2 μF und 20 μF vorgesehen. Misst man hier geringere Kapazität als 2 μF , so kann es zu einer instabilen Messwertanzeige kommen. Schalten Sie dann in einen niedrigeren Bereich.
- der **200- μF -Bereich** ist für Messwerte zwischen 20 μF und 200 μF vorgesehen. Misst man hier geringere Kapazität als 20 μF , so kann es zu einer instabilen Messwertanzeige kommen. Schalten Sie dann in einen niedrigeren Bereich.
- der **2000- μF -Bereich** ist für Messwerte zwischen 200 μF und 2000 μF vorgesehen. Misst man hier geringere Kapazität als 200 μF , so kann es zu einer instabilen Messwertanzeige kommen. Schalten Sie dann in einen niedrigeren Bereich.
- der **20-mF-Bereich** ist für Messwerte zwischen 2 mF und 20 mF vorgesehen. Misst man hier geringere

re Kapazität als 2 mF, so kann es zu einer instabilen Messwertanzeige kommen. Schalten Sie dann in einen niedrigeren Bereich.

Verlustfaktormessung

1. Für die Ermittlung des Verlustfaktors drücken Sie bei angeschlossenem Bauelement die Taste „LCR/D“. Bei gedrückter Taste wird der Verlustfaktor D direkt angezeigt.

Eine Ausnahme bildet der 20-mF-Bereich. Hier ist der Verlustfaktor aus der Kapazität und dem im 2-Ω-Bereich gemessenen ohmschen Widerstand nach folgender Formel zu berechnen:

$$D = \omega CR \quad (\omega = 2\pi f; \text{ Messfrequenz } 1 \text{ kHz})$$

Verlustwiderstand

Der Verlustwiderstand (bei Wechselstrom) ist typischerweise bedeutend höher als der einfache ohmsche Widerstand der einzelnen Komponenten des Kondensators. Er beinhaltet z. B. auch Verluste durch das Dielektrikum.

Er kann direkt aus dem Verlustfaktor D nach folgender Formel berechnet werden:

$$R_v = D/\omega C \quad (\omega = 2\pi f; \text{ Messfrequenz } 1 \text{ kHz})$$

7. Induktivitätsmessung

1. Schalten Sie den Drehschalter auf den Induktivitätsmessbereich, der dem erwarteten Wert der folgenden Messung entspricht. Ist die Induktivität unbekannt, beginnen Sie im niedrigsten Messbereich und schalten dann weiter nach oben, bis Sie eine ausreichend aufgelöste Anzeige erhalten.
2. Schließen Sie die Anschlüsse der Messfassung Zx oder, wenn Sie die Messleitungen benutzen wollen, die Messklemmen kurz. Dabei muss das Display nach kurzer Zeit den Nullwert anzeigen. Ausgenommen davon ist der niedrigste Bereich (20 μH). Hier kann die Eigeninduktivität der Messleitungen bereits eine Anzeige hervorrufen. Merken Sie sich diesen Wert vor der Messung und subtrahieren Sie ihn später nach der Messung vom angezeigten Messwert.
3. Stecken Sie die Anschlüsse der zu messenden Induktivität in die Messfassung Zx. Dabei ist diese direkt an die Mess-Schaltung angeschlossen und es entfallen Verluste durch Messleitungen.
4. Sind die Bauteilanschlüsse zu kurz oder sollen eingelötete Bauteile gemessen werden, sind die mitgelieferten Messleitungen einzusetzen. Dies empfiehlt sich besonders bei Messungen im niedrigsten und höchsten Messbereich. Hier kommt ebenfalls das Vierleiter-Messverfahren zum Einsatz, das Messleitungseinflüsse kompensiert.

Bitte beachten!

Wenn Sie die Messbuchsen benutzen, müssen die Messkontakte in der Zx-Messfassung mittels des mitgelieferten Isolierfilmstücks jeweils voneinander isoliert werden. Stecken Sie je ein Isolierfilmstück

in die beiden Teile der Fassung. Ist der Isolierfilm verloren gegangen, kann statt dessen auch ein Stück dünne, steife Kunststoffolie (z. B. Filmmaterial) eingesetzt werden.

Stecken Sie die roten Messleitungen in die Messbuchsen V+/I+ und die schwarzen Messleitungen in die Buchsen I-/V-.

Schließen Sie das Messobjekt an die Messklemmen an.

