

# Inhalt

Einführung ..... xxii

## Teil 1: Spielen mit Elektrizität

Kapitel 1: Was ist Elektrizität? .....	3
Kapitel 2: Dinge mit Elektrizität und Magneten bewegen .....	19
Kapitel 3: Wie Elektrizität erzeugt wird .....	43

## Teil 2: Schaltungen aufbauen

Kapitel 4: Licht mit LEDs erzeugen.....	69
Kapitel 5: Zum ersten Mal – ein Blinklicht! .....	89
Kapitel 6: Wir löten! .....	111
Kapitel 7: Mit Elektrizität steuern.....	131
Kapitel 8: Ein Musikinstrument bauen.....	161

## Teil 3: Die digitale Welt

Kapitel 9: Wie Schaltkreise Nullen und Einsen verarbeiten .....	187
Kapitel 10: Schaltungen, die Entscheidungen treffen.....	213
Kapitel 11: Schaltungen, die Informationen speichern .....	241
Kapitel 12: Lass uns spielen! .....	259
 Zum Nachschlagen.....	283
Index .....	291

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	xvii
Danksagungen.....	xix

<b>Einführung</b>	<b>xxi</b>
Über dieses Buch.....	xxii
Wer dieses Buch lesen sollte .....	xxii
Wie du dieses Buch am besten liest .....	xxiii
Was enthält dieses Buch? .....	xxiii
Dein Elektroniklabor.....	xxv
Nützliche Materialien und Hilfsmittel .....	xxvi
Sicherheit geht vor! .....	xxvi

## Teil 1: Spielen mit Elektrizität

<b>Kapitel 1: Was ist Elektrizität?</b>	<b>3</b>
Projekt #1: Ein Licht einschalten!.....	4
Einkaufszettel .....	4
Schritt 1: Die Glühlampe untersuchen .....	4
Schritt 2: Die Glühlampe mit der Batterie verbinden.....	5
Wie bringt Elektrizität eine Glühlampe zum Leuchten?.....	5
Was ist ein Elektron?.....	6
Spannung treibt Elektronen an .....	6
Strom fließt .....	7
Widerstand verringert den Strom.....	7
Die Glühlampe zum Leuchten bringen .....	8
Was hat ein Stromkreis mit einem Röhrensystem gemeinsam?.....	9
Der Schalter.....	10
Projekt #2: Einbruchsalarm.....	11
Einkaufszettel .....	12
Werkzeuge .....	13
Schritt 1: Gibt der Summer ein Signal ab? .....	13
Schritt 2: Die Aluminiumfolie vorbereiten .....	14
Schritt 3: Die Tür mit Folie versehen.....	15
Schritt 4: Einen Auslösedraht vorbereiten.....	15
Schritt 5: Summer und Auslösedraht anschließen .....	16
Schritt 6: Summer und Auslösedraht montieren .....	16

