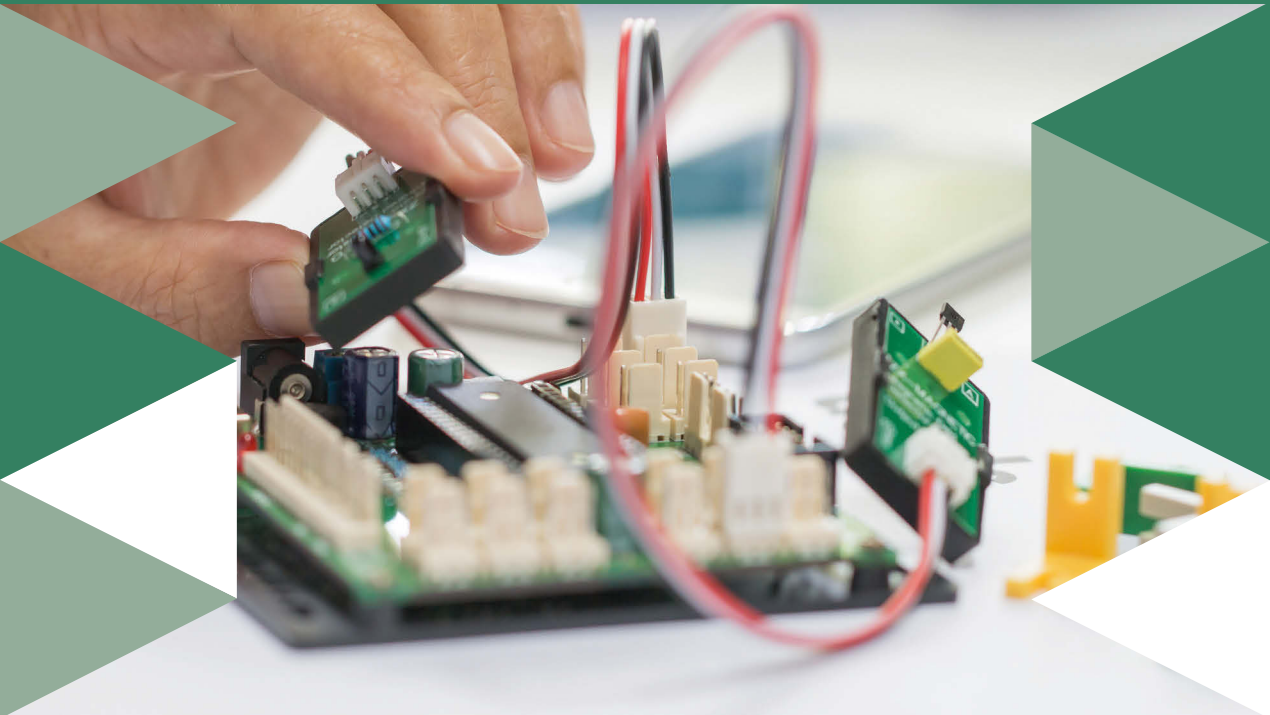


FRANZIS

MACH'S EINFACH

Erste Schritte **IN DER ELEKTRONIK**

Für den perfekten Start in die Welt der digitalen Elektronik



THOMAS RIEGLER



Erste Schritte

IN DER ELEKTRONIK

Für den perfekten Start in die Welt der digitalen Elektronik

Der Autor

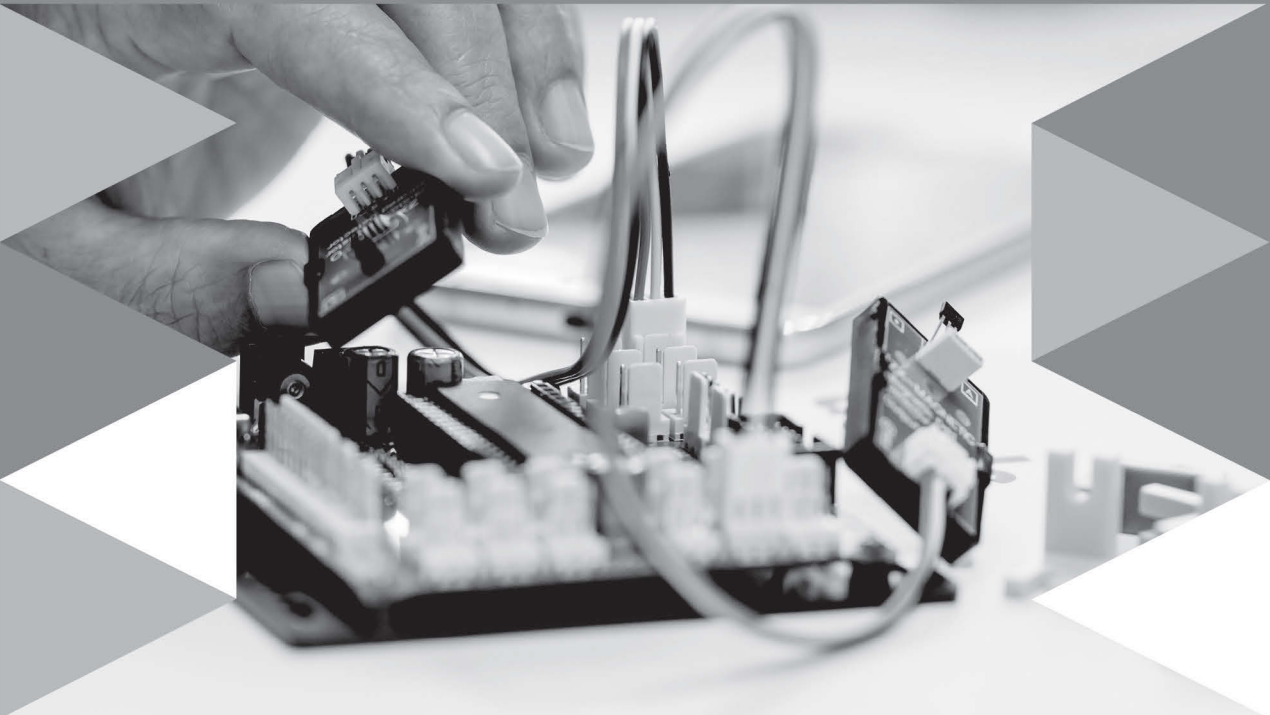
Thomas Riegler, Jahrgang 1965, gehört zu den erfahrensten Autoren von Do-it-yourself-Ratgebern. Sein besonderes Interesse galt schon immer allem, was mit Haustechnik, Elektronik und Technikgeschichte zusammenhängt. Seit 1994 schreibt er regelmäßig Artikel in verschiedenen Fachzeitschriften und hat zahlreiche Bücher veröffentlicht.

FRANZIS

MACH'S EINFACH

Erste Schritte **IN DER ELEKTRONIK**

Für den perfekten Start in die Welt der digitalen Elektronik



THOMAS RIEGLER

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Hinweis: Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einhaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag und der Autor sehen sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Für die Mitteilung etwaiger Fehler sind Verlag und Autor jederzeit dankbar. Internetadressen oder Versionsnummern stellen den bei Redaktionsschluss verfügbaren Informationsstand dar. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen, die sich aus nicht von ihnen zu vertretenden Umständen ergeben. Evtl. beigefügte oder zum Download angebotene Dateien und Informationen dienen ausschließlich der nicht gewerblichen Nutzung. Eine gewerbliche Nutzung ist nur mit Zustimmung des Lizenzinhabers möglich.

© 2020 FRANZIS Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern 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.

Lektorat: Ulrich Dorn

Satz: Nelli Ferderer, nelli@ferderer.de

Covergestaltung: Julia Harrer

Druck: CPI-Books, Printed in Germany

ISBN: 978-3-645-60670-7

1. GRUNDLAGEN DER ELEKTRONIK	10
Spannungsquelle und Stromquelle	10
Was ist Spannung?	12
Ein Gedankenexperiment	12
Spannungsarten	13
Gleichspannung	13
Wechselspannung	14
Was ist elektrischer Strom?	15
Gleichstrom	15
Richtung, in die der Strom fließt	16
Wechselstrom	17
Drehstrom	17
Der elektrische Widerstand	18
Das ohmsche Gesetz	19
Elektrische Leiter	19
Leitungen in Schaltplänen	20
Masse	21
Massepunkt in der Hausinstallation	21
Serien- und Parallelschaltung	22
Serienschaltung von Widerständen	24
Parallelschaltung von Widerständen	26
Gemischte Schaltung	26
Gemischte Schaltung auflösen	27
Reihen- und Parallelschaltung	29
Reihenschaltung von Stromquellen	29
Parallelschaltung von Stromquellen	30
Serien-Parallelschaltung von Stromquellen	30
Worauf es ankommt	31
Batteriebetriebene Geräte richtig betreiben	32
Netzwerk und Netzwerknoten	32
Die Knotenpunktregel	33
Die Maschenregel	33
Elektrische Ladung	34

