

Auf einen Blick

Über den Autor	11
Einführung	25
Teil I: Bauteile, Werkzeuge und was sonst noch benötigt wird	29
Kapitel 1: Grundbegriffe und die wichtigsten Bauelemente: IC, Transistor & Co. ...	31
Kapitel 2: Werkzeuge und wichtige Utensilien fürs Elektronikbasteln – frisch ans Werk	45
Kapitel 3: Batterien, Netzteile und andere Stromquellen – denn ohne Saft läuft nichts.	61
Kapitel 4: Kaufen kann jeder – hier werden auch Bauteile aus alten Schätzchen verwendet	71
Teil II: Schaltzeichen, Spannung und Strom sowie etwas Theorie	85
Kapitel 5: Viel mehr als Hieroglyphen: Schaltzeichen in Schaltbildern	87
Kapitel 6: Der elektrische Stromkreis: Jetzt geht es rund.	103
Kapitel 7: Spannung, Strom und Widerstand	123
Kapitel 8: Einige Formeln und weitere wichtige Größen	143
Teil III: Jetzt geht es endlich an die Praxis –planen, aufbauen und messen	161
Kapitel 9: Erste einfache Stromkreise und Schaltungen aufbauen	163
Kapitel 10: Messen von Spannungen, Strömen und Widerständen in Schaltungen ..	183
Kapitel 11: Einfache Transistorschaltungen zum Nachbauen und Experimentieren	203
Kapitel 12: Blinken, schalten und tönen mit Transistoren	219
Kapitel 13: Starke Sache: Signale und Ströme mit Transistoren verstärken	235
Kapitel 14: Tausendfüßler und Tausendsassa: integrierte Schaltungen	251
Kapitel 15: Digitaltechnik und Digitale ICs: an oder aus, entweder – oder	277
Teil IV: Einige Projekte zum Nachbauen und Experimentieren	293
Kapitel 16: Ein paar Schaltungen mit dem Timer-IC NE555.	295
Kapitel 17: Strom und Magnetismus: Elektromagneten und die elektromagnetische Induktion	321
Kapitel 18: Einige interessante Schaltungen zum Nachbauen und Experimentieren	343

Teil V: Weitere interessante Bauteile und Komponenten	363
Kapitel 19: Widerstände für spezielle Einsatzgebiete	365
Kapitel 20: Unterschiedliche Arten von Dioden und Transistoren und deren Einsatz.	383
Kapitel 21: Diac, Triac und Co.: weitere wichtige Bauteile	401
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	415
Kapitel 22: Zehn Dinge und weitere Informationen für (Hobby-)Elektroniker	417
Stichwortverzeichnis	431

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	11
Einführung	25
Über dieses Buch	25
Konventionen in diesem Buch	25
Was Sie nicht lesen müssen	26
Törichte Annahmen über den Leser	26
Wie dieses Buch aufgebaut ist	26
Teil 1: Bauteile, Werkzeuge und sonstige benötigte Dinge	26
Teil 2: Schaltzeichen und etwas Theorie	26
Teil 3: Die ersten praktischen Erfahrungen	27
Teil 4: Schaltungen zum Nachbauen und Experimentieren	27
Teil 5: Weitere Bauteile und Komponenten zum Elektronikbasteln	27
Teil 6: Der Top-Ten-Teil	27
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	27
TEIL I	
BAUTEILE, WERKZEUGE UND WAS SONST NOCH BENÖTIGT WIRD	29
Kapitel 1	
Grundbegriffe und die wichtigsten Bauelemente: IC, Transistor & Co	31
Vorweg ein paar Grundbegriffe	31
Aktive und passive Bauteile	33
Die wichtigsten Bauteile einzeln vorgestellt	34
Widerstand leisten	34
Kondensator	36
Richtungsweisend: die Diode	36
Aktiv schalten und verstärken mit dem Transistor	38
Leistungsstark: der Thyristor	38
Diac und Konsorten	39
Es werde Licht: die Leuchtdiode	40
Alles in einem: die integrierte Schaltung (kurz IC)	41
Integrierte Spannungsregler	42
Als kleiner Vorgeschmack: Schaltzeichen einiger elektronischer Bauteile	44

