

CE

CONRAD

Inhaltsverzeichnis

	Einführung	5
	Bauteile - Grundlagen	5
	Die Batterie	5
	Widerstände	5
	Der Keramikkondensator	7
	Der Elektrolytkondensator	8
	Die LED	8
	Der Transistor	9
	Die Diode	10
	Die Möglichkeiten eines Multimeters	10
	Die CAT-Zertifizierung entscheidet über den Anwendungsbereich	11
	CAT-Klassen	11
	Die Messstrippen richtig anschließen	12
	Das Messgerät richtig einstellen	14
1	Wie misst man einen Widerstand?	15
2	Messfehler vermeiden	17
3	Wie verhalten sich in Serie geschaltete Widerstände?	19
4	Wie verhalten sich parallel geschaltete Widerstände?	21
5	Den Kondensator messen	23
6	Kondensatoren in Serienschaltung	25

7	Kondensatoren in Parallelschaltung	28
8	Wie misst man Gleichspannungen?	30
9	Wie misst man Wechselspannungen?	33
10	Wie misst man Ströme?	34
11	Wie misst man einen Leitungsdurchgang?	37
12	Messen in einer Schaltung: Einzelspannungen an Bauteilen ermitteln	39
13	Widerstände in einer Schaltung messen	41
14	Messen in einer Schaltung: Einzelströme in der Schaltung ermitteln	43
15	Messergebnisse überprüfen	47
16	Das Multimeter als Batterietester	48
17	Messen von Dioden	50
18	Überprüfen von Transistoren	53
19	Überprüfen von Leuchtdioden	54
20	Temperaturen messen	56
	Anhang: Leistung und Arbeit	58

Einführung

Der Fachhandel hält zahlreiche Multimeter bereit, mit denen Sie umfangreiche Messungen an elektronischen Bauteilen und Schaltungen selbst vornehmen können. Das erfordert jedoch Grundwissen über die Bedienung eines solchen Universalmessgeräts und der zu messenden Bauteile.

Dieses Lernpaket hilft Ihnen, Schritt für Schritt die Geheimnisse des richtigen Messens zu lüften. In aufeinander aufbauenden Übungen lernen Sie, wie Sie verschiedene Bauteile identifizieren und richtig messen und wie diese sich in Schaltungen verhalten. Mit diesem Wissen können Sie dann selbst feststellen, ob einzelne Bauteile defekt oder wie sie korrekt in Schaltungen einzubauen sind. Dieses Lernpaket vermittelt Ihnen alle Grundlagen, die für ein erfolgreiches Arbeiten mit dem Multimeter erforderlich sind.

Bauteile - Grundlagen

Die Batterie

Die Batterie ist an jeder Schaltung polrichtig anzuschließen. Der dazu erforderliche Batterieclip hat dazu je einen roten Anschlussdraht, der den Pluspol, und einen schwarzen, der den Minuspol markiert. Beide Drähte sind entsprechend der geforderten Polarität an der Experimentierplatte anzuschließen.

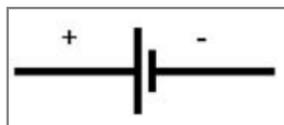


Bild 1: Schaltzeichen einer Batterie

Widerstände

Widerstände zählen zu den einfachsten elektronischen Bauteilen. Ihre Beschriftung erfolgt mit einem aus drei Ringen bestehenden Farbcode, der vom Rand zur Mitte hin zu lesen ist. Ein vierter, etwas abgesetzter Ring gibt die Bauteiltoleranz an. Der Farbcode wird ausgehend von dem Ring gelesen, der näher am Rand des Widerstands liegt. Die ersten beiden Ringe stehen für zwei Ziffern, der dritte für

einen Multiplikator des Widerstandswerts in Ohm. Ein vierter Ring gibt die Toleranz an. Der Widerstandswert wird in Ohm [Ω] angegeben.

Farbe	Ring 1 1. Ziffer	Ring 2 2. Ziffer	Ring 3 Multiplikator	Ring 4 Toleranz
Schwarz		0	1	
Braun	1	1	10	1%
Rot	2	2	100	2%
Orange	3	3	1.000	
Gelb	4	4	10.000	
Grün	5	5	100.000	0,5%
Blau	6	6	1.000.000	
Violett	7	7	10.000.000	
Grau	8	8		
Weiß	9	9		
Gold			0,1	5%
Silber			0,01	10%

Bild 2: Widerstandsfarbcod

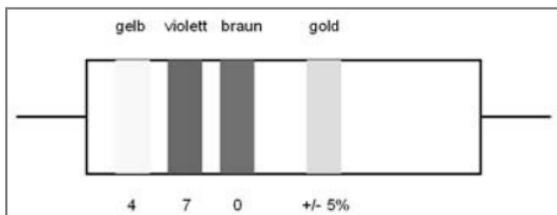


Bild 3: Ein Widerstand mit den Farbringen Gelb, Violett, Braun und Gold hat den Wert 470 Ohm bei einer Toleranz von 5%.



Bild 4: Der Widerstand

Im Lernpaket befinden sich Widerstände der folgenden Werte:

330 Ohm

1 kOhm

2,2 MOhm

Orange, Orange, Braun

Braun, Schwarz, Rot

Rot, Rot, Grün

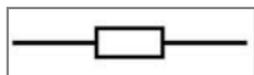


Bild 5: Schaltzeichen eines Widerstands

Der Keramik Kondensator

Der Kondensator ist ein weiteres elementares Elektronikbauteil. Er ist in zwei Ausführungen erhältlich. Die einfachere Variante ist der kleine, runde und flache Keramik Kondensator. Er ist verpolungssicher. Kapazitäten werden in Farad angegeben. Die Beschriftung des Keramik Kondensators erfolgt mit einem Zahlencode. „104“ bedeutet „10 mal 10 hoch 4“, also 100.000 pF (Picofarad).



Bild 6: Schaltzeichen eines Keramik Kondensators



Bild 7: Der Keramik Kondensator

Der Elektrolytkondensator

Der größere Elektrolytkondensator hat einen zylindrischen Körper und ist polrichtig einzubauen. Der Minuspol ist mit einem weißen seitlichen Streifen gekennzeichnet und hat einen kürzeren Anschlussdraht. Wird der Elko falsch gepolt eingebaut, wird er zerstört. Die Beschriftung erfolgt in Klartext.



Bild 8: Schaltzeichen eines Elektrolytkondensators



Bild 9: Der Elektrolytkondensator ist polrichtig einzubauen.

Die LED

Beim Einbau einer Leuchtdiode ist grundsätzlich die Polung zu beachten. Die LED hat zwei verschieden lange Anschlussdrähte. Der längere ist der Pluspol und heißt *Anode* (A). Der Minuspol, auch *Kathode* (K) genannt, hat den kürzeren Draht.

Die Polaritäten sind auch im LED-Inneren zu erkennen. Der Minuspol hat etwa die Form eines großen Dreiecks. Der Pluspol ist indes nur sehr zierlich ausgeführt.

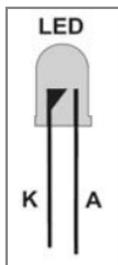


Bild 10: Eine LED ist stets polrichtig einzubauen.

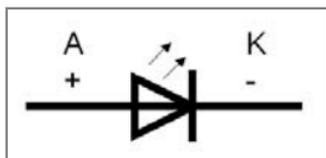


Bild 11: Schaltzeichen einer LED

Der Transistor

Der Transistor verstärkt kleine Ströme. Seine Anschlüsse heißen *Emitter* (E), *Basis* (B) und *Kollektor* (C). Das zylindrische Gehäuse ist an einer Seite abgeflacht. Hier ist die Typenbezeichnung aufgedruckt. Sieht man so auf den Transistor, dass die Anschlüsse nach unten zeigen und man die Beschriftung lesen kann, liegt der Emitter links. Die Basis ist in der Mitte.

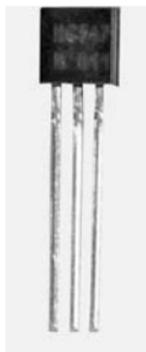


Bild 12: Der Transistor mit Blick auf die abgeflachte Seite. Die Anschlüsse von links nach rechts: Emitter (E), Basis (B) und Kollektor (C).

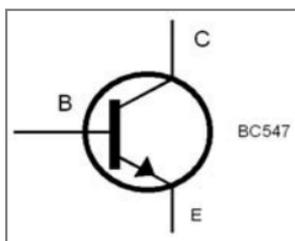


Bild 13: Schaltzeichen eines NPN-Transistors

Die Diode

Eine Diode lässt den Strom nur in eine Richtung durch. Man kann sie sich wie ein Rückschlagventil der Wasserinstallationstechnik vorstellen.

Herkömmliche Dioden haben, ähnlich Widerständen, eine zylindrische Form. Bei ihnen ist der Minuspol (Kathode) mit einem Strich markiert.

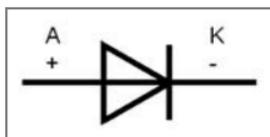


Bild 14: Schaltzeichen einer Diode



Bild 15: Die Diode

Die Möglichkeiten eines Multimeters

Multimeter unterscheiden sich in erster Linie in Bezug darauf, was man mit ihnen alles messen kann. Das heißt natürlich nicht, dass man sich bei einem einfachen Instrument gleich auskennt. Sehen Sie sich das große Stellrad, mit dem die einzelnen Messbereiche und Messgrößen einzustellen sind, genau an. Welche sind geboten? Welche brauchen Sie überhaupt? Das sind Fragen, die Sie schon vor der Kaufentscheidung beantworten sollten.

Befassen Sie sich auch mit den Strippen. Sie haben verschiedene Farben (rot: Pluspol; schwarz: Minuspol). Über die Bedienungsanleitung lernen Sie Ihr Gerät kennen, bevor Sie es für die ersten Messungen einsetzen.



Bild 16: Zuerst gilt es, das Instrument kennenzulernen. Dabei hilft der ausführliche Blick in die Bedienungsanleitung.

Die CAT-Zertifizierung entscheidet über den Anwendungsbereich

Multimeter müssen verschiedene Schutzkriterien erfüllen, die ihren sicheren Einsatz gewährleisten. Schließlich ist das Messen von Strom und Spannung keine Spielerei, sondern mit Gefahren verbunden!

Multimeter müssen für eine Kombination aus konstanten Spannungen und sogenannten transienten Überspannungen ausgelegt sein. Diese Schutzmaßnahmen sind in 4 CAT-Klassen eingeteilt. Je höher die CAT-Klasse ist, umso vielseitiger kann das Instrument eingesetzt werden.

CAT-Klassen

CAT I

Multimeter mit CAT-I-Zertifizierung besitzen nur geringe Schutzmaßnahmen. Man darf sie nur für Messungen in geschützten Elektronikbereichen und zur Messung

an Geräten verwenden. Diese müssen einen hinreichenden Schutz gegen transiente Überspannungen haben.

CAT II

CAT-II-taugliche Instrumente erlauben den Einsatz an einphasigen, mit der Steckdose verbundenen Lasten. Dazu zählen Haushaltsgeräte und portables Werkzeug. Steckdosen und Leitungen dürfen nur eingeschränkt gemessen werden. Multimeter für Elektronikbastler sollten zumindest CAT II aufweisen.

CAT III

Multimeter mit CAT-III-Zulassung sind bereits für den Einsatz in Dreiphasen-Verteilnetzen und einphasiger kommerzieller Beleuchtung geeignet. Mit ihnen kann man bereits Drehstrommotoren oder etwa Steckdosen für große Lasten messen.

CAT IV

CAT IV erlaubt zusätzlich den Einsatz ab dem Drehstromanschluss des Elektrizitätswerks und an Freileitungen. Hier handelt es sich also um Geräte für Messungen, die eine Privatperson nicht mehr ausführen darf.