Kondensatoren und Kapazität	35
Kondensatoren im Gleichstromkreis	35
Permittivitätszahl	37
Elektrische Feldkonstante	37
Kondensatorkapazität berechnen	37
Lade- und Entladezeit eines Kondensators	39
Kondensator im Wechselstromkreis	39
Parallelschaltung von Kondensatoren	40
Reihenschaltung von Kondensatoren	42
Reihenschaltung in der Praxis	44
Basiswissen zur Diode	45
Diode in Durchlassrichtung	45
Diode in Sperrrichtung	46
Diode an Wechselspannung	47
Zylinder- und Kreisspulen	49
Spule an Gleichspannung	49
Selbstinduktionsspannung	51
Reihenschaltung von Induktivitäten	52
Parallelschaltung von Induktivitäten	52
Spule im Wechselstromkreis	53
Induktiver Blindwiderstand	54
Wechselspannung und -strom	55
Warum ändert sich Wechselspannung ständig?	55
Wechselspannungen und -ströme	56
Effektivwert und Maximalwert	56
Der Spitze-Spitze-Wert	57
Formen von Wechselgrößen	58
Frequenz und Periodendauer	58
Elektrische Leistung	60
Leistungsaufnahme in der Praxis	60
Elektrische Arbeit	61
Wirkungsgrad	62
Wirkungsgrad berechnen	62

2. ELEKTRONISCHE BAUTEILE	64
Widerstand	64
Farbcode für Kohleschichtwiderstände	64
Farbcode für Metallschichtwiderstände	65
Metallschichtwiderstände mit sechs Ringen	66
Temperaturabhängige Widerstände	67
Veränderliche Widerstände	69
Regelbare Widerstände	71
Kondensator	72
Kondensatortypen	72
Beschriftung von Kondensatoren	74
Diode	75
Einfache Gleichrichterschaltung	75
Brückengleichrichter	76
Pulsierende Gleichspannung glätten	76
Brummspannung	78
Glättungskondensator berechnen	78
Leuchtdiode	79
Aufbau und Funktion	80
LED-Vorwiderstand	81
Fotodiode	81
Z-Diode	83
Transistor	84
n- und p-Leiter	84
Ströme durch den Transistor	86
Spannungen bei Transistoren	87
nnp-Transistor	88
pnp-Transistor	89
Thyristor	90
GTO-Thyristor	90
Triac	91
Diac	92
Spule	93
Anwendungsgebiete für Spulen	93
Kennzeichnung von Induktivitäten	93
Transformator	95
Trafo-Berechnungen	96

Übersetzungsverhältnis	97
Aufgaben des Transformators	97
Quarzoszillator	98
Integrierte Schaltungen	99
Richtiger Umgang mit ICs	100
ICs richtig einbauen	100
Anschlusspins von ICs	102
SMD-Bauteile	102
3. MESSEN MIT EINEM MULTIMETER	104
Zuverlässige Messgeräte	104
CAT-Zertifizierung	105
CAT-Klassen	105
Anschluss der Messstrippen	106
Sich mit dem Messgerät vertraut machen	107
Immer mit Vorsicht messen	107
Stichwort Messgenauigkeit	108
Spannung messen	108
Gleich- oder Wechselspannung?	109
Teilspannungen messen	109
Strom messen	110
Gleich- oder Wechselstrom?	110
Teilströme messen	111
Widerstand messen	112
Die direkte Methode	112
So gehen Sie vor	112
Die indirekte Methode	114
Elektrische Leistung messen	114
Indirekte Leistungsmessung	114
Direkte Leistungsmessung	115
4. SCHALTUNGEN ENTWERFEN	116
Pebble: virtuelles Steckboard	116
Pebble laden und starten	116
Pebble Schritt für Schritt	117
Was Pebble nicht kann	119

5. STECKBOARDS NUTZEN	120
6. LOGIK-GRUNDSCHALTUNGEN	122
Verknüpfungen	122
UND-Schaltung	122
ODER-Schaltung	123
NICHT-Schaltung	123
XODER-Schaltung	124
7. ARDUINO-MIKROCONTROLLER	126
Was ist ein Mikrocontroller?	126
Arduino Uno – der Klassiker	127
Arduino Uno – im Detail	127
Arduino-Software	129
Installation der Arduino-IDE	130
Arduino-Inbetriebnahme	132
Arduino-IDE einrichten	133
Weitere Einstellungen	134
Erster Arduino-Test	135
Ein wenig experimentieren	138
Fehler beim Hochladen beheben	138
Mehrfarbige LED-Schaltung	139
PWM-Pins für Pulsweitenmodulation	140
Schaltung planen und bauen	141
Programmbeschreibung	143
Programmzeilen im Detail	144
Funktion der Schaltung	146
LED-Dimmer bauen	146
Programmbeschreibung	148
Programmzeilen im Detail	149
Würfeln mit dem Arduino	151
Programmbeschreibung	154
Programmzeilen im Detail	154
Funktion der Schaltung	155
INDEX	156

Dieses Kapitel erläutert die Grundlagen der Elektronik, indem es die Basis-Begriffe vorstellt, angefangen bei Strom und Spannung über die verschiedenen Schaltungstypen bis hin zu Netzwerkschaltungen und -knoten.

Spannungsquelle und Stromquelle

Wenn es im allgemeinen Sprachgebrauch um elektrische Energie geht, wird kaum ein Unterschied zwischen Strom- und Spannungsquelle gemacht. Irgendwie verstehen die Menschen darunter dasselbe, ohne eigentlich genau zu wissen, was beides ist – was insofern verständlich ist, da Strom und Spannung in einem geschlossenen Stromkreis gleichzeitig auftreten.

Unter einer idealen Spannungsquelle versteht man eine Spannungsquelle, die stets die gleiche Ausgangsspannung liefert – egal welche hohe Stromstärken benötigt werden. Damit sie theoretisch unendlich viel Strom liefern könnte.

In der Praxis kommen ideale Spannungsquellen nicht vor. Denn jede Spannungsquelle besitzt einen inneren Widerstand, der den Strom begrenzt. Abgesehen davon wird die Spannung bei Batterien und Akkus weniger, wenn sich deren Ladezustand dem Ende zeigt oder weil die zulässige Stromstärke in einem Steckdosenstromkreis durch die vorgeschaltete Sicherung begrenzt ist.

Elektrische Spannung steht etwa am Plus- und Minuspol einer Batterie sowie an den beiden Stromkontakten der Steckdose an. Man kann sie sich gut als den elektrischen Strom antreibende Kraft vorstellen, wobei eine geringe Spannung etwa einem schwach motorisierten Kleinwagen gleicht und eine hohe Spannung einem PS-starken Sportwagen. Spannung allein steht an einem offenen Stromkreis an, also zum Beispiel an einer Steckdose.



Bild 1.1: Das Diagramm zeigt das Strom-Spannungs-Verhältnis einer idealen Spannungsquelle.

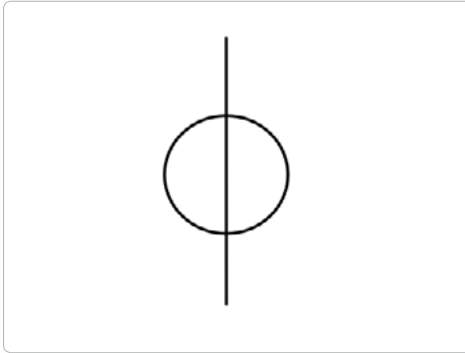


Bild 1.2: Schaltzeichen einer idealen Spannungsquelle.

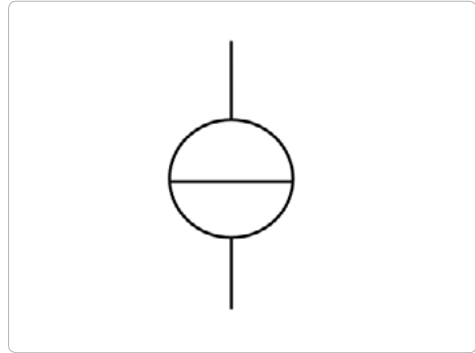


Bild 1.3: Schaltzeichen einer idealen Stromquelle.

Genau so, wie eine ideale Spannungsquelle zu jedem Zeitpunkt die gleiche Nennspannung bereitstellt, liefert eine ideale Stromquelle stets den gleichen Nennstrom. Die dafür benötigte Spannung würde von der Stromquelle automatisch geregelt.

Daraus lässt sich erahnen, dass eine ideale Spannungsquelle nicht zugleich eine ideale Stromquelle sein kann. Zudem lässt sich eine ideale Stromquelle in der Praxis kaum realisieren, allein schon weil alle unsere elektrisch betriebenen Geräte für bestimmte Nennspannungen vorgesehen sind. Zudem benötigen sie unterschiedliche Stromstärken.

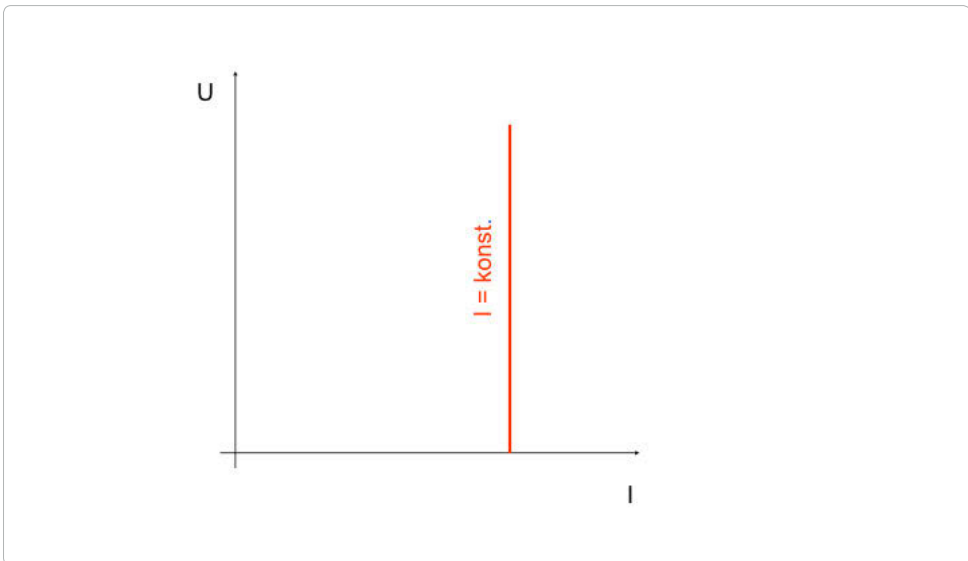


Bild 1.4: Das Diagramm zeigt das Strom-Spannungs-Verhältnis einer idealen Stromquelle.