Schritt 7: Eine Energiequelle hinzufügen. . . . .	17
Schritt 8: Einen Einbruchsalarm inszenieren! . . . . .	17
Schritt 9: Und wenn der Einbruchsalarm nicht funktioniert? . . . . .	17
Was kommt als Nächstes? . . . . .	18
<b>Kapitel 2: Dinge mit Elektrizität und Magneten bewegen 19</b>	
Wie Magneten funktionieren. . . . .	20
<i>Probiere es aus: Suche dir magnetische Objekte!</i> . . . . .	21
Der Elektromagnet . . . . .	22
<b>Projekt #3:</b> Einen Elektromagneten bauen . . . . .	23
Einkaufszettel . . . . .	24
Werkzeuge . . . . .	25
Schritt 1: Die Schraube überprüfen . . . . .	25
Schritt 2: Die Isolierung von einem Ende des Spulendrahtes entfernen . . . . .	26
Schritt 3: Den Draht aufwickeln . . . . .	27
Schritt 4: Den Minuspol der Batterie mit der Spule verbinden . . . . .	28
Schritt 5: Den Schalter anschließen . . . . .	28
Schritt 6: Deinen Super-Elektromagneten testen . . . . .	30
Schritt 7: Was ist, wenn der Elektromagnet nicht funktioniert? . . . . .	31
Der Elektromotor . . . . .	31
<b>Projekt #4:</b> Einen Motor bauen . . . . .	32
Einkaufszettel . . . . .	34
Werkzeuge . . . . .	35
Schritt 1: Den Rotor bauen . . . . .	35
Schritt 2: Das Gestell des Motors bauen . . . . .	36
Schritt 3: Die Magneten platzieren . . . . .	37
Schritt 4: Einen Teil der Spule wieder isolieren . . . . .	38
Schritt 5: Den Motor in Gang bringen . . . . .	39
Schritt 6: Was tun, wenn der Motor nicht funktioniert? . . . . .	40
Was kommt als Nächstes? . . . . .	41
<b>Kapitel 3: Wie Elektrizität erzeugt wird 43</b>	
Elektrizität mit Magneten erzeugen . . . . .	44
Ein sich änderndes Magnetfeld erzeugt Elektrizität . . . . .	44
Wie funktioniert ein Generator? . . . . .	45
<i>Elektrizität aus Wasser- oder Windkraft erzeugen</i> . . . . .	46
Das Multimeter . . . . .	47
Wie man die Spannung misst . . . . .	47
Was sind AC und DC? . . . . .	48

<b>Projekt #5: Einen Schüttelgenerator bauen .....</b>	<b>49</b>
Einkaufszettel .....	50
Werkzeuge .....	50
Schritt 1: Das Kunststoffrohr vorbereiten.....	51
Schritt 2: Die Spule wickeln .....	52
Schritt 3: Das Multimeter anschließen .....	52
Schritt 4: Schütteln, bitte! .....	53
Schritt 5: Was ist, wenn keine Spannung entsteht?.....	54
Wie funktionieren Batterien?.....	55
Was enthält eine Batterie? .....	55
<i>Probiere es aus: Einen Motor als Generator verwenden</i> .....	55
Die Chemie von Batterien.....	56
Was bestimmt die Spannung einer Batterie?.....	57
<b>Projekt #6: Ein Licht mit Zitronenkraft einschalten.....</b>	<b>58</b>
Die Leuchtdiode (LED) .....	58
Einkaufszettel .....	59
Werkzeuge .....	60
Schritt 1: Die Drähte vorbereiten.....	60
Schritt 2: Elektroden in eine Zitrone einführen .....	61
Schritt 3: Vier Zitronenbatterien erzeugen .....	62
Schritt 4: Die Zitronen in Reihe verbinden .....	62
Schritt 5: Die Zitronenbatterie testen .....	64
Schritt 6: Was tun, wenn das Zitronenlicht nicht funktioniert? ..	65
<i>Probiere es aus: Andere Batterien aus Nahrungsmitteln!</i> .....	65
Was kommt als Nächstes? .....	66

## Teil 2: Schaltungen aufbauen

<b>Kapitel 4: Licht mit LEDs erzeugen</b>	<b>69</b>
Der Widerstand .....	70
Farbcodierung von Widerständen.....	70
<i>Wie man große Werte schreibt</i> .....	72
Woraus bestehen Widerstände? .....	72
Widerstände wirken auf Strom und Spannung.....	73
Das Ohmsche Gesetz – eine Einführung.....	73
<b>Projekt #7: Zerstören wir eine LED!.....</b>	<b>74</b>
Einkaufszettel .....	75
Schritt 1: Die Anschlüsse einer LED identifizieren .....	75
Schritt 2: Zerstöre diese LED!.....	76
Schritt 3: Was ist, wenn mit der LED nichts passiert? .....	76
Wie man eine LED richtig verwendet .....	76

