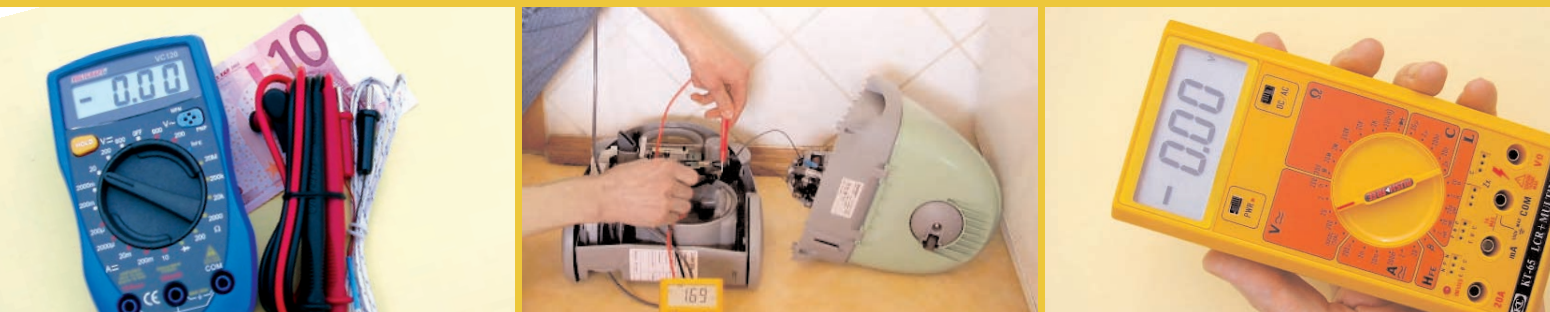


Frank Sichla

Richtig messen und prüfen in Haushalt, Hobby und Auto



Leicht gemacht, Geld und Ärger gespart!

- ▶ Mit dem Multimeter Fehler finden
- ▶ Das Multimeter als Universalwerkzeug
- ▶ Moderne Messgeräte in der Praxis

Vorwort

Die Technik entwickelt sich in immer kürzerer Zeit weiter – nicht nur in Forschung und Industrie, sondern auch in Haushalt, Auto und Hobby. Der private Anwender nutzt immer mehr Kommunikations-, Informations- und Unterhaltungs-Elektronik – egal, ob Mobiltelefone, Personalcomputer mit schnellem Internetanschluss oder digitale Empfangsgeräte mit Flachbildschirmen. Hinzu kommen unterschiedlichste elektrische Geräte im Haushalt oder elektronische Anwendungen im Auto. Fast überall kann ein richtig eingesetztes Vielfachmessinstrument wertvolle Dienste leisten: Batterien, Akkus oder elektrische Bauteile lassen sich kontrollieren, Lampen testen, Sicherungen oder die Spannung auf Leitungen prüfen. Das Multimeter hilft, defekte Geräte zu reparieren und sie optimal zu betreiben. Auch den Energieverbrauch einzelner Komponenten kann man damit bequem feststellen und so Strom sparen. Spannungsmessungen an der Autoelektronik helfen, Fehler zu finden und die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Hat man ein entsprechendes Multimeter zur Hand, lassen sich auch nichtelektrische Größen wie Temperatur und Luftfeuchte messen. Wie das alles hinzubekommen ist, darüber informiert dieses Buch sehr praxisnah und setzt dabei keine Vorkenntnisse voraus. Das Multimeter erlaubt als universelles Messgerät eine Reise in die Welt der Technik, mit der man täglich zu tun hat. Dieses Buch möchte Sie bei dieser Reise mit Rat und Tat unterstützen. Es vermittelt Ihnen die Grundlagen moderner elektrischer und elektronischer Geräte, die so verständlicher werden – die beste Voraussetzung, um sie kostensparend und mit allen Vorteilen zu nutzen. Die Reise wird spannend, lehrreich und keinesfalls beschwerlich sein. Kommen Sie mit!

Ihr
Frank Sichla

Inhaltsverzeichnis

1	Elektrische Grundlagen	9
1.1	Spannung	10
1.2	Strom	11
1.3	Widerstand und Ohmsches Gesetz	12
1.5	Elektrische Leistung	13
1.4	Von Pico bis Giga: Vorsatzzeichen bei Maßeinheiten	13
1.6	Wechselspannung	14
1.7	Wichtige elektronische Bauteile	17
2	Sicherheit geht vor	19
2.1	Auf spannungsfestes Multimeter achten	21
2.2	Messleitungen korrekt anschließen	23
3	Tipps zum Kauf eines Multimeters	25
3.1	Analoge Messgeräte	26
3.2	Digitale Messgeräte haben die Nase vorn	28
4	Richtig messen leicht gemacht	31
4.1	Messfehler vermeiden	32
4.2	Spannung messen	34
4.3	Strom messen	36
4.4	Widerstände und Kondensatoren prüfen	38
4.5	Durchgangstest prüft Verbindung	40
4.6	Dioden und Transistoren testen	41
4.7	Trafos und Kontaktbauelemente	42
4.8	Wichtige Anwendertipps auf einen Blick	43
5	Strom komfortabel ohne Berührung messen	45
5.1	Wechselstrom-Zangen-Amperemeter	46
5.2	Allstrom-Zangen-Amperemeter	47
5.3	Stromzangen-Multimeter für maximalen Messkomfort	48
5.4	Messgrenzen der Stromzange	49

6	Defekte Haushaltsgeräte reparieren	51
6.2	Gerätesicherung prüfen	52
6.1	Zuerst Netzstecker aus Steckdose ziehen	52
6.3	Durch Strommessung zum Fehler	53
6.4	Unterschiedlichste Lampen prüfen	54
6.5	Heizwendeln im Fön oder elektrischen Wärmeofen	57
6.6	Haushaltsgeräte mit Motoren	58
6.7	Fehlersuche bei Kleingeräten	60
6.8	Verlängerungskabel und Steckdosenleiste prüfen	62
6.10	VDE-Prüfzeichen	64
6.9	Sicherheitsniveaus elektrischer Geräte	64
7	Die Elektroinstallation im Griff haben	65
7.1	Die einzelnen Leitungen im Stromkabel	67
7.2	Unterschiedliche Sicherungen	69
7.3	Netzspannung richtig messen	70
7.4	Der Fehlerstrom-Schutzschalter spricht an: Was tun?	72
7.5	Eine Sicherung reagiert: Vorgehen bei der Fehlersuche	73
7.6	Kleinspannungen messen	74
8	Auto, Caravan und Boot unter die Lupe nehmen	75
8.1	Betriebsspannung sicher messen	76
8.2	Die Autobatterie	77
8.3	Batterie mit Sonnenstrom aufladen	79
8.4	Spannungswandler	80
8.5	Tipps für den Autobastler	81
8.6	Leitungsfarben im Auto informieren über Verwendungszweck	83
8.7	Motor und Akku im Elektroboot	84
9	Defekte elektronische Geräte reparieren	85
9.1	Stromversorgung bei eingebautem Trafo prüfen	86
9.2	Steckernetzteil auf korrekte Spannung testen	89
9.3	Fehlersuche bei Batterien oder Akkus	91

Inhaltsverzeichnis

9.4	Die elektronische Schaltung auf Fehler prüfen	92
9.5	Kopfhörer und Lautsprecherboxen checken	94

10 Batterien und Akkus auf dem Prüfstand 95

10.1	Alkali-Mangan- und Zink-Kohle-Batterien	96
10.2	Lithiumbatterien	98
10.3	Silberoxydbatterien für Armbanduhr und Fotoapparat	99
10.4	Zink-Luft-Batterien für Hörgeräte	100
10.5	Günstige Batterien so gut wie teure?	101
10.6	AccuCell ersetzt Einwegbatterie	102
10.7	Bleiakku als Autobatterie	104
10.8	Bleigelakkus für hohe Ströme	106
10.9	Nickel-Cadmium- und Nickel-Metall-Hydrid-Akkus	107
10.10	Lithium-Ionen-Akkus speichern lange Strom	108

11 Solarstrom mit Multimeter optimal nutzen 109

11.1	Wie erzeugt die Solarzelle den Strom?	112
11.2	Kristalline Solarzellenmodule	113
11.3	Unterschiedliche Solarmodule auf Leistung prüfen	115
11.4	Amorphe Dünnschichtzellen	116

12 Ausflug in die Hobbyelektronik 117

12.1	Bausätze sind Trumpf	118
12.2	Optimierte Fehlersuche bei elektronischen Schaltungen	119

13 Mit dem PC Messergebnisse automatisch auswerten 123

13.1	PC-Multimeter	124
13.2	Computer-Messkarten für unterschiedlichste Anwendungen	126

Stichwortverzeichnis 127

1 Elektrische Grundlagen

Bevor es ans Messen und Prüfen von elektrischen Geräten in Haushalt, Hobby und Auto geht, muss man sich mit einigen Grundbegriffen der Elektrotechnik anfreunden: elektrische Spannung, elektrischer Strom, Widerstand und Leistung. Obwohl diese Begriffe längst die Welt der Fachleute verlassen haben, hat doch so mancher Schwierigkeiten, sie zu erklären und damit umzugehen. Dieses Buch beschreibt deshalb zunächst genau diese Grundlagen – denn sie sind die Voraussetzung für richtiges Messen in der Praxis.