Was ist Spannung?

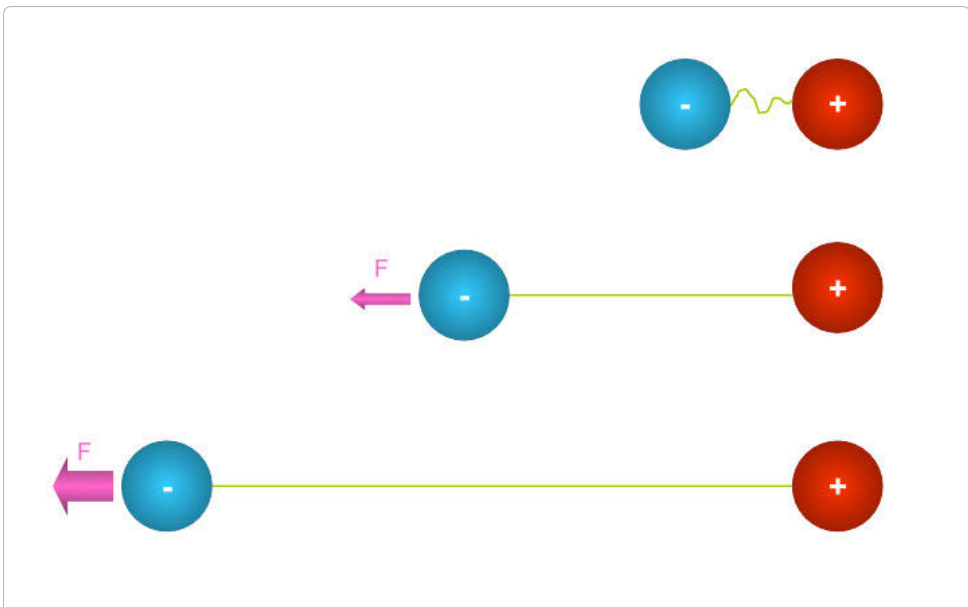
Zwischen ungleichartigen Ladungen wirken Anziehungskräfte. Das kennt man etwa von zwei Magneten, deren Nord- und Südpole sich gegenseitig anziehen. Um zwei Magnete zu trennen, muss genauso viel Arbeit aufgewendet werden, wie sie zum Trennen unterschiedlicher elektrischer Ladungen erforderlich ist. Spannung entsteht durch Ladungstrennung. Ihr Bestreben, sich auszugleichen, nennt man elektrische Spannung. Sie hat das Formelzeichen U . Die Höhe der Spannung wird in der Maßeinheit Volt, abgekürzt V, angegeben.

ELEKTRISCHE SPANNUNG

Formelzeichen:	U
Einheit:	Volt
Abkürzung	V

Ein Gedankenexperiment

Zwei Kugeln sind mit einem Gummiband miteinander verbunden. Liegen sie nahe aneinander (oben), herrscht zwischen ihnen keine Spannung. Wird eine Kugel mit etwas Kraft weggezogen (Mitte), herrscht zwischen ihnen eine Spannung. Wird die Kugel durch größere Kraftaufwendung weiter weggezogen (unten), steigt auch die Spannung.



Spannungsarten

Je nach Spannungsquelle liefert sie Gleich- oder Wechselspannung. Liegt eine Gleichspannung an, fließt auch ein Gleichstrom. Bei einer Wechselspannung fließt ein Wechselstrom.

Gleichspannung

Die bekanntesten Gleichspannungsquellen sind Akkus und Batterien. Aber auch Photovoltaikpaneele geben Gleichspannung ab. Sie haben genau definierte Plus- und Minuspole. Am Minuspol herrscht Elektronenüberschuss, am Pluspol Elektronenmangel. Wird an die beiden Pole ein Verbraucher angeschlossen, wandern die Elektronen vom Minus- zum Pluspol, womit der Stromfluss nur in einer Richtung stattfindet.

Nicht nur übliche batteriebetriebene Geräte, von der Taschenlampe über das Smartphone bis zum Kinderspielzeug, arbeiten mit Gleichspannung, sondern letztlich auch elektronische Geräte, die über die 230-V-Steckdose mit elektrischer Energie versorgt werden. Küchenradio, Satellitenempfänger, Standrechner, PC-Monitor, Fernseher und so weiter besitzen ein Netzteil, das aus der 230-V-Wechselspannung eine Gleichspannung produziert, mit der die in den Geräten eingebauten elektronischen Schaltungen betrieben werden.

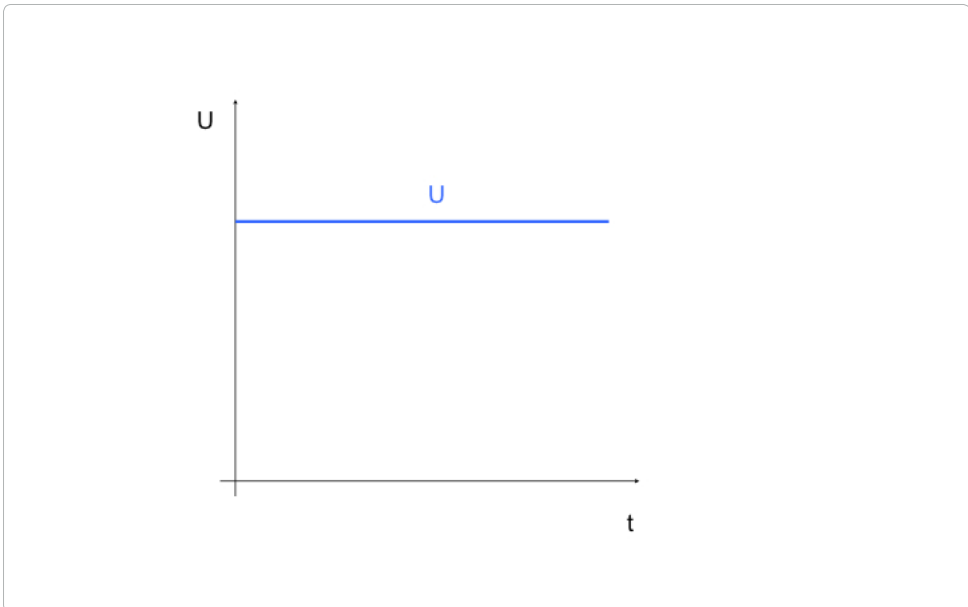


Bild 1.5: Bei Gleichspannung erfolgt der Ladungstransport ausschließlich in eine Richtung.

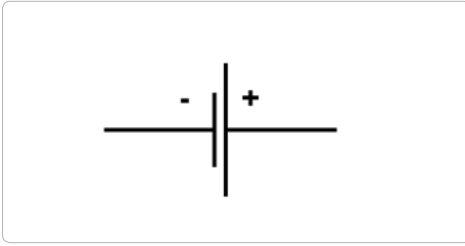


Bild 1.6: Üblicherweise wird in Elektronikschaltplänen das Symbol für Batterien und Akkus allgemein für eine Gleichspannungsquelle genutzt.

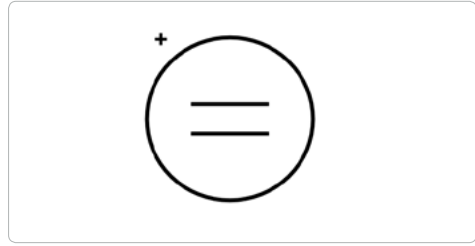


Bild 1.7: Seltener findet dieses Symbol für eine Gleichspannungsquelle Verwendung.

Wechselspannung

Die Wechselspannung ist jene Spannung, die in den landesweiten Netzen unserer Energieversorger bereitgestellt wird und demnach auch in unserer Hausinstallation anzutreffen ist. In unseren Breiten ist eine Wechselspannung von 230 V üblich. Charakteristisch für die Wechselspannung ist, dass sie ständig ihre Größe und Richtung ändert, und zwar 50-mal pro Sekunde. Dabei schwankt sie zwischen 0 und 325 V.



Bild 1.8: Symbol für die Wechselspannungsquelle.