Die Messstrippen richtig anschließen

An nur wenigen Multimetern sind die Messleitungen direkt mit dem Multimeter verbunden. Meist sind in den Geräten 3 bis 4 Buchsen eingebaut, an die Messstrippen angeschlossen werden können. **Dies darf grundsätzlich nur erfolgen, wenn diese noch nirgendwo angeschlossen sind!**

Die schwarze Strippe entspricht im weiteren Sinne der Minus-Leitung (Rückleitung). Sie ist an *COM* anzuschließen. In welche Buchse die rote Messleitung zu stecken ist – sie entspricht *Plus* oder der Zuleitung –, hängt von den durchzuführenden Messungen und den Buchsenbeschriftungen ab. Bei unserem Beispielinstrument sind dazu drei weitere Buchsen eingebaut. Die rechte ist mit „HzV Ω “ beschriftet. An sie ist die rote Leitung zu stecken, wenn beispielsweise Spannungen (V) und Widerstände (Ω) gemessen werden sollen. „Hz“ weist auf Frequenzmessungen hin, die aber nur Spezialisten brauchen. Meist ist diese Buchse auch für das Messen kleiner Ströme zu wählen, wie sie üblicherweise in elektronischen Schaltungen

anzutreffen sind. Bei unserem Instrument ist dafür eine eigene Buchse vorgesehen. Sie ist mit „ μmA “ beschriftet. Sollen übliche Ströme im Bereich der Elektronikbasterei gemessen werden, ist die rote Strippe hier anzuschließen. Bei Multimetern mit 3 Anschlüssen sind die Niederstrom-, die Spannungs- und die Widerstandsfunktion über eine gemeinsame Buchse zugänglich.

Die vierte Buchse am Multimeter ist mit „20A MAX“ beschriftet. Sie dient zur Messung besonders hoher Ströme und wird von Elektronikern, die in Schaltungen messen, eher nicht benötigt.

Details zu den Buchsenbelegungen und Hintergründe, wie die Messungen auszuführen sind, sind den Handbüchern der Multimeter zu entnehmen.



Bild 17: Die meisten Multimeter sind mit 3-4 Buchsen ausgestattet, an die die beiden Messstrippen, je nach auszuführenden Messungen, anzuschließen sind.



Bild 18: Die schwarze Strippe ist an *COM* anzuschließen. Sie entspricht der Rückleitung (dem Minuspol).



Bild 19: Sollen Spannungs- und Widerstandsmessungen vorgenommen werden, ist bei diesem Modell die rote Messleitung an die rechte Buchse *HzVΩ* anzuschließen. Zum Messen kleiner Ströme müsste sie an die Buchse *µA mA* angedockt werden.

Das Messgerät richtig einstellen

Multimeter messen nicht einfach nur Spannungen, Ströme und Widerstände. Sie müssen richtig eingestellt werden, denn es gibt beispielsweise Gleich- und Wechselspannungen und -ströme. Außerdem verfügen die Multimeter über mehrere Messbereiche, das Voltcraft VC-11 z. B. allein über 5 Gleichspannungsmessbereiche: für sehr kleine Spannungen bis 200 Millivolt (mV), 2 V, 20 V, 200 V und 250 V.

Da sich oft nicht genau abschätzen lässt, welche Spannungen bei einer Messung zu erwarten sind, sollten Sie stets den höchsten Messbereich einstellen. Bei Gleichspannungsmessungen sind dies beim Voltcraft VC-11 250 V. Zeigt das Display nur einen sehr geringen Messwert wie etwa 14 V an, können Sie bis auf den 20-V-Messbereich zurückschalten. Das Gerät misst dann mit höchster Messgenauigkeit.

Auf gleiche Weise sollten Sie auch bei allen anderen Messgrößen, also Wechselspannungen, Gleich- und Wechselströmen, Widerstandsmessungen usw. vorgehen.

Mit dem höchsten Messbereich zu beginnen, schützt die empfindliche Messelektronik vor Überlastungen und damit vor irreparablen Schäden. **Machen Sie es sich deshalb zur Gewohnheit stets jede Messung mit dem höchsten Messbereich zu beginnen.**



Bild 20: Es ist auf die Wahl der richtigen Messgröße (z. B. „Gleichstrom“, wenn Gleichströme gemessen werden sollen) zu achten.



Bild 21: Vor jeder Messung ist das Instrument zuerst auf den maximalen Messbereich zu schalten. Bei diesem Gerät beträgt er im Gleichspannungsbereich 250 V.

1 Wie misst man einen Widerstand?

Vorbereitungsarbeiten:

Biegen Sie die Anschlussdrähte von je einem Widerstand der Größe $330\ \Omega$, $1\ \text{k}\Omega$ und $2,2\ \text{M}\Omega$ jeweils um 90° um, sodass Sie sie in die Experimentierplatte stecken können (siehe Bild 22).

Damit Sie für die Messungen beide Hände freihaben, fertigen Sie aus zwei rund 7 cm langen, vollständig isolierten Drahtstücken Prüfspitzen an, indem Sie sie fest um die blanken Teile der Prüfspitzen wickeln. Rund 1 cm sollte gerade bleiben. Mit diesem Behelf können Sie die Prüfspitzen direkt auf die Experimentierplatte stecken.

Zum Messen eines Widerstands brauchen Sie keine externe Stromquelle wie eine 9-V-Batterie. Für Widerstandsmessungen ist im Multimeter bereits eine eingebaut.

Stecken Sie nun die beiden Prüfspitzen parallel zu einem Widerstand auf der Experimentierplatte und stellen das Instrument auf den Widerstandsbereich 2.000 k Ω ein. Messen Sie auf diese Weise alle drei Widerstände. Bei zwei Messungen ermitteln Sie „001“ und bei der dritten „1-“.

So richtig anfangen lässt sich mit diesen Messwerten nichts, obwohl Sie eigentlich alles richtig gemacht haben. Woran liegt's? An der Wahl des richtigen Messbereichs. Mehr dazu in Übung 2.



Bild 22: Nachdem Sie die Anschlussdrähte von 3 Widerständen an den Seiten um je 90° gebogen haben, stecken Sie sie auf die Experimentierplatte.



Bild 23: Rund 7 cm lange blanke Drahtstücke werden um die Prüfspitzen gewickelt.

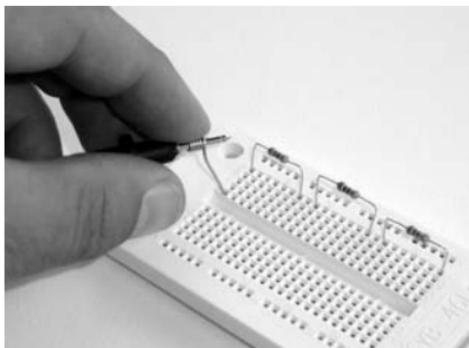


Bild 24: So können die Messleitungen direkt an der Experimentierplatte angeschlossen werden.



Bild 25: Im höchsten einstellbaren Messbereich sind die Messergebnisse noch recht ungenau.

2 Messfehler vermeiden

Laut der Messungen der vorangegangenen Übung wären zwei Widerstände gleich groß. Bei ihnen macht sich der Messfehler aufgrund des falsch eingestellten Messbereichs bemerkbar.

Messen Sie deshalb am Schaltungsaufbau jeden Widerstand noch einmal und schalten dabei den Messbereich Schritt für Schritt runter.

Aus „1“ für 1 k Ω im 2.000-k Ω -Bereich wird 0,98, also 980 Ω im 20-k Ω -Messbereich. Schalten Sie nun auf den 2.000- Ω -Bereich herunter, ermitteln Sie einen Messwert von 983 Ω . Damit haben Sie den optimalen und genauesten Messbereich ermittelt. Wenn Sie weiter auf den 200- Ω -Bereich schalten, sehen Sie im Display nur noch „1-“. Das deutet darauf hin, dass der eingestellte Messbereich zu klein ist.

Führen Sie diese Messungen auch am zweiten Widerstand durch, an dem Sie eingangs „1“ für 1 k Ω gemessen haben. Bei ihm werden Sie feststellen, dass er tatsächlich um die 326 Ω hat. Somit haben Sie es bei ihm mit dem 330- Ω -Widerstand zu tun.

Beim dritten, dem 2,2-M Ω -Widerstand, werden Sie feststellen, dass Sie in jedem eingestellten Messbereich „1-“ messen. Das zeigt, dass dieses Multimeter nicht für das Messen sehr großer Widerstände geeignet ist. Bei der Wahl des richtigen Multimeters kommt es darauf an, was man alles damit machen möchte.

Eine Messung wird nur dann genau, wenn der Messbereich optimal ausgenutzt wird. Deshalb sollten Sie stets auf den kleinstmöglichen Bereich schalten. Je größer der gewählte Messbereich ist, umso größer ist der Messfehler und umso ungenauer die Messung. Das trifft auch für Strom- und Spannungsmessungen zu.

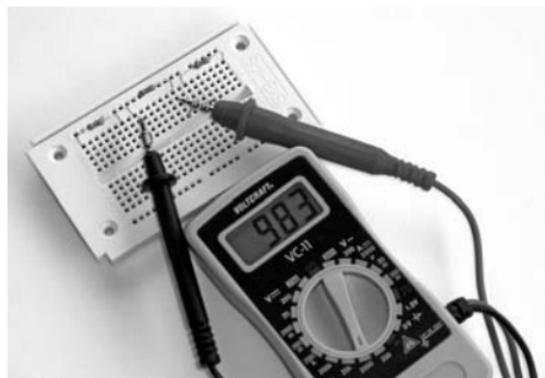


Bild 26: Im 2.000-Ω-Messbereich wird ein Widerstandswert von 983 Ω gemessen. Damit wurde für diesen Widerstand der optimale Messbereich gefunden.



Bild 27: Bei korrekter Messwerteinstellung entpuppt sich der zweite, ursprünglich als 1-kΩ-Widerstand gemessene Widerstand, als 330-Ω-Widerstand.

3 Wie verhalten sich in Serie geschaltete Widerstände?

Widerstände werden in Schaltungen nicht nur einzeln, sondern auch in Kombinationen eingebaut. Eine Möglichkeit ist die Serienschaltung von Widerständen. Stecken Sie dazu zwei 1-kΩ-Widerstände in einer Reihe in das Experimentierfeld.

Schließen Sie nun eine Messstrippe am linken Ende des linken Widerstands und die zweite Messstrippe am rechten Ende des rechten Widerstands an und ermitteln den Widerstandswert. Bei unserem Versuchsaufbau werden Sie etwa 1.970Ω , also rund $2 \text{ k}\Omega$ ermitteln.

Bei der Reihenschaltung mehrerer Widerstände ist der Gesamtwiderstand, den Sie nun auch gemessen haben, die Summe der Einzelwiderstände. Also:

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + \dots R_n$$
$$2 \text{ k}\Omega = 1 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega$$

Versuchen Sie auch die Reihenschaltung mit mehreren und auch verschiedenen Widerständen. Auf diese Weise können Sie sich selbst einen Widerstand „zusammenbasteln“, den Sie als Einzelbauteil gerade nicht vorrätig haben.

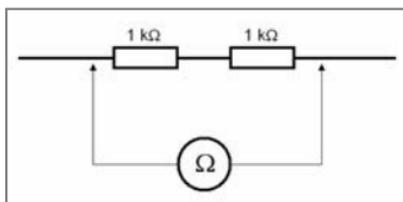


Bild 28: Serienschaltung zweier Widerstände; zur Ermittlung des Gesamtwiderstands ist eine Messleitung am linken Anschluss des linken Widerstands, die zweite am rechten Anschluss des rechten Widerstands anzuhalten.



Bild 29: Serienschaltung von zwei Widerständen.

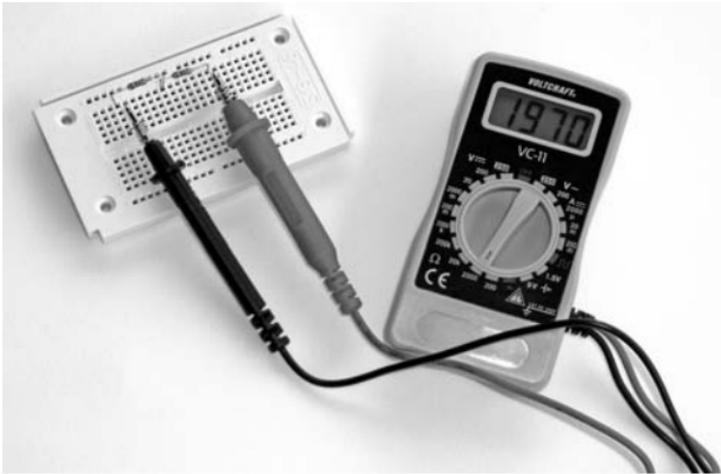


Bild 30: Der Gesamtwiderstand bei der Serienschaltung von Widerständen entspricht stets der Summe der Einzelwiderstandswerte.

