

## Das ABC der DMMs Multimeter – Funktionen und Eigenschaften

### Anwendungsbericht

#### Einleitung

Multimeter. Sie wurden als Bandmaß des neuen Jahrtausends beschrieben. Was ist eigentlich genau ein Digitalmultimeter (DMM), und was kann man damit anfangen? Wie ist bei Messungen vorzugehen? Welche Anforderungen müssen Sie an das Instrument stellen? Auf welche sicherste and leichteste Weise können Sie Ihr Instrument optimal nutzen? Welches Instrument eignet sich am besten für die Umgebung, in der Sie arbeiten? Auf diese Fragen gibt Ihnen der Anwendungsbericht Antwort.

Die Technik verändert rasch die Funktionsweise der Dinge in unserer Welt. Elektronikschaltungen werden überall verwendet, von Kaffeemaschinen bis zum Raumfahrzeug.

Die Kommunikationsindustrie floriert mit Handys und Pagern, und Internetverbindungen haben die Anforderungen an den Elektrotechniker enorm gesteigert. Service, Reparatur and Installation dieser komplexen Einrichtungen erfordern Diagnosewerkzeuge, welche Ihnen genaue Informationen liefern.

Wir wollen mit einer Klärung des Begriffes Digitalmultimeter (DMM) beginnen. Beim DMM handelt es sich einfach um ein elektronisches Messgerät zur Durchführung von elektrischen Messungen. Es kann mit jeder Menge von Sonderfunktionen ausgestattet sein, aber mit einem DMM werden hauptsächlich Spannung (Volt), Widerstand (Ohm) und Strom (Ampère) gemessen.

Die DMMs von Fluke werden in diesem Anwendungsbericht als Beispiel verwendet. Andere DMMs funktionieren möglicherweise anders, oder weisen gegenüber den beschriebenen Instrumenten vielleicht andere Funktionen auf. Aber in diesem Anwendungsbericht werden gemeinsame Anwendungsmerkmale erläutert und Hinweise zu den meisten

DMMs gegeben. Auf den nächsten Seiten erfahren Sie, wie ein DMM für Messungen einzusetzen ist, und wie sich verschiedene DMMs voneinander unterscheiden.

#### Wahl eines DMMs

Beim Kauf eines DMMs ist nicht nur auf grundlegende Daten zu achten, sondern auch auf Merkmale, Funktionen und den Gesamteindruck des Instrumentes, der durch dessen Design und die Sorgfalt bei der Herstellung geprägt ist.

Zuverlässigkeit, besonders unter rauen Betriebsbedingungen, ist heute wichtiger denn je. Deshalb wurden die DMMs von Fluke einem rigorosen Test- und Evaluationsprogramm unterzogen, bevor sie in Werkzeugkisten geworfen werden können.

Anwendersicherheit ist einer der Hauptgesichtspunkte bei der Entwicklung der Digitalmultimeter von Fluke. Angemessene Abstände zwischen den Bauteilen, doppelte Isolierung und ein Eingangsschutz helfen dabei, Verletzungen des Anwenders oder Beschädigungen des Multimeters auch bei falscher Nutzung zu verhindern. Fluke entwickelt seine Digitalmultimeter gemäß den neuesten und anspruchsvollsten Sicherheitsnormen.

Fluke bietet eine Vielzahl von DMMs mit verschiedenen Merkmal-Kombinationen, wie z.B. Touch Hold® (ein Messpunkt wird kontaktiert, der Messwert wird auf der Anzeige gespeichert), Analoganzeige-Balken und hoher Auflösung. Zubehör für Hochstrom- und Temperaturmessung sind erhältlich, womit die Möglichkeiten Ihres DMMs erweitert werden können. Auf der hinteren Umschlagseite dieses Anwendungsberichts sind zusätzlich Informationen über DMMs von Fluke sowie diesbezüglichem Zubehör zu finden.



Moderne Digitalmultimeter (DMMs) bieten eine Vielzahl von Funktionen. Aber man muss wissen was einem bei professioneller Arbeit wirklich nützt. Dieser Anwendungsbericht beschreibt die wichtigsten Eigenschaften und deren Anwendung.

#### Einige Grundlagen

##### Auflösung und Stellenzahl

Die Bezeichnung Auflösung sagt aus, wie klein die Anzeige „benachbarter“ Messwerte erfolgen kann. Wenn die Auflösung eines DMM bekannt ist, können Sie feststellen, ob das Instrument als kleinste Einheit ein Volt oder 1 mV (1/1000 Volt) darstellen kann.

Sie würden keinen Maßstab mit einer Einteilung von 1 Zentimeter kaufen, wenn Sie auf einen Millimeter genau messen müßten. Ein Thermometer, welches nur volle Gradzahlen messen kann, nützt nicht viel, wenn Ihre Temperatur 36,8°C beträgt. Sie benötigen ein Thermometer mit einer Auflösung von 0,1°C.

Die Bezeichnung Anzahl der Digits (Stellenzahl) wird zur Umschreibung der Auflösung eines Messinstrumentes verwendet. Diese Anzahl der Digits ist für DMMs also eines der wichtigsten Merkmale und dient daher häufig auch zur Einteilung in Vergleichstabellen.

Häufig findet man die Angabe „3<sup>1/2</sup>-stellig“. Ein derartiges DMM kann drei volle Stellen von 0 bis 9 darstellen, sowie eine weitere Stelle, die meistens eine 1 ist. Ein 3<sup>1/2</sup>-stelliges Instrument kann Zahlen bis zu 1999 auflösen, und die Auflösung eines 4<sup>1/2</sup>-stelligen Instrumentes beträgt bis zu 19999.