1.1 Spannung

Negative Ladungsträger, sogenannte Elektronen, kann man von ihren Atomen trennen, so dass sich zwei Pole mit unterschiedlichen Ladungen bilden. Man spricht auch von einer elektrischen Spannung, die den Unterschied dieser Ladungen zwischen den beiden Polen angibt. Spannungsquellen besitzen deshalb immer zwei Pole mit unterschiedlichen Ladungen. Ein Beispiel ist die Steckdose in der Wohnung, an der eine Spannung von 230 Volt (V) anliegt. Wie bei einem Bogen, der gespannt wurde, steht auch an der Steckdose potenzielle Energie bereit. Die elektrische Spannung ist quasi der Druck zwischen beiden Polen. Sie ist die Voraussetzung, dass elektrischer Strom fließen kann, wenn man einen Stromverbraucher daran anschließt. Man kann sich eine Spannungsquelle am besten als Wassergefäß nach Abb. 1.1 vorstellen. In Elektrotechnik und Elektronik treten Spannungswerte zwischen einigen Millivolt und mehreren hundert Volt auf. Milli bedeutet dabei 10^{-3} . Ein Millivolt ist deshalb ein Tausendstel Volt. Ein Multimeter kann meist alle Span-

nungen genau anzeigen, die in der Praxis anzutreffen sind. Techniker sprechen bei der Bezeichnung Milli auch von einem Vorsatzzeichen.

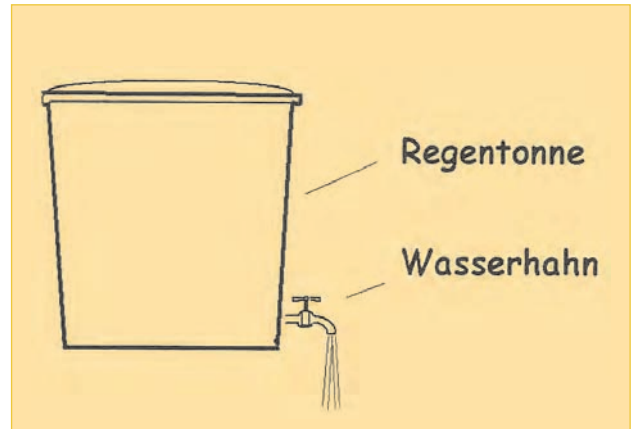


Abb. 1.1 – Eine elektrische Spannungsquelle gleicht einem Wassergefäß.

1.2 Strom

Schließt man an die beiden Pole einer Spannungsquelle einen Stromverbraucher an, fließt ein elektrischer Strom, weil sich die Elektronen oder negativen Ladungsträger bewegen. Der elektrische Strom verhält sich nach Abb. 1.2 wie Wasser in einer Leitung: So wie durch die beiden Schläuche eine bestimmte Menge Wasser fließt, fließen durch jeden metallischen Leiter eine bestimmte Anzahl von Elektronen pro Sekunde. Diese elektrische Stromstärke wird in Ampere (A) angegeben. In Elektrotechnik und Elektronik treten meist Ströme zwischen einigen Mikroampere (μA) und mehreren Ampere auf. Mikro heißt dabei 10^{-6} , so dass $1\ \mu\text{A}$ ein Millionstel Ampere ist. Ein Multimeter kann Ströme bis $1\ \text{A}$ oder noch größer korrekt erfassen. Da die Elektronen negativ geladen sind, bewegen sie sich außerhalb der Spannungsquelle vom Minus- zum Plus-Pol (Abb. 1.3). Man spricht dabei auch von der physikalischen Stromrichtung. Bei ihrer Bewegung erzeugen sie ein Magnetfeld, dessen Stärke mit der Stromstärke zunimmt (Abb. 1.4). Dieser Elektromagnetismus wird in der Elektrotechnik genutzt.

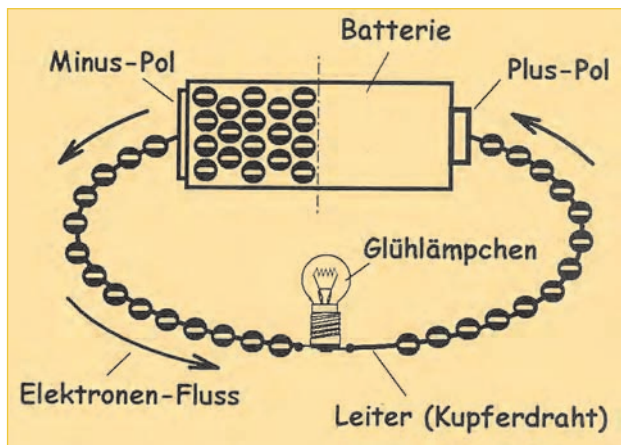


Abb. 1.3 – Die Elektronen fließen vom Minus- zum Plus-Pol.

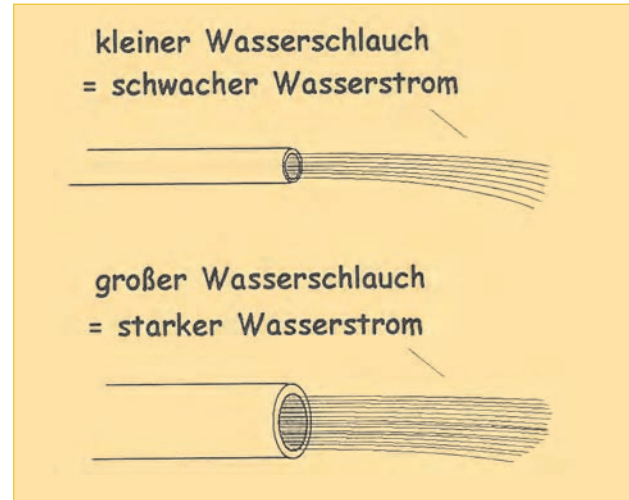


Abb. 1.2 – So wie durch die beiden Schläuche eine bestimmte Menge Wasser fließt, fließt durch jeden metallischen Leiter eine bestimmte Anzahl von Elektronen pro Sekunde. Man spricht dabei von der Stromstärke, die in Ampere angegeben wird.

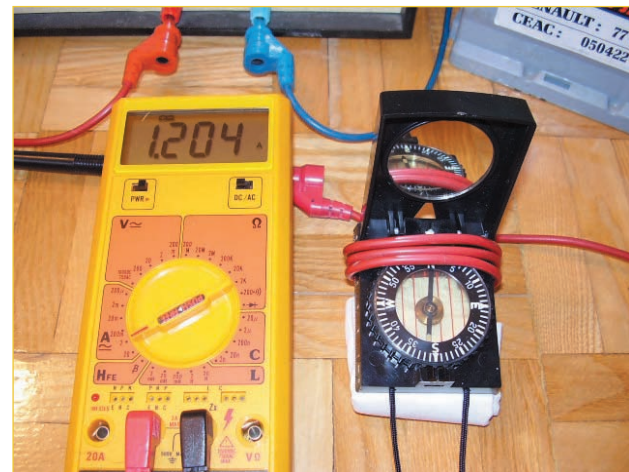


Abb. 1.4 – Strom von $1\ \text{A}$ kann eine Kompassnadel durch sein Magnetfeld ablenken, wenn man das stromdurchflossene Kabel mehrmals um den Kompass wickelt.