4 Wie verhalten sich parallel geschaltete Widerstände?

Widerstände können auch parallel geschaltet werden. Eine einfache Parallelschaltung besteht aus zumindest zwei Widerständen. Selbstverständlich können auch mehrere Widerstände parallel geschaltet werden.

Stecken Sie auf der Experimentierplatte zwei $1\text{-k}\Omega$ -Widerstände untereinander. Somit sind sie parallel geschaltet. Legen Sie nun die beiden Messstrippen an den Enden der beiden Widerstände an. Ermitteln Sie nun den Gesamtwiderstand. Dieser beträgt bei unserer Schaltung nun $493\ \Omega$ und somit nur noch die Hälfte eines einzelnen Widerstands.

Schalten Sie nun zu einem $1\text{-k}\Omega$ -Widerstand einen $330\text{-}\Omega$ -Widerstand parallel. Der Gesamtwiderstand beträgt nun rund $245\ \Omega$. Versuchen Sie auch andere Widerstandskombinationen.

Bei der Parallelschaltung von Widerständen ist der Gesamtwiderstand stets kleiner als der kleinste Einzelwiderstand.

Der Gesamtwiderstand parallel geschalteter Widerstände lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$1 / R_{\text{ges}} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + \dots + 1 / R_n$$

$$248 \, \Omega = 1 / 1.000 \, \Omega + 1 / 330 \, \Omega$$

Um zum Gesamtwiderstand zu gelangen, drücken Sie am Taschenrechner die Taste $1/x$.

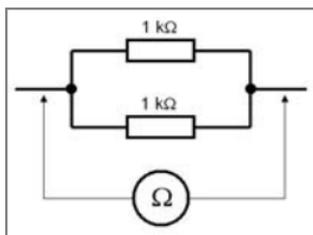


Bild 31: Bei der Parallelschaltung zweier Widerstände ist der Gesamtwiderstand stets kleiner als der kleinste Einzelwiderstand.

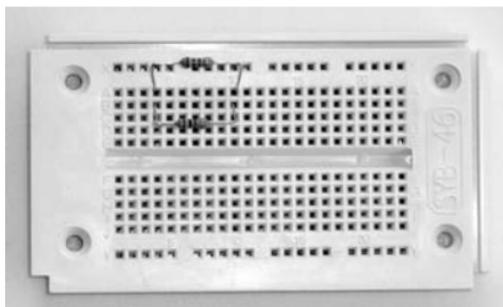


Bild 32: Parallelschaltung zweier Widerstände auf der Experimentierplatte

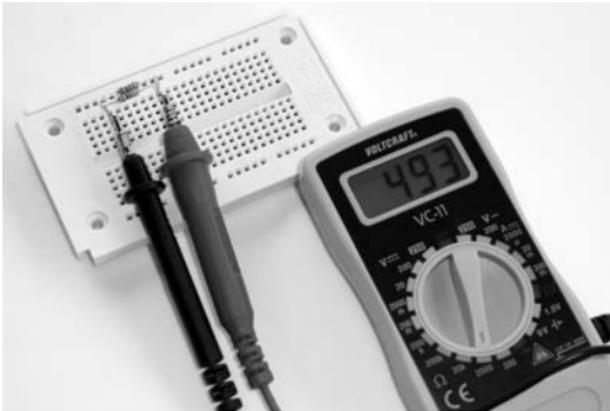


Bild 33: Zwei parallel geschaltete 1-k Ω -Widerstände ergeben einen Gesamtwiderstand von 493 Ω . Dass es nicht genau 500 Ω sind, liegt an den Fertigungstoleranzen bei der Herstellung der Widerstände.

5 Den Kondensator messen

Um die Kapazität eines Kondensators messen zu können, benötigen Sie ein Multimeter, das auch Kapazitätsmessungen zulässt (z. B. das Voltcraft VC840). Leider besitzen nur relativ wenige und qualitativ hochwertige Multimeter Kapazitätsmessbereiche. Standard-Multimeter haben meist nur Volt-, Ampere- und Ohm-Messbereiche.

Achtung!

Bevor Sie einen Kondensator mit dem Messgerät verbinden, müssen Sie ihn entladen! Dazu schließen Sie seine beiden Anschlüsse kurz. Nutzen Sie dazu eine Zange oder einen Schraubendreher, den Sie über beide Kontakte legen. Dabei sollten Sie das Werkzeug ausschließlich am isolierten Griff halten, denn beim Kurzschließen von Kondensatoren kann es zu äußerst energiereichen Entladungen kommen. Berühren Sie deshalb nie die Anschlüsse bei Kondensatoren mit Spannungen größer 35 V Gleichspannung/25 V Wechselspannung - vor allem dann nicht, wenn Sie nicht wissen, ob er aufgeladen ist oder nicht. Vorsicht Lebensgefahr!

Stecken Sie nun den zu prüfenden Kondensator auf das Experimentierfeld, und zwar so, dass Sie die beiden selbst gefertigten Drahtprüfspitzen so auf der Experimentierplatte platzieren können, dass sich die beiden Strippen des Messgeräts nicht berühren.

Zu messende Kondensatoren dürfen keinesfalls in Schaltungen oder Schaltungsteilen eingebaut sein.

Die Messanordnung bei der Kondensatormessung entspricht der Widerstandsmessung. Sie müssen also lediglich die rote und die schwarze Strippe an die beiden Kondensatoranschlüsse halten. Damit Sie aber beide Hände für das Multimeter frei haben, nutzen Sie auch hier die selbst gefertigten Prüfspitzen, mit denen Sie die beiden Messleitungen fest auf der Experimentierplatte anschließen können.

Achten Sie beim Anschließen der Messleitungen besonders bei Elektrolytkondensatoren (Elkos) auf die richtige Polung. Verbinden Sie die rote Leitung mit dem Pluspol und die schwarze mit dem Minuspol des Kondensators.

Nachdem Sie das Multimeter eingeschaltet haben, stellen Sie den großen Drehschalter auf den Widerstandsmessbereich ein. Er ist multifunktionell. Drücken Sie anschließend den Funktionswahlschalter so oft, bis Sie im Display am rechten Rand „nF“ lesen können. Das steht für „Nanofarad“. Farad ist die Einheit für die elektrische Kapazität. Die meisten Kondensatoren haben Kapazitäten zwischen einigen Pikofarad (pF) und einigen Mikrofarad (mF).

Das Messen eines Kondensators braucht etwas Zeit. Bis der endgültige Messwert am Display abzulesen ist, vergehen einige Sekunden.

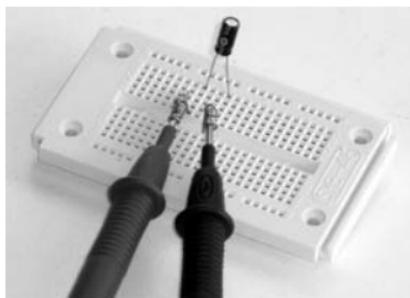


Bild 34: Kondensatoren dürfen nur außerhalb von Schaltungen oder Schaltungsteilen gemessen werden. Der zu messende Kondensator ist auf die Experimentierplatte zu stecken. Beide Messleitungen sind polrichtig an ihm anzuschließen.

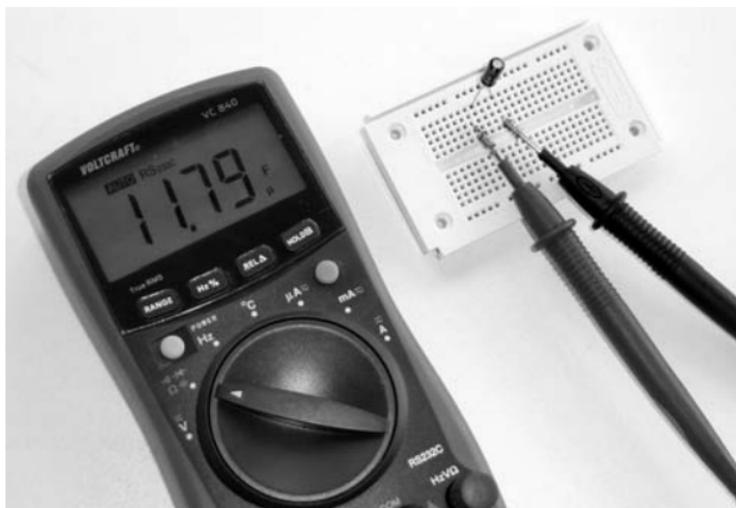


Bild 35: Am Multimeter ist der Kapazitätsmessbereich einzustellen. Es dauert einige Sekunden, bis der Messwert abgelesen werden kann.

6 Kondensatoren in Serienschaltung

Bei der Übung „Wie verhalten sich in Serie geschaltete Widerstände?“ haben Sie festgestellt, dass der Gesamtwiderstand der Summe der hintereinandergeschalteten Widerstände entspricht.

Bauen Sie auf der Experimentierplatte eine Serienschaltung von zwei Kondensatoren auf (z. B. mit einer Kapazität von je $10\ \mu\text{F}$). Achten Sie auf den polrichtigen Einbau beider Kondensatoren. Bei Elektrolytkondensatoren muss hier der Minus-Anschlussdraht des ersten mit dem Plus-Anschlussdraht des zweiten verbunden werden. Da Kondensatoren alleine (ohne Verbraucher und Stromquelle) gemessen werden, können Sie bereits jetzt die rote Strippe des Multimeters mit dem Plusanschluss des ersten Kondensators und die schwarze Strippe mit dem Minusanschluss des zweiten verbinden.

Schalten Sie nun das Multimeter auf Kapazitätsmessung ein und warten Sie einige Sekunden, bis sich der Messwert nicht mehr verändert. Sie werden nun rund $5,7\ \mu\text{F}$ messen, also die Hälfte der beiden $10\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensatoren.

Daraus folgt:

Die Gesamtkapazität sinkt, je mehr Kondensatoren in Serie geschaltet werden.

Die Gesamtkapazität in Serie geschalteter Kondensatoren lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$1 / C_{\text{ges}} = 1 / C_1 + 1 / C_2 + \dots 1 / C_n$$

Um zur Gesamtkapazität zu gelangen, drücken Sie am Taschenrechner die Taste $1/x$.

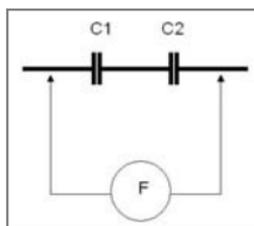


Bild 36: Serienschaltung von zwei Kondensatoren

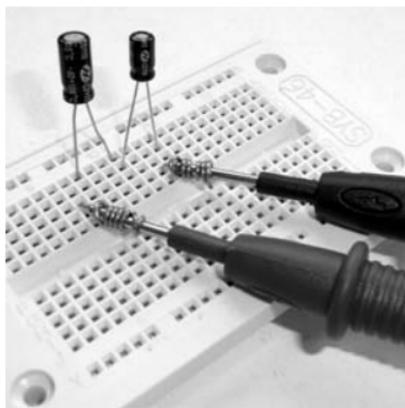


Bild 37: Achten Sie beim Einbau der beiden Elkos auf die Polung der beiden Kondensatoren. Auch die Messleitungen sind polrichtig anzuschließen.



Bild 38: Bei zwei in Serie geschalteten $10\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensatoren messen Sie die Hälfte der Einzelkapazität eines Kondensators.

7 Kondensatoren in Parallelschaltung

Bei der Übung „Wie verhalten sich parallel geschaltete Widerstände?“ haben Sie festgestellt, dass der Gesamtwiderstand der parallel geschalteten Widerstände kleiner als der kleinste Einzelwiderstand ist.