Kapitel 2

Werkzeuge und wichtige Utensilien fürs Elektronikbasteln – frisch ans Werk **45**

- Vorweg ein paar Worte zu den Werkzeugen 45
 - Schraubendreher – damit es auch rund geht 46
 - Die wichtigsten Arten von Zangen 47
 - Löten und entlöten, eine heiße Sache 49
- Mit Multimeter und Oszilloskop messen, prüfen und testen 52
 - Kompakt und vielseitig einsetzbar: das Multimeter 52
 - Das Oszilloskop sorgt für den richtigen Durchblick 55
 - Bauteiletester für Kondensatoren, Transistoren und mehr 56
- Weitere praktische Handwerkzeuge 56
- Die wichtigsten Werkzeuge und Utensilien für den Anfang 57
 - Die Werkzeuge einschließlich Lötwerkzeugen 57
 - Messwerkzeuge & Co. 57
 - Steckplatinen, Lochrasterplatinen und Zubehör 58
 - Der Stromverlauf auf einer Steckplatine 59

Kapitel 3

Batterien, Netzteile und andere Stromquellen – denn ohne Saft läuft nichts **61**

- Die richtige Stromversorgung für Elektronikschaltungen 62
 - Akkus und Batterien mit begrenzter Lebensdauer 62
 - Netzgeräte als zuverlässige und sichere Stromquellen 63
 - Wann ist elektrischer Strom gefährlich? 68
 - Sauer macht (nicht nur) lustig: die Zitronenbatterie 68

Kapitel 4

Kaufen kann jeder – hier werden auch Bauteile aus alten Schätzchen verwendet **71**

- Elektronische Bauteile einzeln und in Sortimenten kaufen 72
 - Widerstände, Kondensatoren, Transistoren und mehr - vielfältig, aber nicht wahllos 73
- Andere Quellen für Bauteile, denn kaufen kann ja schließlich jeder 78
 - Safety first: einige notwendige Warnhinweise 78
 - Bei welchen Geräten sich das Ausschlichten lohnt und wo eher nicht. ... 80
 - Was für Bauteile Sie für Schaltungen aus diesem Buch benötigen 84

TEIL II

SCHALTZEICHEN, SPANNUNG UND STROM SOWIE ETWAS THEORIE **85**

Kapitel 5

Viel mehr als Hieroglyphen: Schaltzeichen in Schaltbildern **87**

- Schaltbilder – die Sprache der Elektroniker 87
- Was sind eigentlich Schaltzeichen und wofür werden sie benötigt? 88
 - Die ersten Hieroglyphen: Schaltzeichen der wichtigsten Bauteile 88

Wie Schaltbilder aufgebaut sind	95
Schluss mit den Hieroglyphen: Schaltbilder lesen lernen für technische Laien.	95
Hinweise und Hilfen zum Lesen von Schaltbildern.	99
Beispielschaltbild eines Laufflights – wenn Lichter laufen lernen	100
Übung macht den Meister: Schaltbilder selber anfertigen	102
Computergestützte Schaltbilderstellung mit Freeware oder kommerzieller Software	102

Kapitel 6

Der elektrische Stromkreis: Jetzt geht es rund 103

Was ist ein elektrischer Stromkreis?	103
Der offene und der geschlossene Stromkreis	104
Es werde Licht: Stromkreis mit Batterie, Schalter und Lampe oder LED ...	105
Ursache und Wirkung: Spannung, Strom und Widerstand im elektrischen Stromkreis.	106
Alles zusammen: die Gesetzmäßigkeiten im Stromkreis	109
Immer schön der Reihe nach: die Stromrichtung im Stromkreis	111
Manchmal führen mehrere Wege zum Ziel: Parallelschaltungen in elektrischen Stromkreisen	114
Stromkreise mit Reihenschaltungen	114
Alles sicher: die Sicherung im Stromkreis.	115
Wechselspannung und Wechselstrom im Stromkreis	117