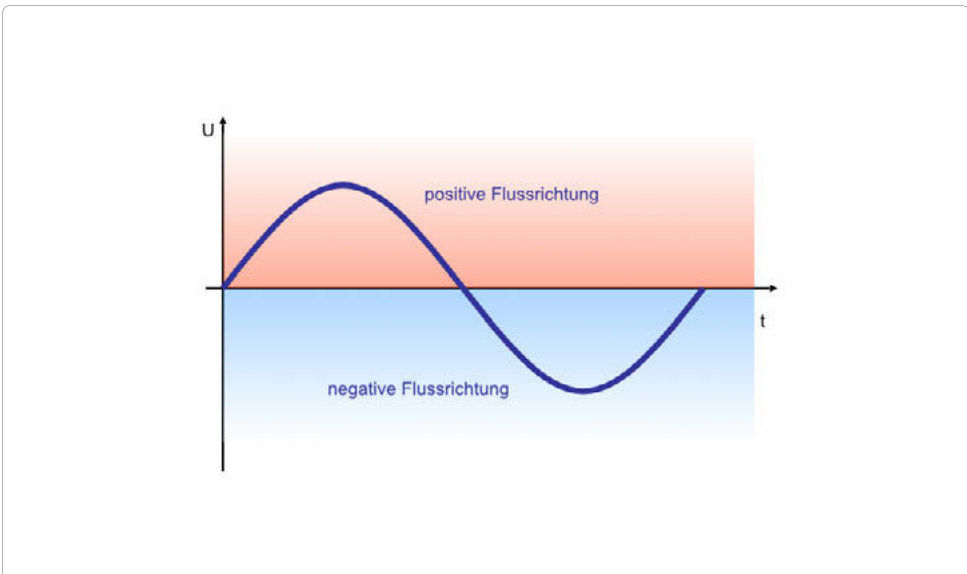


Bild 1.9: Bei der Wechselspannung erfolgt der Ladungstransport abwechselnd in die eine (positive) und die andere (negative) Richtung.

Was ist elektrischer Strom?

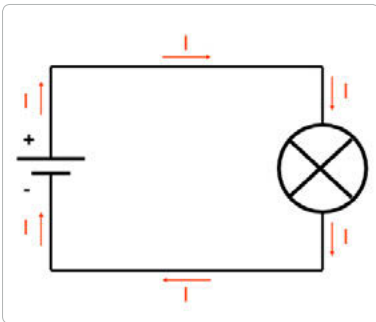
Elektrischer Strom kann nur in einem geschlossenen Stromkreis fließen, also entsprechend der technischen Stromrichtung vom Pluspol der Stromquelle über einen Draht zum Verbraucher, durch diesen hindurch und über einen weiteren Draht zurück zum Minuspol der Stromquelle.

Konkret handelt es sich dabei um den gerichteten Transport kleinster elektrischer Ladungen, nämlich freier Elektronen. Sie bewegen sich, angetrieben durch die elektrische Spannung, durch einen Leiter wie etwa einen Draht.

Den Stromfluss kann man sich als Gartenschlauch vorstellen, mit dem man den Garten gießt. Auch darin bewegt sich das Wasser mit vorgegebenem Druck, er entspricht der elektrischen Spannung in eine Richtung.

Der elektrische Strom trägt das Formelzeichen I und wird in der Einheit Ampere gemessen, die mit einem A abgekürzt wird.

ELEKTRISCHER STROM



Formelzeichen:	I
Einheit:	Ampere
Abkürzung	A

Bild 1.10: Elektrischer Strom fließt nur in einem geschlossenen Stromkreis.

Gleichstrom

Gleichstrom fließt, wenn ein Stromkreis von einer Gleichspannungsquelle versorgt wird. Üblicherweise sind dies Akkus und Batterien. Auch die Paneele von Fotovoltaikanlagen liefern Gleichspannung. Charakteristisch für den Gleichstrom ist, dass er nur in eine Richtung fließt.

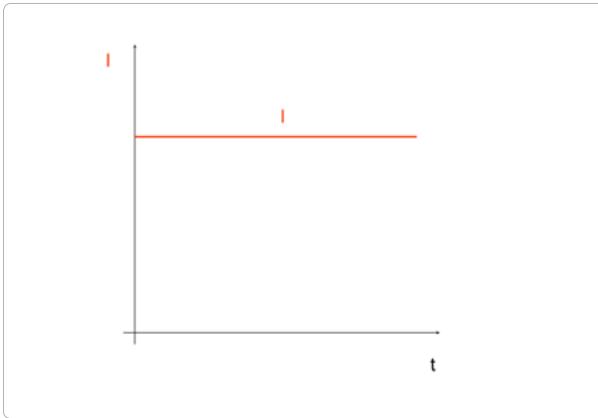


Bild 1.11: Gleichstrom fließt nur in eine Richtung.

Richtung, in die der Strom fließt

Als sich die Gelehrten Gedanken darüber machten, in welche Richtung der Strom in einem Stromkreis fließt, hatten sie vom Atomaufbau noch keine Ahnung. So legten sie einfach fest, dass positive Ladungsträger vom positiven Pol einer Spannungsquelle durch Leitungen und Verbraucher zum negativen Pol wandern. Diese Annahme wird noch heute als konventionelle oder technische Stromrichtung bezeichnet und auch in Schaltplänen noch verwendet.

Inzwischen weiß man, dass sich in einem Stromkreis die negativ geladenen Elektronen bewegen, und zwar vom Minuspol der Stromquelle, an dem Elektronenüberschuss herrscht, zum Pluspol, an dem Elektronenmangel besteht. Die Bewegungsrichtung der Elektronen wird physikalische Stromrichtung genannt, und der elektrische Strom fließt auch in diese Richtung.

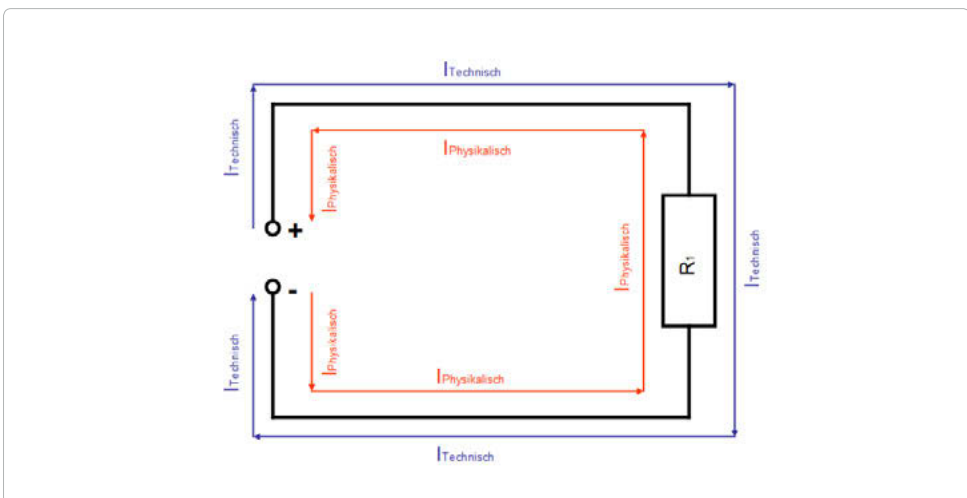


Bild 1.12: Die Grafik zeigt die technische und die physikalische Stromrichtung in einer Schaltung.

STROMRICHTUNG

- Die technische Stromrichtung verläuft von Plus nach Minus (Schaltplan).
- Die physikalische Stromrichtung verläuft von Minus nach Plus (Flussrichtung der Elektronen).

Wechselstrom

Wechselstrom tritt nur gemeinsam mit Wechselspannung in einem geschlossenen Stromkreis auf. Er ändert periodisch seine Flussrichtung und Stärke. Angenommen, ein Strom ist 1 A groß, dann schwankt er bei Wechselstrom zwischen 0 und 1,41 A.

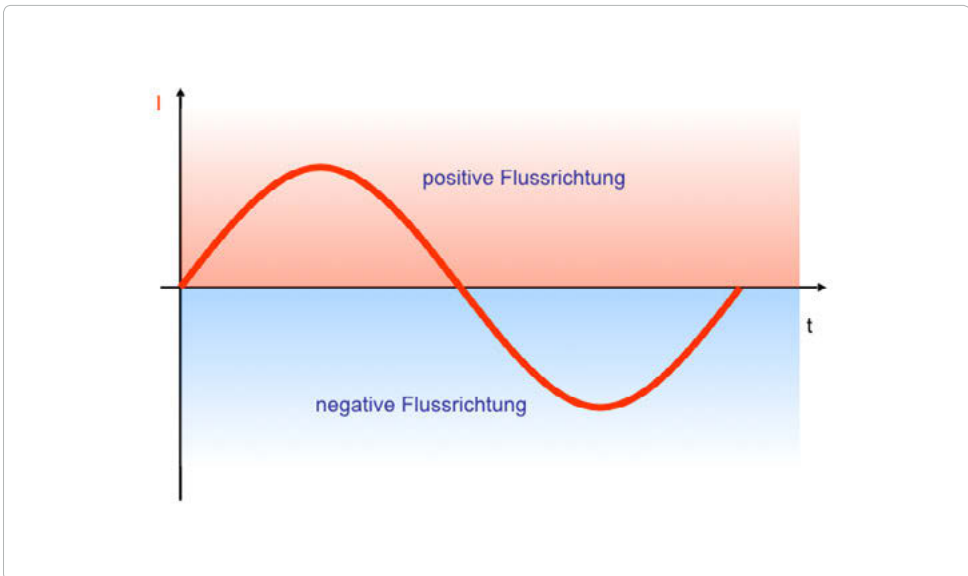


Bild 1.13: Wechselstrom ändert periodisch Stärke und Richtung.

Drehstrom

Ein üblicher Wechselstromkreis besteht aus einer Zu- und einer Rückleitung. Das ist nachvollziehbar an den beiden Stromkontakten unserer Haushaltssteckdosen und Anschlussstecker typischer Haushaltsgeräte. Durch ihn fließt einphasiger Wechselstrom. Das ist der übliche Strom, der uns in der Hausinstallation und beim Betrieb von Beleuchtung und den meisten im Haushalt üblichen Geräten, begegnet.