Moderne Multimeter werden mit einer verbesserten Auflösung mit einem Anzeigebereich bis zu 3200, 4000 oder 6000 angeboten. Da ist es präziser, dieses Instrument nach seiner Auflösung zu beschreiben, und nicht ob es 3<sup>1/2</sup>-stellig oder 4<sup>1/2</sup>-stellig ist.

Für bestimmte Messungen bieten Instrumente mit 3200 Digits eine bessere Auflösung. Ein Instrument, welches z.B. über eine Zahlendarstellung bis 1999 verfügt, kann bei Messung der Netzspannung von 230 Volt oder mehr keine Auflösung von 1/10 Volt bieten. Aber ein Instrument mit einer Zahlendarstellung bis 3200 zeigt bis zu diese Spannung mit 1/10 Volt Auflösung an. Das ist somit die gleiche Auflösung wie bei einem teureren Instrument mit einem Anzeigebereich bis 20000, bis man die Grenze von 320 Volt überschreitet.

### Ungenauigkeit

Unter Ungenauigkeit versteht man den höchsten zulässigen Fehler, welcher unter bestimmten Betriebsbedingungen auftreten kann. Anders ausgedrückt ist das ein Hinweis darauf, wie nahe der durch das DMM angezeigte Messwert beim tatsächlichen Wert des gemessenen Signales liegt. Umgangssprachlich wird oft der Begriff Genauigkeit verwendet, der normentechnisch treffendste Begriff ist Messunsicherheit.

Die Ungenauigkeit eines DMM wird normalerweise als Prozentsatz des angezeigten Wertes ausgedrückt. Eine Ungenauigkeit von  $\pm 1\%$  des angezeigten Wertes besagt, dass bei einer Anzeige von 100,0 V der tatsächliche Wert irgendwo zwischen 99,0 V und 101,0 V liegen könnte.

Bei den Spezifikationen kommt neben der Ungenauigkeit vom Messwert meistens noch ein Anteil hinzu, der vom Messbereich

abhängt. Dieser Anteil kann als % vom Bereich oder als eine bestimmte Anzahl des letzten Digits der Anzeige beschrieben sein. Im letzten Fall spricht man von der Stelle niedrigster Auflösung oder LSD (Least significant digit). Wenn die Spezifikation eines DMM  $\pm (1\% \text{ vom Messwert} + 2 \text{ Digits})$  angibt und das DMM eine Auflösung von 0,1 V hat, wäre bei einem Messwert von 100 V die gesamte Ungenauigkeit  $\pm 1,2 \text{ V}$ . Somit könnte bei einer Anzeige von 100,0 V der tatsächliche Wert zwischen 98,8 V und 101,2 V liegen.

Spezifikationen von Analog-Messinstrumenten werden durch den Fehler bei Skalen-Vollausschlag angegeben, nicht bezogen auf den angezeigten Wert. Die typische Genauigkeit eines Analog-Meßinstrumentes beträgt  $\pm 2\%$  oder  $\pm 3\%$  des Skalen-Vollausschlages. Bei einem Zehntel des Vollausschlages macht das 20 bzw. 30 Prozent des angezeigten Wertes aus. Die typische Ungenauigkeit bei einem Hand-DMM liegt bei  $\pm (0,7\% \text{ vom Messwert} + 1 \text{ Digit})$  bis  $\pm (0,1\% \text{ vom Messwert} + 1 \text{ Digit})$  der Anzeige oder besser.

### Ohmsches Gesetz

Spannung, Strom und Widerstand in einem beliebigen elektrischen Schaltkreis können unter Verwendung des Ohmschen Gesetzes berechnet werden, welches wie folgt lautet: Spannung = Strom x Widerstand (siehe Abbildung 1). Somit kann bei Bekanntsein zweier der Werte in der Formel der dritte Wert berechnet werden.

Ein DMM nutzt das Prinzip des Ohmschen Gesetzes zur direkten Messung und Anzeige entweder des Widerstandes (in Ohm), der Stromstärke (in Ampère) oder der Spannung (in Volt). Auf den nächsten Seiten zeigen wir Ihnen, wie leicht die Anwendung eines DMMs ist, um die von Ihnen gewünschten Messungen durchzuführen.

### Digitale und analoge Anzeige

Für die hohe Genauigkeit und gute Auflösung ist die digitale Anzeige unübertroffen. Sie zeigt 3 oder mehr Digits bei jeder Messung an.

Das analoge Zeigerinstrument ist weniger genau und hat eine geringere Auflösung, da man die Werte zwischen den Skalenteilen schätzen muss. Vorteilhaft ist hingegen, dass man eine schnelle Trendanzeige bekommt.

Der Analoganzeige-Balken (Bargraph) zeigt Signaländerungen

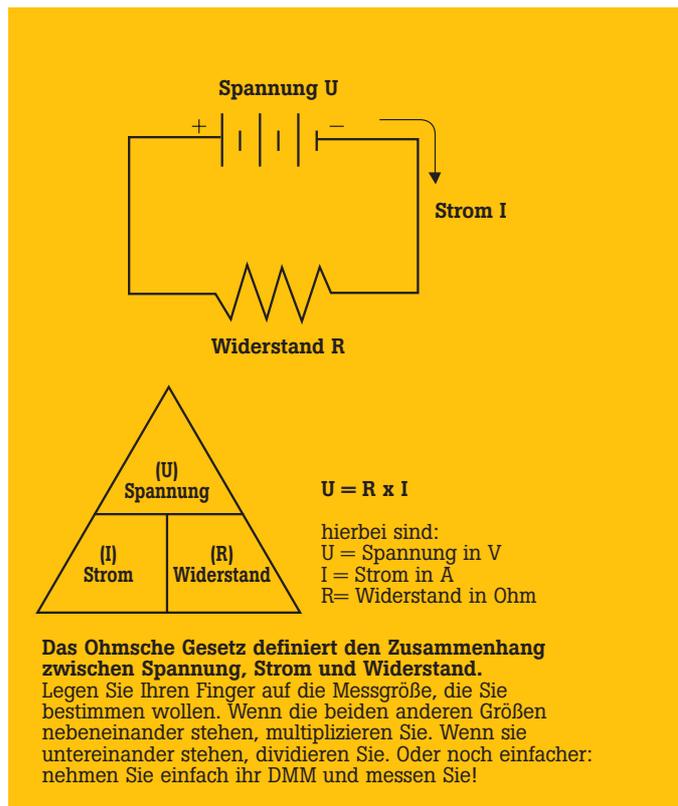


Bild 1

wie in einem Zeigerinstrument, ist aber unverwundlich und bei hochwertigen DMMs auch wesentlich schneller.