Bauen Sie auf der Experimentierplatte eine Parallelschaltung mit zwei Kondensatoren auf (z. B. mit einer Kapazität von je $10\ \mu\text{F}$). Achten Sie auf den polrichtigen Einbau beider Kondensatoren. Bei Elektrolytkondensatoren müssen hier die Plus-Anschlussdrähte zusammengeschaltet werden, ebenso die beiden Minusanschlüsse. Da Kondensatoren alleine (ohne Verbraucher und Stromquelle) gemessen werden, können Sie bereits jetzt die rote Strippe des Multimeters mit den Plus- und die schwarze Strippe mit den Minusanschlüssen der Kondensatoren verbinden.

Schalten Sie nun das Multimeter auf Kapazitätsmessung ein und warten einige Sekunden, bis sich der Messwert nicht mehr verändert. Sie werden nun rund $23,2\ \mu\text{F}$ messen, also das Doppelte der beiden $10\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensatoren.

Daraus folgt: Bei der Parallelschaltung von Kondensatoren entspricht die Gesamtkapazität der Summe der Einzelkapazitäten.

Die Gesamtkapazität parallel geschalteter Kondensatoren lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 + \dots C_n$$

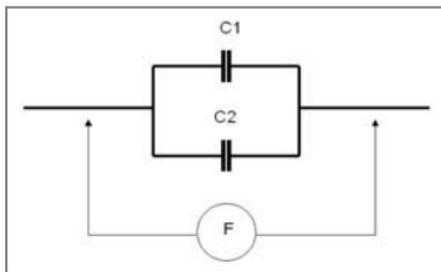


Bild 39: Schaltungsaufbau zum Messen zweier parallel geschalteter Kondensatoren.

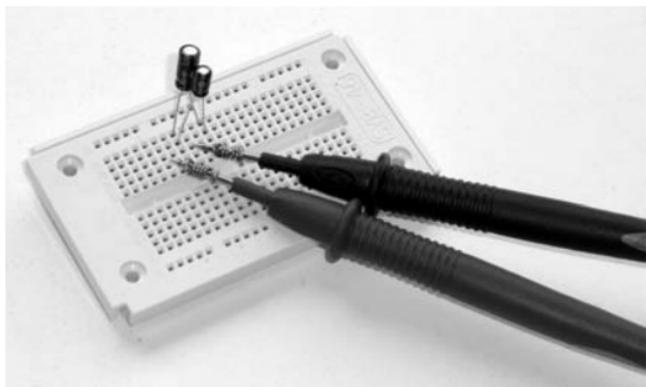


Bild 40: Achten Sie beim Einbau der beiden parallel geschalteten Elkos auf die Polung der beiden Kondensatoren. Auch die Messleitungen sind polrichtig anzuschließen.



Bild 41: Bei zwei parallel geschalteten 10- μ F-Kondensatoren messen Sie die Summe der Einzelkapazitäten der beiden Kondensatoren.

8 Wie misst man Gleichspannungen?

Bauen Sie zunächst eine einfache LED-Schaltung auf der Experimentierplatte auf. Dazu schalten Sie einen $1\text{-k}\Omega$ -Widerstand in Serie zu einer LED. Sehen Sie zur Rückleitung von der LED zum Minuspol der Batterie eine Drahtbrücke vor.

Zum Messen von Gleichspannungen ist das Multimeter in den Gleichspannungsbereich zu schalten. Spannungen können Sie entweder direkt an der Batterie messen, indem Sie die rote Strippe am Plus- und die schwarze am Minuspol anhalten. Da das Multimeter für Spannungsmessungen einen sehr hohen Innenwiderstand hat, fließt fast kein Strom, weshalb die Batterie auch nicht entleert wird.

Unsere LED-Schaltung besteht genau genommen aus zwei Verbrauchern: dem Widerstand und der LED. An beiden tritt ein Spannungsabfall auf. Ihre Summe entspricht der Gesamtspannung.

Ermitteln Sie nun den Spannungsabfall am Widerstand, indem Sie beide Strippen an seinen beiden Anschlüssen anhalten. Beachten Sie dabei die richtige Polarität. Die rote Strippe entspricht dem Plus-, die schwarze dem Minuspol. Halten Sie die Strippen verkehrt in die Schaltung, lesen Sie vor dem Messwert ein negatives Vorzeichen. Achten Sie auch auf das Einstellen des richtigen Messbereichs, um möglichst genaue Messungen zu erhalten. Messen Sie auch den Spannungsabfall an der LED und den Gesamtspannungsabfall an Widerstand und Leuchtdiode.

Die Spannungen in einer Reihenschaltung von Verbrauchern stehen unter folgendem Verhältnis:

$$U_{\text{ges}} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

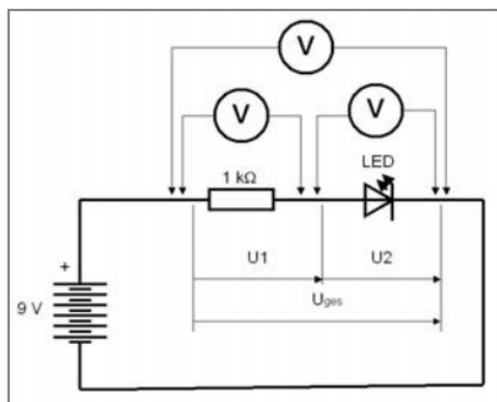


Bild 42: Aufbau der einfachen LED-Schaltung. An beiden Verbrauchern, also dem Widerstand und der LED, tritt ein Spannungsabfall (U_1 und U_2) auf. U_{ges} gibt den Gesamtspannungsabfall an allen Verbrauchern an.

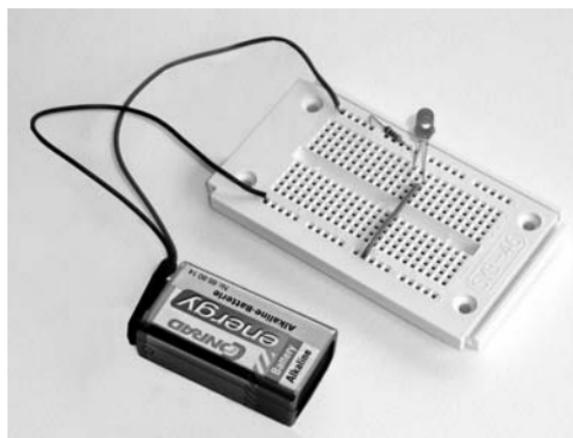


Bild 43: Schaltungsaufbau einer einfachen LED-Schaltung

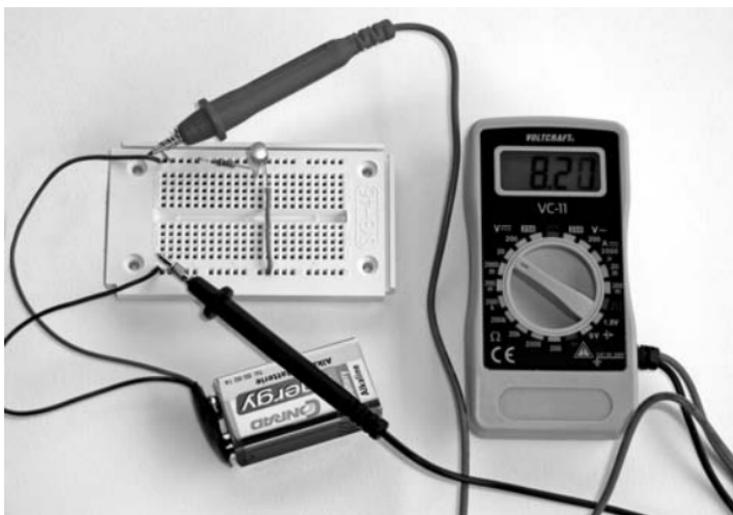


Bild 44: Als Gesamtspannung werden 8,2 V ermittelt.

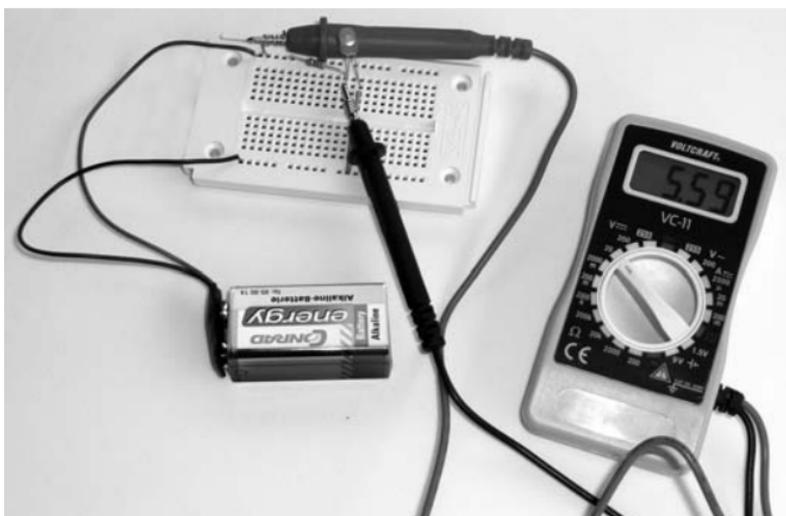


Bild 45: Am 1-k Ω -Widerstand fällt eine Spannung von 5,59 V ab. Zur exakten Spannungsmessung ist stets der optimale Messbereich einzustellen.

9 Wie misst man Wechselspannungen?

Das Messen von Wechselspannungen erfolgt prinzipiell wie das Messen von Gleichspannungen. Sie müssen lediglich darauf achten, dass Sie am Multimeter einen Wechselspannungsmessbereich einstellen. Ansonsten würden Sie keine Spannung messen, obwohl diese sehr wohl ansteht.

Schalten Sie das Multimeter auf den Wechselspannungsbereich von 200 V und nehmen Sie die zuvor aufgebaute LED-Schaltung noch einmal in Betrieb. Messen Sie nun die Einzelspannungen am Widerstand und der LED sowie die Gesamtspannung. Obwohl die LED wie zuvor leuchtet, werden Sie am Display stets den doppelten Spannungswert messen.

Wollten Sie die Wechselkleinspannung eines Netzgeräts ermitteln, während das Multimeter auf Gleichspannung eingestellt ist, würden Sie stattdessen 0,0 V messen – und das, obwohl sehr wohl Spannung anliegt!

Nehmen Sie keine Messungen mit 230-V-Spannung an einer Steckdose vor. Zum einen würden Sie dabei mit hohen Spannungen arbeiten, bei denen Sie an den Messspitzen direkt blanke, Strom führende Teile berühren könnten. Das könnte Unfälle mit Todesfolge nach sich ziehen! Außerdem sind Multimeter oft nur für eine Maximalspannung von 250 V ausgelegt. Sie könnten in unmittelbarer Nähe einer Trafostation sogar überschritten werden und das Messgerät überlasten.

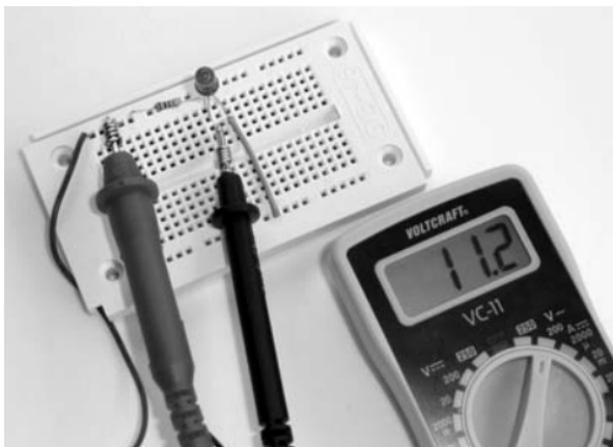


Bild 46: Versucht man, Spannungsabfälle an der Schaltung mit eingestelltem Wechselspannungsbereich zu messen, ermittelt man die doppelte Spannung wie bei korrekter Einstellung des Instruments auf Gleichspannung. Tatsächlich hat sich an der Schaltung im Vergleich zu vorhin nichts geändert.

10 Wie misst man Ströme?

Sie haben bereits gelernt, dass in einer Reihenschaltung mehrerer Verbraucher (wie die einfache LED-Schaltung) an jedem Bauteil ein Spannungsabfall auftritt. Die Summe dieser Einzelspannungen ergibt die Gesamtspannung. Betrachten Sie die Schaltung noch einmal genauer. Sie stellen fest, dass bei ihr alle Verbraucher in einem einzigen Leitungsstrang liegen. Durch sie alle fließt demnach der gleiche Strom. Damit ist der Gesamtstrom gleich der Stromstärke, die durch jeden einzelnen Verbraucher fließt.