1.3 Widerstand und Ohmsches Gesetz

Kein Metall ist ein idealer Leiter, sondern besitzt einen Widerstand. Wenn ein Strom fließt, kommen deshalb die Elektronen nie ganz ungehindert voran. Bestimmte Materialien, wie beispielsweise Kohle, sind weder ein guter elektrischer Leiter noch ein Isolator, der keinen Stromfluss mehr zulässt. Die Techniker nennen sie deshalb Widerstandsmaterialien und stellen daraus Bauelemente her, die Widerstände heißen. Dabei gelten folgende Zusammenhänge: Je kleiner der Stromfluss (I), desto größer ist der Widerstand (R), und je größer die Spannung (U) wird, umso größer ist auch der Strom (I), der fließen kann. Man spricht dabei vom Ohmschen Gesetz, das Georg Simon Ohm entdeckt hatte. Dieses Gesetz drückt man in folgender Formel aus: $U = R \times I$. Der elektrische Widerstand wird in der Maßeinheit Ohm (Ω) angegeben. Jedes elektronische Multimeter kann Widerstände von wenigen Ohm über viele Kiloohm ($k\Omega$) bis zu zwei Megaohm ($M\Omega$) messen. Kilo steht dabei für 10^3 , Mega für 10^6 . Ein Kiloohm sind deshalb 1.000 Ohm, ein Megaohm entspricht einer Million Ohm.

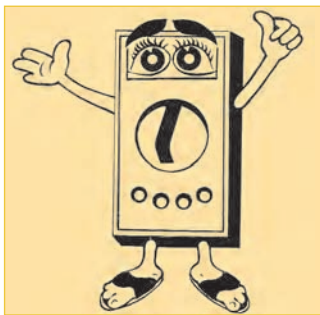
Wann braucht man das Ohmsche Gesetz beim Messen?

Wenn sich nicht alle drei Werte – also Spannung, Strom und Widerstand – einfach messen lassen. Wenn Spannung und Widerstand bekannt sind und deshalb der Strom auszurechnen ist, lässt sich die Formel in $I = U / R$ umstellen. Ist dagegen der Widerstand der gesuchte Wert, gilt $R = U / I$. Das hört sich an dieser Stelle theoretischer an als es in der Praxis ist. Wir kommen später anhand von vielen Beispielen auf diese Formel zurück, so dass auch der mathematisch unbedarfte Leser das Ohmsche Gesetz erfolgreich anwenden kann. Vor allem, wenn man den Strom bestimmen möchte, der in einer Leitung fließt, leistet das Ohmsche Gesetz wertvolle Dienste. Das Kapitel 4 *Richtig messen leicht gemacht* informiert im Abschnitt *Messen ohne Leitung auftrennen* darüber ausführlich.

1.4 Von Pico bis Giga: Vorsatzzeichen bei Maßeinheiten

Wie bei Spannung, Strom und Widerstand beschrieben, gibt es verschiedene Vorsatzzeichen, die vor den Maßeinheiten Volt, Ampere oder Ohm stehen. Gleiches gilt für Kapazitäten bei Kondensatoren, die meist in Nano- oder Picofarad angegeben sind. Die Vorsatzzeichen sind erforderlich, weil in der Praxis die

Messwerte meist zu groß oder zu klein sind, um allein mit der Grundmaßeinheit auszukommen. Die folgende Tabelle informiert über alle Vorsatzzeichen, die es in der Elektrotechnik gibt. Man muss bei jeder Messung darauf achten, ob in der Messbereichsangabe des Multimeters ein Vorsatzzeichen steht oder nicht.



Vorsatzzeichen bei Maßeinheiten		
Giga (G)	10^9	Faktor 1.000.000.000
Mega (M)	10^6	Faktor 1.000.000
Kilo (k)	10^3	Faktor 1000
Milli (m)	10^{-3}	Faktor 0,001
Mikro (μ)	10^{-6}	Faktor 0,000.001
Nano (n)	10^{-9}	Faktor 0,000.000.001
Pico (p)	10^{-12}	Faktor 0,000.000.000.001

1.5 Elektrische Leistung

Die Leistung (P) ist in der Elektrotechnik die Energie, die ein elektrisches Gerät benötigt, um zu funktionieren. Sie ist das Produkt aus elektrischer Spannung und Stromstärke und wird in Erinnerung an den Dampfmaschinen-Konstrukteur in Watt (W) angegeben. Die

Kurzbezeichnung P steht für das englische Wort power. Es gilt folgende Formel: $P = U \times I$. Ein Beispiel: Eine Spannung (U) von 230 V und eine Stromstärke (I) von 0,2 A ergeben eine Leistung (P) von 46 W. Gleiches gilt für eine Spannung von 23 V und eine Stromstärke von 2 A.

1.6 Wechselspannung

Bei elektrischen Spannungen muss man zwischen Gleichspannungen mit einem Plus- und einem Minus-Pol und Wechselspannungen unterscheiden. Eine Wechselspannung liegt zum Beispiel in der Steckdose des Wohnzimmers vor. Gegenüber dem Gleichstrom besitzt der Wechselstrom zwei Vorteile: Er lässt sich einfacher produzieren und mit einem Trafo hoch- oder heruntertransformieren. Das ist für den verlustarmen Transport des Stroms über große Entfernungen wichtig. Die Wechselspannung in der Wohnzimmersteckdose ist mit 230 V deshalb gefährlich hoch, weil so die Kabel den Strom mit wenigen Verlusten weiterleiten. Um Strom über viele Kilometer verlustarm zu transportieren, verwenden die Energie-

versorgungsunternehmen sogar mehrere hundert Kilovolt Wechselspannung. Man spricht dabei auch von Hochspannung.

Kurvenform

Im Gegensatz zur Gleichspannung besitzt die Wechselspannung eine Kurvenform, meist ist es eine Sinuskurve. Die Wechselspannung besteht deshalb aus unendlich vielen sogenannten Augenblickswerten, die sich ständig ändern (Abb. 1.5). Daneben ändert sich auch die Polarität der Spannung: Der obere Teil der Sinuskurve ist die positive, der untere Teil die negative Halbwelle. Neben der Sinusform kann die Wechselspannung auch Sägezähnen oder Rechtecken gleichen. Ist eine unbekannte Wechselspannung zu bestimmen, so müssen alle

Augenblickswerte auf einer horizontalen Zeitachse (t) aufgetragen sein. Das macht das Oszilloskop, indem es den zeitlichen Verlauf der Spannung auf einem Bildschirm anzeigt. Das Bild, das so entsteht, heißt Oszillogramm.

Unterschiedliche Spannungswerte

Bei der Wechselspannung sind verschiedene Werte zu unterscheiden. Der Scheitel- oder Spitzen-Wert (U_s) einer Wechselspannung gibt die Weite der Schwingung nach oben und nach unten, also den Ausschlag an. Man spricht dabei auch von der Amplitude. Obwohl die Schwingungsweite auch der niedrigste Augenblickswert sein kann, geht man bei U_s immer vom Höchstwert aus. An der 230-V-

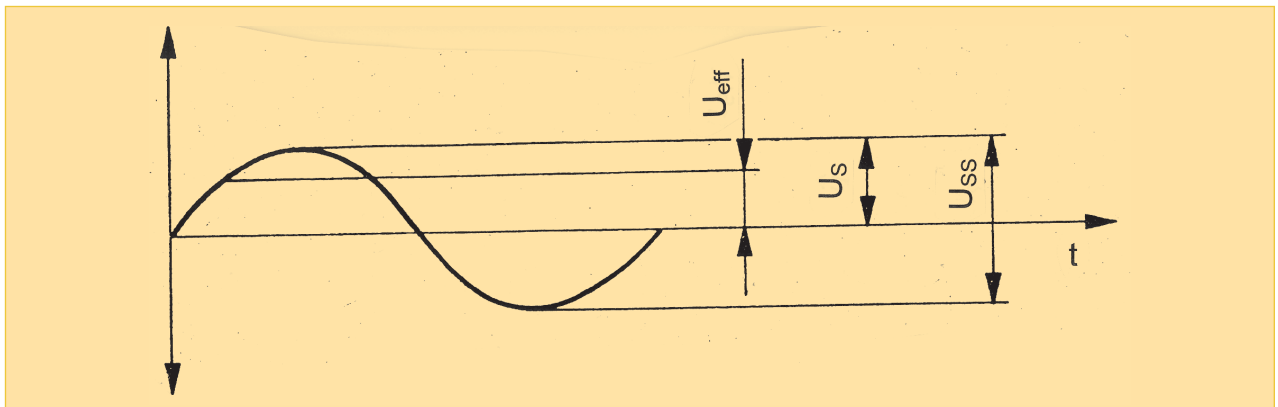


Abb. 1.5 – Wichtige Werte einer sinusförmigen Wechselspannung; der obere Teil ist die positive, der untere die negative Halbwelle.