Die LED mit einem Widerstand schützen .....	77
<i>Wie man kleine Werte schreibt</i> .....	77
Den erforderlichen Widerstand berechnen .....	78
<b>Projekt #8:</b> Eine LED betreiben .....	78
Einkaufszettel .....	79
Schritt 1: Widerstand und LED miteinander verbinden .....	79
Schritt 2: Den Batterieclip verdrahten .....	80
Schritt 3: Es werde Licht! .....	80
Schritt 4: Was tun, wenn die LED nicht funktioniert? .....	81
Schaltungen auf einem Steckboard aufbauen .....	81
Wie man Bauelemente und Drähte verbindet .....	81
Drähte für ein Steckboard .....	83
<b>Projekt #9:</b> Deine erste Steckboard-Schaltung .....	84
Einkaufszettel .....	84
Schritt 1: Den Widerstand platzieren .....	85
Schritt 2: Die LED platzieren .....	85
Schritt 3: Den Batterieclip platzieren .....	86
Schritt 4: Was tun, wenn das nicht funktioniert? .....	87
Was kommt als Nächstes? .....	87
<b>Kapitel 5: Zum ersten Mal – ein Blinklicht!</b>	<b>89</b>
Der Kondensator .....	90
Wie Kondensatoren arbeiten .....	90
Gepolte und ungepolte Kondensatoren .....	91
Kondensatorwerte .....	92
<b>Projekt #10:</b> Einen Kondensator testen .....	92
Einkaufszettel .....	93
Schritt 1: Mit der LED-Schaltung beginnen .....	94
Schritt 2: Den Kondensator hinzufügen .....	94
Schritt 3: Den Kondensator laden .....	95
Schritt 4: Der Kondensator lässt die LED leuchten .....	95
Schritt 5: Was ist, wenn die Schaltung nicht funktioniert? .....	95
Schaltungen mit Symbolen beschreiben .....	95
Das Relais .....	97
Mit dem Relais ein Blinklicht bauen .....	99
Die Blinkgeschwindigkeit verringern .....	100
<b>Projekt #11:</b> Ein Blinklicht! .....	101
Einkaufszettel .....	102
Schritt 1: Die Anschlüsse des Relais identifizieren .....	103
Schritt 2: Das Relais schnell schalten lassen .....	104
Schritt 3: Den Ein-Zustand des Relais verlängern .....	105

Schritt 4: Den Aus-Zustand des Relais verlängern . . . . .	106
Schritt 5: LED und Widerstand hinzufügen . . . . .	106
<i>Probiere es aus: Die Alarmanlage wirksamer machen</i> . . . . .	108
Schritt 6: Was tun, wenn die LED nicht blinkt? . . . . .	108
Was kommt als Nächstes? . . . . .	109
<b>Kapitel 6: Wir löten!</b>	<b>111</b>
Wie man lötet . . . . .	112
Tipps zur Sicherheit beim Löten . . . . .	113
Den Lötkolben anheizen . . . . .	114
Tipp zum Reinigen des Lötkolbens . . . . .	114
Tipp zum Verzinnen der Lötspitze . . . . .	115
Sowohl den Pin als auch die Lötstelle erwärmen . . . . .	115
Lötzinn zugeben . . . . .	116
Den Lötkolben entfernen . . . . .	116
Achte auf schlechte Lötverbindungen! . . . . .	117
<b>Projekt #12:</b> Deine erste LED-Schaltung löten . . . . .	117
Einkaufszettel . . . . .	118
Werkzeuge . . . . .	119
Schritt 1: Die Bauelemente platzieren . . . . .	120
Schritt 2: Die Bauelementeanschlüsse biegen . . . . .	120
<i>Wie die Platinendarstellungen zu interpretieren sind</i> . . . . .	121
Schritt 3: Den Lötkolben heizen und säubern . . . . .	122
Schritt 4: Den Widerstand und die LED einlöten . . . . .	122
Schritt 5: Die Anschlüsse kürzen . . . . .	122
Schritt 6: Den Batterieclip anlöten . . . . .	123
Schritt 7: Es werde Licht! . . . . .	124
Schritt 8: Was ist, wenn die gelötete LED-Schaltung nicht funktioniert? . . . . .	124
Hoppla! Wie entferne ich ein gelötetes Bauelement? . . . . .	125
<b>Projekt #13:</b> Den Batterieclip entlöten . . . . .	126
Einkaufszettel . . . . .	126
Werkzeuge . . . . .	126
Schritt 1: Den Lötkolben anheizen . . . . .	127
Schritt 2: Die Entlötłitze auf die Lötstelle legen . . . . .	127
Schritt 3: Lötstelle und Lötlitze erwärmen . . . . .	128
Schritt 4: Die benutzte Entlötłitze kürzen . . . . .	128
Schritt 5: Den anderen Draht des Batterieclips entfernen . . . . .	129
<i>Probiere es aus: Mehr Lötpraxis!</i> . . . . .	130
Was kommt als Nächstes? . . . . .	130