## Gleich- und Wechselfspannung

### Spannungsmessung

Eine der Grundaufgaben eines DMMs ist die Messung von Spannung. Eine typische Gleichspannungsquelle ist eine Batterie, wie sie z.B. in ihrem Auto Verwendung findet. Wechselspannung wird üblicherweise mit einem Generator erzeugt. Die Netzsteckdosen in ihrer Wohnung sind übliche Quellen für Wechselspannung. Gewisse Einrichtungen wandeln Wechselspannung in Gleichspannung um. Zum Beispiel elektronische Geräte, wie Fernsehapparate, Stereoanlagen, Videorecorder und Computer, die Sie an einer Steckdose anschließen, verwenden Gleichrichter zur Umwandlung der Wechselspannung in eine Gleichspannung. Mit dieser Gleichspannung werden dann die elektronischen Schaltungen in diesen Geräten gespeist.

Das Überprüfen der richtigen Versorgungsspannung ist normalerweise das Erste, das bei der Fehlersuche in einer Schaltung gemessen wird.

Falls keine Spannung vorhanden ist, oder falls diese zu hoch oder zu niedrig liegt, so sollte vor der Durchführung weiterer Untersuchungen das Spannungsproblem beseitigt werden.

Die Kurvenformen der Wechselspannungen sind entweder sinusförmig oder nicht-sinusförmig (Sägezahn, Rechteck, Spannungsformen mit Phasenanschnitt, usw.). Das DMM sollte den Effektivwert dieser Spannungs-Wellenformen richtig anzeigen. Der Effektivwert ist der effektive oder äquivalente Gleichspannungswert der Wechselspannung.

Die meisten konventionellen Multimeter besitzen einen Mittelwert-Konverter und können den Effektivwert richtig anzeigen, falls es sich beim Wechselspannungs-Signal um eine reine Sinusform handelt. Nicht-sinusförmige Signale können nur von sogenannten Echteffektiv-Multimetern bis zum angegebenen Crestfaktor des Multimeters richtig gemessen werden.

Als Crestfaktor bezeichnet man das Verhältnis des Spitzenwerts zum Effektivwert eines Signals. Bei einem sinusförmigen Signal beträgt er 1,414, bei Gleichrichter-Spannungspulsen z. B. kann er jedoch wesentlich höher liegen. Infolgedessen liegt die Anzeige eines mittlwertverfassenden Messgeräts oft wesentlich niedriger als der tatsächliche Effektivwert.

Die Fähigkeit eines DMMs zur richtigen Messung von Wechselspannung kann durch die zu geringe Bandbreite des Messgerätes begrenzt sein. Mit den meisten Digitalmultimetern können Wechselspannungen mit Frequenzen von 50 bis 500 Hz korrekt gemessen werden, aber bei nichtlinearen Signalen können einige Frequenzanteile Hunderte von Kilohertz betragen. Ein Multimeter mit einer höheren Messbandbreite kann diese Anteile erfassen und wird somit einen höheren, aber auch richtigen, Wert anzeigen. Bei den Spezifikationen eines DMMs für Wechselspannung und Wechselstrom muss der Frequenzbereich eines Signals angegeben sein, innerhalb dessen mit dem DMM genau gemessen werden kann.

#### Wie misst man Spannung

1. Wählen Sie Volts AC (V~), Volts DC (V=), je nach Wunsch.
2. Stecken Sie die schwarze Messleitung in die COM Eingabebuchse und die rote Messleitung

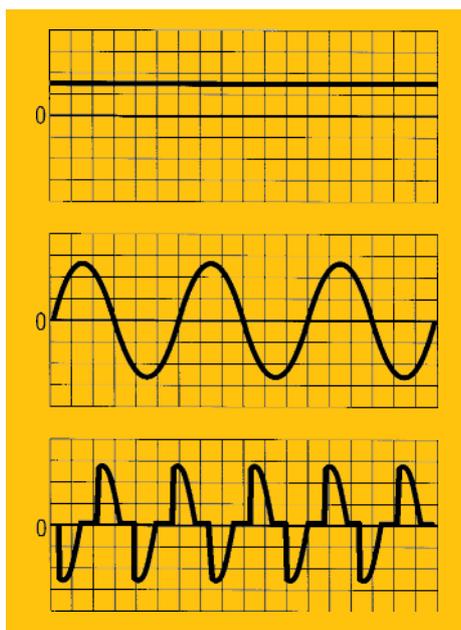


Bild 2: Drei Signalformen: Gleichspannung (DC), Wechselspannung (AC), sinusförmig und nicht sinusförmiges AC-Signal.



Bild 3: Hochspannungstastköpfe wie Fluke 80-K6 und 80K-40 erweitern die Spannungsmessbereiche bis 6 kV bzw. 40 kV.

3. in die V Eingangsbuchse.
3. Wenn das Digitalmultimeter nur manuelle Bereichswahl hat, wählen Sie den höchsten Messbereich, um den Eingang nicht zu überlasten.
4. Greifen Sie mit den Messleitungen die Spannung, wie gezeigt, parallel zur Last oder Speisung ab.  $\Delta$
5. Lesen Sie auf der Anzeige die gemessene Spannung ab.

