

Jonathan Bartlett

Elektronik für Einsteiger

Eine praktische Einführung in
Schaltpläne, Schaltkreise und
Mikrocontroller



Springer Vieweg

ELEKTRONIK FÜR EINSTEIGER

EINE PRAKTISCHE EINFÜHRUNG
IN SCHALTPLÄNE, SCHALTKREISE UND
MIKROCONTROLLER

Jonathan Bartlett



Springer Vieweg

Elektronik für Einsteiger: Eine praktische Einführung in Schaltpläne, Schaltkreise und Mikrocontroller

Jonathan Bartlett
Tulsa, USA

ISBN-13 (pbk): 978-3-662-66242-7

ISBN-13 (elektronisch): 978-3-662-66243-4

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66243-4>

Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an APress Media, LLC, ein Teil von Springer Nature 2023

Dieses Werk unterliegt dem Urheberrecht. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Wiedergabe von Abbildungen, des Vortrags, der Sendung, der Vervielfältigung auf Mikrofilm oder in sonstiger Weise sowie der Funksendung, der Speicherung und Wiedergabe von Informationen, der elektronischen Verarbeitung, der Funksoftware und ähnlicher Verfahren, gleichgültig ob diese Verfahren bereits bekannt sind oder erst noch entwickelt werden, sind dem Verlag vorbehalten.

In diesem Buch können markenrechtlich geschützte Namen, Logos und Bilder vorkommen. Anstatt bei jedem Vorkommen eines markenrechtlich geschützten Namens, Logos oder Bildes ein Markensymbol zu verwenden, verwenden wir die Namen, Logos und Bilder nur in redaktioneller Weise und zum Nutzen des Markeninhabers, ohne die Absicht einer Verletzung der Marke.

Die Verwendung von Handelsnamen, Warenzeichen, Dienstleistungsmarken und ähnlichen Begriffen in dieser Veröffentlichung, auch wenn sie nicht als solche gekennzeichnet sind, ist nicht als Meinungsäußerung darüber zu verstehen, ob sie Gegenstand von Eigentumsrechten sind oder nicht.

Obwohl die Ratschläge und Informationen in diesem Buch zum Zeitpunkt der Veröffentlichung als wahr und richtig angesehen werden, können weder die Autoren noch die Herausgeber noch der Verlag eine rechtliche Verantwortung für etwaige Fehler oder Auslassungen übernehmen. Der Herausgeber übernimmt keine Garantie, weder ausdrücklich noch stillschweigend, in Bezug auf das hier enthaltene Material.

Geschäftsführender Direktor, Apress Media LLC: Welmoed Spahr

Akquisitionsredakteurin: Natalie Pao

Entwicklungsredakteur: James Markham

Koordinierender Redakteur: Jessica Vakili

Weltweit an den Buchhandel vertrieben von Springer Science+Business Media New York, 233 Spring Street, 6th Floor, New York, NY 10013. Telefon 1-800-SPRINGER, Fax (201) 348-4505, E-Mail orders-ny@springer-sbm.com oder www.springeronline.com. Apress Media, LLC ist eine kalifornische LLC und das einzige Mitglied (Eigentümer) ist Springer Science + Business Media Finance Inc (SSBM Finance Inc). SSBM Finance Inc ist eine Gesellschaft nach **Delaware**.

Für Informationen über Übersetzungen wenden Sie sich bitte an booktranslations@springernature.com; für Nachdruck-, Taschenbuch- oder Audiorechte wenden Sie sich bitte an bookpermissions@springernature.com.

Apress-Titel können in großen Mengen für akademische Zwecke, Unternehmen oder Werbezwecke erworben werden. Für die meisten Titel sind auch eBook-Versionen und -Lizenzen erhältlich. Weitere Informationen finden Sie auf unserer Webseite für Print- und eBook-Massenverkäufe unter <http://www.apress.com/bulk-sales>.

Jeglicher Quellcode oder anderes ergänzendes Material, auf das der Autor in diesem Buch verweist, ist für die Leser auf GitHub über die Produktseite des Buches verfügbar, die sich unter www.apress.com/978-3-662-66242-7 befindet. Für weitere Informationen besuchen Sie bitte <http://www.apress.com/source-code>.