<b>Kapitel 7: Mit Elektrizität steuern</b>	<b>131</b>
Der Transistor . . . . .	132
Warum verwendet man einen Transistor? . . . . .	133
Wie der Transistor arbeitet . . . . .	134
Eine LED mit einem Transistor ansteuern. . . . .	135
<b>Projekt #14:</b> Eine Schaltung, die auf Berührungen reagiert . . . . .	136
Einkaufszettel . . . . .	138
Werkzeuge . . . . .	139
Schritt 1: Bauelemente auf der Lochrasterplatine platzieren . . . . .	140
Schritt 2: Die Anordnung der Bauelemente überprüfen . . . . .	140
Schritt 3: Bauelemente verlöten und überstehende Anschlüsse kürzen . . . . .	140
Schritt 4: Das Touchpad löten . . . . .	141
Schritt 5: Einschalten! . . . . .	142
Schritt 6: Den Sensor testen . . . . .	142
Schritt 7: Was, wenn der Berührungssensor nicht funktioniert? . . . . .	142
<i>Probier es aus: Kann der Berührungssensor verschiedene Berührungen erkennen?</i> . . . . .	144
Widerstände, die ihren Wert ändern können . . . . .	144
Das Potenziometer . . . . .	145
Der Fotowiderstand . . . . .	146
Eine Spannung mit Widerständen teilen . . . . .	146
Wie sieht ein Spannungsteiler aus? . . . . .	147
Die Spannungen eines Spannungsteilers berechnen . . . . .	147
Wie ein Spannungsteiler helfen kann, Licht zu messen . . . . .	148
<b>Projekt #15:</b> Einen Sonnenaufgangsalarm bauen . . . . .	148
Einkaufszettel . . . . .	150
Werkzeuge . . . . .	151
Schritt 1: Die Bauelemente auf der Lochrasterplatine platzieren . . . . .	152
Schritt 2: Die Bauelemente löten und die Anschlüsse kürzen . . . . .	152
Schritt 3: Den Summer auf der Platine befestigen . . . . .	153
Schritt 4: Die restlichen Verbindungen mit Drähten herstellen . . . . .	154
Schritt 5: Den Batterieclip auf die Platine löten . . . . .	155
Schritt 6: Einen Weckruf einrichten . . . . .	156
Schritt 7: Was ist, wenn kein Ton zu hören ist? . . . . .	156
<i>Probier es aus: Temperaturgesteuerter Lüfter</i> . . . . .	157
Was kommt als Nächstes? . . . . .	159