Beachten Sie bei der Auswahl der Messbereiche auch folgende Zuordnungen:

- der 2 H-Bereich ist für Messwerte zwischen 20 mH und 2-H vorgesehen. Misst man hier geringere Induktivitäten als 20 mH, so kann es zu einer instabilen Messwertanzeige kommen. Schalten Sie dann in einen niedrigeren Bereich.
- Gleiches gilt für den 20-H-Bereich. Er ist für Induktivitäten zwischen 0,2 H und 20 H vorgesehen. Bei geringeren Induktivitäten als 0,2 H in einen niedrigeren Bereich schalten.
- Gleiches gilt für den 200-H-Bereich. Er ist für Induktivitäten zwischen 2 H und 200 H vorgesehen. Bei geringeren Induktivitäten als 2 H in einen niedrigeren Bereich schalten.

Verlustfaktormessung

Für die Ermittlung des Verlustfaktors drücken Sie bei angeschlossenem Bauelement die Taste „LCR/D“. Bei gedrückter Taste wird der Verlustfaktor D direkt angezeigt.

8. Parameter-Umrechnungen

Der ermittelte Wert für ein Bauelement ist je nach Messart (Parallel/Serie) unterschiedlich. Das heißt, dass eine im Parallel-Modus gemessene Kapazität/Induktivität eines Bauelements nicht der im Serienmodus gemessenen Kapazität/Induktivität entspricht, es sei denn, der Verlustfaktor des Bauelements ist gleich Null.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Verhältnisse der Parameter bei beiden Messmodi nach den Beziehungen:

$$C_s = (1+D^2)C_p$$

$$R_s = 2\pi f L_s D$$

Bei jeder Messfrequenz ist der Verlustfaktor für beide Modi gleich.

Aus dem Reziprok des Verlustfaktors errechnet sich der Gütefaktor Q: $Q = 1/D$

| Messmode | Verlustfaktor | Umrechnung |
|----------|--|--|
| Cp | $D=1/(2\pi f C_p R_p) = 1/Q$ | $C_s=(1+D^2)C_p$ $R_s=[D^2/(1+D^2)]R_p$ |
| Cs | $D=2\pi f C_s R_s = 1/Q$ | $C_p=[1/(1+D^2)]C_s$ $R_p=[(1+D^2)/D^2]R_s$ |
| Ls | $D=R_s/(2\pi f L_s) = 1/Q$ $R_p=[(1+D^2)/D^2]R_s$ | $L_p=(1+D^2)L_s$ |
| Lp | $D=2\pi f L_p/R_p=1/Q$ | $L_s=[1/(1+D^2)]L_p$ $R_s=[D^2/(1+D^2)]R_p$ |

9. Allgemeiner Umgang, Wartung und Pflege

Ihr Digital-LCR-Meter ist ein hochwertiges Präzisionsinstrument, das entsprechend behandelt werden sollte. Öffnen Sie es nur zum unbedingt notwendigen Sicherungs- oder Batteriewechsel, schalten Sie es vorher aus und entfernen die Messleitungen vom Messobjekt.

Aufgrund der hohen Integration des Gerätes und der Gefahr, die Genauigkeit zu beeinflussen, sollten Sie nie in das Gerät selbst eingreifen. Für Reparaturen und Kalibrierungsarbeiten sollten Sie in jedem Falle unser qualifiziertes Servicepersonal in Anspruch nehmen.

Schützen Sie das Gerät vor der Einwirkung von Wasser, Staub, Sand, Schmutz und extremen Temperaturen. All diese Einflüsse bewirken Schädigungen und eine Verkürzung der Lebensdauer von Kontakten, Batterien, Gehäuseteilen, Schaltern und elektronischen Bauteilen. Setzen Sie nur volle und auslaufgeschützte Gerätebatterien, z. B. Alkaline-Typen, ein.

Setzen Sie zur Reinigung keine ätzenden Chemikalien ein, um die Oberflächen, die Beschriftung und das Display-Fenster nicht zu beschädigen.

10. Technische Daten

- Anzeigenumfang: 3,5 Stellen (1.999)
- Messverfahren:
 - Kapazitäten: Parallelmode von 0,1 pF bis 2 μ F; Serienmode von 2 μ F bis 20 mF
 - Induktivitäten: Serienmode
 - Widerstände: Serienmode
- Arbeitstemperatur: 0 °C bis 40 °C, Luftfeuchte: max. 80 %
- Lagertemperatur: -20 °C bis 60 °C, Luftfeuchte: max. 80 %
- opt. Arbeitstemperatur: 23 \pm 5 °C, Luftfeuchte <75 %
- Spannungsversorgung: Batterie: 9F22, 9-V-Block oder Netzteil 9 V/100 mA, Minus am Mittelleiter; Stromaufnahme 5 mA
- Abmessungen (HxBxT): 182 x 86 x 38 mm
- Gewicht: 280 g mit Batterie