**Achtung:** Für DC Anzeige in korrekter Polarität (+/-) muss man die rote Messleitung auf der positive Seite der Schaltung und die schwarze auf der negativen Seite oder Masse anschließen. Bei verkehrt angeschlossenen Messleitungen zeigt ein DMM mit automatischer Polaritätsanzeige die Spannung mit dem verkehrten Vorzeichen an. Bei einem analogen Zeigerinstrument kann durch falsche Polarität das Gerät beschädigt werden.

**Hinweis:**  $1/1000 \text{ V} = 1 \text{ mV}$   
 $1000 \text{ V} = 1 \text{ kV}$

$\Delta$  Für die Reparatur von Fernsehern und Kathodenstrahlröhren, bei denen die Spannungen bis zu 40 kV betragen können, sind Hochspannungstastköpfe erhältlich.

**Vorsicht:** Diese Tastköpfe sind nicht für Anwendungen in der elektrischen Stromversorgung konzipiert, bei denen hohe Spannungen und hohe Energieniveaus gleichzeitig auftreten. Sie sind nur für Niedrigenergie-Anwendungen gedacht.

#### Widerstandmessung, Durchgangs- und Diodenprüfung

##### Widerstandmessung

Der Widerstand wird in Ohm gemessen ( $\Omega$ ). Widerstandswerte können sehr unterschiedlich sein, von einigen Milliohm ( $\text{m}\Omega$ ) bei Kontakt-Übergangswiderständen bis in die Milliarden Ohm bei Isolatoren.

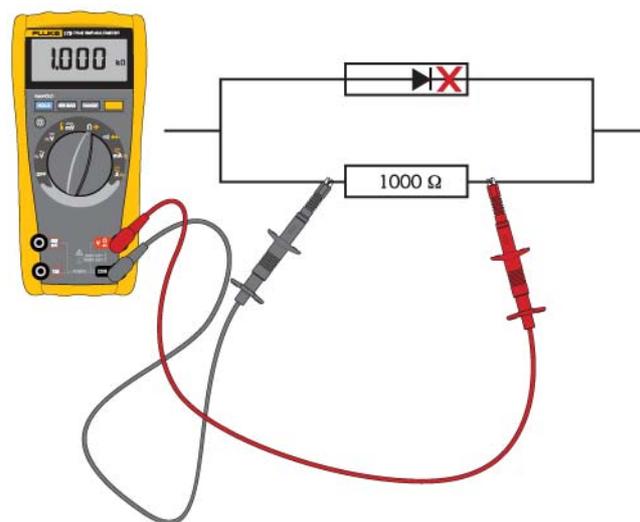


Bild 4: Um Widerstände in der Umgebung von Dioden messen zu können, muss die Messspannung des DMMs unter 0,6V betragen um die Dioden nicht leitend zu machen.

Die meisten DMMs messen bis hinunter zu 0,1 Ω, und bei einigen reicht die obere Messgrenze bis zu 300 MΩ (300 000 000 Ohm).

Widerstandsmessungen müssen bei stromloser Schaltung (Gerät abgeschaltet) durchgeführt werden, da sonst das Instrument wie auch die Schaltung beschädigt werden könnten. Bei einigen DMMs ist ein Schutz gegen irrtümlichen Kontakt mit Spannungen in der Betriebsart Widerstandsmessung vorgesehen. Der Schutzgrad kann bei verschiedenen DMM-Typen sehr unterschiedlich sein.

Zur genauen Messung niederohmiger Widerstände muss der Widerstand der Messleitungen vom gesamten gemessenen Widerstand abgezogen werden. Typische Messleitungs-Widerstände liegen zwischen 0,2Ω und 0,5Ω. Falls der Widerstand der Messleitungen größer als 1Ω ist, so sollten diese ersetzt werden.

Falls das DMM eine niedrigere Prüfgleichspannung als 0,6 V zur Widerstandsmessung abgibt, so wird es in der Lage sein, den Wert von Widerständen zu messen, welche in einer Schaltung durch Dioden oder andere Halbleiterübergänge isoliert sind. Somit können Sie oft Widerstände auf einer Leiterplatte prüfen, ohne diese auslöten zu müssen (siehe Abbildung 4).

#### Wie misst man Widerstände?

1.  $\Delta$  Versorgungsspannung im Prüfobjekt vorher abschalten.
2. Den Wählschalter auf Ω stellen.
3. Die schwarze Messleitung in die COM Eingangsbuchse und die rote Messleitung in die Ω Eingangsbuchse stecken.
4. Schließen Sie die Messleitungen wie gezeigt über dem Widerstand oder dem Schaltungsteil an, über dem der Widerstand gemessen werden soll.
5. Lesen Sie den Messwert auf der Anzeige ab. Die Werte erscheinen in Ω (Ohm), KΩ (x 10<sup>3</sup> Ohm) oder MΩ (x 10<sup>6</sup> Ohm).

**Hinweis:** 1,000 Ω = 1 kΩ  
1,000,000 Ω = 1 MΩ

$\Delta$  Stellen Sie sicher, dass die Messstelle spannungsfrei ist, bevor Sie den Widerstand messen.

#### Durchgangsprüfung

Die Durchgangsprüfung ist ein schneller Ja/Nein-Widerstandsprüfungs-Funktionstest, welcher zwischen einem offenen und

einem geschlossenen Stromkreis unterscheidet.

Ein DMM mit einem Durchgangspiepser ermöglicht Ihnen die leichte und schnelle Ausführung von vielen Durchgangsprüfungen. Das Instrument gibt bei Erkennung eines geschlossenen Stromkreises ein akustisches Signal ab, sodass Sie bei der Prüfung nicht auf das Instrument schauen müssen. Der erforderliche Widerstandswert zur Auslösung des akustischen Signals ist bei den verschiedenen Typen von DMMs unterschiedlich.