Drehstrom ist eine Sonderform des Wechselstroms. Er kommt zur Versorgung leistungsstarker Verbraucher wie dem E-Herd und bei größeren Motoren zum Einsatz. Drehstrom erfordert drei Phasen, in denen drei je um 120 Grad zueinander verschobene Wechselströme fließen.

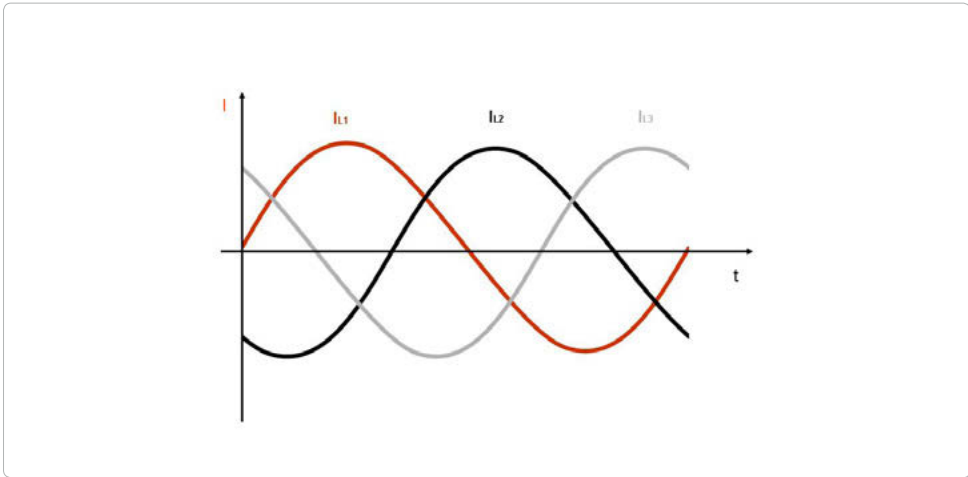


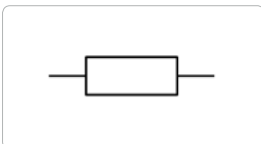
Bild 1.14: Drehstrom besteht aus drei um je 120 Grad zeitlich zueinander versetzten Wechselströmen.

Der elektrische Widerstand

Elektrischer Strom kann nicht einfach ungehindert durch Leitungen oder Bauteile fließen. Ihm setzt sich der elektrische Widerstand entgegen. Er behindert also den Stromfluss. Um den Stromfluss trotz des Widerstands aufrechtzuerhalten, muss Arbeit verrichtet werden. Diese wird in Wärmeenergie umgewandelt. Der elektrische Widerstand sorgt etwa dafür, dass sich eine Leitung umso mehr erwärmt, je mehr Strom durch sie fließt.

Der elektrische Widerstand, meist einfach Widerstand genannt, ist einer der Grundgrößen in der Elektrotechnik. Für den elektrischen Widerstand wird das Formelzeichen R verwendet, abgeleitet vom lateinischen Wort *resistantia* (= Widerstand). Die Einheit des Widerstands ist Ohm. Sie wird mit dem griechischen Großbuchstaben Omega, Ω , angegeben.

ELEKTRISCHER WIDERSTAND



Formelzeichen:	R
Einheit:	Ohm
Abkürzung:	Ω

Bild 1.15: Schaltzeichen eines Widerstands.

Das ohmsche Gesetz

Das ohmsche Gesetz ist das wohl wichtigste Gesetz in der Elektrizität. Mit ihm lassen sich die Grundgrößen eines Stromkreises berechnen. Es zeigt, dass ein direkter Zusammenhang zwischen Spannung, Strom und Widerstand besteht.

Es besagt aus, dass der Strom in einer Schaltung ansteigt, wenn die Spannung steigt, und umgekehrt, wobei ein gleichbleibender Widerstand vorausgesetzt wird. Man sagt auch: Die Stromstärke I ist proportional zur Spannung U .

Bei gleichbleibender Spannung ist der Strom umso größer, je kleiner der Widerstand ist, und umgekehrt. Damit ist die Stromstärke I umgekehrt proportional zum Widerstand R .

Die Spannung ist umso höher, je höher der Strom und/oder der Widerstand ist.

Des Weiteren ist der Widerstand umso größer, je kleiner der Strom bei gleichbleibender Spannung ist.

All das drückt folgende Formel aus:

$$R = \frac{U}{I}$$

R elektrischer Widerstand in Ohm, Formelzeichen: Ω

U elektrische Spannung in Volt, Formelzeichen: V

I elektrischer Strom in Ampere, Formelzeichen: A

Weiter gilt:

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{und} \quad U = I \times R$$

Elektrische Leiter

Um die einzelnen Bauteile einer Schaltung miteinander verbinden zu können, braucht es einen elektrischen Leiter. Das kann etwa ein Drahtstück sein. Auf Platinen sind die Leiterbahnen mit elektrisch leitendem Material aufgedruckt. In Schaltplänen werden Leitungen durch gerade Verbindungslinien dargestellt.



Bild 1.16: Das Schaltzeichen eines elektrischen Leiters ist eine Linie.

Leitungen in Schaltplänen

Schaltpläne zeigen primär den grundsätzlichen Aufbau einer Schaltung. Mit den örtlichen Gegebenheiten einer Platine, also der tatsächlichen Lage einzelner Bauteile und dem Verlauf der Leiterbahnen, müssen sie nicht übereinstimmen.

Um den Leitungsverlauf in Schaltplänen korrekt deuten zu können, sind einige, nennen wir sie Spielregeln, zu beachten. Vor allem bei umfangreichen Schaltungen ist es unvermeidlich, dass sich Leitungen kreuzen, üblicherweise dargestellt durch zwei sich im rechten Winkel kreuzende Linien. Es wird davon ausgegangen, dass diese Kreuzungspunkte keine leitende Verbindung miteinander eingehen. Gelegentlich werden Kreuzungen auch durch einen Bogen eines Leiters um den anderen kenntlich gemacht. Auf Platinen werden solche Kreuzungspunkte etwa durch eine Leiterbahn und eine darüber angeordnete Drahtbrücke mit isoliertem Draht ausgeführt.

Dem stehen Verbindungspunkte gegenüber. Auch an ihnen kreuzen sich im Plan zwei Leitungen. Ihre Verbindung wird aber mit einem Punkt auf der Kreuzungsstelle dargestellt.

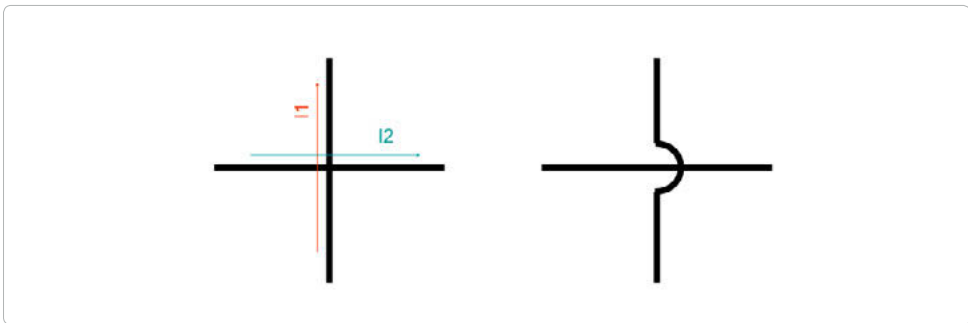


Bild 1.17: Die Grafik zeigt, wie Kreuzungspunkte von Leitungen ohne elektrische Verbindung zueinander auf Schaltplänen dargestellt werden. Neben der linken Variante ist gelegentlich auch die rechte anzutreffen. Die zusätzlich eingezeichneten Strompfeile zeigen ebenfalls, dass hier keine Verbindung besteht.

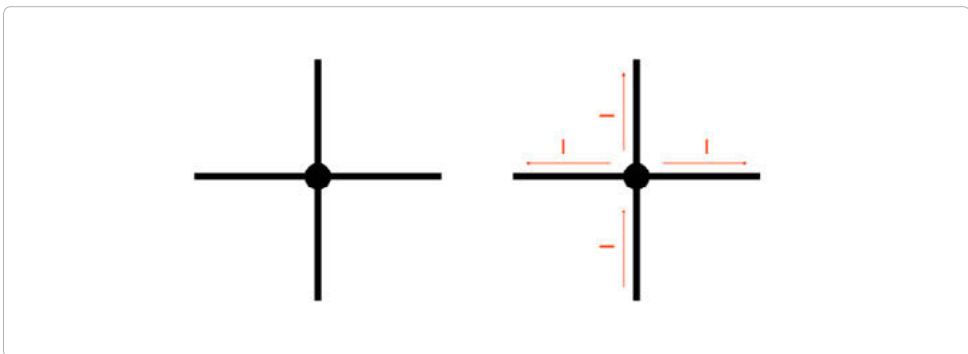


Bild 1.18: Eine leitende Verbindung sich kreuzender Leiter wird mit einem schwarzen Punkt markiert. Die Strompfeile (rechts) zeigen, dass der zufließende Strom über alle Abgänge abfließt.

