

John Boxall

# Arduino Workshops

Eine praktische Einführung mit 65 Projekten

**ct** Hardware  
**Hacks**  
edition

dpunkt.verlag



# **ARDUINO-WORKSHOPS**

**Eine praktische Einführung  
mit 65 Projekten**

**John Boxall**



dpunkt.verlag

Übersetzung: G&U Language & Publishing Services GmbH, [www.gundu.com](http://www.gundu.com)  
Satz: G&U Language & Publishing Services GmbH, [www.gundu.com](http://www.gundu.com)  
Copy-Editing: Alexander Reischert, Köln  
Lektorat: Dr. Michael Barabas  
Herstellung: Friederike Diefenbacher-Keita  
Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, [www.exclam.de](http://www.exclam.de)  
Druck und Bindung: M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 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  
Buch 978-3-86490-106-5  
PDF 978-3-86491-379-2  
ePub 978-3-86491-380-8

Deutsche Ausgabe der amerikanischen Auflage 2013  
Translation copyright für die deutschsprachige Ausgabe © 2013 dpunkt.verlag GmbH  
Wieblinger Weg 17  
69123 Heidelberg

Copyright der amerikanischen Originalausgabe © 2013 by John Boxall  
Title of American original: Arduino Workshop – A Hands-On Introduction  
with 65 Projects  
No Starch Press, Inc., San Francisco • [www.nostarch.com](http://www.nostarch.com)  
ISBN: 978-1-59327-448-1

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt.  
Alle Rechte vorbehalten.

Die Zusammenstellung der Software wurde nach bestem Wissen und Gewissen  
vorgenommen.

Bitte berücksichtigen Sie die jeweiligen Copyright-Hinweise, die bei den Programmen  
enthalten sind.

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  
im Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

5 4 3 2 1 0

*Für die beiden Menschen, die stets an mich geglaubt haben:  
meine Mutter und meine liebste Kathleen*



# Inhalt

Danksagung . . . . .	xxiii
Kapitel 1: Einführung . . . . .	1
Kapitel 2: Ein genauerer Blick auf den Arduino und die IDE . . . . .	19
Kapitel 3: Erste Schritte . . . . .	35
Kapitel 4: Grundbausteine . . . . .	59
Kapitel 5: Funktionen . . . . .	103
Kapitel 6: Zahlen, Variablen und arithmetische Operationen . . . . .	121
Kapitel 7: Flüssigkristallanzeigen . . . . .	163
Kapitel 8: Den Arduino erweitern . . . . .	179
Kapitel 9: Numerische Tastenfelder . . . . .	209
Kapitel 10: Benutzereingaben über einen Touchscreen . . . . .	217
Kapitel 11: Gestatten, Familie Arduino! . . . . .	229
Kapitel 12: Motoren und Bewegung . . . . .	249
Kapitel 13: GPS für den Arduino . . . . .	285
Kapitel 14: Drahtlose Datenübertragung . . . . .	301
Kapitel 15: Infrarot-Fernbedienungen . . . . .	317
Kapitel 16: RFID-Transponder lesen . . . . .	329
Kapitel 17: Datenbusse . . . . .	343
Kapitel 18: Echtzeituhren . . . . .	361
Kapitel 19: Das Internet . . . . .	379
Kapitel 20: Mobilfunkkommunikation . . . . .	395
Index . . . . .	413



# Inhaltsverzeichnis

<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>XXIII</b>
-------------------------	--------------

## 1

<b>EINFÜHRUNG .....</b>	<b>1</b>
Unbegrenzte Möglichkeiten .....	2
Die Masse macht's .....	6
Teile und Zubehör .....	6
Erforderliche Software .....	7
Mac OS X .....	8
Windows XP und neuer .....	11
Ubuntu Linux 9.04 und höher .....	15
Sicherheit .....	17
Ausblick .....	18

## 2

<b>EIN GENAUERER BLICK AUF DEN ARDUINO UND DIE IDE .....</b>	<b>19</b>
Der Arduino .....	19
Die IDE .....	25
Der Befehlsbereich .....	26
Der Textbereich .....	27
Der Meldungsbereich .....	27
Ein erster Sketch in der IDE .....	28
Kommentare .....	28
Die Einrichtungsfunktion .....	29
Die Hardware steuern .....	29
Die Schleifenfunktion .....	30
Den Sketch überprüfen .....	32
Den Sketch hochladen und ausführen .....	33
Den Sketch bearbeiten .....	33
Ausblick .....	33