#### Diodenprüfung

Eine Diode wirkt wie ein elektronischer Schalter. Sie kann eingeschaltet werden, wenn die Spannung über einem gewissen Pegel liegt, normalerweise etwa 0,6 V bei Siliziumdioden, und ermöglicht den Stromfluss in einer Richtung.

Wenn Sie den Zustand eines Dioden- oder Transistorübergangs überprüfen, zeigt ein analoges Vielfach-Messinstrument nicht nur sehr breit gestreute Messwerte an, sondern kann auch Ströme bis zu 50 mA durch den Übergang fließen lassen. (Siehe Tabelle 1.)

Bestimmte Instrumente verfügen über eine spezielle Betriebsart mit der Bezeichnung Diodenprüfung. In dieser Betriebsart muss die Ablesung 0,6 V bis 0,7 V in der einen Richtung betragen, und in der anderen Richtung eine Unterbrechung anzeigen. Das bedeutet, dass die Diode in Ordnung ist. Falls in beiden Richtungen Unterbrechung angezeigt wird, so hat die Diode Unterbrechung, und falls in beiden Richtungen Durchgang angezeigt wird, so weist die Diode Kurzschluss auf.

#### Gleich- und Wechselstrom

##### Messung von Strom

Strommessungen unterscheiden sich von anderen Messungen mit Digitalmultimetern. Wenn Strommessungen allein mit einem

Digitalmultimeter vorgenommen werden, muss das Instrument dazu direkt in den zu messenden Stromkreis geschaltet werden. Das bedeutet, dass der Stromkreis geöffnet werden muss, und die DMM-Messleitungen verwendet werden müssen, um den Kreis wieder zu schließen. Auf diese Weise fließt der gesamte Strom durch die Schaltkreise des Digitalmultimeters. Eine indirekte Strommessung mit einem Digitalmultimeter kann mit Hilfe einer Stromzange vorgenommen werden. Die Stromzange wird außen um den Leiter geklemmt; dadurch ist es nicht nötig, den Stromkreis zu öffnen und das Digitalmultimeter in den Messkreis zu schalten.

#### Wie misst man Strom

1. Versorgungsspannung im Prüfobjekt abschalten.
2. Trennen oder löten Sie den Strompfad in der Schaltung auf.
3. Wechselstrom (A~) oder Gleichstrom (A—) wie gewünscht wählen.
4. Schließen Sie die schwarze Messleitung an die COM-Eingangsbuchse an. Schließen Sie die rote Messleitung an die Ampere- oder Milliampere-Eingangsbuchse an. Schließen Sie nach dem, welchen Messwert Sie erwarten.
5. Mit den Messleitungen wie gezeigt die aufgetrennte Stromleitung verbinden, sodass der zu messende Strom durch das Multimeter fließen muss.
6. Die Versorgungsspannung im Prüfobjekt wieder einschalten.
7. Lesen Sie nun den Wert auf der Anzeige ab. Sind die Messleitungen verkehrt angeschlossen, wird ein (-) Zeichen auf der Anzeige erscheinen.

**Hinweis:** Wenn die Messleitungen bei einer Gleichstrommessung vertauscht wurden, erscheint auf der Anzeige ein „-“.

	Voltmeter	Voltmeter	DMM
<b>Bereich</b>	Rx1	Rx100	Diodentest
<b>Übergangstrom</b>	35 mA - 50 mA	0.5 mA - 1.5 mA	0.5 mA - 1 mA
<b>Germanium</b>	8 - 19	200 - 300	0,225 V - 0,255 V
<b>Silizium</b>	8 - 16	450 - 800	0,4 V - 0,6 V

Tabelle 1

### Eingangsschutz

Ein oft anzutreffender Fehler ist, dass man die Messleitungen in den Strom-Messbuchsen stecken lässt, und dann versucht, eine Spannungsmessung vorzunehmen. Das führt zu einem direkten Kurzschluss der Spannungsquelle über einen niederohmigen Widerstand innerhalb des DMM, der als Stromshunt bezeichnet wird. Es fließt somit ein hoher Strom durch das DMM, welcher bei ungenügendem Schutz des Instrumentes zu einer extremen Beschädigung des Instrumentes und der Schaltung, sowie möglicherweise zu einer Verletzung des Prüfenden führen kann. In industriellen Anwendungen mit hoher Spannung (400 Volt oder höher) können extrem hohe Fehlerströme auftreten.

Ein DMM muss mit einer Eingangsstrom-Sicherung geeigneter Bauart für den zu messenden Stromkreis ausgestattet sein. Instrumente ohne Sicherungsschutz in den Stromeingängen dürfen nicht in elektrischen Leistungskreislagen (über 230 V Wechselspannung) verwendet werden. Die mit Sicherungen ausgestatteten DMMs müssen über eine Sicherung verfügen, die in der Lage ist einen Hochenergie-Kurzschluss zu löschen, damit im Gerät kein Lichtbogen auftreten kann. Die Nennspannung der Sicherung im Instrument muss höher liegen als die maximale zu messende Spannung. So darf z.B. eine Sicherung 20 A/250 V nicht zur Abschaltung eines Kurzschlusses innerhalb eines Messinstrumentes eingesetzt werden, wenn der zu messende Stromkreis mit 400 V gespeist wird. In diesem Falle wäre eine 20 A/600 V-Sicherung erforderlich.

### Stromzangen

Manchmal muss eine Strommessung vorgenommen werden, die den Messbereich Ihres DMMs übersteigt. Bei diesen Hochstrom-Anwendungen (typischerweise über 10 A), wobei keine extrem hohe Genauigkeit erforderlich ist, ist eine Stromzange sehr praktisch. Eine solche Stromzange wird um den stromführenden Leiter geschlossen, und wandelt den gemessenen Wert auf einen Pegel, den das Instrument messen kann.