Masse

Jede Spannung bezieht sich auf ein Grundniveau. Es beträgt üblicherweise 0 V und ist unter den Bezeichnungen Masse, Ground und GND, aber auch als Erde bekannt. Auf dieses Grundniveau beziehen sich Gleich- und Wechselspannungen gleichermaßen. Bei Gleichstromschaltungen entspricht die Masse in der Regel dem Minuspol der Stromquelle. In umfangreicheren Schaltungen sind häufig viele Leitungen mit der Masse verbunden. Zur Steigerung der Übersichtlichkeit und um zu viele Kreuzungspunkte zu vermeiden, werden statt der Leiterlinien zum Massepunkt gleich Massesymbole eingezeichnet. Sie setzen das Wissen voraus, dass alle eingezeichneten Massesymbole ein und denselben Punkt kennzeichnen. Beim Aufbau einer Schaltung sind alle im Plan angegebenen Massepunkte miteinander zu verbinden.

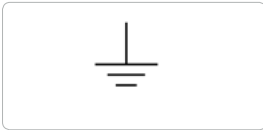


Bild 1.19: Schaltzeichen für die Masse.

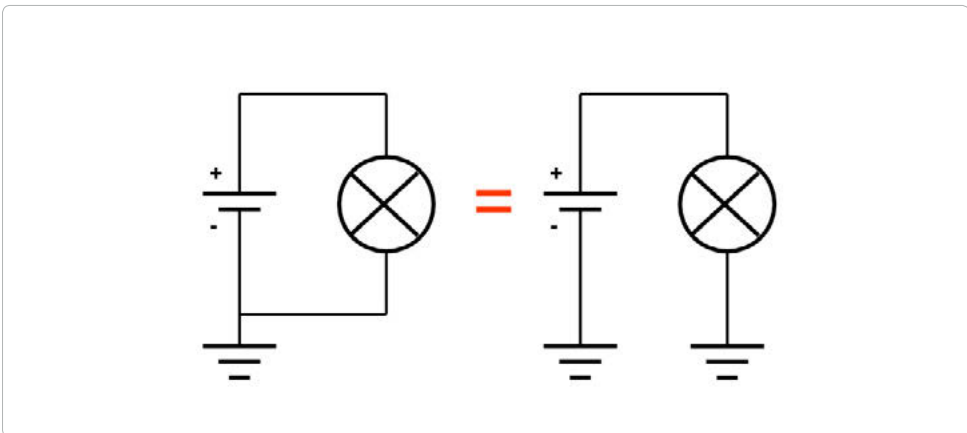


Bild 1.20: Schaltpläne können unterschiedlich aussehen. Das rechte Beispiel kommt bei umfangreichen Plänen zum Einsatz. Die Verbindung aller Massepunkte muss man sich hier denken.

Massepunkt in der Hausinstallation

Alles zur Masse Gesagte trifft nicht nur auf elektronische Schaltungen, sondern auch auf die Hausinstallation zu. Allerdings spricht man dort gewöhnlich nicht von Masse, sondern von Erdung. Sie erfüllt in der Hausinstallation wichtige Sicherheitsaufgaben. Zum einen sorgt sie dafür, dass alle elektrischen Anlageteile sowie alle metallischen Komponenten im Haushalt, wie Wasserleitungen und Heizungsrohre, auf dasselbe Grundpotenzial gebracht werden. Dies verhindert, dass etwa ein Heizkörper ein anderes Grundpotenzial besitzt als wir, die wir auf dem Boden stehen. Würden wir das nicht verhindern, könnte sich ein Heizkörper mit den ihn umgebenden elektrischen

Ladungen derart aufladen, dass wir sogar einen gefährlich hohen Stromschlag erhalten könnten, wenn wir ihn berührten – wobei ausdrücklich festzuhalten ist, dass der Heizkörper dabei nicht unzulässigerweise unter Netzspannung steht.

Was da in etwa passiert, kann man leicht selbst nachvollziehen, indem man zum Beispiel einen Wollpullover an- oder auszieht. Währenddessen entsteht durch Reibung Ladung, die den Körper elektrisch auflädt, wovon man selbst so lange nichts merkt, wie man keine metallenen Teile wie eine Türklinke berührt oder einer anderen Person die Hand gibt. In beiden Fällen kommt es zu einem Ladungsaustausch, den wir als kleinen Stromschlag spüren. Oft hört man dazu auch ein leises Knistern und sieht einen kleinen Funken.

Zum anderen werden in der Hausinstallation über die Erdungsleitung Fehlerströme abgeleitet. Damit wird die Voraussetzung dafür geschaffen, dass Fehlerstromschutzschalter überhaupt auslösen können.

Serien- und Parallelschaltung

Die Serienschaltung ist auch als Reihenschaltung bekannt. Bei ihr sind alle Verbraucher in Reihe, also hintereinander in einen einzigen Leitungsstrang geschaltet. Damit fließt durch alle Verbraucher, egal ob groß oder klein, derselbe Strom. Allerdings teilt sich die an der Schaltung anliegende Gesamtspannung U_{GES} auf alle in Reihe geschalteten Verbraucher auf, und zwar entsprechend ihrem Widerstandswert.

Werden etwa drei gleich starke Lampen in Serie geschaltet, erhält jede exakt ein Drittel der Gesamtspannung. Bei unserer Netzspannung von 230 V – sie entspricht der Gesamtspannung – würden für jede Lampe nur noch knapp 77 V zur Verfügung stehen und diese nur schwach zum Aufleuchten bringen. Damit zeigt sich, dass die Serienschaltung für übliche Verbraucher ungeeignet ist. Es gibt aber Ausnahmen, wie etwa Lichterketten, Stichwort „Christbaumbeleuchtung“. Bei ihr sind zum Beispiel 20 12-V-Lampen in Serie geschaltet. Wird die Lichterkette an eine 230-V-Steckdose angesteckt, erhält jede Lampe in etwa jene Spannung, die sie zum Betrieb benötigt, also 12 V.

Geht ein Verbraucher einer Serienschaltung kaputt, etwa wenn eine Lampe der Lichterkette ausfällt, unterbricht diese den Stromfluss durch die Schaltung und legt auch alle anderen Verbraucher lahm.

SERIENSCHALTUNG ZUSAMMENGEFASST

Die Summe der an den Verbrauchern abfallenden Einzelspannungen entspricht der Gesamtspannung.

$$U_{\text{GES}} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots U_n$$

Durch alle in Reihe geschalteten Verbraucher fließt derselbe Strom.

$$I_{\text{GES}} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots I_n$$

Steckboards werden in verschiedenen Größen angeboten. Sie sind dazu gedacht, schnell mal kleine Schaltungen aufzubauen, um mit ihnen experimentieren zu können. Auf diese Weise lässt sich mit wenigen Handgriffen ermitteln, wie sich etwa die Helligkeit einer Leuchtdiode ändert, wenn unterschiedlich große Vorwiderstände eingebaut werden.

Der Abstand der Kontaktbohrungen auf Steckplatten ist nicht willkürlich gewählt, sondern beträgt exakt 2,54 mm. Damit können auf ihnen auch Bauteile mit nicht beweglichen Kontaktfüßchen, etwa ICs, eingesteckt werden.

Das Besondere an Steckboards sind die in ihrem Inneren verbauten Brücken. Sie verbinden etwa alle senkrecht zueinander angeordneten Kontaktbohrungen miteinander. So kann man weitgehend auf Drahtbrücken verzichten.



Bild 5.1: Steckboards erlauben das schnelle Aufbauen von Schaltungen.

TIPP! GEGURTETE BAUELEMENTE

Widerstände, Kondensatoren, Dioden und so weiter werden in der Regel gegurtet geliefert. Das heißt, dass sie an ihren Drahtenden mit Klebeband zu einem Gurt zusammengeklebt sind. Wurde ein Bauteil vom Gurt gelöst, haften an seinen Drahtenden Klebereste. Diese sorgen nicht nur für schlechte Kontakte, sondern verschmutzen auch die Kontakte von Steckboards. Deshalb sind die mit Kleberesten behafteten Drahtenden stets abzuwickeln.

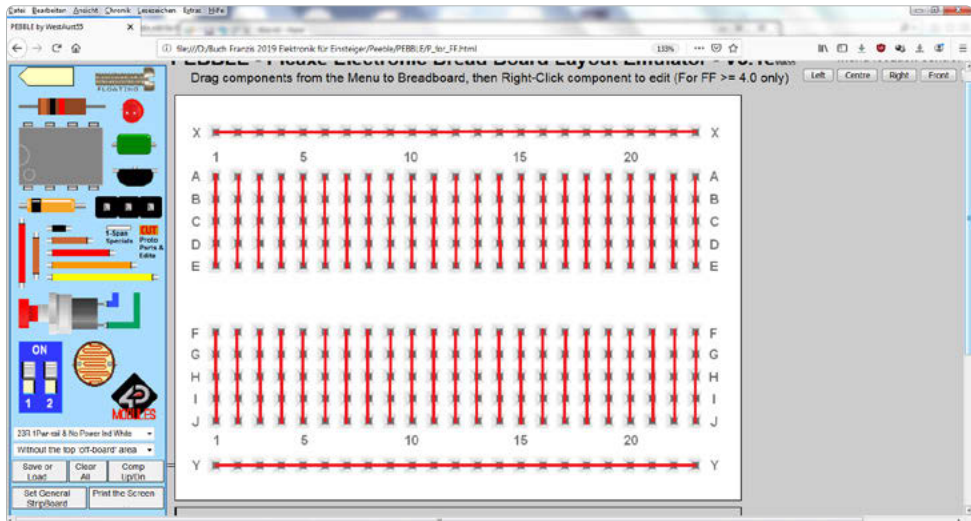


Bild 5.2: Die Grafik zeigt, welche Pins dieses Steckboards miteinander verbunden sind.