Um Ströme messen zu können, muss das Multimeter in Serie zu dem oder den Verbrauchern geschaltet werden. Entfernen Sie deshalb die Drahtbrücke zwischen der LED und dem Minuspol der Batterie. Schließen Sie hier stattdessen das Multimeter an. Die rote Strippe muss dabei in den Bereich der LED, die schwarze zum Minuspol der Batterie.

Bevor Sie die Batterie anschließen, schalten Sie am Multimeter den größten Stromspannungsbereich von 200 Milliampere (mA) ein. Verkleinern Sie anschließend den Messbereich, bis Sie das genaue Messergebnis ablesen können. Bei dieser Messung ist dies der 20-mA-Bereich, mit dem Sie rund 5,5 mA ermitteln, die durch die Schaltung fließen.

Vermeiden Sie es, auf einen zu kleinen Strommessbereich zu schalten. Das Messgerät würde ansonsten überlastet werden.

Meist sind Messgeräte im Strommessbereich durch Sicherungen geschützt. Sie dürfen nur getauscht werden, wenn mit dem Multimeter keine Messungen vorgenommen werden.

Durch das Messgerät fließt der gleiche Strom, wie auch durch die anderen Verbraucher dieser Schaltung. Da das Multimeter im Strommessbereich einen sehr kleinen Innenwiderstand hat, verfälscht es den Schaltungsaufbau und somit das Messergebnis nicht.

Achtung! Messen Sie niemals den Stromfluss direkt an einem Verbraucher. Würden Sie die beiden Strippen an die Anschlüsse einer Batterie halten, wäre das etwa das Gleiche, als wenn Sie sie kurzschließen würden. Dabei flössen extrem hohe Ströme, die einerseits sehr gefährlich sind, andererseits das Messgerät zerstören würden!

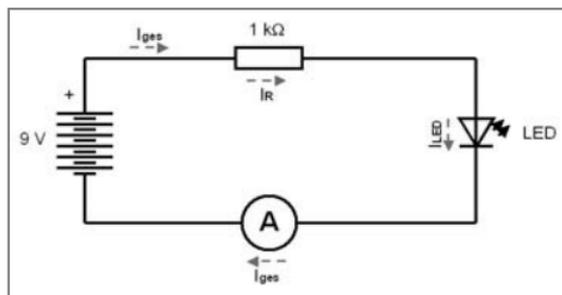


Bild 47: Zum Messen der Stromstärke ist das Multimeter in den Stromkreis zu schalten.

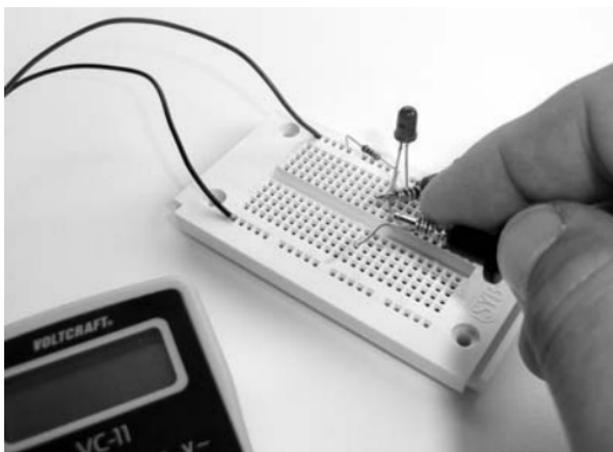


Bild 48: Das Multimeter ist, anstatt der Drahtbrücke, in die Schaltung einzubauen. Damit ist es in Serie zu den anderen Verbrauchern geschaltet.

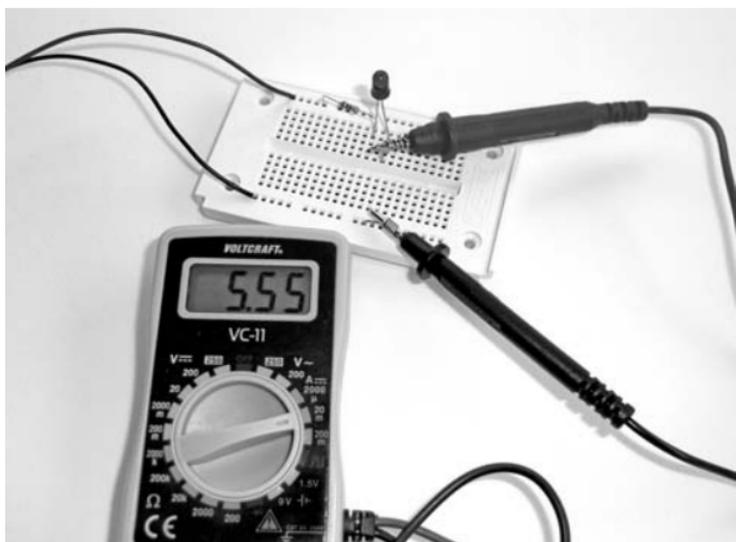


Bild 49: Durch das Multimeter fließt der gleiche Strom wie durch die anderen Verbraucher der Schaltung.

11 Wie misst man einen Leitungsdurchgang?

Das Messen von Leitungsdurchgängen kann mehrfach interessant sein. Etwa, wenn Sie aus einem mehradrigen Kabel eine bestimmte Ader ermitteln wollen oder wenn Sie ein Kabel auf Funktionalität oder Kabelbruch testen.

Viele Multimeter haben dazu einen eigenen Messbereich, der die Messergebnisse nicht nur im Display anzeigt, sondern auch einen Pieper eingebaut hat, der bei Leitungsdurchgang ein akustisches Signal abgibt.

Leitungsdurchgänge lassen sich aber auch ganz leicht mit der Ohmmeterfunktion (Widerstandsfunktion) ermitteln. Dazu einige Grundlagen: Schalten Sie das Multimeter in den Ω -Bereich und halten Sie die beiden Messspitzen der Messleitungen zusammen. Damit zeigt das Display $0,0 \Omega$ an, was so viel wie „kein Widerstand“ (Leitungsdurchgang) bedeutet. Sobald Sie die beiden Prüfspitzen auseinander bewegen, steigt der Widerstand auf unendlich groß, und das Multimeter zeigt „1-“ an. Dies ist „keinem Durchgang“ oder auch einem Kabelbruch gleichzusetzen. Versuchen Sie, den Leitungsdurchgang bei verschiedenen Kabeln zu ermitteln.

Zur Ermittlung des Leitungsdurchgangs muss ein Kabel spannungslos sein. Es darf also nicht an einer Stromquelle angeschlossen sein!



Bild 50: Werden die beiden Strippen zusammengehalten, zeigt das Multimeter bei eingestellter Widerstandsmessung $0,0 \Omega$ oder $0,01 \Omega$. Somit ist Leitungsdurchgang gegeben, dieser hat nämlich annähernd keinen Widerstand.



Bild 51: Bei auseinandergehaltenen Strippen ist der Widerstand unendlich groß, was durch „1-“ angezeigt wird. Dies würde einen Kabelbruch oder nicht gefundene Adern bei einem mehradrigen Kabel bedeuten.



Bild 52: Ermittlung des Leitungsdurchgangs an einem Kabel.

12 Messen in einer Schaltung: Einzelspannungen an Bauteilen ermitteln

Bauen Sie eine kombinierte Schaltung auf, bei der Sie die beiden 1-k Ω -Widerstände parallel und in Serie zu den zwei 330- Ω -Widerständen schalten, bevor Sie die LED einbauen. Damit haben Sie in der Schaltung vier Verbraucher, an denen Sie die Einzelspannungen messen können. Dazu halten Sie die beiden Messstreifen jeweils an die beiden Anschlussdrähte eines jeden Widerstands und der LED.

Dabei stellen Sie fest, dass an beiden 330- Ω -Widerständen der gleiche Spannungsabfall (1,59 V) auftritt. Die beiden parallel geschalteten Widerstände sind als einer zu betrachten, weshalb Sie an ihnen auch nur einen „quasi gemeinsamen“ Spannungsabfall messen. Egal, ob Sie den Spannungsabfall an den 1-k Ω -Widerständen einzeln oder als Parallelschaltung ermitteln – er ist stets gleich hoch, bei uns etwa 2,41 V. An der LED tritt ein Spannungsabfall von ca. 3,2 V auf.

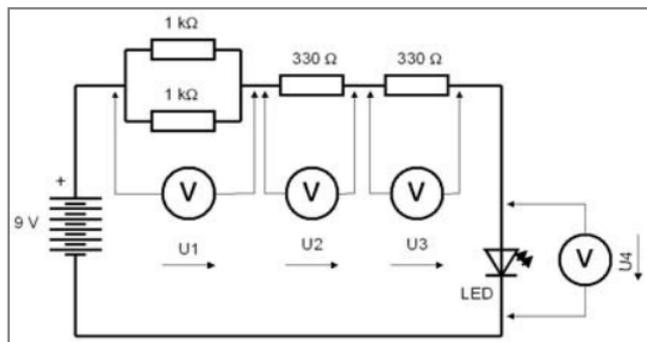


Bild 53: Gemischte LED-Schaltung aus zwei parallel geschalteten 1-k Ω - und zwei in Serie geschalteten 330- Ω -Widerständen; in der Schaltung sind ferner die einzelnen möglichen Messpunkte eingezeichnet.

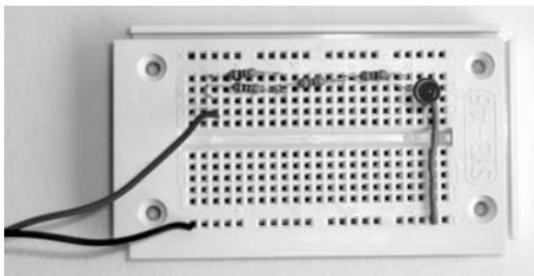


Bild 54: Schaltungsaufbau einer gemischten Serienparallelschaltung, die eine LED ansteuert.

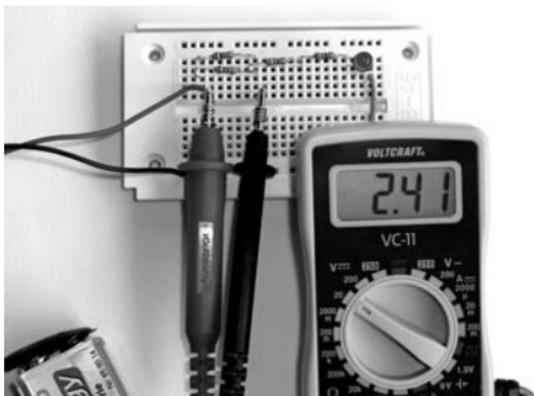


Bild 55: Egal, ob man den Spannungsabfall an jedem einzelnen der beiden parallel geschalteten Widerstände oder von ihnen gemeinsam misst - er ist stets gleich groß.

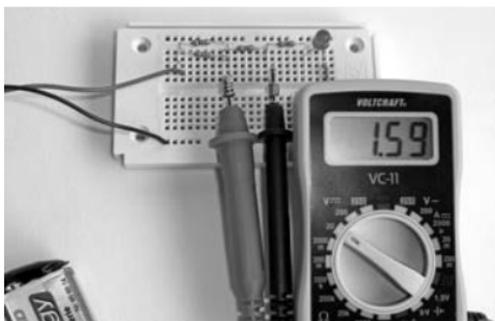


Bild 56: An zwei gleich großen in Serie geschalteten Widerständen fällt auch jeweils die gleiche Spannung ab.

13 Widerstände in einer Schaltung messen

Beim Messen einzelner Widerstände in einer Schaltung müssen Sie stets darauf achten, ob noch weitere Bauteile parallel zu ihnen geschaltet sein können, die man etwa mitmisst. So geschieht es z. B. an parallel geschalteten Widerständen. Bei ihnen können Sie beispielsweise nur ihren Gesamtwiderstand ermitteln. Möchten Sie auch die Einzelwiderstände messen, müssen Sie zumindest einen Anschluss der parallel geschalteten Widerstände von der Schaltung lösen. Nur so können Sie jeden dieser Einzelwiderstände, die auch mehr als zwei sein können, überprüfen.