Es gibt zwei Grundaufbauten von Stromzangen: transformatorische Stromwandler, mit denen nur Wechselströme gemessen werden können, und Halleffekt-Wandler, mit denen man sowohl Wechsel- als auch Gleichströme messen kann.



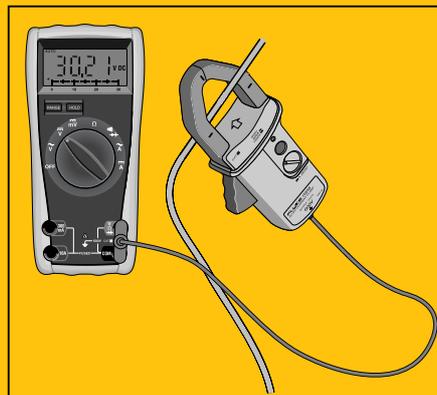
Stellen Sie sicher, dass die Messstelle spannungsfrei ist, bevor Sie einen Stromkreis öffnen und ein DMM zur Strommessung in den Stromkreis schalten. Selbst kleine Ströme können bei hohen Spannungen gefährlich sein.



Führen Sie nie eine Spannungsmessung durch, wenn die Messleitungen noch im Stromeingang stecken. Die Zerstörung des Multimeters oder eine Gefährdung des Anwenders können die Folge sein.



Stromzangen mit dem Transformator-Prinzip, wie z.B. Fluke 80i-400, messen Wechselstrom und wandeln den Messstrom in kleine Ströme am Ausgang. In diesem Fall 1 A in 1 mA.



Stromzangen mit dem Hall-Effekt-Prinzip, wie z.B. Fluke i-1010, messen Wechselstrom oder Gleichstrom und wandeln den Messstrom in kleine Spannungen am Ausgang. In diesem Fall 1 A in 1 mV.

Bild 5

Der Ausgang eines transformatorischen Stromwandlers beträgt 1 Milliampere pro Ampère. Ein Stromwert von 100 A wird somit auf 100 mA reduziert, welcher von den meisten DMMs gut und sicher gemessen werden kann. Die Messleitungen werden mit den Anschlüssen (mA) und (Common) verbunden, und der Funktionsschalter des Instrumentes wird auf mA AC eingestellt.

Der Ausgang eines Halleffekt-Wandlers beträgt 1 Millivolt pro Ampère Wechselstrom oder Gleichstrom. Ein Stromwert von 100 A Wechselstrom wird somit z.B. auf 100 mV Wechselspannung gewandelt. Die Messleitungen werden mit den Anschlüssen (V) und (Common) verbunden. Stellen Sie den Funktionsschalter des Instrumentes auf Vac für Wechselstrom oder auf Vdc für Gleichstrom ein.

### Sicherheit

#### Sicherheit bei der Benutzung des Multimeters

Sicheres Messen fängt bei der Auswahl des richtigen Messgeräts für die Anwendung sowie die Umgebung, in der das Messgerät benutzt werden soll, an. Nachdem das richtige Messgerät ausgewählt wurde, sollten Sie bei der Nutzung die richtigen Messverfahren einhalten. Lesen Sie das

Bedienungshandbuch des Geräts vor der Benutzung sorgfältig durch und beachten Sie dabei besonders die mit **WARNUNG** und **VORSICHT** gekennzeichneten Stellen.

Die IEC (International Electrotechnical Commission) hat Sicherheitsnormen für die Arbeit an elektrischen Systemen entwickelt. Nutzen Sie nur Messgeräte, die die IEC-Grenzwerte für Spannung und Kategorie für die Umgebung, in der die Messung durchgeführt werden soll, erfüllen. Wenn z.B. eine Spannungsmessung an einer elektrischen Einspeisung mit 400 V durchgeführt werden soll, muss ein Messgerät der Kategorie III 600 V oder 1000 V verwendet werden. Das bedeutet, dass die Eingangsschaltkreise dieses Messgeräts so konzipiert wurden, dass sie die in dieser Umgebung üblicherweise auftretenden Spannungstransienten aushalten, ohne den Nutzer zu gefährden. Wenn Sie ein Messgerät wählen, das eine UL-, CSA-, VDE- oder TÜV-Zulassung hat, bedeutet das, dass dieses Messgerät nicht nur gemäß IEC-Normen entworfen wurde, sondern auch unabhängig getestet wurde und diese Normen erfüllt. (Siehe Randleiste Unabhängige Prüfung auf Seite 6).

Neben den IEC-Normen finden in Europa vor allem die

europäischen Normen der EN-Reihe Anwendung. So werden Zertifizierungen der Schutzklassen entweder nach der Norm EN61010 oder IEC 1010 angegeben.

### Übliche Situationen, die zu einem Ausfall des DMMs führen:

1. Verbindung mit einer Wechselspannungs-Quelle, während die Prüfkabel an den Strommessbuchsen angeschlossen sind
2. Verbindung mit einer Wechselspannungs-Quelle, während das Instrument in die Betriebsart Widerstandsmessung geschaltet ist
3. Auftreten von Hochspannungsspitzen
4. Überschreiten der maximalen Eingangsgrenzwerte (Spannung and Strom)

### Arten von DMM-Schutzschaltungen.

1. **Schutz mit automatischer Wiedereinschaltung:** moderne DMMs sind mit Schaltungen ausgerüstet, die einen Überlastzustand erkennen und das Instrument schützen, bis dieser Zustand nicht mehr besteht. Nach Verschwinden der Überlast kehrt das Instrument automatisch in den normalen Betriebszustand zurück. Diese Schaltung dient normalerweise zum Schutz der Widerstandsmessung gegenüber einer Spannungsüberlastung.