NUR FÜR KLEINE SPANNUNGEN UND STRÖME

Steckboards sind in erster Linie für Elektronikschaltungen gedacht, die mit geringen Spannungen betrieben werden und durch die auch keine hohen Ströme fließen.

Steckplatten sind nicht für Spannungen über 60 V und Ströme über 2 A geeignet. Davon abgesehen, bewegt man sich bei solchen Niveaus längst in einem für Menschen gefährlichen Bereich. Laut Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik darf die maximale Berührungsspannung in Deutschland 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung betragen.

SMD-BAUTEILE

Steckboards sind für klassische Elektronikbauteile vorgesehen. Für die sehr kleinen SMD-Komponenten sind sie nicht geeignet. Es werden aber Adapterplatten angeboten, die die Anschlüsse eines SMD-Bauteils auf das 2,54-mm-Rastermaß einer Steckplatte umsetzen.

Logische Grundsaltungen werden auch Gatter genannt. Sie stellen die Grundlage für die binäre Digitaltechnik dar und dienen der Umsetzung für die Rechenoperationen UND, ODER, NICHT sowie Exklusiv-ODER.

Verknüpfungen

Diese Begriffe nennt man Verknüpfungen. Sie geben an, nach welchen Bedingungen eine Aktion ausgeführt werden soll. Kann man etwa ein Garagentor mit einem Taster oder einem Funksender öffnen, handelt es sich um eine typische ODER-Funktionalität.

Während die Analogtechnik unendlich viele Zustände kennt, wie dunkel, beginnende Dämmerung, fortgeschrittene Dämmerung und Tag, kennt die Digitaltechnik nur zwei Signalfunktionen. Sie würden etwa dunkler Nacht und hellem Tag entsprechen.

- **HIGH** entspricht dem hellen Tag. Man spricht von diesem Zustand etwa, wenn Spannung anliegt. In der Logik wird HIGH auch mit dem Begriff „wahr“ gleichgesetzt.
- **LOW** entspricht demnach der dunklen Nacht. Es entspricht dem spannungslosen Zustand und wird mit dem logischen Wahrheitswert „falsch“ identifiziert.

UND-Schaltung

Vom Prinzip her entspricht die UND-Schaltung einer Serienschaltung. Nur wenn zwei oder mehrere bestimmte Kriterien gleichzeitig zutreffen, wird beispielsweise ein Gerät in Betrieb gesetzt. In der Praxis werden UND-Verknüpfungen mit zwei oder mehreren in Reihe geschalteten Schaltern oder Tastern realisiert. Sie finden zum Beispiel in der Sicherheitstechnik Anwendung.

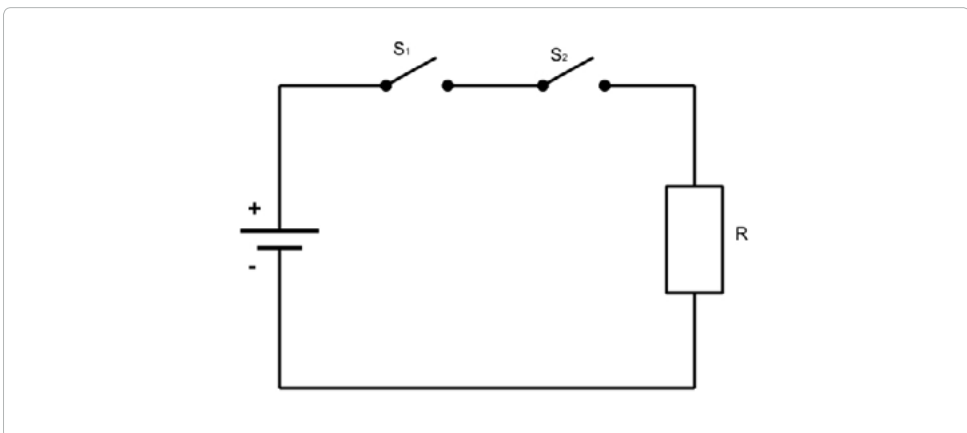


Bild 6.1: Nur wenn die Schalter S_1 und S_2 geschlossen sind, fließt Strom und wird der Verbraucher R eingeschaltet.

ODER-Schaltung

Der ODER-Schaltung liegt die Parallelschaltung zugrunde. Bei ihr sind zwei oder mehrere Schalter oder Taster parallel zueinander angeordnet. Zu einem Stromfluss im Stromkreis kommt es, wenn zumindest einer der Schalter eingeschaltet ist. Es muss also nur eines von mehreren möglichen Kriterien erfüllt sein, damit etwas in Betrieb gesetzt wird.

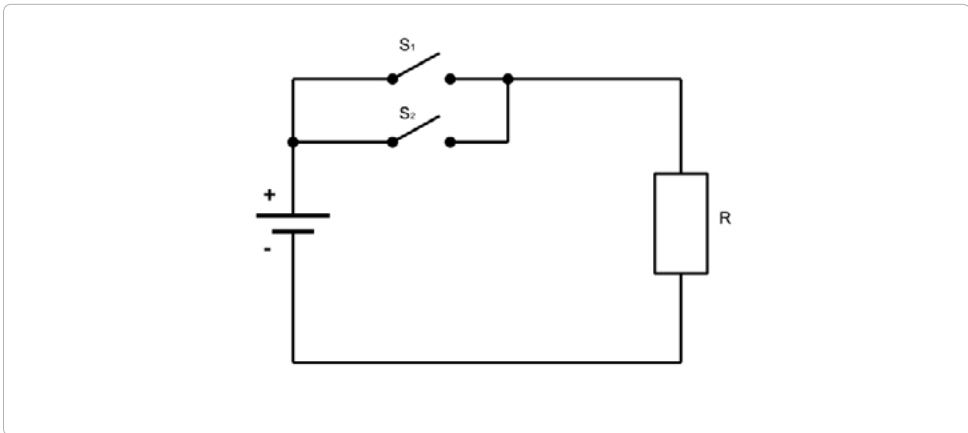


Bild 6.2: Der Stromkreis ist geschlossen, wenn Schalter S_1 oder S_2 oder beide geschlossen sind.

NICHT-Schaltung

Die NICHT-Schaltung wird oft als das grundlegendste aller logischen Gatter bezeichnet. Es ist auch unter dem Namen Inverter bekannt. Ein NICHT-Gatter lässt sich aufbauen, wenn in einen Stromkreis ein Taster geschaltet wird, der in seiner Ruhelage geschlossen ist und bei Betätigen den Stromkreis unterbricht. Auch diese Schaltung kann Sicherheitsaufgaben erfüllen. So unterbricht etwa ein Geschirrspüler den Waschvorgang, wenn man seine Klappe öffnet, oder eine Beleuchtung wird ausgeschaltet, wenn es hell wird.

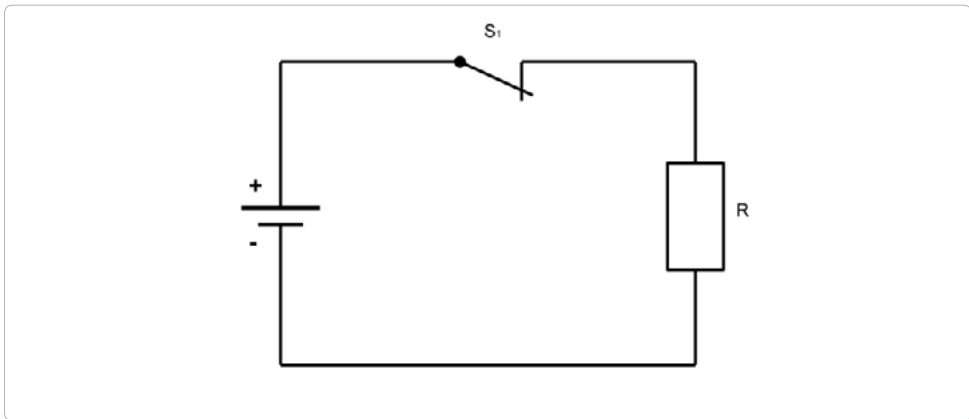


Bild 6.3: Bei der NICHT-Schaltung wird ein normalerweise ständig in Betrieb befindlicher Stromkreis unterbrochen.

XODER-Schaltung

Die Exklusiv-ODER-Schaltung begegnet uns etwa bei einer Wechselschaltung mit unterschiedlicher Anschlussbelegung. Bei ihr kann Strom nur fließen, wenn entweder Schalter S_1 oder S_2 geschlossen ist. Sind beide geschlossen oder geöffnet, wird der Stromkreis unterbrochen und der Verbraucher R ausgeschaltet.

Damit ist diese Schaltungsvariante nur dann aktiv, wenn nur eines von zwei Kriterien erfüllt wird. Werden beide erfüllt oder tritt keines davon auf, bleibt der Stromkreis ausgeschaltet.