### 3

<b>ERSTE SCHRITTE</b> .....	<b>35</b>
Projekte planen .....	36
Elektrizität .....	37
Stromstärke .....	37
Spannung .....	37
Leistung .....	37
Elektronische Bauteile .....	38
Widerstände .....	38
Leuchtdioden (LEDs) .....	42
Steckplatinen .....	44
<b>Projekt Nr. 1: LED-La-Ola</b> .....	46
Der Algorithmus .....	46
Die Hardware .....	46
Der Sketch .....	46
Der Schaltplan .....	48
Den Sketch ausführen .....	48
Verwenden von Variablen .....	49
<b>Projekt Nr. 2: Wiederholungen mit for-Schleifen</b> .....	50
Die Helligkeit der LEDs durch Pulsbreitenmodulation ändern .....	51
<b>Projekt Nr. 3: PBM-Beispiel</b> .....	53
Weitere elektronische Bauteile .....	53
Transistoren .....	54
Gleichrichterdiode .....	55
Relais .....	56
Schaltungen mit höherer Spannung .....	56
Ausblick .....	58

### 4

<b>GRUNDBAUSTEINE</b> .....	<b>59</b>
Schaltpläne .....	60
Symbole für die Bauteile .....	60
Leitungen in Schaltplänen .....	63
Schaltpläne analysieren .....	64

Kondensatoren . . . . .	65
Die Kapazität von Kondensatoren . . . . .	65
Kapazitätswerte ablesen . . . . .	66
Arten von Kondensatoren . . . . .	66
Digitale Eingänge . . . . .	68
<b>Projekt Nr. 4: Beispiel für digitale Eingänge . . . . .</b>	<b>70</b>
Der Algorithmus . . . . .	70
Die Hardware . . . . .	70
Der Schaltplan . . . . .	70
Der Sketch . . . . .	74
Den Sketch ändern . . . . .	75
Den Sketch analysieren . . . . .	75
Konstanten mit #define erstellen . . . . .	75
Digitale Eingangspins messen . . . . .	76
Entscheidungen mit if . . . . .	76
Mehr Entscheidungsmöglichkeiten mit if-then-else . . . . .	77
Boolesche Variablen . . . . .	78
Logische Vergleichsoperatoren . . . . .	78
Zwei und mehr Vergleiche . . . . .	79
<b>Projekt Nr. 5: Eine Verkehrsampel . . . . .</b>	<b>80</b>
Das Ziel . . . . .	80
Der Algorithmus . . . . .	81
Die Hardware . . . . .	81
Der Schaltplan . . . . .	81
Der Sketch . . . . .	83
Den Sketch ausführen . . . . .	85
Analoge und digitale Signale . . . . .	86
<b>Projekt Nr. 6: Ein Testgerät für Einzelzellenbatterien . . . . .</b>	<b>88</b>
Das Ziel . . . . .	88
Der Algorithmus . . . . .	88
Die Hardware . . . . .	88
Der Schaltplan . . . . .	89
Der Sketch . . . . .	90
Rechnen mit dem Arduino . . . . .	91
Fließkommavariablen . . . . .	91
Vergleichsoperatoren für Berechnungen . . . . .	91

Die Genauigkeit der Analogmessung durch eine Bezugsspannung verbessern . . . . .	92
Externe Bezugsspannung . . . . .	92
Interne Bezugsspannung . . . . .	94
Regelbare Widerstände . . . . .	94
Piezoelektrische Summer . . . . .	95
Das Schaltplansymbol . . . . .	96
<b>Projekt Nr. 7: Einen Piezosummer ausprobieren</b> . . . . .	97
<b>Projekt Nr. 8: Ein Thermometer mit Ampelanzeige</b> . . . . .	98
Das Ziel . . . . .	99
Die Hardware . . . . .	99
Der Schaltplan . . . . .	100
Der Sketch . . . . .	100
Den Sketch weiterverwenden . . . . .	102
Ausblick . . . . .	102
<b>5</b>	
<b>FUNKTIONEN</b> . . . . .	<b>103</b>
<b>Projekt Nr. 9: Eine Funktion zur Wiederholung einer Aktion erstellen</b> . . . . .	104
<b>Projekt Nr. 10: Eine Funktion mit einstellbarem Blinkvorgang erstellen</b> . . . . .	105
Funktionen zur Rückgabe von Werten . . . . .	106
<b>Projekt Nr. 11: Ein Thermometer mit Blinkcodeanzeige</b> . . . . .	107
Die Hardware . . . . .	107
Der Schaltplan . . . . .	108
Der Sketch . . . . .	108
Daten vom Arduino im seriellen Monitor anzeigen . . . . .	110
Der serielle Monitor . . . . .	110
<b>Projekt Nr. 12: Die Temperatur im seriellen Monitor anzeigen</b> . . . . .	112
Debugging im seriellen Monitor . . . . .	114
Entscheidungen mit while-Anweisungen . . . . .	114
do-while . . . . .	115
Daten vom seriellen Monitor an den Arduino senden . . . . .	115
<b>Projekt Nr. 13: Eine Zahl mit 2 multiplizieren</b> . . . . .	116
long-Variablen . . . . .	117
<b>Projekt Nr. 14: long-Variablen verwenden</b> . . . . .	118
Ausblick . . . . .	119