1.6 Wechselspannung

Wohnzimmersteckdose liegt dieser Spitzenwert bei 325 V. Der sogenannte Spitze-Spitze-Spannungswert (U_{SS}) bezeichnet den Unterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Augenblickswert. Es gilt folgende Formel, um das Ganze auszurechnen: $U_{SS} = 2 \times U_S$, bei der Steckdose im Wohnzimmer sind das $2 \times 325 \text{ V} = 650 \text{ V}$. Die Effektivspannung U oder U_{eff} ist ein Mittelwert, der der Leistung einer Gleichspannung entspricht. Es ist der Wert, den eine Gleichspannung haben müsste, damit sie die gleiche Zahl von Ladungsträgern oder Elektronen transportiert wie diese Wechselspannung. Hat die Wechselspannung eine Sinusform, gilt deshalb für die Effektivspannung die Formel $U_{\text{eff}} = 0,707 \times U_S$. Für die Wohnzimmersteckdose sind das die bekannten $0,707 \times 325 \text{ V} = 230 \text{ V}$. Anders dagegen bei einer gleichge-

richteten Wechselspannung, bei der die untere, negative Halbwelle fehlt, siehe Abb. 1.6 – hier errechnet sich die Effektivspannung nach der Formel $U = 0,637 \times U_S$. Für Ströme, die bei einer Wechselspannung fließen, gelten die genannten Formeln ebenfalls – nur, dass statt U für die Spannung jetzt I für den Strom in die Formeln einzusetzen ist.

Was haben nun die unterschiedlichen Wechselspannungswerte mit dem Messen zu tun? Die Antwort ist einfach: Messinstrumente sind keine Alleskönner. Einfache Multimeter können nur die sinusförmige Wechselspannung oder den sinusförmigen Wechselstrom richtig anzeigen. Andere Modelle erfassen dagegen den Effektivwert unabhängig von der Kurvenform – egal, ob Sinusform, Rechteckform, Dreieckform oder Impulse. Diese

Multimeter sind recht intelligent und deshalb auch etwas teurer. Man erkennt sie am Kürzel RMS, Root Mean Square. Das bedeutet frei übersetzt, den Mittelwert durch Wurzelziehen bilden. Preiswerte RMS-Multimeter lassen sich von der Firma Reichelt beziehen.

Frequenz

Wechselspannungen schwingen mit einer bestimmten Frequenz (f) oder Häufigkeit pro Sekunde, die in Hertz (Hz) angegeben wird. 1 Hz ist eine Schwingung pro Sekunde (s). Die Dauer einer Schwingung oder Periode (t) hängt von der Frequenz ab, es gilt folgende Formel: $t \text{ (s)} = 1 / f \text{ (Hz)}$. Das 230-Volt-Lichtnetz besitzt eine Frequenz von 50 Hz, so dass die Schwingungsdauer bei $t = 1 / 50 = 0,02 \text{ Sekunden}$ oder 20 Millisekunden (ms) liegt. Den Wechselstrom kann ein Multimeter nur in einem

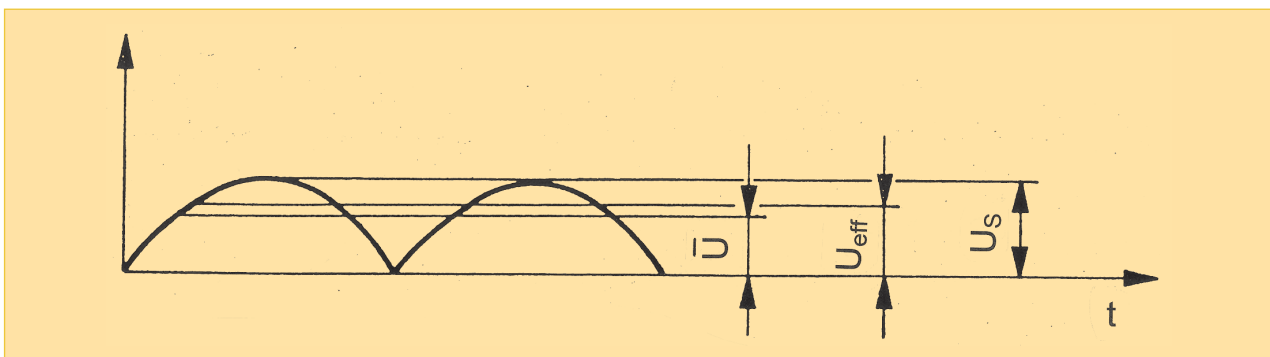


Abb. 1.6 – Wichtige Werte einer gleichgerichteten Wechselspannung.

1.6 Wechselspannung

bestimmten Frequenzbereich korrekt messen, der immer die 230-V-Netzfrequenz von 50 Hz abdeckt. Bei Multimetern ist der Frequenzbereich für eine korrekte Strom- und Spannungs-Messung meist recht eng. Man sollte ihn auf jeden Fall kennen, die Bedienungsanleitung informiert darüber.

Was macht ein Trafo?

Um aus der 230-V-Wechselspannung eine handhabbare Betriebsspannung zu machen, brauchen viele elektrische und vor allem elektronische Geräte einen Transformator, kurz Trafo. Dieser transformiert die 230 V auf z. B. 12 V oder 24 V Wechselspannung herunter (Abb. 1.7). Der Trafo nutzt dafür zwei Spulenwicklungen auf einem Eisenkern: Die erste Spule oder Primärspule erhält die 230 V aus der Steckdose und erzeugt im Eisenkern ein veränderliches Magnetfeld. Dieses Feld durchdringt die zweite Spule oder Sekundärspule in einem zweiten Stromkreis und

erzeugt dort eine Spannung, die sogenannte Sekundärspannung. Diese meist viel kleinere Spannung als 230 V muss vor allem für elektronische Geräte in eine Gleichspannung

umgewandelt und diese dann stabilisiert werden. Viele neue Geräte nutzen statt eines Trafos ein Schaltnetzteil, das die Betriebsspannung elektronisch generiert.

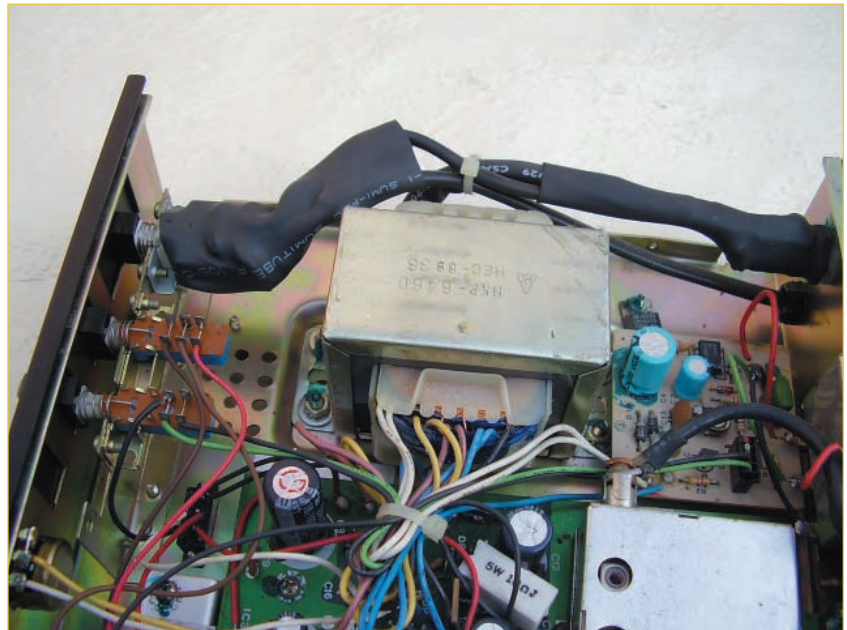


Abb. 1.7 – Ein Trafo macht aus einer 230-V-Wechselspannung eine handhabbare Betriebsspannung. Dazu nutzt er zwei Spulen in unterschiedlichen Stromkreisen.