**Kapitel 8: Ein Musikinstrument bauen** **161**

Der integrierte Schaltkreis (IC) . . . . .	162
ICs und Datenblätter . . . . .	162
Wie sich Schall mit Elektrizität erzeugen lässt . . . . .	163
Töne, die der Mensch hören kann . . . . .	164
Der 555-Timer . . . . .	164
Die Betriebsspannung für einen IC . . . . .	165
Die Ausgangsfrequenz des 555-Timers einstellen . . . . .	166
<b>Projekt #16:</b> Eigene Töne mit dem 555-Timer erzeugen . . . . .	167
Einkaufszettel . . . . .	169
Schritt 1: Den 555-Timer auf dem Steckboard platzieren . . . . .	170
Schritt 2: Die Frequenz einstellen . . . . .	171
Schritt 3: Lautsprecher und Koppelkondensator anschließen . . . . .	171
Schritt 4: Die Pins für Betriebsspannung und Reset verbinden . . . . .	173
Schritt 5: Töne erzeugen! . . . . .	173
<i>Verbindungen im Team überprüfen</i> . . . . .	174
Schritt 6: Was ist, wenn kein Ton zu hören ist? . . . . .	174
Ein nerviges Piepen in Musik umwandeln . . . . .	175
<b>Projekt #17:</b> Ein Instrument, das Töne erzeugt . . . . .	175
Einkaufszettel . . . . .	177
Schritt 1: Den 555-Timer und die Kondensatoren anschließen . . . . .	178
Schritt 2: Steckbrücken verbinden . . . . .	179
Schritt 3: Einsteller für Tonhöhe und Widerstand einbauen . . . . .	179
Schritt 4: Den »Ein«-Taster hinzufügen . . . . .	180
Schritt 5: Den Lautsprecher hinzufügen . . . . .	181
Schritt 6: Ein wenig musizieren! . . . . .	182
Schritt 7: Was ist, wenn das Instrument nicht funktioniert? . . . . .	183
<i>Probiere es aus: Ein bewegungsgesteuertes Instrument bauen</i> . . . . .	183
Was kommt als Nächstes? . . . . .	184

**Teil 3: Die digitale Welt****Kapitel 9: Wie Schaltkreise Nullen und Einsen verarbeiten** **187**

Einsen und Nullen als Spannungen . . . . .	188
Das binäre Zahlensystem . . . . .	188
<b>Projekt #18:</b> Binärzahlen in Dezimalzahlen konvertieren . . . . .	190
Werkzeuge . . . . .	190
Schritt 1: Die Zahl zu Papier bringen . . . . .	190

Schritt 2: Die Stellenwerte aufschreiben . . . . .	191
Schritt 3: Den Wert jeder Ziffer ermitteln . . . . .	191
<i>Probiere es aus: Noch mehr Binärzahlen umwandeln</i> . . . . .	192
Schritt 4: Die Zahlen addieren . . . . .	192
Bits und Bytes . . . . .	193
Zahlen können alles Mögliche sein . . . . .	193
<b>Projekt #19:</b> Farben erraten . . . . .	194
Die RGB-LED . . . . .	195
Einkaufszettel . . . . .	196
Schritt 1: Die Taster für die Farbenauswahl platzieren . . . . .	197
Schritt 2: Die RGB-LED verbinden . . . . .	198
Schritt 3: Den Taster für die Farbenanzeige verbinden . . . . .	198
Schritt 4: Die Farben testen . . . . .	199
<i>Probiere es aus: Löte die Schaltung für das Farben-Rate-Spiel</i> . . . . .	200
Schritt 5: Was ist, wenn das Spiel nicht funktioniert? . . . . .	200
Wie man Wörter mit Binärzahlen darstellt . . . . .	201
<b>Projekt #20:</b> Die Geheimnachrichtenmaschine . . . . .	202
Der DIP-Schalter . . . . .	204
Einkaufszettel . . . . .	204
Schritt 1: Den Taster anschließen . . . . .	205
Schritt 2: Den DIP-Schalter anschließen . . . . .	206
Schritt 3: Die LEDs verbinden . . . . .	207
Schritt 4: Eine geheime Nachricht senden! . . . . .	209
Schritt 5: Was ist, wenn die Geheimnachrichtenmaschine nicht funktioniert? . . . . .	211
<i>Warum Computer Einsen und Nullen verwenden</i> . . . . .	211
Was kommt als Nächstes? . . . . .	212

## Kapitel 10: Schaltungen, die Entscheidungen treffen 213

Es ist nur logisch . . . . .	214
Die Logikgatter . . . . .	215
AND-Gatter prüfen auf zwei wahre Eingänge . . . . .	216
OR-Gatter prüfen auf einen wahren Eingang . . . . .	216
NOT-Gatter negieren den Eingang . . . . .	217
Ein größeres AND-Gatter . . . . .	217
Wie man Logikschaltpläne zeichnet . . . . .	218
Eine Logikgleichung für einen Geheimcode . . . . .	218
Eine Logikgleichung in einen Schaltplan umwandeln . . . . .	219
<i>Probiere es aus: Zeichne weitere logische Aussagen als Schaltung</i> . . . . .	220
Logische Gatter in der Praxis verwenden . . . . .	220
<i>Mehr über Strom, Bauelemente und Transistoren</i> . . . . .	222

