

Simon Monk

Das Action-Buch für Maker

**Bewegung, Licht und Sound mit Arduino und
Raspberry Pi – Experimente und Projekte**



dpunkt.verlag

Simon Monk

Lektorat: Dr. Michael Barabas

Fachgutachter: Duncan Amos

Aktualisierungen: Maik Schmidt

Copy-Editing: Ursula Zimpfer

Übersetzung & Satz: G&U Language & Publishing Services GmbH, www.gundu.com

Herstellung: Nadine Thiele

Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, www.exclam.de

nach der Originalvorlage von No Starch Press

Druck und Bindung: M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, Paderborn

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN:

Print 978-3-86490-385-4

PDF 978-3-96088-027-1

ePub 978-3-96088-028-8

mobi 978-3-96088-029-5

1. Auflage 2016

Copyright © 2016 dpunkt.verlag GmbH

Wieblinger Weg 17

69123 Heidelberg

Authorized German translation of the English edition of *Make: Action* ISBN 9781457187797

© 2016 Simon Monk, published by Maker Media Inc.

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to sell the same.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

5 4 3 2 1 0

Inhalt

1 Einleitung	1
Arduino und Pi	1
Der Raspberry Pi	1
Der Arduino	4
Welches Gerät – Arduino oder Pi?	5
Alternativen	6
Zusammenfassung	8
2 Der Arduino	9
Was ist ein Arduino?	9
Die Arduino-IDE installieren	11
Sketche hochladen	13
Der Code zu diesem Buch	14
Programmierleitfaden	15
Setup und loop	15
Variablen	16
Digitale Ausgänge	16
Digitale Eingänge	17
Analoge Eingänge	19
Analoge Ausgänge	20
If/else	21
Steuerschleifen	22
Funktionen	23
Zusammenfassung	25
3 Der Raspberry Pi	27
Was ist ein Raspberry Pi?	27
Den Raspberry Pi einrichten	29
Eine Micro-SD-Karte mit NOOBS vorbereiten	30
SSH einrichten	31
SSH auf einem Windows-Computer	33
SSH auf Mac und Linux	34

Die Linux-Befehlszeile	35
Der Code zu diesem Buch	37
Programmierleitfaden	37
Hello, World	37
Tabulatoren und Einrückungen	38
Variablen	39
If, while usw.	39
Die Bibliothek RPi.GPIO	40
Der GPIO-Header	40
Digitale Ausgänge	41
Digitale Eingänge	42
Analoge Ausgänge	42
Zusammenfassung	42
4 Schnelleinstieg	43
Steckbrett	43
Wie funktioniert ein Steckbrett?	45
Ein Steckbrett an den Arduino anschließen	45
Ein Steckbrett an den Raspberry Pi anschließen	46
Die Software herunterladen	47
Experiment: Eine LED steuern	47
Stückliste	48
Schaltungsaufbau	48
Verbindungen mit dem Arduino	49
Die Software für den Arduino	50
Experimentieren mit dem Arduino	50
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	51
Die Software für den Raspberry Pi	52
Experimentieren mit dem Raspberry Pi	54
Der Code im Vergleich	54
Experiment: Einen Motor steuern	55
Stückliste	56
Schaltungsaufbau	56
Experimentieren ohne Arduino und Raspberry Pi	57
Verbindungen mit dem Arduino	58
Experimentieren mit dem Arduino	59
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	59
Experimentieren mit dem Raspberry Pi	59
Zusammenfassung	60

5 Grundlagen der Elektronik	61
Stromstärke, Spannung und Widerstand	61
Stromstärke	61
Spannung	63
Masse	63
Widerstand	63
Leistung	64
Häufig verwendete Bauteile	65
Widerstände	65
Transistoren	66
Dioden	73
LEDs	73
Kondensatoren	74
Integrierte Schaltkreise (ICs)	74
Das kleine Einmaleins der Anschlüsse	74
Digitale Ausgänge	75
Digitale Eingänge	75
Analoge Eingänge	75
Analoge Ausgänge	76
Serielle Kommunikation	76
Zusammenfassung	76
6 LEDs	77
Herkömmliche LEDs	77
Die Stromstärke begrenzen	78
Projekt: Ampel	80
Stückliste	81
Grundkonstruktion	81
Verbindungen mit dem Arduino	81
Die Software für den Arduino	82
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	83
Die Software für den Raspberry Pi	84
PWM für LEDs	85
RGB-LEDs	86
Experiment: Farben mischen	87
Die Hardware	87
Stückliste	89
Verbindungen mit dem Arduino	89
Die Software für den Arduino	90