**ZAHLEN, VARIABLEN UND ARITHMETISCHE OPERATIONEN .... 121**

Zufallszahlen generieren .....	122
Zufallszahlen aus dem Umgebungsstrom generieren .....	122
<b>Projekt Nr. 15: Einen elektronischen Würfel erstellen .....</b>	<b>124</b>
Die Hardware .....	124
Der Schaltplan .....	124
Der Sketch .....	125
Den Sketch ändern .....	127
Schnellkurs in Binärzahlen .....	127
Bytevariablen .....	128
Erweitern der digitalen Ausgänge mit Schieberegistern .....	129
<b>Projekt Nr. 16: Eine Binärzahlenanzeige aus LEDs bauen .....</b>	<b>130</b>
Die Hardware .....	130
Der Anschluss des 74HC595 .....	131
Der Sketch .....	132
<b>Projekt Nr. 17: Ein Binärzahlenquiz konstruieren .....</b>	<b>133</b>
Der Algorithmus .....	134
Der Sketch .....	134
Arrays .....	137
Arrays definieren .....	137
Auf Werte in Arrays verweisen .....	137
In Arrays lesen und schreiben .....	137
Siebensegmentanzeigen .....	139
Die LEDs steuern .....	140
<b>Projekt Nr. 18: Eine einstellige Anzeige konstruieren .....</b>	<b>141</b>
Die Hardware .....	141
Der Schaltplan .....	142
Der Sketch .....	142
Zweistellige Zahlen anzeigen .....	144
<b>Projekt Nr. 19: Zwei Siebensegmentanzeigen steuern .....</b>	<b>144</b>
Die Hardware .....	144
Der Schaltplan .....	144
Modulo .....	145

<b>Projekt Nr. 20: Ein Digitalthermometer konstruieren</b> .....	147
Die Hardware .....	147
Der Sketch .....	147
<b>LED-Matrixanzeigen</b> .....	149
Die LED-Matrix im Schaltplan .....	149
Die Verbindungen herstellen .....	151
<b>Bitarithmetik</b> .....	152
Der bitweise AND-Operator .....	152
Der bitweise OR-Operator .....	152
Der bitweise XOR-Operator .....	153
Der bitweise NOT-Operator .....	153
Bitverschiebung nach links und rechts .....	153
<b>Projekt Nr. 21: Eine LED-Matrix steuern</b> .....	154
<b>Projekt Nr. 22: Bilder auf einer LED-Matrix anzeigen</b> .....	156
<b>Projekt Nr. 23: Ein Bild auf einer LED-Matrix darstellen</b> .....	158
<b>Projekt Nr. 24: Eine LED-Matrix animieren</b> .....	160
Der Sketch .....	160
<b>Ausblick</b> .....	161

## 7

<b>FLÜSSIGKRISTALLANZEIGEN</b> .....	<b>163</b>
<b>LCD-Zeichenmodule</b> .....	163
Ein LCD-Zeichenmodul in einem Sketch verwenden .....	164
Text anzeigen .....	166
Variablen und Zahlen anzeigen .....	167
<b>Projekt Nr. 25: Eigene Zeichen definieren</b> .....	168
<b>LCD-Grafikmodule</b> .....	170
Das LCD-Grafikmodul anschließen .....	171
Die Flüssigkristallanzeige verwenden .....	172
Die Anzeige steuern .....	172
<b>Projekt Nr. 26: Textfunktionen in Aktion</b> .....	173
Aufwändigere Anzeigeeffekte hervorrufen .....	174
<b>Projekt Nr. 27: Eine Temperaturverlaufskurve aufzeichnen</b> .....	175
Der Algorithmus .....	175
Die Hardware .....	176
Das Ergebnis .....	178
Den Sketch ändern .....	178
<b>Ausblick</b> .....	178

<b>DEN ARDUINO ERWEITERN .....</b>	<b>179</b>
Shields .....	180
ProtoShield .....	182
<b>Projekt Nr. 28: Einen eigenen Shield mit acht LEDs konstruieren .....</b>	<b>183</b>
Die Hardware .....	183
Der Schaltplan .....	184
Die Struktur der ProtoShield-Platine .....	184
Der Entwurf .....	185
Die Bauteile festlöten .....	186
Den selbst gebauten Shield ändern .....	188
Sketche durch Bibliotheken erweitern .....	188
Die Bibliotheken für einen Shield importieren .....	188
microSD-Speicherkarten .....	192
Die microSD-Karte prüfen .....	193
<b>Projekt Nr. 29: Daten auf die Speicherkarte schreiben .....</b>	<b>194</b>
<b>Projekt Nr. 30: Ein Gerät zur Temperaturoaufzeichnung konstruieren .....</b>	<b>196</b>
Die Hardware .....	196
Der Sketch .....	197
Zeitmessung mit millis() und micros() .....	199
<b>Projekt Nr. 31: Eine Stoppuhr konstruieren .....</b>	<b>201</b>
Die Hardware .....	201
Der Sketch .....	202
Interrupts .....	204
Interrupt-Modi .....	205
Interrupts einrichten .....	205
Interrupts aktivieren und deaktivieren .....	206
<b>Projekt Nr. 32: Interrupts verwenden .....</b>	<b>206</b>
Der Sketch .....	206
Ausblick .....	208