2. **Schutz ohne automatische Wiedereinschaltung:** DMMs erkennen einen Überlastzustand und schützen das Instrument, aber schalten nicht automatisch in den normalen Betriebszustand zurück, bevor die Bedienungsperson einen Vorgang am Instrument durchführt, wie z.B. das Ersetzen einer Sicherung.

### Achten Sie auf die folgenden Sicherheitsmerkmale bei einem DMM:

1. Abgesicherte Stromeingänge
2. Verwendung von Hochenergiesicherungen (600 V oder mehr)
3. Hochspannungsschutz in der Betriebsart 4. Widerstandsmessung (500 V oder mehr)
4. Schutz gegen Spannungsspitzen (6 kV oder mehr)
5. Messleitungen in Sicherheitsausführung, mit Fingerschutz und versenkten Anschlüssen
6. Zertifizierung durch eine unabhängige Sicherheitsprüfungs-Organisation ( d.h. VDE, UL, CSA usw.)

### Sicherheitshinweise

- ✓ Benutzen Sie nur ein Multimeter, das dem allgemeinen Sicherheits-Standard entspricht.
- ✓ Benutzen Sie nur ein Multimeter mit gesicherten Stromeingängen und überprüfen Sie die Sicherungen vor einer Strommessung.
- ✓ Kontrollieren Sie die Messleitungen vor den Messungen auf mechanische Schäden.

- ✓ Benutzen Sie das Multimeter, um den Widerstand der Messleitungen zu überprüfen.
- ✓ Nur Messleitungen mit geschützten Steckern und Handgriffen benutzen.
- ✓ Wählen Sie die richtige Funktion und Messbereich für die Messungen.
- ✓ Stellen Sie sicher, dass das Multimeter in vorschriftsmäßigem Zustand ist. Prüfen Sie regelmäßig den Zustand des Wählschalters, der Eingangsbuchsen und der Anzeige. Ein „kratzender“ Wählschalter ist kein guter Kontaktgeber, und beim Display können defekte Segmente zu falsch abgelesenen Messwerten führen.
- ✓ Befolgen Sie alle Sicherheitsvorschriften.
- ✓ Immer die „heiße“ (rote) Messleitung zuerst wegnehmen.
- ✓ Nie alleine arbeiten.
- ✓ Benutzen Sie nur ein Multimeter mit Überlastschutz bei der Ω Funktion.
- ✓ Schalten Sie die Versorgungsspannung ab, wenn Sie Strom ohne Stromzange messen möchten und dazu die Stromleitung auftrennen müssen.
- ✓ Die Messleitungen vor Öffnen des Batteriefaches entfernen.
- ✓ Seien Sie vorsichtig bei Hochstrom- oder Hochspannungsmessungen und benutzen Sie die richtige Ausrüstung wie Stromzangen oder Hochspannungs-Tastköpfe.



**Technische Daten und die Sicherheit von Multimetern sind von Hersteller zu Hersteller sehr unterschiedlich. Machen Sie sich mit der Bedienung, mit den Möglichkeiten und den Sicherheitsvorschriften im Handbuch ihres Messgeräts vertraut, bevor Sie mit Messungen beginnen.**

### Unabhängige Prüfungen sind der Schlüssel zur Erfüllung der Sicherheitsnormen

Wie können Sie wissen, ob Sie ein echtes CAT III oder CAT II Messgerät bekommen? Das ist nicht immer einfach. Die Hersteller haben die Möglichkeit, ihre Messgeräte selbst als CAT II oder CAT III einzustufen, ohne sie von unabhängiger Seite überprüfen zu lassen. Passen Sie auf bei Formulierungen wie „Entworfen gemäß den Spezifikationen...“ Die Entwürfe sind nie ein Ersatz für einen tatsächlichen unabhängigen Test. Die IEC (International Electrotechnical Commission) entwickelt Normen, ist aber nicht für die Durchsetzung dieser Normen verantwortlich.

Achten Sie auf das Symbol und die Listennummer eines unabhängigen Prüflabors wie z.B. UL, CSA, TÜV, VDE oder einer anderen anerkannten Zulassungsstelle. Dieses Symbol darf nur verwendet werden, wenn das Produkt die Prüfungen gemäß den Standards dieses Labors bestanden hat, die auf nationalen oder internationalen Normen beruhen. UL 3111 beruht z. B. auf IEC 1010, TÜV und VDE prüfen nach der äquivalenten europäischen Norm EN61010. Diese Prüfsiegel sind Ihre beste Möglichkeit, um sicherzugehen, dass das von Ihnen gewählte Multimeter tatsächlich unabhängig auf Sicherheit überprüft wurde.

LISTED



## Zubehör und Glossar

### Zubehör

Ein sehr wichtiges Merkmal bei einem DMM ist, dass es zusammen mit einer großen Vielfalt an Zubehör verwendet werden kann. Eine große Auswahl derartigen Zubehörs ist verfügbar, womit Sie den Messbereich und den Nutzungsbereich Ihres DMMs erweitern und Ihre Messaufgaben erleichtern können.

Mit Hochspannungs-Tastköpfen und Stromwandlern werden hohe Spannungen und Ströme auf einen Pegel herunterskaliert, bei dem mit dem DMM eine sichere Messung durchgeführt werden kann. Temperaturfühler dienen dazu, Ihr DMM als handliches Digital-Thermometer zu nutzen. HF-Tastköpfe können zur Spannungsmessung bei hohen Frequenzen verwendet werden.

Es steht eine große Auswahl an Messleitungen, Tastköpfen und Messspitzen zur Ergänzung ihrer Messwerkzeuge zur Verfügung, um Ihnen den leichten Anschluss Ihres DMMs an der Schaltung zu ermöglichen. Holster und Tragetaschen schützen Ihr DMM und dienen zur praktischen Unterbringung Ihres DMM.