Sie können ferner Summenwiderstände messen, wie etwa den Gesamtwiderstand aller Widerstände oder der gesamten Schaltung. Der Gesamtwiderstand unserer Schaltung beträgt beispielsweise 1.139Ω . Dazu genügt der $2.000\text{-}\Omega$ -Messbereich. Diese $1,1 \text{ k}\Omega$ entsprechen etwa dem Vorwiderstandswert von $1 \text{ k}\Omega$, den eine LED braucht, um zu leuchten.

Mit LED beträgt der Gesamtwiderstand der Schaltung $31,1 \text{ k}\Omega$. Um ihn messen zu können, ist auf den $200\text{-k}\Omega$ -Bereich zu schalten.

Auch Widerstandsmessungen in Schaltungen sind ausschließlich ohne Spannungsversorgung vorzunehmen, weshalb an der Schaltung keine Batterie angeschlossen sein darf.



Bild 57: An den beiden in der Schaltung parallel zueinander eingebauten $1\text{-k}\Omega$ -Widerständen kann nur der Gesamtwiderstand von hier 493Ω gemessen werden.

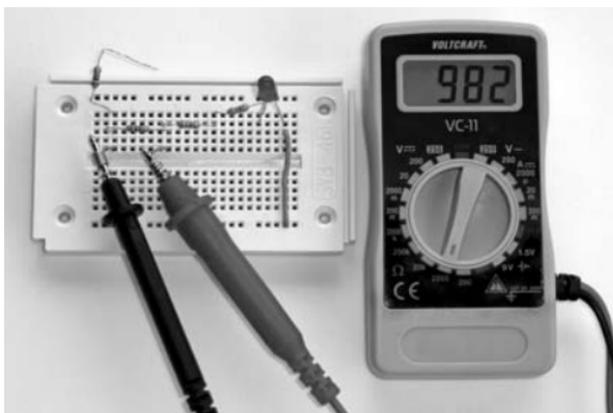


Bild 58: Zur Ermittlung der Einzelwiderstände in einer Parallelschaltung ist ein Widerstand an einer Seite auszubauen. Nur so können die Widerstandswerte eines jeden Widerstands gemessen werden.



Bild 59: Das Messen einzelner Widerstände in einer Schaltung funktioniert nur richtig, wenn zu ihnen keine anderen Bauteile parallel geschaltet sind.



Bild 60: Ermittlung des Gesamtwiderstands der Schaltung; würde ein unendlich großer Widerstand gemessen werden, kann das auf eine defekte Schaltung hinweisen.

14 Messen in einer Schaltung: Einzelströme in der Schaltung ermitteln

In einer reinen Reihenschaltung fließt durch alle Verbraucher (z. B. Widerstände) der gleiche Strom. Damit ist die Stromstärke überall gleich. Bei einer Parallelschaltung mehrerer Verbraucher teilt sich der Gesamtstrom aber in Einzelströme auf. Diese sind umso größer, je geringer der Widerstand des Verbrauchers ist, und umgekehrt. Die Summe der Einzelströme einer Parallelschaltung ist gleich groß wie der Gesamtstrom. Daraus ergibt sich die Beziehung bei Parallelschaltungen:

$$I_{\text{ges}} = I_1 + I_2 + \dots I_n$$

Bei einer Reihenschaltung mehrerer Verbraucher gilt:

$$I_{\text{ges}} = I_1 = I_2 = \dots I_n$$

Bauen Sie für diese Messübung eine Schaltung aus drei parallel geschalteten Widerständen auf, von denen zwei je 330Ω und der dritte $2,2 \text{ M}\Omega$ hat. Damit Sie das Multimeter in die einzelnen Pfade schalten können, sehen Sie jeweils

Drahtbrücken vor, die Sie bei Bedarf leicht herausziehen können. In Serie zu den drei parallelen Widerständen sehen Sie einen weiteren 1-k Ω -Widerstand vor. Zuletzt kommt noch die LED, die über die Widerstände angespeist wird. Sehen Sie auch in diesem Strang eine Möglichkeit zur Strommessung vor.

Der ermittelte Gesamtstrom I_{ges} dieser Schaltung liegt bei 4,87 V. Er ist der Summenstrom, der durch die drei parallelen und anschließend durch den in Serie geschalteten Widerstand und die LED fließt.

Durch den sehr hohen 2,2-M Ω -Widerstand fließt kaum Strom. Ein gemessener Strom von ca. 1 mA deutet jedoch auf einen sehr hohen Messfehler hin. Um durch ihn tatsächlich einen Strom von 1 mA fließen zu lassen, wäre eine Spannung von 2.200 V nötig. Durch die beiden 330- Ω -Widerstände fließen je rund 2,4 mA. Die Summe der gemessenen Einzelströme ist hier etwas weniger als der ermittelte Gesamtstrom. Die Ursache liegt in den unvermeidlichen Messfehlern.

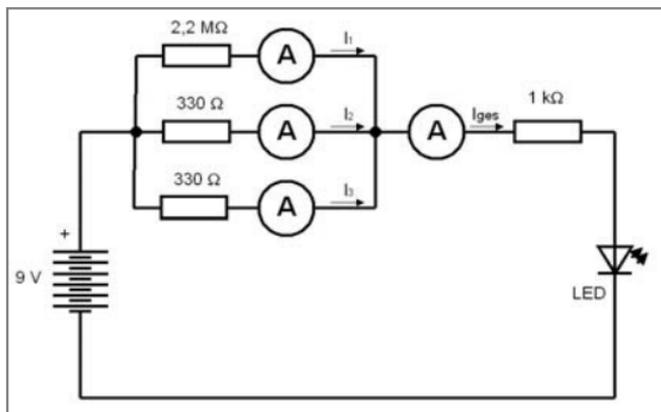


Bild 61: Bei dieser Schaltung mehrerer paralleler und in Serie geschalteter Widerstände sind Drahtbrücken vorzusehen. Statt dieser Drahtbrücken können Sie das Multimeter zur Strommessung schalten.

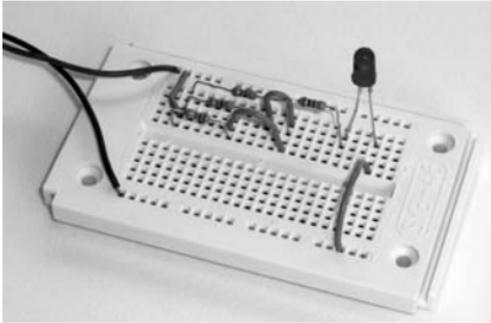


Bild 62: Um für die Strommessung an den Pfaden der parallel geschalteten Widerstände geeignete Messpunkte zu erhalten, müssen die drei Widerstände verschieden lang gebogen sein.

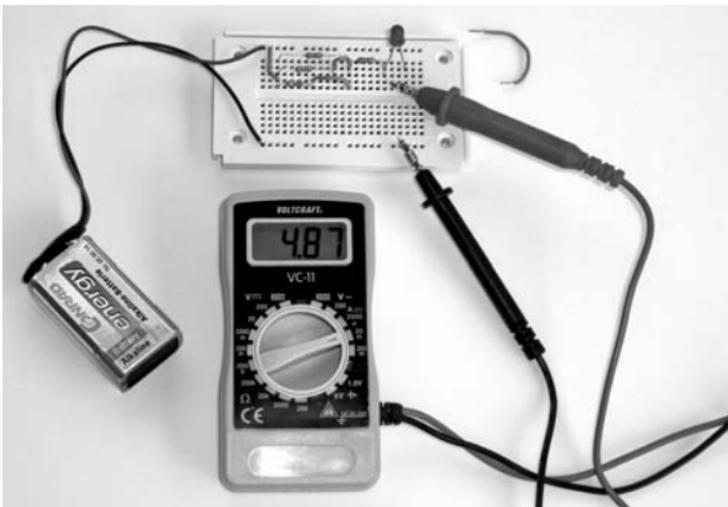


Bild 63: Der ermittelte Gesamtstrom dieser Schaltung liegt bei 4,87 mA. Er ist der Summenstrom, der durch die drei parallelen und anschließend durch den in Serie geschalteten Widerstand und die LED fließt.

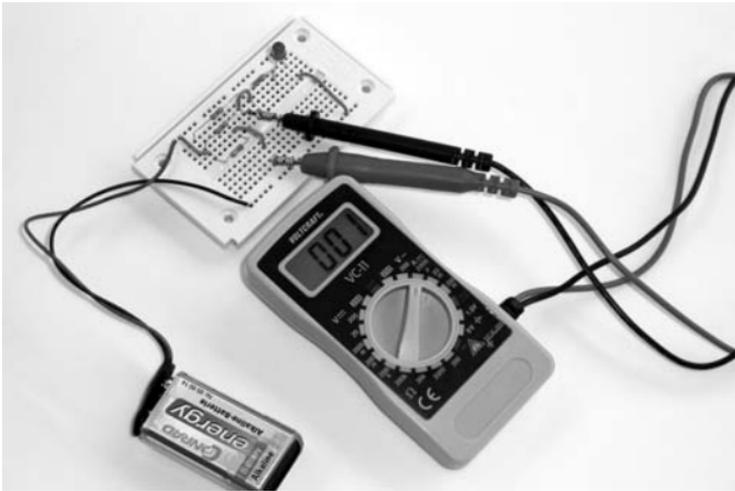


Bild 64: Durch den sehr hohen $2,2\text{-M}\Omega$ -Widerstand fließt kaum Strom. Der gemessene Wert von 1 mA ist jedoch nur auf einen hohen Messfehler begründet. Tatsächlich ist er wesentlich geringer.



Bild 65: Durch die beiden $330\text{-}\Omega$ -Widerstände fließen je rund 2,4 mA.

15 Messergebnisse überprüfen

Mit einigen Formeln waren Sie in den vorangegangenen Übungen bereits konfrontiert. Der wichtigsten Formel widmen wir ein eigenes Kapitel: dem ohmschen Gesetz. Es beschreibt den Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Widerstand und zeigt noch einmal auf rechnerischem Weg, was Sie bereits bei diversen Messungen herausgefunden haben: dass z. B. durch hohe Widerstände sehr kleine Ströme fließen und es an ihnen hohe Spannungsabfälle gibt.

Das ohmsche Gesetz für Gleichströme/Gleichspannungen

$$R = U / I$$

$$I = U / R$$

$$U = I * R$$

U ... Spannung in Volt (V)

I ... Strom in Ampere (I)

R ... Widerstand in Ohm (Ω)

hilft Ihnen, Messungen auch rechnerisch zu untermauern. Berechnungen können Ihnen aber auch helfen, etwaige Messfehler zu erkennen, die passieren können, wenn man sich z. B. beim Ablesen der Anzeige in der Kommastelle vertan hat.

Das ohmsche Gesetz hilft Ihnen aber auch beim Sparen von Messungen. Sind beispielsweise Spannung und Widerstand bereits bekannt, können Sie mit der Formel $I = U / R$ den Strom ausrechnen, der durch die Schaltung fließt. Selbstverständlich können Sie auch Teilströme oder -spannungen in einer Schaltung ermitteln. Selbst Widerstände lassen sich ausrechnen.

Einige Rechenbeispiele:

Wie hoch ist der Strom, der durch einen 330- Ω -Widerstand fließt, wenn an ihm eine Spannung von 9 V abfällt?

$$I = U / R$$

$$9 \text{ V} / 330 \text{ } \Omega = 0,027 \text{ A} = 27 \text{ mA}$$

Der Gesamtwiderstand einer Schaltung beträgt 1.500Ω , der durch die Schaltung fließende Gesamtstrom $I_{\text{ges}} = 40 \text{ mA}$. An welcher Spannung ist die Schaltung angeschlossen?

$$U = I \cdot R$$

$$0,04 \text{ A} \cdot 1.500 \Omega = 60 \text{ V}$$

16 Das Multimeter als Batterietester

Multimeter erfüllen auch die Funktion eines Batterietesters. Da Multimeter Spannungen genau messen, erlauben sie eine exakte Aussage darüber, wie voll eine Batterie oder ein Akku tatsächlich noch ist. Mit den Gut-Schlecht-Aussagen vieler Batterietester kann man nur sehr vage Aussagen treffen.