<b>NUMERISCHE TASTENFELDER .....</b>	<b>209</b>
Numerische Tastenfelder verwenden .....	209
Ein Tastenfeld anschließen .....	210
Programme für das Tastenfeld schreiben .....	210
Den Sketch testen .....	212

Entscheidungen mit switch-case	212
<b>Projekt Nr. 33: Ein Schloss mit Tastenfeld konstruieren</b>	213
Der Sketch	213
Funktionsweise	215
Den Sketch testen	216
Ausblick	216

## 10

### **BENUTZEREINGABEN ÜBER EINEN TOUCHSCREEN** ..... 217

Touchscreens	217
Den Touchscreen anschließen	218
<b>Projekt Nr. 34: Bereiche auf dem Touchscreen ansprechen</b>	219
Die Hardware	219
Der Sketch	219
Den Sketch testen	221
Kartierung des Touchscreens	221
<b>Projekt Nr. 35: Einen Ein/Aus-Schalter mit zwei Zonen entwerfen</b>	222
Der Sketch	223
Funktionsweise	224
Den Sketch testen	225
<b>Projekt Nr. 36: Einen Schalter mit drei Berührungszonen entwerfen</b>	225
Die Touchscreen-Karte	225
Der Sketch	226
Funktionsweise	228
Ausblick	228

## 11

### **GESTATTEN, FAMILIE ARDUINO!** ..... 229

<b>Projekt Nr. 37: Einen eigenen Steckplatten-Arduino bauen</b>	229
Die Hardware	230
Der Schaltplan	233
Die Arduino-Pins	235
Einen Testsketch ausführen	236
Anschluss an eine handelsübliche Arduino-Platine	238

Die zahlreichen verschiedenen Arduino-Platinen	240
Arduino Uno	241
Freetronics Eleven	242
Der Freeduino	243
Der Boarduino	243
Der Arduino Nano	244
Der Arduino LilyPad	244
Der Arduino Mega 2560	245
Der Freetronics EtherMega	246
Der Arduino Due	246
Ausblick	248

## 12

### **MOTOREN UND BEWEGUNG** ..... 249

Kleine Bewegungen mithilfe von Stellmotoren	249
Stellmotoren auswählen	250
Einen Stellmotor anschließen	251
Den Stellmotor in Bewegung setzen	251
<b>Projekt Nr. 38: Ein Zeigerthermometer bauen</b>	252
Die Hardware	252
Der Schaltplan	253
Der Sketch	253
E-Motoren	255
Der Darlington-Transistor TIP120	255
<b>Projekt Nr. 39: Den Motor steuern</b>	256
Die Hardware	256
Der Schaltplan	257
Der Sketch	258
<b>Projekt Nr. 40: Einen Roboter mit Raupenantrieb bauen und steuern</b>	259
Die Hardware	259
Der Shield	262
Der Sketch	264
Kollisionserkennung	267

<b>Projekt Nr. 41: Kollisionen mithilfe eines Mikroschalters erkennen</b> . . . . .	267
Der Schaltplan . . . . .	268
Der Sketch . . . . .	269
Infrarotsensoren zur Abstandsmessung . . . . .	271
Verkabelung . . . . .	272
Den IR-Abstandssensor testen . . . . .	272
<b>Projekt Nr. 42: Kollisionen mithilfe eines IR-Abstandssensors verhindern</b> . . . . .	274
Ultraschallsensoren . . . . .	277
Den Ultraschallsensor anschließen . . . . .	277
Den Ultraschallsensor verwenden . . . . .	277
Den Ultraschallsensor testen . . . . .	278
<b>Projekt Nr. 43: Kollisionen mithilfe eines Ultraschall-Abstandssensors verhindern</b> . . . . .	280
Der Sketch . . . . .	280
Ausblick . . . . .	283

## 13

<b>GPS FÜR DEN ARDUINO</b> . . . . .	<b>285</b>
Was ist GPS? . . . . .	285
Den GPS-Shield testen . . . . .	287
<b>Projekt Nr. 44: Ein einfaches GPS-Empfängergerät konstruieren</b> . . . . .	289
Die Hardware . . . . .	290
Der Sketch . . . . .	290
Die Position auf dem LCD-Bildschirm anzeigen . . . . .	291
<b>Projekt Nr. 45: Eine genaue GPS-gestützte Uhr konstruieren</b> . . . . .	292
Die Hardware . . . . .	292
Der Sketch . . . . .	292
<b>Projekt Nr. 46: Den Bewegungsverlauf eines Objekts aufzeichnen</b> . . . . .	294
Die Hardware . . . . .	295
Der Sketch . . . . .	295
Standorte auf der Landkarte anzeigen . . . . .	297
Ausblick . . . . .	299