Kapitel 7

Spannung, Strom und Widerstand 123

Auf oder ab: die elektrische Spannung und das Spannungsgefälle.	124
Spannende Sache: Spannungsunterschiede und Spannungsgleichheiten bei mehreren Spannungsquellen	125
Stromquellen und Ströme in Stromkreisen	127
Alles hängt zusammen: Strom, Spannung, Widerstand und Leistung.	128
Widerstand regt sich überall: Leiter, Nichtleiter und Etwas-aber-nicht-ganz-so-gut-Leiter	128
Leistungsstark: Spannung, Strom und die elektrische Leistung	132
Von Knoten und Maschen: die kirchhoffschen Regeln	132
Spannungsquellen mit eingebautem Stromklau: der Innenwiderstand von Spannungsquellen	134
Stromfluss nach Maß: Strom und Spannung mit einem Widerstand gezielt beeinflussen	140

Kapitel 8

Einige Formeln und weitere wichtige Größen 143

Einheitlich und übersichtlich: die wichtigsten Einheiten und dazugehörigen Formelzeichen	144
Spannung, Strom, Widerstand und Leistung – die »Basics«	145
Ein Kapitel für sich: Widerstandsberechnungen in Reihen-, Parallel- und Mischschaltungen von Widerständen	147
Ladung, Kapazität, Induktivität und Leitfähigkeit – weitere wichtige Größen.	153

Leiter oder nicht - Stoffe und ihre elektrische Leitfähigkeit.....	157
Leistungsstark: verschiedene Arten von Leistung.....	157
Leistungen in Stromkreisen berechnen	158

TEIL III
JETZT GEHT ES ENDLICH AN DIE PRAXIS –PLANEN, AUFBAUEN
UND MESSEN **161**

Kapitel 9
Erste einfache Stromkreise und Schaltungen aufbauen..... **163**

Stromkreise im Schaltbild.....	164
Verdrahtungen in Geräten der Unterhaltungselektronik aus verschiedenen Epochen.....	166
Einige Grundsaltungen zum Ausprobieren und Experimentieren.....	168
Spannungsbegrenzer: die Z-Diode	178

Kapitel 10
Messen von Spannungen, Strömen und Widerständen in Schaltungen..... **183**

Die wichtigsten elektrischen Größen durch Messungen feststellen mit analogen und digitalen Messgeräten.....	184
Mittel zum Zweck: analoge und digitale Messgeräte und ihre Eigenheiten	185
Sicherheitshalber: einige grundsätzliche Hinweise zu den Messungen ...	186
Grundlegend: erste Messungen an elektronischen Schaltungen.....	187
Mittendrin statt nur dabei: Ströme in elektronischen Schaltungen messen	193
Weitere Messungen und Prüfungen, die Sie mit dem Multimeter durchführen können	195
Das Multimeter als Durchgangsprüfer: Bahn frei für den elektrischen Strom	195
Dioden überprüfen mit dem Diodentester im Multimeter	196
Der Transistortest mit dem Multimeter	197
Multifunktional: weitere Messbereiche an modernen Multimetern	199
Dinge, die Messungen und Bauteilprüfungen erleichtern können	199
Nicht von der Stange: selbst angefertigte Messleitungen und Prüfadapter.....	200
Universell einsetzbar: Testgeräte für unterschiedliche Bauteile.....	202

Kapitel 11
Einfache Transistorschaltungen zum Nachbauen und Experimentieren..... **203**

Zur Grundfunktion eines Transistors.....	205
Anwendungsbereiche und unterschiedliche Arten von Transistoren	206
Vielseitig: Schalten, regeln oder verstärken mit dem Transistor.....	207
Vielfältig: die wichtigsten Arten von Transistoren.....	207
Bauformen beziehungsweise Gehäuseformen von Transistoren	209
Vielfältig einsetzbar: Transistortypen und ihre Eigenschaften	209
Schalten und walten: Transistoren als elektronische Schalter	210