Gedruckt auf säurefreiem Papier

*Dieses Buch ist Forrest M. Mims III gewidmet, dessen
„Engineer's Mini-Notebook“-Buchreihe ich als
Jugendlicher ununterbrochen gelesen habe und dessen
Arbeit als Bürgerwissenschaftler mich und viele andere
inspiriert hat.*

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	VII
Über den technischen Prüfer	IX
Danksagungen	XI
Kapitel 1: Einführung	1
1.1 Arbeiten mit Beispielen	2
1.2 Erstes Handwerkzeug und Zubehör	3
1.3 Sicherheitsrichtlinien	5
1.4 Elektrostatische Entladung	6
1.5 Richtiges Benutzen des Multimeters	6
Kapitel 2: Der Umgang mit Einheiten	9
2.1 SI-Einheiten	10
2.2 Skalierungseinheiten	11
2.3 Verwendung von Abkürzungen	13
2.4 Signifikante Zahlen	14
2.5 Anwenden, was Sie gelernt haben	16
Teil I: Grundlegende Konzepte	
Kapitel 3: Was ist Elektrizität?	21
3.1 Ladung	22
3.2 Messung von Ladung und Strom	24
3.3 AC vs. DC	26
3.4 In welche Richtung fließt der Strom?	27
3.5 Rückblick	28
3.6 Anwenden, was Sie gelernt haben	29
Kapitel 4: Spannung und Widerstand	31
4.1 Beschreibung der Spannung	31
4.2 Spannungen sind relativ	32
4.3 Relative Spannungen und Massepotenzial	33
4.4 Widerstand	34
4.5 Rückblick	36
4.6 Anwenden, was Sie gelernt haben	37

Kapitel 5: Ihr erster Schaltkreis	39
5.1 Schaltungsanforderungen	39
5.2 Grundlegende Komponenten	41
5.3 Erstellen Ihres ersten Schaltkreises	42
5.4 Hinzufügen von Drähten	45
5.5 Zeichnen von Schaltkreisen	45
5.6 Zeichnen der Masse	48
5.7 Rückblick	49
5.8 Anwenden, was Sie gelernt haben	50
Kapitel 6: Konstruieren und Testen von Schaltungen	53
6.1 Das lötfreie Breadboard	54
6.2 Aufsetzen einer Schaltung auf einem Breadboard	56
6.3 Weniger Drähte verwenden	60
6.4 Prüfen von Schaltkreisen mit einem Multimeter	63
6.5 Verwendung eines Multimeters mit einem Breadboard	66
6.6 Strommessung mit einem Multimeter	67
6.7 Verwendung eines Leistungsreglers	68
6.8 Rückblick	70
6.9 Anwenden, was Sie gelernt haben	72
Kapitel 7: Analyse von Reihen- und Parallelschaltungen	73
7.1 Reihenschaltungen	73
7.2 Parallelschaltungen	75
7.2.1 Kirchhoffsches Gesetz	75
7.2.2 Kirchhoffsches Gesetz	77
7.3 Äquivalenter Parallelwiderstand	79
7.4 Drähte in einem Stromkreis	83
7.5 Verdrahtung paralleler Schaltungen auf einem Breadboard	84
7.6 Rückblick	86
7.7 Anwenden, was Sie gelernt haben	87
Kapitel 8: Dioden und ihre Verwendung	91
8.1 Grundlegendes Verhalten von Dioden	91
8.2 Berechnung von Schaltungen mit in Reihe geschalteten Dioden	92
8.3 Berechnung von Schaltungen mit parallel geschalteten Dioden	94
8.4 Diodenkurzschlüsse	97
8.5 Nicht leitende Dioden	98
8.6 Verwendung von Dioden	99
8.7 Andere Arten von Schutzdioden	103
8.8 Zener-Dioden	104
8.9 Schottky-Diode	106