## 14

<b>DRAHTLOSE DATENÜBERTRAGUNG</b> .....	<b>301</b>
Preiswerte Module für die drahtlose Datenübertragung .....	301
<b>Projekt Nr. 47: Eine drahtlose Fernbedienung konstruieren</b> .....	<b>303</b>
Die Hardware für die Senderschaltung .....	303
Der Schaltplan für den Sender .....	303
Die Hardware für die Empfängerschaltung .....	304
Der Schaltplan für den Empfänger .....	305
Der Sketch für den Sender .....	306
Der Sketch für den Empfänger .....	307
XBee-Module für eine drahtlose Übertragung mit größerer Reichweite und höherer Geschwindigkeit .....	309
<b>Projekt Nr. 48: Datenübertragung mit einem XBee-Modul</b> .....	<b>310</b>
Der Sketch .....	311
Den Computer für den Datenempfang einrichten .....	311
<b>Projekt Nr. 49: Ein ferngesteuertes Thermometer bauen</b> .....	<b>312</b>
Die Hardware .....	313
Der Aufbau .....	313
Der Sketch .....	314
Betrieb .....	316
Ausblick .....	316

## 15

<b>INFRAROT-FERNBEDIENUNGEN</b> .....	<b>317</b>
Was ist Infrarot? .....	317
Vorbereitung für die Infrarotübertragung .....	318
Der IR-Empfänger .....	318
Die Fernbedienung .....	319
Der Testsketch .....	319
Den Sketch testen .....	320
<b>Projekt Nr. 50: Den Arduino fernsteuern</b> .....	<b>321</b>
Die Hardware .....	321
Der Sketch .....	321
Den Sketch erweitern .....	324
<b>Projekt Nr. 51: Ein Raupenfahrzeug fernsteuern</b> .....	<b>324</b>
Die Hardware .....	324
Der Sketch .....	324
Ausblick .....	327

## 16

<b>RFID-TRANSPONDER LESEN</b> .....	<b>329</b>
Das Innenleben von RFID-Transpondern .....	330
Die Hardware testen .....	331
Der Schaltplan .....	331
Die Schaltung prüfen .....	331
<b>Projekt Nr. 52: Ein einfaches RFID-Steuerungssystem konstruieren</b> .....	<b>333</b>
Der Sketch .....	333
Funktionsweise .....	335
Daten im eingebauten EEPROM des Arduino speichern .....	336
Lesen und Schreiben im EEPROM .....	337
<b>Projekt Nr. 53: Ein RFID-Steuerungssystem konstruieren, das sich die letzte Aktion merkt</b> .....	<b>338</b>
Der Sketch .....	339
Funktionsweise .....	342
Ausblick .....	342

## 17

<b>DATENBUSSE</b> .....	<b>343</b>
Der I <sup>2</sup> C-Bus .....	343
<b>Projekt Nr. 54: Einen externen EEPROM verwenden</b> .....	<b>345</b>
Die Hardware .....	346
Der Schaltplan .....	346
Der Sketch .....	347
Das Ergebnis .....	349
<b>Projekt Nr. 55: Einen IC zur Porterweiterung verwenden</b> .....	<b>350</b>
Die Hardware .....	350
Der Schaltplan .....	350
Der Sketch .....	352
Der SPI-Bus .....	353
Die Anschlüsse .....	353
Den SPI-Bus nutzen .....	354
Daten an ein SPI-Gerät senden .....	355
<b>Projekt Nr. 56: Ein Digitalpotenziometer verwenden</b> .....	<b>356</b>
Die Hardware .....	356
Der Schaltplan .....	357
Der Sketch .....	357
Ausblick .....	359

## 18

<b>ECHTZEITUHREN</b> .....	<b>361</b>
Der Anschluss des RTC-Moduls .....	362
<b>Projekt Nr. 57: Datum und Uhrzeit mit einem RTC-Modul einstellen und anzeigen</b> .....	362
Die Hardware .....	363
Der Sketch .....	363
Funktionsweise .....	366
<b>Projekt Nr. 58: Eine einfache Digitaluhr bauen</b> .....	367
Die Hardware .....	367
Der Sketch .....	368
Funktionsweise .....	371
<b>Projekt Nr. 59: Eine Stechuhr konstruieren</b> .....	372
Die Hardware .....	372
Der Sketch .....	373
Funktionsweise .....	377
Ausblick .....	378