Zum Überprüfen der Batteriespannung schalten Sie das Multimeter in den Gleichspannungsbereich. Da Sie bereits im Vorfeld wissen, wie hoch die zu erwartende Spannung maximal sein kann, können Sie bereits den richtigen Messbereich einstellen: etwa 2 V für 1,5-V-Batterien.

Halten Sie nun die rote Strippe an den Pluspol und die schwarze an den Minuspol. Nun können Sie bereits die genaue Spannung des Energiespeichers im Display ablesen.

Verschiedene Multimeter wie auch das Voltcraft VC-11 haben separate Messbereiche für Batterietests. Sie liegen bei etwa 1,5 V und 9 V. Mit diesen Bereichen können Sie besonders genau Batterien messen.

Auch wenn das Multimeter Spannungen auf zwei Kommastellen genau anzeigt – die Aussagekraft ist nicht allzu hoch. Denn die hier gemessene Leerlaufspannung ist immer höher als die, die eine Batterie unter Last abgibt.

Ein aussagekräftiges Messresultat erhält man nur, wenn der Spannungsabfall an der Batterie oder dem Akku unter Last ermittelt wird.

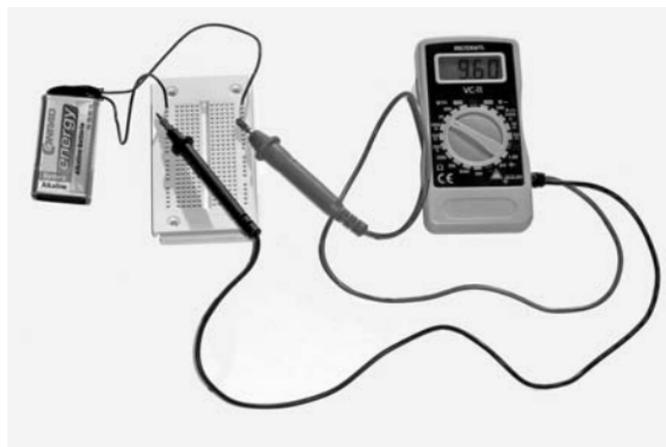


Bild 66: Die Leerlaufspannung dieser Batterie beträgt 9,6 V.

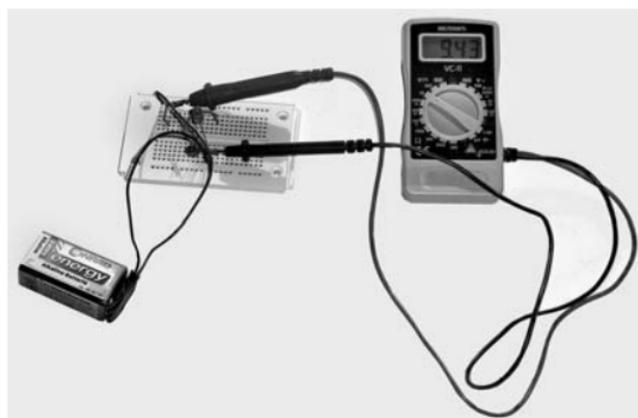


Bild 67: Unter Last sinkt die Spannung auf 9,43 V. Nur unter der Last, an der die Batterie normalerweise betrieben werden soll, lässt sich eine zuverlässige Aussage treffen, ob dazu ihr Ladezustand noch reicht.

17 Messen von Dioden

Dioden lassen Ströme nur in eine Richtung durch. Um die Durchflussrichtung zu ermitteln, haben Multimeter häufig eine eigene Dioden-Testfunktion eingebaut. Sie erfüllt meist auch die Funktion eines Durchgangsprüfers und hat auch einen Pieper, der bei Stromdurchgang ein akustisches Signal abgibt.

Dioden können auch mit der Widerstandsfunktion des Multimeters gemessen werden. Bei ermitteltem sehr kleinem Widerstand wird in Durchgangs-, bei sehr hohem Widerstand in Sperrrichtung gemessen.

Bauen Sie zunächst eine einfache LED-Schaltung auf. Sie besteht aus einer LED mit 1-k Ω -Widerstand. Ergänzen Sie sie mit einer Diode, die Sie in den Leitungsstrang einbauen. Bauen Sie parallel dazu auf die Experimentierplatte einen zweiten LED-Strang auf. Diesmal bauen Sie jedoch die Diode in umgekehrter Richtung ein. Die Diodenrichtung erkennen Sie an einem Ring an einer Seite des Zylinders. Nachdem Sie nun die Batterie angeschlossen haben, leuchtet nur eine LED. Die zweite bleibt dunkel, da hier die Diode in Sperrrichtung betrieben wird. Merken Sie sich, welche LED brennt und welche nicht. Anschließend trennen Sie die Batterie von der Schaltung.

Stellen Sie nun das Multimeter in den Widerstandsmessbereich und halten die Strippen an beiden Enden einer Diode an – so, wie Sie auch einen Widerstand messen. Das machen Sie abwechselnd an beiden Dioden. Zeigt das Display „1---“, haben Sie die Diode in Sperrrichtung gemessen. Wird ein Messwert angezeigt, haben Sie die Durchgangsrichtung ermittelt.

Haben Sie die Sperrrichtung bei der leuchtenden LED gemessen, zeigt das, dass Sie die beiden Messleitungen verkehrt an der Diode angehalten haben. Sie müssen beim Austesten von Dioden also stets auf die korrekte Polarität achten. Die rote Messleitung ist an der Ringseite anzuhalten. Grundsätzlich müssen Sie allerdings die in einer Schaltung herrschende Stromflussrichtung beachten.

Mit dieser Messmethode können Sie auch gut Dioden auf ihre Funktionalität überprüfen. Nur wenn sie nur in einer Richtung einen Stromfluss zulassen und ihn in die andere Richtung sperren, sind sie in Ordnung. Alle anderen Messergebnisse deuten auf ein fehlerhaftes Bauteil hin.

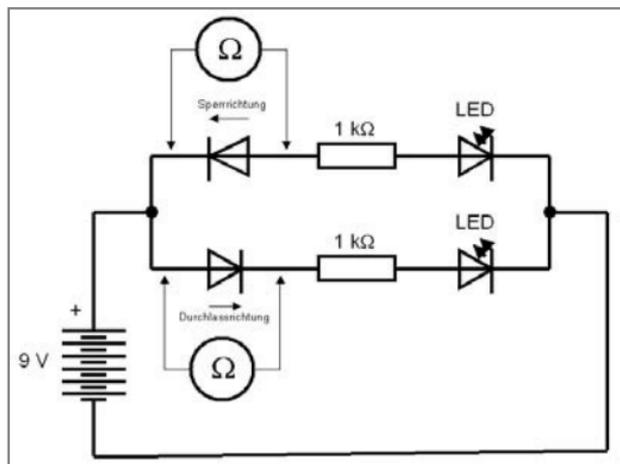


Bild 68: Die Diodentestschaltung sieht eher kompliziert aus. Sie soll aber helfen, nicht nur zu erkennen, was bei richtig und verkehrt eingebauter Diode passiert, sondern auch, wie man die Messstreifen richtig an die Dioden hält.

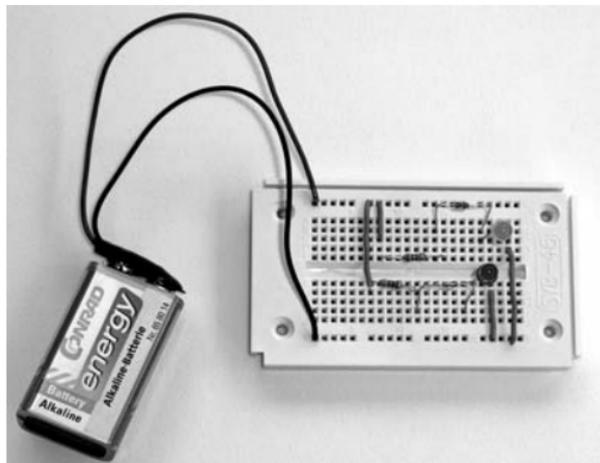


Bild 69: Bei diesem Schaltungsaufbau wurde zweimal eine einfache LED-Schaltung realisiert. In beide Stränge wurde eine Diode eingebaut – je eine in Durchlass- und Sperrichtung.

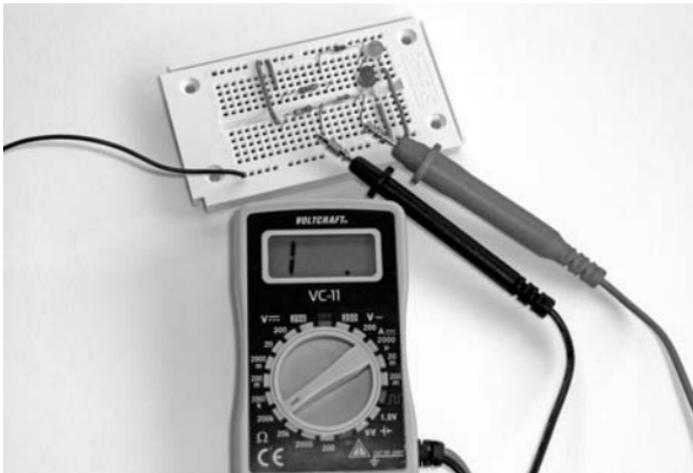


Bild 70: Hier wird die Diode in Sperrrichtung betrieben. Der ermittelte Widerstand ist unendlich groß.



Bild 71: Wird die rote Strippe an der mit dem Ring gekennzeichneten Seite der Diode angehalten, wird sie in Durchgangsrichtung gemessen.

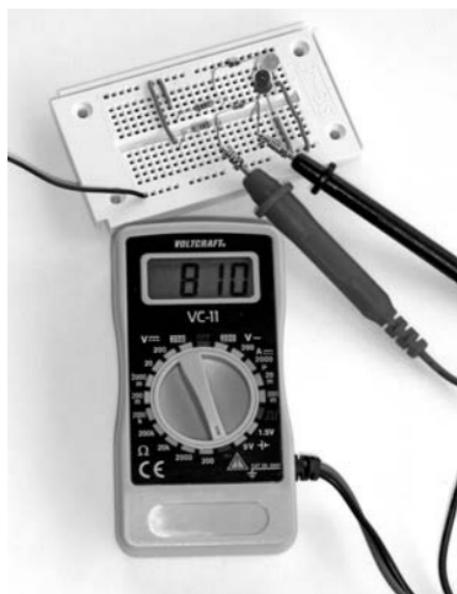


Bild 72: Eine zweite Möglichkeit bietet die Diodentest-Funktion des Voltcraft VC-11. Wird ein Messwert angezeigt, wird die Diode in Durchgangsrichtung gemessen.

18 Überprüfen von Transistoren

Nur wenige Multimeter besitzen eine Anschlussmöglichkeit zur genauen Messung von Transistoren. Dennoch ist es auch möglich, ihre grundsätzliche Funktionalität mit einem einfachen Multimeter zu überprüfen. Allerdings müssen Sie sich dabei auf die Aussage „funktioniert“ oder „funktioniert nicht“ beschränken.

Stellen Sie sich einen Transistor bestehend aus zwei Dioden vor, was auch seinem Ersatzschaltbild entspricht. Stellen Sie zunächst das Multimeter auf den Diodentest ein. Beim Voltcraft VC-11 ist er mit dem roten Schaltbild einer Diode gekennzeichnet. Zum Testen eines NPN-Transistors legen Sie die rote Messstrippe am Basisanschluss an, die schwarze abwechselnd am Kollektor und am Emitter. In beiden Fällen sollte das Instrument nun etwa die gleichen Messwerte anzeigen. Gibt das Instrument in diesem Messbereich Spannungen an, müssen Sie jeweils rund 0,7 V bis 0,8 V messen. Das VC-11 zeigt nur Relativwerte an. Sie

sind mit rund „1080“ jedoch an beiden Seiten etwa gleich. Damit geben auch Sie Auskunft darüber, ob ein Transistor grundsätzlich in Ordnung ist.

Möchten Sie auf diese Weise einen PNP-Transistor testen, müssen Sie nur die Messstrippen vertauschen.