8.10 Diodenähnliches Verhalten in anderen Bauteilen	106
8.11 Rückblick.	106
8.12 Anwenden, was Sie gelernt haben.	108
Kapitel 9: Grundlegende Muster für Widerstandsschaltungen	111
9.1 Schalter und Tasten	112
9.2 Muster des Strombegrenzungswiderstandes	114
9.3 Spannungsteilermuster.	114
9.3.1 Berechnung der Spannungen	115
9.3.2 Ermittlung von Widerstandsverhältnissen	116
9.3.3 Ermittlung der Widerstandswerte.	117
9.3.4 Allgemeine Überlegungen	119
9.4 Der Pull-up-Widerstand.	119
9.5 Pull-down-Widerstände	121
9.6 Rückblick.	121
9.7 Anwenden, was Sie gelernt haben.	123
Kapitel 10: Leistung verstehen	125
10.1 Wichtige Begriffe im Zusammenhang mit Leistung	125
10.2 Leistung in der Elektronik	127
10.3 Leistungsbegrenzungen der Bauteile	128
10.4 Handhabung der Verlustleistung mit Kühlkörpern.	129
10.5 Energie umwandeln	130
10.6 Verstärkung von Signalen mit geringer Leistung.	132
10.7 Rückblick.	133
10.8 Anwenden, was Sie gelernt haben	134
Kapitel 11: Integrierte Schaltungen und Widerstandssensoren	137
11.1 Die Teile einer integrierten Schaltung	138
11.2 Der Spannungskomparator LM393	140
11.3 Die Bedeutung und die Probleme von Datenblättern.	142
11.4 Eine einfache Schaltung mit dem LM393	143
11.5 Resistive Sensoren und Spannungen	145
11.6 Erkennen und Reagieren auf Dunkelheit.	146
11.7 Quellen und Senken	148
11.8 Rückblick.	149
11.9 Anwenden, was Sie gelernt haben	151
Teil II: Digitale Elektronik und Mikrocontroller	
Kapitel 12: Verwendung von Logik-ICs	155
12.1 Logik-ICs.	155
12.2 Nutzung einer 5-V-Quelle	161
12.3 Pull-down-Widerstände	163

12.4 Kombinieren von Logikschaltungen	164
12.5 Chipnamen verstehen	169
12.6 Rückblick	170
12.7 Anwenden, was Sie gelernt haben	171
Kapitel 13: Einführung in Mikrocontroller	175
13.1 Der ATmega328/P-Chip	176
13.2 Die Arduino-Umgebung	178
13.3 Der Arduino Uno	179
13.4 Programmieren des Arduino	180
13.5 Rückblick	183
13.6 Anwenden, was Sie gelernt haben	183
Kapitel 14: Projekte mit einem Arduino bauen	185
14.1 Stromversorgung des Breadboards über einen Arduino Uno	185
14.2 Verdrahtung von Eingängen und Ausgängen mit einem Arduino Uno	186
14.3 Ein einfaches Arduino-Projekt mit LEDs	187
14.4 Ändern der Funktionalität ohne Neuverkabelung	190
14.5 Rückblick	191
14.6 Anwenden, was Sie gelernt haben	192
Kapitel 15: Analoge Eingabe und Ausgabe auf einem Arduino	193
15.1 Lesen von Analogeingängen	193
15.2 Analoger Ausgang mit PWM	196
15.3 Rückblick	199
15.4 Anwenden, was Sie gelernt haben	200
Teil III: Kondensatoren und Induktoren	
Kapitel 16: Kondensatoren	203
16.1 Was ist ein Kondensator?	203
16.2 Wie Kondensatoren funktionieren	204
16.3 Arten von Kondensatoren	207
16.4 Aufladen und Entladen eines Kondensators	209
16.5 Kondensatoren in Reihe- und parallel geschaltet	211
16.6 Kondensatoren und AC und DC	214
16.7 Verwendung von Kondensatoren in einer Schaltung	214
16.8 Rückblick	216
16.9 Anwenden, was Sie gelernt haben	218
Kapitel 17: Kondensatoren als Timer	219
17.1 Zeitkonstanten	219
17.2 Aufbau einer einfachen Timerschaltung	222
17.3 Zurücksetzen unseres Timers	226
17.4 Rückblick	229
17.5 Anwenden, was Sie gelernt haben	230