Dimmer selbstgemacht: stufenlos regeln statt schalten	212
Hochempfindlich: Sensortaster mit dem Transistor.....	213
Eile mit Weile: LED mit einem NPN-Transistor langsam hoch- und herunterregeln	214
Zwei NPN-Transistoren in der Darlingtonschaltung: Zwei sind besser als einer	216
Der Stromfluss bei PNP-Transistoren mit Beispielen	217

Kapitel 12

Blinken, schalten und tönen mit Transistoren **219**

Auf der Kippe: monostabile, bistabile und astabile Kippschaltungen	219
Die bistabile Kippstufe: entweder – oder	220
Die monostabile Kippstufe: nur einseitig stabil	221
Die astabile Kippstufe: eine unstete Sache	223
Beispielschaltungen zur astabilen Kippstufe als Blink- und Blitzlicht.....	224
Schluss mit der Ruhe: astabile Kippstufen zur Tonerzeugung verwenden	227
Mit Licht und Transistoren schalten	228
Einfache Lichtschranke mit LDR	228
Dreifach-Lauflicht mit LEDs	231
Zur Beschaltung von PNP-Transistoren	232

Kapitel 13

Starke Sache: Signale und Ströme mit Transistoren verstärken..... **235**

Vielseitig: verschiedene Anwendungsgebiete für Verstärkerschaltungen	236
Aufbau einer Verstärkerschaltung mit einem Transistor	237
Einfache Verstärkerschaltungen mit Transistoren	237
Aus leise wird laut: Audiosignale und Wechselspannungen verstärken	239
Ein konkretes Beispiel für eine Verstärkerschaltung	240
Gemeinsam sind sie stark: mehrere Verstärkerstufen in einer Verstärkerschaltung	241
Einfache Geräuschanzeige mit Mikrofon und LED	244
Darf es etwas mehr Leistung sein? Gegentaktverstärker mit Transistoren	245
Einfach praktisch: der Gegentaktverstärker für den Batteriebetrieb.....	247
Verstärkerschaltungen mit Feldeffekttransistoren (FETs)	249

Kapitel 14

Tausendfüßler und Tausendsassa: integrierte Schaltungen..... **251**

Vor- und Nachteile integrierter Schaltungen	252
Analoge und digitale ICs	253
Wie sehen integrierte Schaltungen aus?	253
Richtig identifiziert: die Anschlüsse von integrierten Schaltungen.....	255
Deutlich gekennzeichnet: ICs in Schaltbildern	256
Einfach stark: Verstärkerschaltungen mit ICs	257

Zeitmaschine: das Timer-IC NE555	260
Zu den wichtigsten Anschlüssen des NE555	260
Monostabil, bistabil und astabil schalten mit dem NE555	262
Weitere Möglichkeiten, die der NE555 bietet.	272
Die Tonerzeugung mit dem NE555	272

Kapitel 15

Digitaltechnik und Digitale ICs: an oder aus,

entweder – oder	277
Und-, Oder-, Nicht-Schaltungen und deren buckelige Verwandtschaft.	277
Von UND-, ODER- und NICHT-Verknüpfungen – die einfachsten Digitalgatter	278
Bits und Bytes: 1 und 0, an oder aus	282
IC-Logikgatter: logische Funktionen in einem Gehäuse.	285
Starke Familien: TTL- und CMOS-ICs	285
Logik-ICs in der Praxis einsetzen	287
Logikgatter in Schaltbildern	288

TEIL IV

EINIGE PROJEKTE ZUM NACHBAUEN UND EXPERIMENTIEREN .. 293

Kapitel 16

Ein paar Schaltungen mit dem Timer-IC NE555

Bezeichnungen und Gehäuseformen des NE555	296
Der NE555 hört auf viele Namen und Bezeichnungen.	296
Andere Ausführungen des NE555	297
Damit alles reibungslos funktioniert: wichtige Hinweise zum Einsatz der Timerbausteine	298
Schaltungen mit dem NE555 bauen	299
Effektiv: Blink- und Lauflichter mit dem NE555	299
Empfindlich: Sensortaster mit dem NE555	300
Immer in Bewegung: Lauflicht mit NE555 und CMOS-IC 4017	302
Effektvolles Fünffach-Lauflicht	304
Zweckentfremdet: NE555 als Verstärker	306
Schmitt-Trigger mit dem NE555: an und aus statt viel und wenig	307
Lautstark: Beispiele für Tongeneratoren mit dem NE555	309
NE555 mit Nachbrenner: hohe Lasten und Lautsprecher mit dem IC ansteuern	314