## 19

<b>DAS INTERNET</b> .....	<b>379</b>
Erforderliches Material .....	379
<b>Projekt Nr. 60: Eine Fernüberwachungsstation konstruieren</b> .....	381
Die Hardware .....	381
Der Sketch .....	382
Fehlersuche .....	384
Funktionsweise .....	385
<b>Projekt Nr. 61: Einen Arduino-Tweeter konstruieren</b> .....	386
Die Hardware .....	387
Der Sketch .....	387
Den Arduino vom Web aus steuern .....	388
<b>Projekt Nr. 62: Eine Fernsteuerung für den Arduino einrichten</b> .....	389
Die Hardware .....	390
Der Sketch .....	391
Den Arduino fernsteuern .....	392
Ausblick .....	393

<b>MOBILFUNKKOMMUNIKATION .....</b>	<b>395</b>
Die Hardware .....	396
Den Power-Shield vorbereiten .....	397
Die Hardware einrichten und testen .....	398
Die Betriebsfrequenz ändern .....	400
<b>Projekt Nr. 63: Ein Arduino-Wählergerät bauen .....</b>	<b>403</b>
Die Hardware .....	403
Der Schaltplan .....	403
Der Sketch .....	404
Funktionsweise .....	405
<b>Projekt Nr. 64: Textnachrichten mit dem Arduino senden .....</b>	<b>406</b>
Der Sketch .....	406
Funktionsweise .....	407
<b>Projekt Nr. 65: Eine SMS-Fernsteuerung einrichten .....</b>	<b>408</b>
Die Hardware .....	408
Der Schaltplan .....	408
Der Sketch .....	409
Funktionsweise .....	412
Ausblick .....	412
<b>INDEX .....</b>	<b>413</b>

# Danksagung

An erster Stelle ein großes Dankeschön an das Arduino-Team: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino und David Mellis. Ohne eure Vorstellungskraft, eure Ideen und harte Arbeit wäre all dies nicht möglich.

Vielen Dank auch an meinen Fachgutachter Marc Alexander für seine Beiträge, Fachkenntnisse, Vorschläge, Unterstützung, Ideen und die langen Gespräche – und für seine Zähigkeit, ein so umfangreiches Projekt durchzustehen.

Ich möchte auch den folgenden Organisationen für die Bereitstellung von Bildern und für ihre Ermutigung danken: Adafruit Industries, Agilent Technologies, Gravitech, Freetronics, oomlout, Seeed Studio, Sharp Corporation und SparkFun. An Freetronics geht dabei noch ein zusätzliches Dankeschön für die hervorragenden Hardwareprodukte. Außerdem möchte ich bei all jenen danken, die viel Zeit in die Entwicklung der Arduino-Bibliotheken gesteckt und uns allen damit das Leben erleichtert haben.

Hut ab vor dem Team von Fritzing und ein Dankeschön für das wunderbare Open-Source-Programm zur Konstruktion von Schaltplänen, das ich in diesem Buch benutzt habe.

Außerdem möchte ich (ohne besondere Reihenfolge) den folgenden Personen danken, die mir Ermutigung, Anregung und Unterstützung geboten haben: Iraphne Childs, Limor Fried, Jonathan Oxe, Philip Lindsay, Nicole Kilah, Ken Shirriff, Nathan Kennedy, David Jones und Nathan Seidle.

Abschließend geht mein Dank noch an alle Mitarbeiter von No Starch Press, vor allem an Sondra Silverhawk, die mir dieses Buch vorschlug, an Serena Young für die engagierte Bearbeitung des Textes und an Bill Pollock für seine Unterstützung und Anleitung sowie dafür, dass er mich manchmal davon überzeugen konnte, dass es noch bessere Möglichkeiten gibt, um etwas zu erklären.

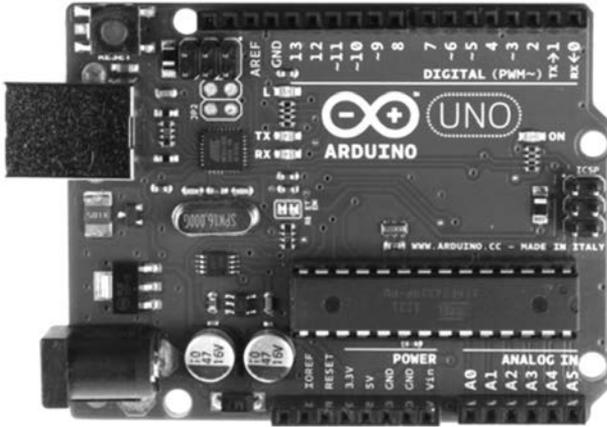
# 1

## Einführung

Haben Sie sich beim Anblick eines technischen Geräts – etwa bei einem ferngesteuerten Bootsmodell, einer Liftsteuerung, einem Verkaufsautomaten oder einem elektronischen Spielzeug – jemals gefragt, wie es funktioniert? Haben Sie jemals den Wunsch verspürt, einen eigenen Roboter, einen elektronischen Signalgeber für eine Modelleisenbahn oder ein System zu bauen, um Wetterdaten aufzuzeichnen und zu analysieren?