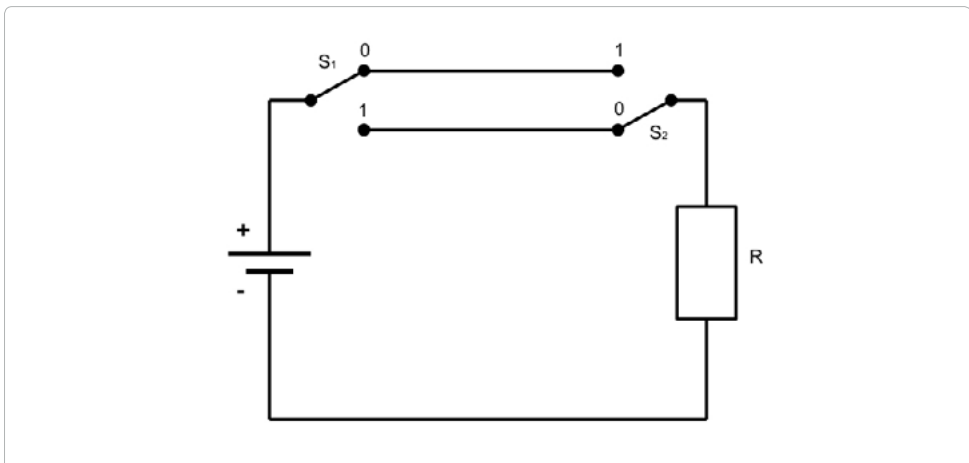
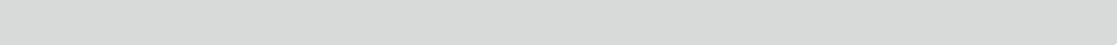


Bild 6.4: Bei der XODER-Schaltung kann nur Strom fließen, wenn einer der beiden Schalter, also S_1 oder S_2 , geschlossen ist.



.....



A

Akkus 29, 31
Ampere 19
Arduino 126
Arduino-IDE 129
 einrichten 133
Arduino-Inbetriebnahme 132
Arduino-Mikrocontroller 126
Arduino-Software 129
Arduino Uno 127
 im Detail 127

B

Batterien 29, 31
Bauteiltoleranzen 89
Brückengleichrichter 76
Brummspannung 78

C

CAT-Klassen 105
CAT-Zertifizierung 105

D

Diac 92
Dielektrikum 35, 37, 72
Dielektrizitätszahl 37
Diode 45, 75
Direkte Leistungsmessung 115
Drehstrom 17
Dunkelwiderstand 69
Durchbruchsspannung 83
Durchlassrichtung 45

E

Einzelwiderstand 24
Elektrische Arbeit 61
Elektrische Feldkonstante 37
Elektrische Ladung 34

Elektrische Leistung 60
Elektrischer Leiter 19
Elektrischer Strom 19
Elektrischer Widerstand 19
Elektrische Spannung 19
Elektrolyt 73
Elektrolytkondensatoren 72
Elektronenüberschuss 35
Elkos 72
Emitter 88
Energiewandler, Wirkungsgrad 62
Erde 21
Erstes kirchhoffsches Gesetz 33

F

Farad-Wert 75
Fotodiode 81
Fotowiderstand 69
Frequenz 58, 59

G

Gemischte Schaltung 26
Gepolte Kondensatoren 72
Geräte, batteriebetrieben 32
Gesamtwiderstand 24
Glättungskondensator 78
Gleichrichterschaltung 75
Gleichspannung 13, 76
Gleichstrom 15
Gleichstromkreis 35
GND 21
Ground 21
GTO-Thyristor 90

H

Hausinstallation, Massepunkt 21
Heißleiterwiderstand 68
Hellwiderstand 69

I

ICs 100
Indirekte Leistungsmessung 114
Indirekte Messung 114
Indirekte Strommessung 110
Induktiver Blindwiderstand 54
Induktivitäten 93
Integrierte Schaltungen 99
Isolator 37
Isolierstoff 72

K

Kaltleiterwiderstand 68
Kelvin 66
Knoten 32
Knotenpunktregel 33
Kohleschichtwiderstände, Farbcode 64
Kollektor 88
Kondensator 35, 39, 72
 Entladezeit 39
 Ladezeit 39
Kondensatoren 35
 Beschriftung 74
 Toleranzbereich 44
Kondensatortypen 72
Kreisspulen 49

L

Laststrom 90
Lawinen-Effekt 83
LDR 69
LDR-Widerstand 69
LED
 Aufbau 80
 Funktion 80
LED-Dimmer 146
LEDs 79
LED-Schaltung 139

LED-Vorwiderstand 81
Leistungsaufnahme 60
Leistungsmessung 114
Leitungen 19
Leitungsverlauf 20
Leuchtdiode 79
Lochrasterplatinen 116
Logische Grundsaltungen 122
Luftspulen 49

M

Magnetischer Leitwert 49
Maschenregel 33
Masse 21
Massepunkt, Hausinstallation 21
Maximalwert 56
Messen 104
Messgenauigkeit 108
Messgerät 104
 Polung 109
Messstrippen 106
Metallschichtwiderstände 66
 Farbcode 65
Mikrocontroller 126
Minuspol 35
Multimeter 104

N

Nanofarad 75
Nennspannung 29
Netzwerk 32
Netzwerkknotten 32
Netzwerklisten 32
NICHT-Schaltung 123
n-Leiter 84
npn-Transistor 88

O

ODER-Schaltung 123
Ohm 18, 19
Widerstandswert 64
Ohmsches Gesetz 19

P

Parallelschaltung 23, 26, 30
Induktivitäten 52
Pebble, virtuelles Steckboard 116
Periodendauer 59
Permittivitätszahl 37
Platinen 116
Platinenlayout 117
p-Leiter 84
Pluspol 35
pnp-Transistor 89
Potenziometer 71
PTC-Widerstand 68
Pulsbreitenmodulation 139

Q

Quarzoszillator 98

R

Reihenschaltung 29
Kondensatoren 42
RGB-LED 141

S

Schaltkreise 99
Schaltpläne 20
Schaltungen 116
Schaltungsaufbau 116
Scheitelwert 56
Selbstinduktionsspannung 52
Serien-Parallelschaltung 30
Serienschaltung 22
Siliziumdioden 45
Siliziumhalbleiterdiode 83
SMD 102

SMD-Bauteile 102
Solarzellen 29
Spannung 10, 12, 19
messen 108
Spannungsarten 13
Spannungsmessbereich 109
Spannungsquelle 10
Sperrspannung 46, 83
Spitzenwert 56
Spitze-Spitze-Wert 57
Spulen 49, 93
Steckboards 120
Steckplatten 116
Steuerstrom 90
Strom 10, 15, 19
messen 110
Stromkreis 16
Strommesser 35
Stromquelle 10
Stromstärke 19
Stromverstärkungsfaktor,
Transistoren 86

T

Tau 39
Teilspannung 42
messen 109
Temperaturänderung,
Widerstände 67
Thyristor 90
Trafo-Berechnungen 96
Transformator 95
Übersetzungsverhältnis 97
Transistor 84
Spannung 87
Triac 91
Trimmwiderstand 72

U

UND-Schaltung 122
Ungepolte Kondensatoren 72

V

Varistor 70
VDR 70
Verknüpfungen 122
Verlustenergie 62
Virtuelles Steckboard 116
 Pebble 116
Volt 19
Vorwiderstand 35, 81

W

Wechselspannung 14, 39, 55
 Arten 56
Wechselstrom 17
Wechselstromkreis 39
Widerstand 18, 19, 26, 64
 messen 112
 Temperatur 67
Widerstandswert, Ohm 64
Wirkungsgrad
 berechnen 62
 Energiewandler 62
Würfelautomat 151

X

XODER-Schaltung 124

Z

Z-Diode 83
Zeitkonstante 39
Zelle 31
Zener-Effekt 83
Zweites kirchhoffsches Gesetz 33
Zylinderspulen 49

Erste Schritte IN DER ELEKTRONIK

Für den perfekten Start in die Welt der digitalen Elektronik

Dieses Buch vermittelt Ihnen anhand vieler erklärender Bilder und Schaltpläne die Grundlagen der Elektronik. Kurz und bündig erläutert es alle wichtigen Zusammenhänge von z. B. Gleich-, Wechsel- oder Drehstrom, beschreibt die Unterschiede zwischen Serien-, Parallel- sowie gemischten Schaltungen und stellt die wichtigsten elektronischen Bauteile, vom Widerstand über den Kondensator und die Diode bis hin zum Thyristor und dem Quarzoszillator, vor. Natürlich lernen Sie auch integrierte Schaltungen und den richtigen Umgang mit ICs kennen.

Außerdem erfahren Sie, wie Sie mit dem Multimeter umfangreiche Messungen an elektrischen Anlagen sowie Schaltungen durchführen, und lernen Logik-Grundsaltungen und deren Verknüpfungen kennen.

Schließlich realisieren Sie erste spannende Elektronikprojekte mit dem Arduino-Mikrocontroller, indem Sie mit dem virtuellen Steckboard Pebble eigene Schaltungen entwerfen.

IN DIESEM BUCH GEHT ES UM:

- Was ist elektrischer Strom?
- Spannungsquelle und Stromquelle
- Das ohmsche Gesetz
- Elektrische Leiter in Schaltplänen
- Serien- und Parallelschaltung
- Gemischte Schaltung
- Netzwerk und Netzwerknoten
- Farbcodes in der Elektronik
- Elektrische Ladung
- Kondensatoren und Kapazität
- Basiswissen zur Diode
- Zylinder- und Kreisspulen
- Wechselspannung und -strom
- Elektronische Bauteile
- Einfache Gleichrichterschaltung
- Trafo-Berechnung vornehmen
- Der richtige Umgang mit ICs
- Messen mit dem Multimeter
- und vieles mehr



19,95 EUR [D]
ISBN 978-3-645-60670-7

FRANZIS

Besuchen Sie unsere Webseite:
www.franzis.de