1.7 Wichtige elektronische Bauteile

Neben den bereits beschriebenen Widerständen gibt es andere elektrische sowie elektronische Bauteile, die in fast jedes elektronische Gerät und in viele elektrische Anlagen eingebaut sind. Das Buch beschreibt im Folgenden die fürs Messen wichtigen Bauteile.

Kondensator

Dieses Bauteil kann eine elektrische Ladung und damit elektrische Energie speichern. Der Kondensator besteht aus zwei elektrisch leitenden Flächen, den Elektroden, die einen geringen Abstand zueinander haben. Dazwischen liegt ein Bereich mit isolierendem Material, dem sogenannten Dielektrikum. Das kann ein Kunststoff, Luft oder ein Vakuum sein. Dieses Dielektrikum beeinflusst entscheidend die Eigenschaften des Kondensators. Werden die beiden Elektroden mit einer konstanten Spannung verbunden, fließt kurzzeitig ein Strom, der die eine Elektrode positiv und die andere negativ auflädt. Diese elektrische Ladung bleibt erhalten, auch

wenn man den Kondensator von der Spannungsquelle trennt – der Kondensator behält deren Spannung. Entnimmt man vom Kondensator eine Ladung, also einen Strom, sinkt seine Spannung wieder. Die gespeicherte Ladung steigt mit der Spannung. Dieses Speichervermögen des Kondensators bezeichnen Techniker als Kapazität. Je größer die Kapazität, umso mehr Ladung oder Elektronen kann er bei einer bestimmten Spannung speichern. Die Bilder 1.8 und 1.9 zeigen Grundaufbau und Schaltzeichen.

Diode

Sie ist ein sogenanntes Halbleiterbauelement, das Strom nur in eine Richtung durchlässt. Zu den Halbleitermaterialien gehören Silizium, Selen und Germanium. Die Diode besitzt mit Anode und Kathode zwei verschiedene Elektroden (Abb. 1.10). Die Kathode erkennt man am Strich im Schaltbild (Abb. 1.11) oder auf dem Gehäuse der Diode. Ein Strom kann nur fließen, wenn an der Anode eine etwas höhere Spannung liegt als an der Kathode – und das hat elektrische Folgen: Liegt an der Kathode eine sinusförmige Wechselspannung, so fließt nur während der positiven (oberen) Halbwellen Strom durch die Diode – sie sperrt die negativen (unteren) Halbwellen. Sie erfüllt so die Funktion eines Gleichrichters, der aus Wechselstrom einen pulsierenden Gleichstrom macht, oder sie dient als elektronischer Schalter.

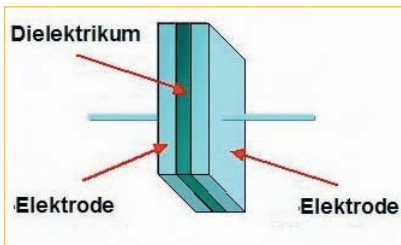


Abb. 1.8 – Aufbau eines Plattenkondensators. (Wikipedia/Jens Both)

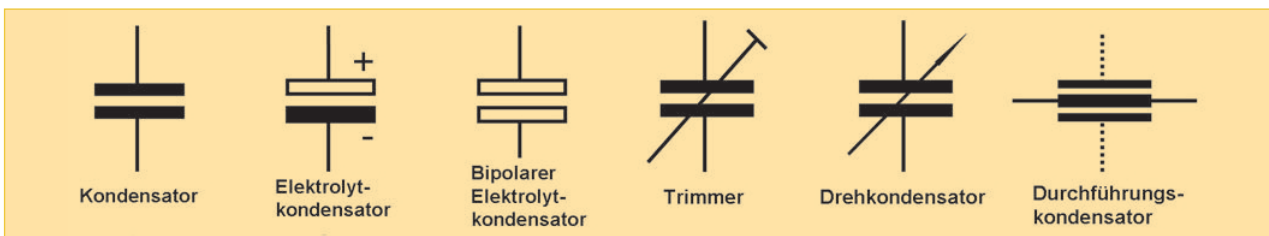


Abb. 1.9 – An diesen Symbolen kann man einen Kondensator erkennen. (Wikipedia/Jens Both)

2 Sicherheit geht vor

2 Sicherheit geht vor

Bei allen Messungen an der Hausinstallation oder an netzbetriebenen elektrischen Geräten hat die Sicherheit Vorrang. Nicht erst die 230-V-Netzspannung, sondern auch deutlich geringere Spannungen sind lebensgefährlich. Hierzu gehören Wechselspannungen ab 50 V und Gleichspannungen ab 120 V. Neben der direkten Stromeinwirkung können Schreckreaktionen zusätzliche Gefahren bergen, wenn der Anwender dann aus Versehen eine Leitung mit einer hohen Spannung berührt. Besonders fatal: Ein möglicher Muskelkrampf kann das Loslassen der spannungsführenden Leitung verhindern! Deshalb gilt der Grundsatz: Erst an die Sicherheit denken, dann messen! Die Sicherheit muss an erster Stelle stehen, auch weil sogenannte transiente Überspannungen in der Elektrotechnik eine immer größere Rolle spielen. Das Wort „transient“ kommt aus dem Englischen und bedeutet hier Einschaltstromstoß

oder Einschwingen. Transiente Überspannungen sind Spannungen, die durch Schalt-, Einschwing- oder Umschalt-Vorgänge kurzzeitig auftreten. Sie können wesentlich höher als die Nennspannung sein, die beim Normalbetrieb des elektrischen Geräts anliegt. Besonders krass zeigte sich das bei Messungen an der Stromversorgung von Nahverkehrszügen. Die Nennspannung betrug 600 V. Trotzdem waren die zur Messung benutzten Multimeter für maximal 1.000 V nach kurzer Zeit kaputt. Die Ursache war eine Überspannung von bis zu 10.000 V, die das Anhalten und Anfahren der Züge produzierte. Da elektrische Systeme und Stromverbraucher immer komplexer werden, erhöht sich auch im häuslichen 230-V-Stromnetz die Wahrscheinlichkeit von Überspannungen. Vor allem Motoren, aber auch Kondensatoren neigen dazu.

2.1 Auf spannungsfestes Multimeter achten

Da Überspannungen im 230-V-Stromnetz mehr als tausend Volt erreichen können, muss das verwendete Multimeter ausreichend spannungsfest sein. Dabei darf man sich nicht am höchsten Messbereich des Multimeters orientieren – denn dieser sagt nichts darüber aus, wie das Multimeter auf Überspannungen reagiert. Diese zerstören seine Eingangsschaltung beim Messen. Eine Schmelzsicherung an dieser Stelle ist nutzlos, da sie aufgrund des sehr hohen Eingangswiderstands erst bei zu hohem Strom anspricht. Trotzdem Entwarnung: Ob digitale Geräte oder analoge Zeigerinstrumente, man erkennt überspannungsfeste Multimeter am Kürzel CAT. Es taucht im Prospekt, in der Internetvorstellung oder in den Produktinformationen auf. Die Bezeichnung CAT leitet sich vom englischen Wort category ab und unterscheidet vier Sicherheitskategorien, die in den römischen Zahlen Eins bis Vier angegeben sind. Je höher die Zahl, umso besser sind Multimeter und Zubehör geschützt. Damit noch nicht genug: Jede Kategorie ist durch eine Spannungsangabe weiter unterteilt. Ein Multimeter mit der Kennzeichnung CAT III/1.000 V ist besser geschützt als eines mit CAT III/600 V, obwohl beide derselben Kategorie angehören.

Die Spannung 600 V oder 1000 V halten die Messgeräte dabei dauerhaft aus, kurzzeitig vertragen sie deutlich mehr. Diese kurzzeitig angelegte „Prüfspannung“ ist ungefähr zehnmal größer und beträgt in beiden Fällen mindestens 5000 V. Ein Multimeter mit CAT-Kennzeichnung ist auch dann vor Überlastung geschützt, wenn man eine andere elektrische Größe als die Spannung misst – vorausgesetzt, die Messleitungen sind mit den Spannungsbuchsen verbunden. Gelangt die Überspannung dagegen an eine andere Buchse des Geräts, ist die Schutzwirkung dahin! Man braucht die CAT-Angaben übrigens nur für die Spannungsmessung. Für die Strommessung ist in die meisten Multimeter eine schnell ansprechende Sicherung eingebaut.