Bild 73: Mit einfachen Multimetern lässt sich nur eine grobe Aussage machen, ob ein Transistor in Ordnung ist. Zum Testen eines NPN-Transistors ist die rote Messstrippe am Basisanschluss, die schwarze abwechselnd am Kollektor und am Emitter anzuschließen.

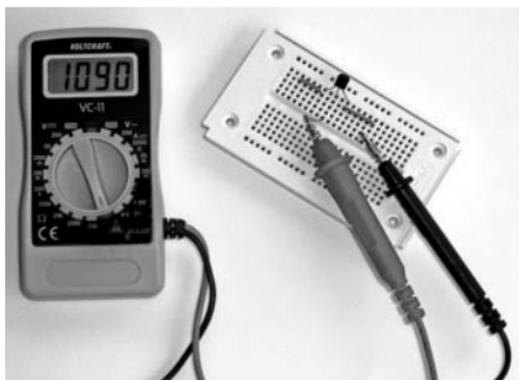


Bild 74: In beiden Fällen sollte das Display nun etwa die gleichen Werte anzeigen.

19 Überprüfen von Leuchtdioden

Eine sehr einfache Methode zum Testen von Leuchtdioden lässt sich mit jedem Multimeter vornehmen. Bauen Sie dazu eine einfache LED-Schaltung auf der

Experimentierplatte auf. Dazu schalten Sie der LED einen 1-k Ω -Widerstand vor und schließen eine 9-V-Batterie an, sodass die LED leuchtet.

Messen Sie nun den Spannungsabfall an der LED. Dazu schließen Sie die beiden Messstrippen an den beiden Anschlüssen der LED an. Womit das Multimeter, so wie allgemein für Spannungsmessungen erforderlich, parallel zum Verbraucher geschaltet ist. Der so ermittelte Spannungsabfall beträgt rund 2 V. Zusätzlich haben Sie die Kontrolle, ob die LED leuchtet oder nicht.

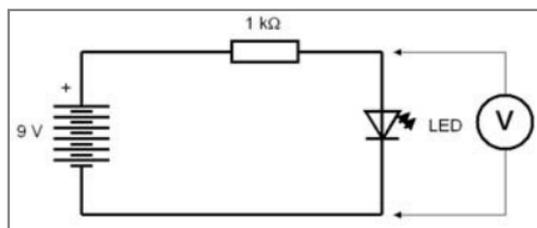


Bild 75: Mit dieser einfachen LED-Schaltung kann die Funktionalität einer LED mit der Voltmeterfunktion getestet werden.

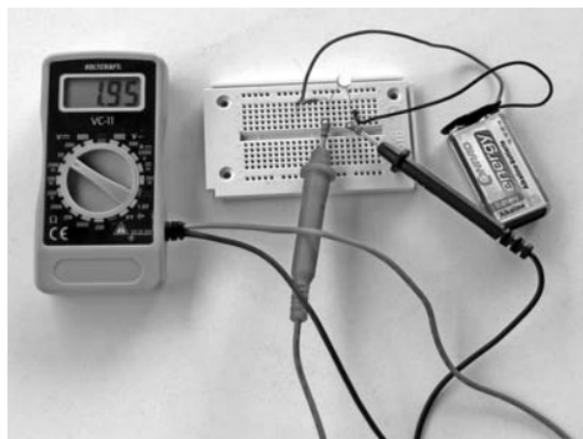


Bild 76: Der Spannungsabfall an der LED beträgt rund 2 V.

20 Temperaturen messen

Verschiedene Multimeter beherrschen auch die Temperaturmessung. Dafür ist ein separater Temperaturfühler erforderlich. Zum Beispiel beim Multimeter Voltcraft VC840 kommt ein sogenannter NiCrNi-Sensor (Nickel-Chrom-Nickel Typ K) zum Einsatz. Der Temperaturmessbereich des Instruments reicht von $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Der dem Multimeter beigelegte Draht-Temperaturfühler ist für Temperaturen bis $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ausgelegt.

Stellen Sie am Multimeter zunächst dem Messbereich „ $^{\circ}\text{C}$ “ ein. Er symbolisiert die Temperaturmessung. Schalten Sie nun das Gerät ein. Sie stellen fest, dass Sie bereits ohne angeschlossenen Temperaturfühler die Umgebungstemperatur messen können. Damit können Sie auf die Schnelle feststellen, wie warm es im Raum ist.

Schließen Sie nun die beiden Messleitungen des Temperaturfühlers am Multimeter an. Wie gewohnt verbinden Sie die schwarze Strippe mit der COM-Buchse. Die rote Strippe ist mit der Buchse $\Omega\text{mA}^{\circ}\text{C}$ zu verbinden. Da Sie diese Buchse für Messungen an elektrischen Bauteilen oder Schaltungen kaum benötigen werden, ist dies ungewohnt. Hier liegt auch eine der häufigsten Fehlerquellen, wenn eine Temperaturmessung nicht funktioniert.

Achtung! Schließen Sie keine Spannungen an die $\Omega\text{mA}^{\circ}\text{C}$ -Buchse an. Das Multimeter könnte dadurch zerstört werden.

Beachten Sie, dass ausschließlich der Sensor an der Spitze des Draht-Temperaturfühlers ausgelegt ist, hohen Temperaturen standzuhalten. Setzen Sie keinesfalls das Multimeter oder die Messleitungen hohen Temperaturen aus!

Während Sie elektrische Größen in der Regel unmittelbar ablesen können, erfordert das Messen von Temperaturen etwas Zeit. Da der Temperaturfühler aus unterschiedlichen Metallen besteht, müssen diese sich erst auf die zu messende Temperatur erwärmen. Halten Sie deshalb den Temperaturfühler so lange an oder in das Messmedium, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Dies nimmt in der Regel um die 30 Sekunden in Anspruch.



Bild 77: Sobald Sie am Multimeter den Temperaturmessbereich eingestellt haben, können Sie die Umgebungstemperatur messen.

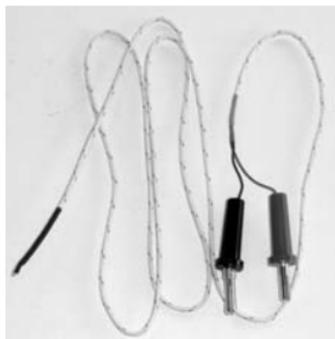


Bild 78: Zur Temperaturmessung kommt ein sogenannter NiCrNi(Nickel-Chrom-Nickel Typ K)-Sensor zum Einsatz. Er ist für Temperaturen bis +400 °C ausgelegt.



Bild 79: Die schwarze Strippe ist mit der COM-Buchse des Instruments zu verbinden. Die rote ist an der Buchse $\Omega mA A^{\circ}C$ anzuschließen.



Bild 80: Hier wird die Lufttemperatur in der Nähe eines Halogenstrahlers ermittelt. Nur die Messspitze des Draht-Temperaturfühlers darf hohen Temperaturen ausgesetzt sein.

Anhang: Leistung und Arbeit

Mit dem Multimeter können Sie indirekt auch die Leistungsaufnahme und die Arbeit, die die elektrische Energie in ihr verrichtet, berechnen. Dazu müssen Sie zuerst die Leistungsaufnahme ermitteln. Sie erfordert eine Strom- und Spannungsmessung an der Schaltung. Dabei sind jeweils der Gesamtstrom I_{ges} und die Gesamtspannung U_{ges} zu messen.

Nach der Formel: $P = U \cdot I$

P ... elektrische Leistung in Watt (W)

U ... Spannung in Volt (V)

I ... Strom in Ampere (A)

können Sie nun die Leistungsaufnahme der Schaltung berechnen. Möchten Sie außerdem wissen, wie hoch der Elektrizitätsverbrauch z. B. innerhalb einer Stunde ist, müssen Sie die zuvor errechnete Leistung mit 3.600 Sekunden multiplizieren.

Die Formel: $W = P \cdot T$

W ... elektrische Arbeit in Wattsekunden (Ws)

P ... elektrische Leistung in Watt (W)

T ... Zeit in Sekunden (s)

Nach dem gleichen Prinzip funktionieren übrigens auch unsere Stromzähler. Während Sie hier jedoch mit der kleinen Einheit Wattsekunden arbeiten, sind beim Stromzähler Kilowattstunden (kWh) üblich.

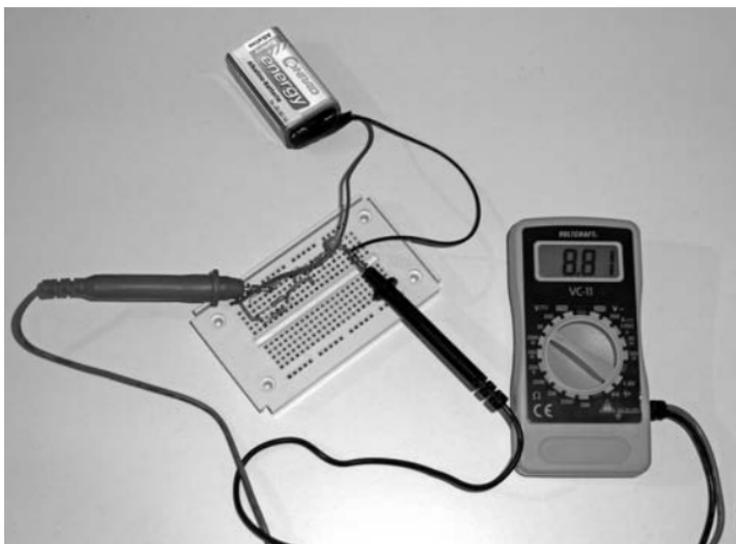


Bild 81: Zur Ermittlung der Leistungsaufnahme und der verrichteten elektrischen Arbeit sind zunächst lediglich die Gesamtspannung U_{ges} ...

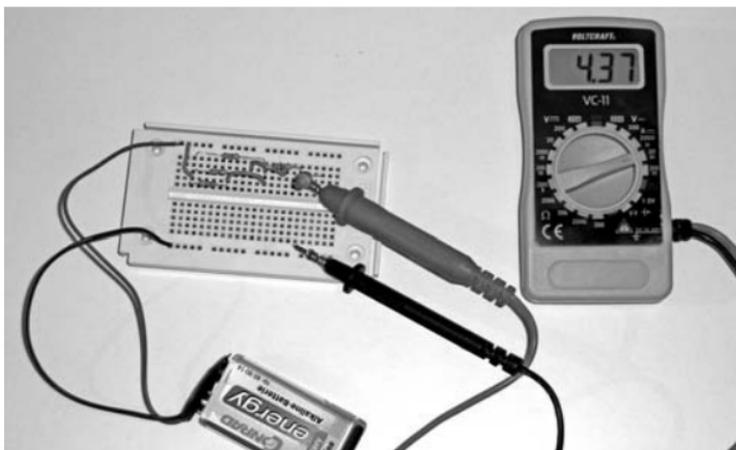


Bild 82: ... und der durch die Schaltung fließende Strom I_{ges} zu messen. Anschließend sind die gewünschten Werte nur noch zu berechnen.

Impressum

© 2011 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar

www.elo-web.de

Autor: Thomas Riegler

ISBN 978-3-645-10091-5

Produziert im Auftrag der Firma Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, 92240 Hirschau
Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträger oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Alle in diesem Buch vorgestellten Schaltungen und Programme wurden mit der größtmöglichen Sorgfalt entwickelt, geprüft und getestet. Trotzdem können Fehler im Buch und in der Software nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag und Autor haften in Fällen des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit nach den gesetzlichen Bestimmungen. Im Übrigen haften Verlag und Autor nur nach dem Produkthaftungsgesetz wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht ein Fall der zwingenden Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz gegeben ist.



Elektrische und elektronische Geräte dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden! Entsorgen Sie das Produkt am Ende seiner Lebensdauer gemäß den geltenden gesetzlichen Vorschriften. Zur Rückgabe sind Sammelstellen eingerichtet worden, an denen Sie Elektrogeräte kostenlos abgeben können. Ihre Kommune informiert Sie, wo sich solche Sammelstellen befinden.



Dieses Produkt ist konform zu den einschlägigen CE-Richtlinien, soweit Sie es gemäß der beiliegenden Anleitung verwenden. Die Beschreibung gehört zum Produkt und muss mitgegeben werden, wenn Sie es weitergeben.