Die Arduino-Platine (die Sie in Abb. 1–1 sehen) bietet Ihnen Gelegenheit, einige Geheimnisse der Elektronik auf praktische Weise zu erforschen. Das ursprünglich von Massimo Banzi und David Cuartielles erfundene System Arduino stellt eine günstige Möglichkeit dar, um interaktive Projekte wie ferngesteuerte Roboter, GPS-Ortungssysteme und elektronische Spiele zu konstruieren.

Seit der Einführung im Jahr 2005 ist das Arduino-Projekt exponentiell zu einem blühenden Geschäft gewachsen. Unterstützt wird es durch eine Community von Personen, die den gemeinsamen Wunsch haben, Neues zu erschaffen. Einzelpersonen und Gruppen, von Interessengruppen über Vereine und lokale Hackergemeinschaften bis zu pädagogischen Einrichtungen, zeigen Interesse am Experimentieren mit Arduino.



**Abb. 1-1** Die Arduino-Platine

Um sich eine Vorstellung von der Vielfalt der Arduino-Projekte zu machen, die bisher realisiert wurden, können Sie einfach im Internet danach suchen. Dabei werden Sie verschiedene Gruppen finden, die Einführungskurse und gemeinsame Arbeiten mit gleichgesinnten, kreativen Menschen anbieten.

## Unbegrenzte Möglichkeiten

Schon beim Durchblättern dieses Buches werden Sie feststellen, dass Arduino vielfältige Möglichkeiten bietet – von ganz einfachen Dingen, wie beispielsweise eine Lampe blinken zu lassen, bis zu komplizierten, etwa einer Interaktion mit einem Mobiltelefon.

Sehen Sie sich beispielsweise Philip Lindsays Gerät aus Abbildung 1–2 an. Es kann Textnachrichten von Mobiltelefonen empfangen und sie auf Leuchtbändern darstellen, wie man es in vielen Geschäften sieht. Dieses Gerät enthält eine Arduino-Platine und ein Handy-Shield, um Textnachrichten von einem Mobiltelefon empfangen zu können (ähnlich wie in Projekt 65). Die Nachricht wird dann an ein zwei große, preisgünstige Punktmatrix-Anzeigen geleitet, um sie gut sichtbar darzustellen.



**Abb. 1-2** SMS-Lauftext

Große Anzeigetafeln, die mit einem Arduino verbunden werden können, sind käuflich zu erwerben, weshalb Sie sie nicht selbst basteln müssen. (Mehr dazu erfahren Sie auf <http://www.labradoc.com/i/follower/p/project-sms-text-scroller>.)

Wie wäre es mit einer einzigartigen Form von Heiratsantrag? Tyler Cooper wollte seiner Freundin auf originelle Weise einen Antrag machen, weshalb er ein Gerät konstruierte, das er einen »umgekehrten Geocache« nennt. Es handelt sich dabei um ein kleines Kästchen, das einen Verlobungsring enthält (siehe Abb. 1–3). Wird es in eine bestimmte Gegend getragen (was der interne GPS-Empfänger feststellt), dann entriegelt es sich, um die romantische Nachricht und den Ring freizugeben. Dieses Gerät können Sie mithilfe einer Arduino-Platine, eines GPS-Empfängers und eines LCD-Moduls (wie es in Kapitel 13 verwendet wird) sowie einem kleinen Servomotor leicht nachbauen. Letzterer dient als Riegel, um das Kästchen verschlossen zu halten, bis es sich am richtigen Ort befindet. Der erforderliche Code ist ziemlich einfach und in wenigen Stunden zu schreiben. Am zeitaufwändigsten ist die Auswahl des passenden Kästchens für das System. (Weitere Informationen erhalten Sie unter <http://learn.adafruit.com/reverse-geocache-engagement-box/>.)



**Abb. 1–3** Heiratsantrag via Arduino

Ein weiteres Beispiel: Kurt Schulz wollte den Ladezustand der Batterie in seinem Moped überwachen. Nachdem er aber festgestellt hatte, wie einfach es ist, mit dem Arduino zu arbeiten, entwickelte sich dieses Projekt zu etwas,

was er letztlich »Scooterputer« nannte – ein umfassendes Moped-Überwachungssystem. Der Scooterputer misst nicht nur die Batteriespannung, sondern kann auch Geschwindigkeit, zurückgelegte Strecke, Neigungswinkel, Temperatur, Uhrzeit und Datum, GPS-Position usw. anzeigen. Außerdem enthält er einen Mobiltelefon-Shield, der ferngesteuert werden kann. Damit ist es möglich, das Fahrzeug zu verfolgen, wenn es gestohlen werden sollte, und den Motor ferngesteuert abzuschalten. Das gesamte System wird über einen Touchscreen gesteuert (siehe Abb. 1–4). Jede der Funktionen bildet dabei einen einfachen Baustein, und ein ähnliches Gesamtsystem könnte jedermann innerhalb weniger Wochenenden zusammenstellen. (Mehr darüber auf <http://www.janspace.com/b2evolution/arduino.php/2010/06/26/scooterputer/>.)