Experimentieren mit dem Arduino	90
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	91
Die Software für den Raspberry Pi	92
Experimentieren mit dem Raspberry Pi	93
Zusammenfassung	94
7 Motoren, Pumpen und Aktoren	95
Drehzahlregelung (PWM)	97
Experiment: Die Drehzahl eines Gleichstrommotors regeln	97
Die Hardware	97
Verbindungen mit dem Arduino	97
Die Software für den Arduino	98
Experimentieren mit dem Arduino	100
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	100
Die Software für den Raspberry Pi	100
Experimentieren mit dem Raspberry Pi	102
Gleichstrommotoren über ein Relais steuern	102
Ein Relais mit dem Arduino oder dem Raspberry Pi schalten	104
Relaismodule	105
Experiment: Einen Gleichstrommotor über ein Relaismodul steuern	106
Stückliste	106
Verkabelung	107
Die Software für den Arduino	107
Die Software für den Raspberry Pi	108
Einen Motor auswählen	109
Drehmoment	109
Drehzahl	110
Getriebe	110
Getriebemotoren	111
Pumpen	111
Peristaltische Pumpen	112
Kreiselpumpen	113
Projekt: Arduino-Bewässerungsanlage für Zimmerpflanzen	114
Grundkonstruktion	114
Stückliste	115
Zusammenbau	116
Die Software	118
Das Projekt verwenden	120

Linearaktoren	121
Magnetventile	122
Zusammenfassung	124
8 Motorsteuerung für Fortgeschrittene	125
H-Brücken	126
H-Brücken auf einem Chip	127
Experiment: Drehrichtung und Drehzahl eines Motors steuern	129
Stückliste	130
Grundkonstruktion	131
Schaltungsaufbau	132
Experimentieren	133
Verbindungen mit dem Arduino	135
Die Software für den Arduino	136
Experimentieren mit dem Arduino	138
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	139
Die Software für den Raspberry Pi	139
Experimentieren mit dem Raspberry Pi	141
Andere H-Brücken-ICs	142
L298N	142
TB6612FNG	146
H-Brücken-Module	146
Projekt: Arduino-Getränkedosenpresse	148
Stückliste	149
Verkabelung	149
Mechanische Konstruktion	150
Die Software für den Arduino	150
Zusammenfassung	152
9 Servomotoren	153
Verschiedene Arten von Servomotoren	153
Servomotoren steuern	155
Experiment: Die Stellung eines Servomotors steuern	155
Die Hardware	156
Stückliste	157
Verbindungen mit dem Arduino	157
Die Software für den Arduino	158
Experimentieren mit dem Arduino	160
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	160

Die Software für den Raspberry Pi	161
Experimentieren mit dem Raspberry Pi	162
Projekt: Pepe, die tanzende Raspberry Pi-Marionette	163
Stückliste	164
Grundkonstruktion	164
Zusammenbau	165
Die Software	172
Die Marionette verwenden	174
Zusammenfassung	174
10 Schrittmotoren	175
Verschiedene Arten von Schrittmotoren	176
Bipolare Schrittmotoren	176
Experiment: Einen bipolaren Schrittmotor steuern	179
Stückliste	180
Grundkonstruktion	180
Die Arduino-Version	181
Verbindungen mit dem Arduino	181
Die Software für den Arduino (die ausführliche Variante)	183
Die Software für den Arduino (die einfache Variante)	185
Experimentieren mit dem Arduino	187
Die Raspberry Pi-Version	188
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	188
Die Software für den Raspberry Pi	189
Experimentieren mit dem Raspberry Pi	191
Unipolare Schrittmotoren	191
Darlington-Arrays	192
Experiment: Einen unipolaren Schrittmotor steuern	193
Die Hardware	194
Stückliste	195
Verbindungen mit dem Arduino	196
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	196
Die Software	197
Mikroschrittbetrieb	197
Experiment: Mikroschrittbetrieb mit dem Raspberry Pi	198
Stückliste	198
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	199
Software	199
Experimentieren	202