Das richtige Modell auswählen

Je näher man an der 230-V-Netzspannungsquelle messen möchte, umso besser muss das Multimeter geschützt sein. Denn die möglicherweise auftretende Spannung steigt mit der Nähe zur Quelle und darf nicht über der niedrigsten CAT-Spannung des Multimeters liegen! Doch welches Modell ist das richtige? Für Haus und Wohnung reicht ein Messinstrument der CAT-II-Kennzeichnung mit einer möglichst hohen Spannung. Es schadet aller-

dings auch nicht, ein paar Euro mehr auszugeben und ein Gerät mit einem CAT-III-Schutz zu erwerben. Dieses ist vor allem bei Messungen an der Hausinstallation zu empfehlen. Unsicherheiten bei der Überspannungsfestigkeit sollte man dabei nicht tolerieren. Greift man gleich zu einem Markengerät, sind diese ausgeschlossen. So hat die Firma Fluke ausschließlich nach EN 61010 zertifizierte Multimeter im Programm, eins zeigt Bild 2.1. Schon die Einstiegsmodelle glän-



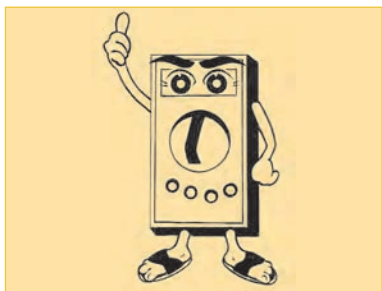
Abb. 2.1 – Professionelle Multimeter besitzen einen CAT-III-Schutz vor Überspannungen. Dieser ist für Anwendungen in Haus und Wohnung mehr als ausreichend.

2.1 Auf spannungsfestes Multimeter achten

zen mit CAT III/600 V, das entspricht einer Prüfspannung von 6000 V. Allerdings beliefert Fluke den Profibereich, so dass die Preisskala bei rund 100 Euro beginnt.

Entscheidet man sich für ein Qualitätsmessgerät nach der Norm EN 61010, muss diese auch für die

Messleitungen gelten. Der Grund dafür ist einfach: Wenn Multimeter und Zubehör nicht harmonisieren, prägt immer die Komponente mit dem niedrigsten Sicherheitsstandard die Sicherheit des Gesamtsystems.



Welches Multimeter für welchen Zweck?

Schutzkategorie	Verwendungszweck
CAT III	Messungen an der Hausinstallation
CAT II	Messungen an Stromverbrauchern, die an die 230-V-Steckdose angeschlossen sind
CAT I	Messen von kleinen Spannungen

2.2 Messleitungen korrekt anschließen

Ein sicherheitstechnisch gut gewappnetes Multimeter nützt nichts, wenn man die Messleitungen nicht in die richtigen Buchsen des Geräts steckt. Außerdem muss man die höchstmögliche Spannung am Messobjekt kennen und das Multimeter im richtigen Messbereich betreiben. Umgekehrt kann eine unsachgemäße Anwendung Sach- und Personen-Schäden bis hin zu tödlichen Unfällen verursachen. Möchte man die Spannung in der Elektroinstallation messen und hat aus Versehen den Strommessbereich gewählt, die Messleitungen aber korrekt an die Spannungsbuchsen angeschlossen, dann passiert – nichts. Die Spannung liegt korrekt am Multimeter an, wird aber nicht angezeigt. Nun ein ähnlicher Fall: Der Messart-Drehknopf ist korrekt auf 2000 V gestellt, die Messleitungen sind aber versehentlich mit den Amperebuchsen verbunden. Das löst meist einen Kurzschluss aus! Im schlimmsten Fall fliegt nicht nur die Sicherung heraus, sondern der Anwender bekommt einen Schreck

und berührt den spannungsführenden Außenleiter des Stromkabels, die sogenannte Phase. Über die Sicherheit beim Messen entscheidet deshalb ein korrekter Anschluss ans Multimeter, nicht die Einstellung des Messbereichs! Manche Messgeräte besitzen eine Buchsensperre, die allerdings nicht zu überschätzen

ist. Wenn der Anwender meint, die Messleitungen seien in die richtigen Buchsen gesteckt, ist es bereits zu spät. Schaltet er in den korrekten Spannungsbereich, hilft es nichts. Bei solchen Geräten muss man sich angewöhnen, erst zu schalten und dann zu stecken und nicht umgekehrt.



Abb. 2.2 – Sicherungen in Multimetern stecken meist im Batteriefach.

2.2 Messleitungen korrekt anschließen

Die interne Sicherung nach Abb. 2.2 schützt das Multimeter, so dass man immer mindestens ein identisches Ersatzmodell parat haben sollte. Die Bedienungsanleitung liefert die genauen Angaben – neben dem Strom ist dabei auch eventuell ein nachfolgender Buchstabe zu beachten. Die Sicherung schützt übrigens nicht den Anwender – der muss sich durch richtiges Messen selbst schützen (Abb. 2.3).

Meist sind elektrisch leitende Teile, die über 24 V führen, isoliert und so gegen direktes Berühren geschützt. Trotzdem sind beim Messen und Prüfen passende Messstrippen zu empfehlen. Ihre ergonomische und somit sicherheitsgerechte Gestaltung mit Abrutschschutz bietet zusammen mit der CAT-Zertifizierung höchste Sicherheit. Es kann allerdings vorkommen, dass eine Strippe angezwickt oder an einer Stelle die Isolation beschädigt wird. In diesem Fall sollte man die beschädigte Messstrippe durch eine neue ersetzen.



Abb. 2.3 – „Vorsicht Hochspannung“ gilt in Umspannwerken und Trafostationen, „Vorsicht Niederspannung“ könnte es für die Hausinstallation heißen. (pixelQuelle)

3 Tipps zum Kauf eines Multimeters

Neben der beschriebenen Spannungsfestigkeit sollte ein Multimeter weitere Eigenschaften besitzen, damit das Messen problemlos klappt. Die großen Elektronik-Versandhäuser wie z. B. Conrad Electronic, ELV, Westfalia Technica und Reichelt Elektronik halten unterschiedlichste Multimeter bereit und verbinden Qualität mit günstigen Preisen. Die Palette reicht vom absoluten Preishit bis zum 100-Euro-Gerät. Einfache Geräte für rund 10 Euro können Strom, Spannung und Widerstände messen. Legt man noch einmal 10 Euro drauf,

erhält man Geräte, die weitere elektrische Größen wie Kapazitäten oder Temperaturen und die Luftfeuchte erfassen. Auch innerhalb enger Preiskategorien trifft man auf ganz verschiedene Geräte, manche von ihnen haben ein besonders gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Auch Baumärkte führen Multimeter, die aber meist qualitativ weniger gut sind als die Geräte der Elektronik-Versandhäuser. Die Vielfachmessinstrumente sind mit digitaler und analoger Anzeige erhältlich.

3.1 Analoge Messgeräte

Sie besitzen im Gegensatz zu digitalen Multimetern ein analoges Zeigeelement und gliedern sich in aktive Geräte mit einem Elektronikteil sowie passive Modelle. Der Elektronikteil schützt analoge Instrumente vor Überlastung. Man kann beispielsweise an ein aktives Analogmultimeter im kleinsten Spannungsmessbereich 600 V anlegen – und das Gerät bleibt trotz tausendfacher Überlastung unversehrt. Bild 3.1 zeigt einen typischen passiven Vertreter.

Vorsicht bei passiven Geräten

Passive Zeigerinstrumente ohne Elektronikteil können schnell irreparabel überlastet werden, da sie nur kurzzeitig eine elektrische Messgröße mit dem zehnfachen Höchstwert vertragen! Hier ist besonders aufzupassen und immer ein Messbereich zu wählen, der nicht zu klein ist. Braucht man das Gerät nicht, sollte man zur Sicherheit den höchsten Spannungsbereich einstellen.

Wie genau ist die Anzeige?