<b>Projekt #21: Ein Geheimcodetester</b>	223
Einkaufszettel	224
Werkzeuge	225
Wie man andere Spannungen für ein Steckboard verwendet	226
<i>Schaltungen zuverlässiger machen</i>	227
Schritt 1: Die Schalter und Widerstände platzieren	228
Schritt 2: Die ICs platzieren	229
Schritt 3: Den Transistor und die LED platzieren	229
Schritt 4: Die Logikschaltung aufbauen	231
Schritt 5: Den Transistor fertig verdrahten	233
<i>Deine Bauelemente schützen</i>	234
Schritt 6: Den Geheimcodetester mit Spannung versorgen und testen	234
Schritt 7: Was ist, wenn die LED nicht leuchtet?	235
<i>Probiere es aus: Deinen Einbruchsalarm deaktivieren</i>	236
Invertierende Logikgatter	238
NAND sucht nach einer falschen Eingabe	238
NOR sucht nach zwei falschen Eingängen	238
Was kommt als Nächstes?	239
<b>Kapitel 11: Schaltungen, die Informationen speichern</b>	241
Ein Bit speichern	242
Eine bessere Speicherschaltung	243
Speicher, der sich nur zu einem bestimmten Zeitpunkt ändert	243
Ein Ausgang, der umschaltet	246
<b>Projekt #22: Ein elektronisches Münzwurfspiel</b>	247
Einkaufszettel	249
Schritt 1: Die Schwingschaltung aufbauen	250
Schritt 2: Den Start-Taster hinzufügen	251
Schritt 3: Die Wechselschaltung bauen	253
Schritt 4: Die LEDs für »Kopf oder Zahl« hinzufügen	254
Schritt 5: Wirf eine »Münze«!	255
Schritt 6: Was ist, wenn das Münzwurfspiel nicht funktioniert?	256
Was kommt als Nächstes?	257
<b>Kapitel 12: Lass uns spielen!</b>	259
Die Komponenten des Reaktionsspiels	261
Die Symbole $U_{CC}$ und GND	261
Warum heißt es $U_{CC}$ oder $V_{CC}$ ?	262

Mit einem 555-Timer die Lauflichtgeschwindigkeit festlegen . . . . .	262
Ein Zähler, um die LEDs einzuschalten . . . . .	264
Ein Flipflop, um das Lauflicht zu starten und zu stoppen . . . . .	266
<b>Projekt #23:</b> Ein LED-Reaktionsspiel . . . . .	267
Einkaufszettel . . . . .	269
Werkzeuge . . . . .	270
Schritt 1: Die Schaltung mit dem 555-Timer aufbauen . . . . .	271
Schritt 2: Die LED-Steuerung aufbauen . . . . .	272
Schritt 3: Die Start/Stopp-Schaltung bauen . . . . .	276
Schritt 4: Trainiere deine Reaktionszeit! . . . . .	278
Schritt 5: Was ist, wenn das Spiel nicht funktioniert? . . . . .	278
<i>Probiere es aus: Die Geschwindigkeit des Lauflichts ändern.</i> . . . . .	280
Ein Summer für das Spiel . . . . .	281
Was kommt als Nächstes? Interessante Dinge basteln! . . . . .	282
<b>Zum Nachschlagen</b>	<b>283</b>
Spickzettel für die Werte von Bauelementen und Einheiten . . . . .	284
Farbcodierung von Widerständen . . . . .	284
Kondensatorcodes . . . . .	285
Standardpräfixe . . . . .	286
Das Ohmsche Gesetz im Schnelldurchgang . . . . .	286
Prinzipschaltung eines Spannungsteilers . . . . .	287
Online-Elektronikhändler . . . . .	288
Online-Quellen . . . . .	288
<b>Index</b>	<b>291</b>