**Abb. 1–4** Die Anzeige des Scooterputers (mit freundlicher Genehmigung von Kurt Schulz)

Als Nächstes haben wir John Sarik, der sich gern mit den beliebten Sudoku-Rätseln beschäftigt ... und mit Nixie-Röhren zur Anzeige von Ziffern herumspielt. Diese beiden Antriebsfedern regten ihn dazu an, einen großen 81-stelligen Sudoku-Computer zu bauen. Der Benutzer kann das gesamte 9 x 9-Feld bespielen, wobei der Arduino die Zahlenanzeige steuert und die Einträge auf Gültigkeit prüft. Dies ist zwar schon ein Projekt für Fortgeschrittene, aber durchaus realisierbar, und auch die Elektronik ist nicht sehr

kompliziert. Das Gerät ist ziemlich groß und sieht an der Wand beeindruckend aus, wie Abbildung 1–5 zeigt. (Mehr darüber auf <http://trashbearlabs.wordpress.com/2010/07/09/nixie-sudoku/>.)



**Abb. 1–5** Ein Sudoku aus Nixie-Röhren

Das Team von Oomlout hat mit dem Arduino sogar eine Schreibmaschine gebaut, den TwypeWriter. Dabei ist ein Arduino über einen Ethernet-Shield mit dem Internet verbunden und durchsucht Twitter nach bestimmten Schlüsselwörtern. Wird ein Begriff gefunden, so wird der entsprechende Tweet an eine elektrische Schreibmaschine gesendet, um ihn auszudrucken. Der Arduino ist mit den Tastaturschaltkreisen der Schreibmaschine verbunden, sodass er einen Menschen simulieren kann, der die Tasten betätigt. Das Gerät sehen Sie in Abbildung 1–6. (Mehr darüber auf <http://oomlout.co.uk/blog/twitter-monitoring-typewriter-twypewriter/>.)



**Abb. 1–6** Der TwypeWriter

Dies waren nur einige willkürlich herausgegriffene Beispiele dessen, was mit einem Arduino möglich ist. Eigene Projekte lassen sich ohne große Schwierigkeiten bauen, und nachdem Sie dieses Buch durchgearbeitet haben, ist die Umsetzung für Sie nicht mehr außer Reichweite.

## Die Masse macht's

Die Arduino-Plattform gewinnt von Tag zu Tag mehr Freunde. Wenn Sie besser in Gesellschaft, also in Kursen lernen, dann suchen Sie im Web nach *Cult of Arduino*, um zu erfahren, was andere Personen mit dem Arduino anstellen, und um Arduino-Gruppen kennenzulernen. Die Mitglieder solcher Gruppen werden Sie in die Welt des Arduino als einer Kunstform einführen. Viele arbeiten auch gleichzeitig daran, kleine Arduino-kompatible Platinen zu erfinden. Das Zusammensein mit diesen Gruppen kann viel Spaß machen. Sie lernen dabei interessante Leute kennen und können Ihre Arduino-Kenntnisse weitervermitteln.

## Teile und Zubehör

Wie andere elektronische Geräte ist auch der Arduino bei vielen Einzelhändlern erhältlich, die zudem viele verschiedene andere Produkte und Zubehörteile anbieten. Achten Sie aber darauf, dass Sie einen Original-Arduino kaufen und keine Imitation, da Sie sonst ein fehlerhaftes und wenig leistungsfähiges Produkt erwerben können. Eine minderwertige Platine kann dazu führen, dass Ihr Projekt unter dem Strich mehr kostet. Eine Liste von Arduino-Anbietern finden Sie auf <http://arduino.cc/en/Main/Buy/>.

In der folgenden Liste finden Sie eine aktuelle Auswahl der Händler, die ich für den Kauf von Bauteilen und Zubehör rund um den Arduino empfehle (in alphabetischer Reihenfolge):<sup>1</sup>

- Adafruit Industries (<http://www.adafruit.com/>)
- DigiKey (<http://www.digikey.com/>)
- Jameco Electronics (<http://www.jameco.com/>)
- Little Bird Electronics (<http://www.littlebirdelectronics.com/>)
- Newark (<http://www.newark.com/>)
- nicegear (<http://www.nicegear.co.nz/>)

---

<sup>1</sup> Alle URLs in diesem Buch und passende lokale Anbieter und Websites finden Sie unter [www.dpunkt.de/arduino\\_ws](http://www.dpunkt.de/arduino_ws)