Passive wie aktive Analogmultimeter tragen mehrere Symbole und Zeichen, die beispielsweise über die Gebrauchslage und die Genauigkeit der Anzeige informieren (Abb. 3.2 und 3.3). Diese Toleranz wird auch als Klasse angegeben, Klasse x bedeutet dabei x Prozent Toleranz. Gehört ein Gerät zur Klasse 1,5, liegt die Anzeigetoleranz bei 1,5 Prozent vom Skalenhöchstwert. Beträgt dieser beispielsweise 3 V, liegt die absolute Ungenauigkeit der Anzeige bei 0,045 V oder 45 mV.



Abb. 3.1 – Ein analoges Multimeter mit Spiegelskala, die das korrekte Ablesen der elektrischen Werte sicherstellt.

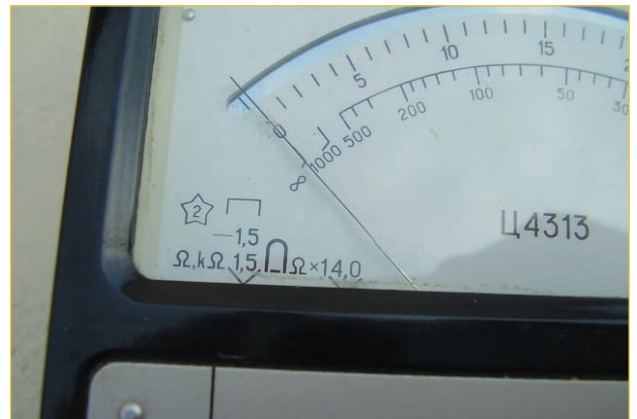


Abb. 3.2 – Hinweiszeichen auf dem analogen Multimeter. Dieses Gerät besitzt eine Anzeigetoleranz von 1,5 Prozent.

3.1 Analoge Messgeräte

		Drehspulinstrument
		Elektromagnetisches Meßinstrument
		Kreuzspulinstrument
		Elektrodynamisches Instrument ohne Eisenkern
		Elektrodynamisches Instrument mit Eisenkern
		Drehspulinstrument mit Gleichrichter
		Hitzedrahtinstrument
		Zungenfrequenzmesser
		Horizontalbetrieb
		Vertikalbetrieb
		45° Aufstellung
		Gleichstrom
		Wechselstrom
		Gleich- und Wechselstrom
		Drehstrom

Abb. 3.3 – Mögliche Symbole auf analogen Vielfachmessern und ihre Bedeutung.

Eingangswiderstände beachten

Eine weitere Besonderheit der passiven Vielfachmesser ist bei der Spannungsmessung die Angabe des Eingangswiderstands in Kiloohm pro Volt ($k\Omega/V$). Je größer der Eingangswiderstand, umso besser das Gerät, da man so möglichst fehlerfrei messen kann. Der Eingangswiderstand steigt mit einem größeren Messbereich, ist innerhalb eines Messbereichs aber konstant. Daher die zunächst etwas verwirrende Kennzeichnung. Übliche Zeigerinstrumente kommen bei Gleichspannung auf einen Eingangswiderstand von $10 k\Omega/V$ und bei Wechselspannung auf $4,5 k\Omega/V$. Das ergibt beispielsweise im 3-V-Bereich für Gleichspannung einen Eingangswiderstand von $30 k\Omega$ und $13,5 k\Omega$ bei Wechselspannung. Spitzengeräte erreichen leicht die doppelten Werte.

3.2 Digitale Messgeräte haben die Nase vorn

Die digitalen Multimeter haben den analogen den Rang abgelaufen, weil sie klein, robust und bequem ablesbar sind. Einfache Digitalmultimeter können sehr flach sein und vom Format her einer Zigarettenschachtel gleichen, so dass sie sich leicht transportieren lassen. Sie sind unempfindlich gegen Schlag und Stoß und zeigen immer zuverlässig an. Die Ziffern des Displays sind auch aus größerer Entfernung gut zu erkennen. Aber auch analo-

ge Geräte haben Vorteile: Ihr Zeigerausschlag lässt sich verfolgen, so dass man schwankende Werte besser messen kann. Außerdem brauchen passive Ausführungen für die Strom- und Spannungsmessung keine Batterie. Dafür ist ihr Eingangswiderstand bei der Spannungsmessung geringer als bei den digitalen Modellen. Bei der Strommessung ist der sogenannte Innenwiderstand dagegen höher. Beides ist von Nachteil, weil so die

Gefahr von Messfehlern steigt. Bild 3.4 zeigt Symbole auf Digitalmultimetern.

Automatisch geschaltete Messbereiche

Bei Digitalmultimetern lassen sich im Hinblick auf die Messbereiche drei Typen unterscheiden: Geräte, bei denen der Messbereich per Hand umzuschalten ist (Abb. 3.5), Multimeter, bei denen das automatisch passiert (Abb. 3.6) und Gerä-



Abb. 3.4 – Symbole auf Digitalmultimetern.

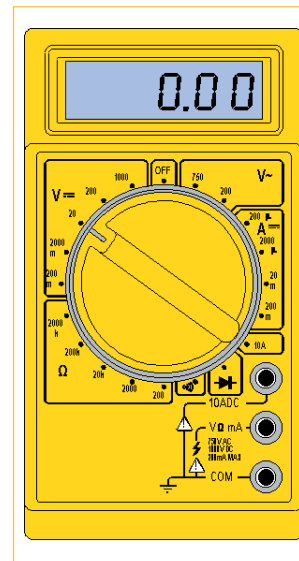


Abb. 3.5 – Die Vorderseite eines Multimeters, bei dem der Messbereich per Hand umzuschalten ist, wirkt auf Grund der vielen Messbereichsangaben etwas unübersichtlich.

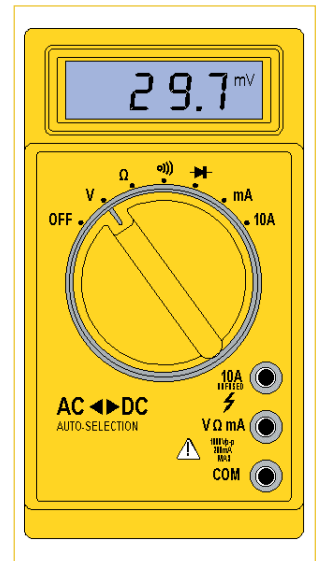


Abb. 3.6 – Schaltet sich der Messbereich automatisch um, sind die Angaben auf der Vorderseite des Geräts auch für den Laien leicht nachvollziehbar. Das Gerät ist so leichter zu bedienen.

3.2 Digitale Messgeräte haben die Nase vorn

te, die beide Betriebsarten zulassen. Schalten sich die Messbereiche automatisch um, ist der Anwender auf der Vorderseite des Geräts mit deutlich weniger Messbereichsangaben konfrontiert. Das macht die Handhabung vor allem für den Laien deutlich einfacher und übersichtlicher. Multimeter, die die Messbereiche automatisch umschalten, vermeiden außerdem Messfehler, die bei manueller Bedienung durch die Wahl zu großer Messbereiche auftreten können.

Abschaltautomatik und Data-Hold-Funktion

Neben der automatischen Wahl des passenden Messbereichs ist eine Abschaltautomatik wünschenswert. Vergisst man einmal, das Gerät auszuschalten, passiert das etwas später automatisch, so dass die Batterie des Geräts geschont wird. Der Stromverbrauch moderner

Multimeter ist jedoch erstaunlich gering. Eine übliche 9-V-Blockbatterie sollte mindestens ein Jahr halten. Ein 9-V-Akku scheidet wegen der höheren Selbstentladung aus. Weniger wichtig ist der Anzeigebereich: Die sogenannte dreieinhalbstellige Anzeige mit den Endziffern 1999 ist ebenso gut brauchbar wie die dreiviertelstellige mit den Endziffern 3999. Wichtiger sind dagegen der maximal zu messende Strom und Widerstand sowie eine Data-Hold-Funktion: Ein Druck auf die gelbe Taste nach Abb. 3.7 links oben friert gewissermaßen die Anzeige ein – überall dort von Vorteil, wo man in ungünstigen Lagen oder Lichtverhältnissen messen muss. Wer sich etwas mehr für Elektronik interessiert, sollte auch darauf achten, dass das Multimeter Kapazitäten messen kann, was bei vielen Geräten nicht der Fall ist. Übrigens: Neuere Modelle sind bleifrei gelötet und damit besonders umweltfreundlich (Abb. 3.8).