11. Messbereiche, Messgenauigkeit

| Induktivität | | | |
|---------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| Bereich | Auflösung | Testsignal | Genauigkeit |
| 20 μH | 0,01 μH | 1 kHz; 4 mA* | $\pm 5\%$ + 4 Digit |
| 200 μH | 0,1 μH | 1 kHz; 4 mA* | $\pm 3\%$ + 4 Digit |
| 2 mH | 1 μH | 1 kHz; 4 mA* | $\pm 2\%$ + 2 Digit |
| 20 mH | 10 μH | 1 kHz; 0,4 mA* | $\pm 1\%$ + 2 Digit |
| 200 mH | 100 μH | 1 kHz; 40 μA^* | $\pm 1\%$ + 2 Digit |
| 2 H | 1 mH | 1 kHz; 4 μA^* | $\pm 2\%$ + 2 Digit |
| 20 H | 10 mH | 1 kHz; 0,4 μA^* | $\pm 2\%$ + 2 Digit |
| 200 H | 100 mH | 1 kHz; 40 nA* | $\pm 3\%$ + 2 Digit |

* rms; Temperaturkoeffizient: 0,1%/°C;

Zusatzfehler Verlustfaktor: 3D%

Verlustfaktor (1-1999)

Bereich Genauigkeit

$L_x \leq 200$ mH $\pm 1\%$ + 10 Digit + 2000/ L_x

$L_x \geq 200$ mH $\pm 2\%$ + 20 Digit + 2000/ L_x

Werte gelten nur, wenn der Messwert zwischen 20 und 100 % des Skalenendwerts liegt

Widerstand (Überlastgeschützt bis 25 V DC/AC)

| Bereich | Auflösung | Testsignal | Genauigkeit |
|----------------|------------------|----------------------------|---------------------|
| 2 Ω | 1 m Ω | 1 kHz; 4 mA* | $\pm 1\%$ + 5 Digit |
| 20 Ω | 10 m Ω | 1 kHz; 4 mA* | $\pm 1\%$ + 2 Digit |
| 200 Ω | 0,1 Ω | 1 kHz; 4 mA* | $\pm 1\%$ + 2 Digit |
| 2 k Ω | 1 Ω | 1 kHz; 0,4 mA* | $\pm 1\%$ + 2 Digit |
| 20 k Ω | 10 Ω | 1 kHz; 40 μA^* | $\pm 1\%$ + 2 Digit |
| 200 k Ω | 100 Ω | 1 kHz; 4 μA^* | $\pm 1\%$ + 2 Digit |
| 2 M Ω | 1 k Ω | 1 kHz; 0,4 μA^* | $\pm 2\%$ + 2 Digit |
| 20 M Ω | 10 k Ω | 1 kHz; 40 nA* | $\pm 3\%$ + 2 Digit |

* rms; Temperaturkoeffizient: 0,1%/°C

| Kapazität | | | |
|---|---------------------------|-------------------|--------------------|
| Bereich | Auflösung | Testsignal | Genauigkeit |
| 200 pF | 0,1 pF | 1 kHz, 400 mV* | ±2 % +2 Digit |
| 2 nF | 1 pF | 1 kHz, 400 mV* | ±1 % +2 Digit |
| 20 nF | 10 pF | 1 kHz, 400 mV* | ±0,5 % +2 Digit |
| 200 nF | 100 pF | 1 kHz, 400 mV* | ±0,5 % +2 Digit |
| 2 µF | 1 nF | 1 kHz, 400 mV* | ±1 % +2 Digit |
| 20 µF | 10 nF | 1 kHz, 0,4 mA* | ±1 % +2 Digit |
| 200 µF | 100 nF | 1 kHz, 4 mA* | ±1 % +2 Digit |
| 2000 µF | 1 µF | 1 kHz, 4 mA* | ±2 % +2 Digit |
| 20 mF | 10 µF | 1 kHz, 4 mA* | ±3 % +2 Digit |
| * rms; Temperaturkoeffizient: 0,1%/°C; Zusatzfehler Verlustfaktor: 3D% | | | |
| Verlustfaktor (1-1999) | | | |
| Bereich | Genauigkeit | | |
| 2 nF - 2 µF | ±1 % + 10 Digit + 2000/Lx | | |
| 2 µF - 2 mF | ±2 % + 20 Digit + 2000/Lx | | |
| Werte gelten nur, wenn der Messwert zwischen 20 und 100% des Skalenendwerts liegt | | | |

12. Entsorgungshinweis

Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!
Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!