Bürstenlose Gleichstrommotoren	202
Zusammenfassung	204
11 Heizen und Kühlen	205
Widerstandsheizung	205
Experiment: Heizen mit Widerständen	205
Stückliste	206
Zusammenbau	206
Experimentieren	206
Projekt: Zufallsgesteuerter Arduino-Ballonzerplatzer	207
Stückliste	208
Die Hardware	208
Die Software	209
Den Ballonzerplatzer verwenden	211
Heizelemente	211
Leistung und Energie	212
Von der Leistung zum Temperaturanstieg	212
Kochendes Wasser	213
Peltier-Elemente	213
Wie funktioniert ein Peltier-Element?	214
Praktische Überlegungen	215
Projekt: Getränke Kühler	216
Stückliste	217
Zusammenbau	218
Das Projekt verwenden	219
Zusammenfassung	219
12 Regelkreise	221
Ein einfacher Thermostat	221
Experiment: Wie gut funktioniert ein Ein/Aus-Thermostat?	222
Stückliste	223
Grundkonstruktion	224
Schaltungsaufbau	225
Die Software	226
Experimentieren	229
Hysterese	231
PID-Steuerung	232
Proportionalität (P)	232
Integral (I)	234

Ableitung (Derivativ, D)	235
PID-Regler einstellen	235
Experiment: PID-geregelter Thermostat	236
Die Hardware	237
Die Software für den Arduino	237
Experimentieren mit dem Arduino	240
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	244
Die Software für den Raspberry Pi	245
Experimentieren mit dem Raspberry Pi	249
Projekt: Getränke Kühler mit Thermostat	250
Die Hardware	251
Stückliste	251
Grundkonstruktion	252
Zusammenbau	253
Die Software für den Arduino	255
Zusammenfassung	259
13 Wechselstrom schalten	261
Wechselstrom schalten – in der Theorie	262
Was ist Wechselstrom?	262
Relais	263
Optokoppler	264
Nulldurchgangs-Optokoppler und Triacs	265
Wechselstrom schalten – in der Praxis	266
Relaismodule	266
Halbleiterrelais	268
Der PowerSwitch Tail	269
Projekt: Zeitschaltuhr mit dem Raspberry Pi	269
Stückliste	270
Zusammenbau	270
Die Software	271
Das Projekt verwenden	272
Zusammenfassung	272
14 Displays	273
LED-Streifen	273
Experiment: Einen RGB-LED-Streifen steuern	274
Stückliste	275

Verbindungen mit dem Arduino	275
Die Software für den Arduino	276
Verbindungen mit dem Raspberry Pi	277
Die Software für den Raspberry Pi	279
I2C-OLED-Displays	281
Experiment: Ein I2C-Displaymodul an einem Raspberry Pi	282
Stückliste	282
Verbindungen	283
Die Software	283
Experimentieren	285
Projekt: Getränke Kühler mit Temperaturanzeige	286
Stückliste	286
Verbindungen	287
Die Software	287
Zusammenfassung	289
15 Ton	291
Experiment: Lautsprecher ohne Verstärkung am Arduino	291
Stückliste	292
Schaltungsaufbau	292
Die Software für den Arduino	293
Experimentieren mit dem Arduino	294
Verstärker	295
Experiment: Klangdateien auf einem Arduino abspielen	295
Stückliste	296
Die Klangdatei erstellen	296
Die Software für den Arduino	298
Experimentieren mit dem Arduino	298
Einen Verstärker an den Arduino anschließen	299
Klangdateien auf dem Raspberry Pi abspielen	301
Projekt: Pepe spricht	302
Stückliste	303
Schaltungsaufbau	304
Die Software	305
Die sprechende Marionette verwenden	307
Zusammenfassung	307

16 Das Internet der Dinge	309
Bottle für den Raspberry Pi	310
Projekt: Ein Webschalter mit dem Raspberry Pi	311
Die Hardware	311
Die Software	312
Den Webschalter verwenden	313
Der Arduino im Netzwerk	313
Projekt: Die tanzende Marionette über Twitter steuern	315
Pepe mit dem Internet verbinden	316
IFTTT (IF This Then That)	319
Das Projekt verwenden	321
Zusammenfassung	322
A Teile	323
Lieferanten	323
Widerstände und Kondensatoren	324
Halbleiterelemente	325
Anschlüsselemente	326
Verschiedenes	326
Pinbelegungen	327
B GPIO-Pinbelegung des Raspberry Pi	329
Stichwortverzeichnis	331