### Glossar

**Ungenauigkeit:** Abweichung des angezeigten Messwertes vom tatsächlichen Wert des gemessenen Signals. Ausgedrückt in Prozent vom Messwert und/oder Prozent des Messbereichs (Skalenendwert). Häufig wird der Fehler vom Messbereich statt in % als Anzahl vom Digit niedrigster Auflösung angegeben (siehe Seite 2).

**Analog-Messinstrument:** Ein Instrument, welches den Wert eines gemessenen Signals durch Zeigerausschlag darstellt. Der Anwender führt die Ablesung aufgrund der Zeigerstellung auf einer Skala durch (siehe Seite 1).

**Meldeanzeige:** Ein Symbol, womit ein gewählter Bereich oder eine gewählte Funktion angezeigt wird.

**Mittelwert-anzeigendes DMM:** Ein DMM, mit dem sinusförmige Signale richtig gemessen werden können. Zur Messung von nicht-sinusförmigen Signalen sind diese DMMs nicht gut geeignet, da je nach Art des Signals hohe Messfehler auftreten können. (siehe Seite 3).

**Stellenzahl:** (Anzahl der Digits): Gibt an mit wieviel Stellen ein DMM ein Messsignal maximal darstellen kann. Ist somit auch ein Maß für die Auflösung des DMMs. Häufig wird auch der Begriff Anzeigeumfang verwendet (siehe Seite 2).

**Shunt oder Stromshunt:** Ein niederohmiger Widerstand in einem DMM zur Messung der Stromstärke. Das DMM misst den Spannungsabfall über den Stromshunt und berechnet den Wert des Stromes unter Anwendung des Ohmschen Gesetzes (siehe Seite 2).

**DMM, Digital-Multimeter:** Ein Instrument, das mit Hilfe einer Digital-Anzeige den Wert eines gemessenen Signals anzeigt. DMMs weisen eine höhere Robustheit und Überlastsicherheit als Analogmultimeter auf. Bessere Ablesbarkeit, höhere Auflösung und geringere Ungenauigkeit sind weitere Vorteile dieser Bauart (siehe Seite 1).

**Nichtsinusförmige Signale:** Eine verzerrte Wellenform, wie z.B. ein angeschnittenes Sinussignal, eine Impulskette, Rechteck-, Dreieck- und Sägezahnsignale sowie Nadelimpulse (siehe Seite 3).

**Auflösung:** Die Bezeichnung Auflösung sagt aus, in welcher kleinsten Einheit die Anzeige „benachbarter“ Messwerte erfolgen kann (siehe Seite 1).

**Effektivwert:** Der äquivalente Gleichstromwert eines Wechselstrom-Signals (siehe Seite 2).

**Sinussignal:** Eine reine Sinuswelle ohne Verzerrungen (siehe Seite 3).

**DMM mit echter Effektivwert-Anzeige:** Ein DMM, das sowohl sinusförmige als auch nicht-sinusförmige Signalformen richtig messen kann (siehe Seite 3).

### Besondere Eigenschaften

Die folgenden Funktionen und Eigenschaften erleichtern die Bedienung eines DMMs und damit auch die Messung:

- Eindeutige und gut ablesbare Symbole zeigen auf der Anzeige welche Messgröße (V, A, Ohm, etc.) und welche Einheit gemessen wird.
- Touch Hold® hält den Messwert auf der Anzeige fest, sobald ein stabiler Wert erreicht wird. Sie können sich auf die Messstelle konzentrieren und dann den Wert ablesen.

- Ein einziger Drehschalter zur Wahl der Messfunktionen – übersichtlich und schnell bedienbar.
- Wirksamer Überlastschutz verhindert die Zerstörung des Multimeters und schützt Messkreis und vor allem Bediener.
- Spezielle Hochenergie-Sicherungen verhindern Lichtbögen innerhalb des Messgerätes, wenn bei der Strommessung hohe Spannungen anliegen.
- Messbereichsautomatik stellt den geeignetsten Messbereich für das angelegte Signal ein. Mit manueller Messbereichswahl kann man selbst den gewünschten Bereich einstellen.
- Automatische Polaritätsanzeige zeigt einfach ein Minus-Zeichen vor dem Messwert an, wenn die Messleitungen falsch angeschlossen sind. Das Messgerät wird durch die Verpolung nicht beschädigt.
- Batteriespannungsanzeige warnt vor zu niedriger Versorgungsspannung.

Die in diesem Anwendungsbericht beschriebenen Funktionen sind in modernen Universal-DMMs wie der Fluke 170-Serie enthalten. Fluke stellt weitere Multimeter-Familien her, die noch weitere Funktionen bieten, wie die Premium-Multimeter der Serie 180.

**Fluke.** *Damit Ihre Welt  
intakt bleibt.*

**Fluke Deutschland GmbH**

Heinrich-Hertz-Straße 11  
34123 Kassel  
Tel.: (069) 2 22 22 02 00  
Fax: (069) 2 22 22 02 01  
E-Mail: [info@de.fluke.nl](mailto:info@de.fluke.nl)

**[www.fluke.de](http://www.fluke.de)**

**Fluke Vertriebsgesellschaft mbH**

Mariahilfer Straße 123  
1060 Wien  
Tel.: (01) 928 95 00  
Fax: (01) 928 95 01  
E-Mail: [info@as.fluke.nl](mailto:info@as.fluke.nl)

**[www.fluke.at](http://www.fluke.at)**

**Fluke Switzerland AG**

Industrial Division  
Leutschenbachstrasse 95  
8050 Zürich  
Tel.: (01) 580 75 00  
Fax: (01) 580 75 01  
E-Mail: [info@ch.fluke.nl](mailto:info@ch.fluke.nl)

**[www.fluke.ch](http://www.fluke.ch)**