Kapitel 17

Strom und Magnetismus: Elektromagneten und die

elektromagnetische Induktion

Anziehend und abstoßend: der Elektromagnetismus	322
Ein einfacher selbst gebauter Elektromagnet	322
Praktische Sache: Elektromagneten in der Praxis.	323
Die elektromagnetische Induktion: Strom aus Magneten.	325
Allgegenwärtig: elektrischer Strom und Magnetismus	326

Tonempfindlich: das Mikrofon	326
Wandlungsfähig: Transformatoren als Spannungswandler	327
Kraftwerk für die Hosentasche: Elektromotor als Stromgenerator	329
Aus weniger wird mehr: Spulen als Energiespeicher	330
Die Induktivität von Spulen.	332
Was es mit dem induktiven Widerstand auf sich hat	334
Spannungsvervielfachung durch Selbstinduktion.	334
Der elektrische Schwingkreis	337
Gute Schwingungen: der Schwingkreis im Oszillator	339
Oszillatorschwingungen einfach erzeugt mit dem Differenzverstärker- Oszillator	339
Dradtlose Energieübertragung	341

Kapitel 18

Einige interessante Schaltungen zum Nachbauen und Experimentieren

343

Lichtblick: Audiosignale mithilfe von Licht übertragen	344
Ohne Sender kein Empfang: der optische Sender	344
Allzeit guten Empfang: die Empfängerschaltung.	346
Die Reichweite dieser Schaltung und weitere Versuche	346
Unsichtbar: Infrarot-LEDs statt superheller LEDs verwenden.	347
Experimentieren Sie ruhig mit dieser Schaltung.	348
Warum so umständlich? Warum Modulationsverfahren angewandt werden.	348
Kommunikationsfreudig: Sprechanlage für mehrere Teilnehmer	349
Zur Sternverteilung und Busverteilung.	350
Die Sprechanlage bietet flexible Anschlussmöglichkeiten.	351
Kommunikation ist alles: senden und empfangen mit der Sprechanlage	352
Wenn die Schaltung mit weiteren Sprechstellen versehen wird.	354
Musikalische Bastelei: Tonfolgegenerator mit NE555 und Zählerbaustein 4017	355
Mögliche Modifikationen dieser Schaltung	357
Die Tonhöhe für jeden Ton stufenlos einstellen	358

TEIL V

WEITERE INTERESSANTE BAUTEILE UND KOMPONENTEN

363

Kapitel 19

Widerstände für spezielle Einsatzgebiete

365

Unscheinbar und unverzichtbar: »Normale« Widerstände.	366
Verschiedene Materialien bedeuten unterschiedliche Eigenschaften.	367
Ganz speziell: Widerstände mit besonderen Eigenschaften	368
Heiß und kalt: temperaturabhängige Widerstände	368
Licht und Widerstand: Fotowiderstände oder auch lichtempfindliche Widerstände	370
Spannung und Widerstand: spannungsabhängige Widerstände	371
Künstliche Last für Energiequellen: Lastwiderstände.	372

22 Inhaltsverzeichnis

Hochpräzise Bauteile: Messwiderstände	373
Widerstand mit Sicherheit: Sicherheitswiderstände	375
Widerstandsnetzwerke - mehrere auf einmal	375
Anwendungsbeispiele für Spezialwiderstände	376
Temperaturabhängig schalten mit einem NTC	376
Spannungsabhängige Widerstände als Schutzelemente	379