Kapitel 18: Einführung in Oszillatorschaltungen	231
18.1 Grundlagen der Oszillation	231
18.2 Die Bedeutung von Oszillatoren	233
18.3 Bau eines Oszillators	234
18.4 Berechnung der Ein- und Ausschaltzeiten mit dem 555er.	239
18.5 Auswahl des Kondensators	243
18.6 Rückblick.	244
18.7 Anwenden, was Sie gelernt haben	247
Kapitel 19: Klangerzeugung mit Oszillationen	249
19.1 Wie der Ton von Lautsprechern erzeugt wird	249
19.2 Elektrizität grafisch darstellen	250
19.3 Ausgeben eines Tons an den Kopfhörer.	252
19.4 AC vs. DC	253
19.5 Verwendung von Kondensatoren zur Trennung von AC- und DC-Bauteilen	254
19.6 Wattzahl der Lautsprecher	255
19.7 Klangregler	257
19.8 Rückblick.	258
19.9 Anwenden, was Sie gelernt haben	260
Kapitel 20: Induktoren	261
20.1 Induktoren, Spulen und magnetischer Fluss	261
20.1.1 Was ist ein Induktor?	261
20.1.2 Was ist ein magnetischer Fluss?	262
20.1.3 Was ist der Unterschied zwischen elektrischen und magnetischen Feldern?	262
20.2 Induzierte Spannungen.	264
20.3 Widerstand gegen Änderungen des Stroms	264
20.4 Analogie aus der Mechanik	265
20.5 Verwendungen von Induktoren	265
20.6 Induktiver Kick	266
20.7 Rückblick.	268
20.8 Anwenden, was Sie gelernt haben	269
Kapitel 21: Induktoren und Kondensatoren in Schaltkreisen	271
21.1 RL-Schaltungen und Zeitkonstanten	271
21.2 Induktoren und Kondensatoren als Filter.	273
21.3 Parallel und in Reihe geschaltete Kondensatoren und Induktoren	274
21.4 Rückblick.	275
21.5 Anwenden, was Sie gelernt haben	276
Kapitel 22: Blindwiderstand und Impedanz	279
22.1 Blindwiderstand.	279
22.2 Impedanz	281
22.3 RLC-Schaltungen.	284

X Inhaltsverzeichnis

22.4 Ohmsches Gesetz für Wechselstromkreise	286
22.5 Resonanzfrequenzen von RLC-Schaltungen	288
22.6 Tiefpassfilter	290
22.7 Umwandlung eines PWM-Signals in eine Spannung	290
22.8 Rückblick	291
22.9 Anwenden, was Sie gelernt haben	293
Kapitel 23: Gleichstrommotoren	295
23.1 Theorie der Funktionsweise	295
23.2 Wichtige Fakten über Motoren	296
23.3 Verwendung eines Motors in einer Schaltung	297
23.4 Befestigen von Dingen an Motoren	298
23.5 Bidirektionale Motoren	300
23.6 Servomotoren	300
23.7 Schrittmotoren	301
23.8 Rückblick	301
23.9 Anwenden, was Sie gelernt haben	302
Teil IV: Verstärkerschaltungen	
Kapitel 24: Leistungsverstärkung mit Transistoren	307
24.1 Ein Gleichnis zur Verstärkung	308
24.2 Verstärkung mit Transistoren	309
24.3 Teile des BJT	310
24.4 Grundlagen des npn-Transistorbetriebs	312
24.4.1 Regel 1: Der Transistor ist standardmäßig ausgeschaltet	312
24.4.2 Regel 2: V_{BE} muss 0,6 V betragen, um den Transistor einzuschalten	312
24.4.3 Regel 3: V_{BE} wird immer genau 0,6 V betragen, wenn der Transistor eingeschaltet ist	313
24.4.4 Regel 4: Der Kollektor sollte immer positiver sein als der Emitter	313
24.4.5 Regel 5: Wenn der Transistor eingeschaltet ist, ist I_{CE} eine lineare Verstärkung von I_{BE}	313
24.4.6 Regel 6: Der Transistor kann nicht mehr verstärken, als der Kollektor liefern kann	314
24.4.7 Regel 7: Wenn die Basisspannung größer ist als die Kollektorspannung, ist der Transistor gesättigt.	314
24.5 Der Transistor als Schalter	314
24.6 Anschließen eines Transistors an einen Arduino-Ausgang	318
24.7 Stabilisierung des Betawerts des Transistors mit einem Rückkopplungswiderstand	319
24.8 Ein Wort der Warnung	320
24.9 Rückblick	320
24.10 Anwenden, was Sie gelernt haben	322