Abb. 3.7 – Ein hochwertiges Multimeter mit Data-Hold-Funktion, erkennbar an der gelben Taste.



Abb. 3.8 – Die Bezeichnung RoHS auf der Rückseite des Multimeters verrät, dass es umweltfreundlich ohne Blei auskommt.

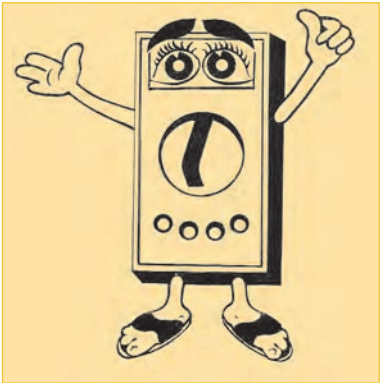
Stiftmultimeter sind klein und schlank

Eine raffinierte Bauform haben Stift- oder Pen-Multimeter nach Bild 3.9. Diese kleinen schlanken Digitalmultimeter sind platzsparend gefertigt und ermöglichen das bequeme Messen auch an ungünstigen Stellen. Die Anzeige ist zwar gerätebedingt recht klein und nicht immer sofort ablesbar, als Ausgleich ist die Data-Hold-Funktion aber stets vorhanden.

3.2 Digitale Messgeräte haben die Nase vorn



Abb. 3.9 – Stiftmultimeter sind nicht nur schick, sondern auch praktisch.



Kürzel auf dem Multimeter

AC A	Wechselstrom (Alternate Current Ampere)
AC V	Wechselspannung (Alternate Current Voltage)
C, C _x	Kapazität eines Kondensators
CE	europäisches Konformitätszeichen
COM	Common, gemeinsame Eingangsbuchse
DC A	Gleichstrom (Direct Current Ampere)
DC V	Gleichspannung (Direct Current Voltage)
DVM	Digitalvoltmeter
DMM	Digitalmultimeter
h _{FE}	Stromverstärkung bei Transistoren
OFF	aus
Diodensymbol	Durchgangsprüfer/Diodentest

Stichwortverzeichnis

A

Abschaltautomatik 29
Abschnürspannung 42
AccuCell 102
Akkus 91
Alkali-Mangan-Batterien 96
Allstrom-Zangen-Amperemeter 45
Amorphe Dünnschichtzellen 116
Ampere (A) 11
Amperestunden 77
Amplitude 14
Analoge Messgeräte 26
Analogmultimeter 26
Anode 17, 95
Audioverstärker 119
Audio-Video-
Übertragungssysteme 95
Autobatterie 77
Automobil 34

B

Batterien 91, 96
Bauelemente 92
Betriebsspannung 76
Bimetall 60
Bipolarer Transistor 18, 41
Bleiakkus 104
Bleigelakkus 106
Bohrmaschine 60
Boot 75
Bootsmotor 84
Brückenschaltung 31
Bügeleisen 60

C

CAT 21
CD-Player 85
Computer-Messkarten 126

D

Deckenleuchte 71
Dielektrikum 17
Digitale Messgeräte 28
Diode 17
Diodentest 40
Drehstrom-Lichtmaschine 78
Dreiphasensystem 68
Drucker 85
Durchgangstest 52

E

Einphasensystem 68
elektrische Spannung 9
elektrischer Strom 9
Elektronen 10
elektronische Schaltung 92, 119
Emitterschaltung 121
Entladekurven 103

F

Fehlersuche 73
Feldeffekttransistor 18, 41
FI-Schutzschalter 72
Fön 57
Frequenz 15
Funk-Alarmanlage 95

G

Gleichspannungen 85
Gleichspannungs-Netzteil 105
Gong 74

H

Hallsensoren 47
Handbohrmaschinen 61
Hausinstallation 67
Hausverteilerkasten 65
Hochspannung 14

I

ICs 88, 122
Indirekt messen 45
Innenwiderstand 28
ISDN-Leitung 74

K

Kaffeemaschine 60
Kapazität 17
Kathode 17, 95
Kleinspannungen 74
Klingeltrafo 36
Kondensator 17, 38
Kopfhörer 94
Kraftfahrzeug 75

L

Ladeschaltung 78
Lampen 55
Lastwiderstand 114

Stichwortverzeichnis

Lautsprecher 94
 Leistung 9
 Leiterquerschnitt 81
 Leuchtstoffröhre 54, 56
 Lithiumbatterie 98, 108
 Lockenwickler 57
 Lötstellen 60

M

Masse 34
 Messbereich 21
 Messfehler 32, 38
 Mikroampere (μA) 11
 Mixer 60
 Monokristalline Solarzellen 113
 Motoren 58

N

Nanofarad 38
 Nickel-Cadmium-Akku 107
 Nickel-Metall-Hydrid-Akkus 107
 npn- und pnp-Transistoren 18

O

Ohmsches Gesetz 12

P

Passive Zeigerinstrumente 26
 PC-Multimeter 123
 Phasenleiter 52
 Phasenleitungen 68
 Phasenverschiebung 67
 Photovoltaik 109
 Picofarad 38

Polykristalline Solarzellen 113
 Potenzial 34

R

Radio 85
 Rasierapparat 60
 Relativmessung 31

S

Scheitel- oder Spitzen-Wert 14
 Schmelzsicherungen 69
 Schutzklasse 64
 Schutzleiter 68
 Sekundärspannung 16
 Sicherung 60
 Signalspannung 120
 Sinuskurve 14
 Solaranlage 79, 110
 Solarzelle 110
 Spannung 10
 Spannungsquelle 10
 Spannungswandler 80
 Stabi-IC 87
 Staubsauger 60
 Steckdose 10
 Steckdosenleiste 62
 Stiftmultimeter 29
 Strommessbereich 53
 Strommesszange 45
 Stromstärke 11
 Stromverbrauch 53
 Stromverbraucher 11
 Stromverstärkungsfaktor 18, 41
 Stromzange 45

T

Tiefentladeschutz 77
 Trafo 16
 Transformator 16
 Transiente Überspannungen 20
 Transistor 18
 Transistortest 41
 Türklingel 95
 Türsprechanlage 74

U

überlagerte Spannungen 35

V

VDE-Prüfzeichen 64
 Verlängerungskabel 62
 Verteilerdose 67
 Vollwellen-Gleichrichtung 86
 Vorsatzzeichen 13

W

Wärmeentwicklung 93
 Wärmeofen 57
 Wechselspannung 35
 Wechselstrom 45
 Widerstand 9, 12, 38
 Wirkungsgrad 80

Z

Zangen-Amperemeter 45
 Zink-Luft-Batterien 100

Richtig messen und prüfen in Haushalt, Hobby und Auto

Elektronische Geräte sind aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken – und es werden immer mehr: ob im Haushalt, beim Hobby, in der Freizeit oder bei elektronischen Anwendungen im Auto – mit einem richtig eingesetzten Vielfachmessinstrument können Sie die meisten Fehler finden und im Handumdrehen beheben.

Aus dem Inhalt

- Richtig messen leicht gemacht
- Mit dem Vielfachmessinstrument Fehler finden
- Auto, Caravan und Boot unter die Lupe nehmen
- Batterien und Akkus auf dem Prüfstand
- Solarstrom mit einem Multimeter optimal nutzen

Zum Autor

Frank Sichla ist Elektronikingenieur und Fachbuchautor. In diesem Buch zeigt er Schritt für Schritt, was man mit dem Multimeter in Alltag und Hobby alles messen und prüfen kann.

Schritt für Schritt zeigt Ihnen der Autor, wie Sie die Fehler finden, wenn ein Gerät defekt ist: Sie können mit einem Multimeter Batterien, Akkus oder elektronische Bauteile kontrollieren, Lampen testen, Sicherungen, Stecker und Leitungen prüfen und so manches Haushaltsgerät reparieren. Messungen an der Autoelektronik helfen, defekte Teile ausfindig zu machen. Der Autor stellt das Vielfachmessinstrument als ein überaus nützliches und preiswertes Universalwerkzeug vor und hilft Ihnen, Geld zu sparen.

Leicht gemacht, Geld und Ärger gespart!

Besuchen Sie uns im Internet: www.franzis.de