Kapitel 20

Unterschiedliche Arten von Dioden und Transistoren und deren Einsatz **383**

Zur Funktion der Diode als Gleichrichterbauteil	384
Die Ventilwirkung der Diode bei Wechselstrom	384
Spannungsimpulse glätten mit einem Ladekondensator	385
Viel effektiver: die Zweiweggleichrichtung mit der Graetzbrücke	386
Eine weitere Möglichkeit: der Mittelpunktgleichrichter	388
Stabile Sache: die Spannungsstabilisierung mithilfe einer Z-Diode	389
Spannungsbegrenzung und Spannungsstabilisierung mit der Z-Diode ...	389
Nur gemeinsam stark: Z-Dioden und Vorwiderstand	390
Wichtige Kenndaten einer Z-Diode	391
Die Berechnung des Vorwiderstandes	391
Die Verlustleistung am Vorwiderstand	392
Schnelle Dioden: Schottky-Dioden und ihre speziellen Eigenschaften	393
Der Unterschied zu herkömmlichen Dioden	393
Was beim Einsatz von Dioden zu beachten ist	393
Bauformen von Transistoren	394
Wichtige Arten von Transistoren für spezielle Einsatzgebiete	394
Leistungsstark: Transistoren für hohe Leistungen	396
Immer cool bleiben: Leistungstransistoren mit Kühlkörpern	396
Wichtig für die Wärmeableitung: Wärmeleitpaste	398
Leistungstransistoren ansteuern	398

Kapitel 21

Diac, Triac und Co.: weitere wichtige Bauteile **401**

Der Diac: unscheinbar und oft nicht beachtet	402
Der Durchbruch: die Durchbruchspannung bzw. Zündspannung von einem Diac	404
Der Haltestrom: was es damit auf sich hat	404
Der Triac: anschlussfreudiger als ein Diac	404
Einsatzbereit: der Triac und seine Funktion in einer Schaltung	405
Einen Triac in Betrieb nehmen	406
Der Triac und der Gleichstrom	407
Die Schaltung funktioniert nicht?	408
Schalten mit Licht: der Optotriac oder auch Fototriac	409
Der Thyristor als elektronischer Schalter	410
Das Abschalten des Thyristors	410
Einsatzgebiete von Thyristoren	411
Ersatzweise: die Thyristor-Ersatzschaltung mit Transistoren	411
Eine kleine Versuchsschaltung mit Transistoren	412

TEIL VI
DER TOP-TEN-TEIL **415**

Kapitel 22
Zehn Dinge und weitere Informationen für (Hobby-)
Elektroniker **417**

- Entdeckungsreise: das Internet als Informations- und Ideenquelle nutzen 418
 - (Bewegte) Bilder sagen mehr als 1000 Worte: Elektronikvideos 418
- Simulant: Elektroniksimulationen helfen beim Verstehen 419
 - Die Elektroniksimulation online 419
- Die Klassiker: mit Elektronikbaukästen Theorie und Praxis lernen 420
 - Ohne Handbuch geht es (vorerst) nicht 421
- Schnellstart für Ungeduldige: Bausätze und Elektronikkits nutzen 421
 - Genügend Spielraum zum Experimentieren 422
- Ausschlachten und (nicht nur) elektronische Bauteile gewinnen 423
 - Bei welchen Geräten lohnt es sich? 423
 - Klein, kleiner, SMD 424
- Sichere Erkenntnis: Messungen helfen beim Verstehen von elektronischen Schaltungen 424
 - Auch Widerstandsmessungen und Strommessungen sind wichtig 424
- Bilder sagen mehr als 1000 Worte: Oszillogramme lesen (und) lernen 425
 - Wann Oszillogramme für Sie besonders interessant sein können 425
- Für alle Fälle gewappnet: die Fehlersuche mit Signalgebern 426
 - Signale mit dem NE555 erzeugen 426
 - Spezielle ICs als Signalgeneratoren nutzen 426
 - Den Computer als Signalgenerator verwenden 426
- Mikrocontroller verwenden 427
 - Mikrocontroller als kleine und unsichtbare Helfer 427
 - Vorteile von Mikrocontrollern 427
- Zu guter Letzt: testen, testen, testen 428
 - Ein bisschen Schwund gibt's immer 429

Stichwortverzeichnis **431**