

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>I.1</b>	<b>3. Auflage</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>I.2</b>	<b>Aufbau des Buches</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>I.3</b>	<b>Mehr Informationen</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>I.4</b>	<b>Weitere Quellen</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>I.5</b>	<b>Danksagung</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Arduino-Plattform</b> . . . . .	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Am Anfang war der König</b> . . . . .	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Be a Maker</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Arduino-Plattform</b> . . . . .	<b>23</b>
<b>2.4</b>	<b>Hardware</b> . . . . .	<b>23</b>
	2.4.1 <b>Arduino Uno</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>2.5</b>	<b>Software</b> . . . . .	<b>28</b>
<b>2.6</b>	<b>Installation der Software</b> . . . . .	<b>29</b>
	2.6.1 <b>Installation des USB-Treibers unter Windows 7 und Windows 8</b> . . . . .	<b>30</b>
	2.6.2 <b>Installation des USB-Treibers unter Windows XP</b> . . . . .	<b>31</b>
	2.6.3 <b>Installation des USB-Treibers unter Mac OS X</b> . . . . .	<b>32</b>
	2.6.4 <b>Installation des USB-Treibers unter Linux</b> . . . . .	<b>33</b>
<b>2.7</b>	<b>Get Connected</b> . . . . .	<b>33</b>
	2.7.1 <b>Verbindungskabel</b> . . . . .	<b>33</b>
	2.7.2 <b>Verbindung und »Blink«</b> . . . . .	<b>34</b>
	2.7.3 <b>Projekt Blink</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>2.8</b>	<b>Arduino-Entwicklungsumgebung</b> . . . . .	<b>38</b>
	2.8.1 <b>Voreinstellungen</b> . . . . .	<b>38</b>
	2.8.2 <b>Aufbau Entwicklungsumgebung</b> . . . . .	<b>40</b>
	2.8.3 <b>Menü- und Symbolleiste</b> . . . . .	<b>40</b>
	2.8.4 <b>Editor</b> . . . . .	<b>42</b>
	2.8.5 <b>Ausgabefenster</b> . . . . .	<b>43</b>

2.9	Arduino-Boards .....	45
2.9.1	Arduino Leonardo.....	45
2.9.2	Arduino Duemilanove .....	45
2.9.3	Arduino Diecimila .....	47
2.9.4	Arduino Due .....	47
2.9.5	Arduino Yun .....	47
2.9.6	Arduino Mega 2560 .....	48
2.9.7	Arduino Mega ADK .....	49
2.9.8	Arduino Nano .....	50
2.9.9	Arduino Mini .....	50
2.9.10	Arduino BT .....	50
2.9.11	Arduino LilyPad .....	51
2.9.12	Arduino Fio.....	51
2.10	Arduino-kompatible Boards .....	52
3	<b>Startschuss .....</b>	<b>53</b>
3.1	Das Arduino-Board .....	54
3.1.1	Stromlaufplan .....	54
3.1.2	Mikrocontroller – Das Gehirn .....	56
3.1.3	Anschlussbelegung.....	56
3.1.4	Stromversorgung .....	58
3.2	Steckbrett – Experimentieren ohne Löten .....	59
3.2.1	Spannungsversorgung auf dem Steckbrett.....	63
3.3	Spannung, Strom und Herr Ohm .....	66
3.4	Widerstand & Co.....	70
3.4.1	Widerstand .....	71
3.4.2	Potentiometer .....	72
3.4.3	Kondensator .....	73
3.4.4	Diode .....	73
3.4.5	Leuchtdiode.....	74
3.4.6	Transistor .....	75
3.4.7	Integrierte Schaltung (IC) .....	76
3.4.8	Relais .....	78
3.4.9	Schalter .....	79
3.4.10	Taster .....	79
3.5	Programmcode.....	80
3.5.1	Integer, Typen und Variablen .....	80
3.5.2	Struktur .....	84

3.6	Testen .....	85
3.6.1	Serieller Monitor .....	86
3.6.2	Code-Debugging .....	89
3.7	Projekt Blink .....	91
3.8	Projekt Wechselblinker .....	94
4	<b>Eingänge und Ausgänge</b> .....	97
4.1	Digitale Eingänge .....	98
4.1.1	Port als Eingang setzen .....	98
4.1.2	Digitalen Eingang lesen .....	100
4.1.3	Digitalen Eingang entprellen .....	105
4.1.4	Hohe Eingangssignale .....	109
4.2	Digitale Ausgänge .....	110
4.2.1	Ausgang setzen und ausgeben .....	111
4.2.2	Praxis-Tipp: Status eines Ausgangs lesen .....	112
4.3	Analoge Welt .....	113
4.3.1	Analoge Signale einlesen .....	115
4.3.2	Analoge Signale ausgeben .....	120
4.4	Serielle Kommunikation .....	124
4.4.1	Serielle Schnittstelle (RS232) .....	124
4.4.2	Schnittstellenerweiterung .....	129
4.4.3	I <sup>2</sup> C/2-Wire (Two-Wire) .....	131
4.5	Drahtlose Kommunikation .....	144
4.5.1	433-MHz-Kommunikation .....	144
4.5.2	Daten übertragen mit RFM12B Transceiver .....	152
4.6	Projekt: Würfel .....	167
5	<b>Sensoren</b> .....	175
5.1	LDR (Fotowiderstand) .....	176
5.2	NTC/PTC .....	178
5.3	Integrierte Temperatursensoren .....	182
5.4	Pt100 und Thermoelemente .....	200
5.5	Feuchtesensoren .....	213
5.6	Kombinierte Umweltsensoren .....	217
5.7	Schaltersensoren .....	229
5.8	Abstandssensoren .....	230
5.9	Beschleunigungssensor .....	231
5.10	Kompass .....	234
5.11	Hall-Sensor .....	237

5.12	Projekt Kompass mit Richtungsanzeige .....	243
5.13	Projekt Gefrierschrankwächter .....	250
6	<b>Aktoren</b> .....	255
6.1	Relais .....	255
6.2	Servos .....	258
6.2.1	Analoge Temperaturanzeige .....	264
6.2.2	Servos als Motoren für Miniroboter .....	267
6.3	Motoren .....	268
6.4	Hohe Lasten schalten .....	276
6.5	Projekt: Roboter mit Wii-Steuerung .....	279
7	<b>Anzeigen</b> .....	291
7.1	Leuchtdiode (LED) .....	291
7.1.1	Konstantstromquelle mit Transistor .....	292
7.1.2	Konstantstromquelle mit Spannungsregler .....	293
7.1.3	Helligkeit steuern .....	293
7.1.4	LED als Berührungssensor .....	295
7.1.5	Jetzt wird es hell .....	299
7.2	7-Segment-Anzeigen .....	300
7.2.1	Port Expander über den I <sup>2</sup> C-Bus .....	304
7.3	LC-Display (LCD) .....	307
7.3.1	Paralleles LC-Display .....	307
7.3.2	Serielle LC-Displays .....	310
7.4	LC Display Nokia 3310/5110 .....	314
7.5	LED-Matrix .....	316
7.6	Projekt Geschwindigkeitsmesser fürs Fahrrad .....	317
7.7	Projekt Schrittzähler .....	326
8	<b>Datenverarbeitung</b> .....	331
8.1	Daten speichern .....	331
8.1.1	Daten im ATmega-Controller speichern .....	331
8.1.2	Daten in externem EEPROM ablegen .....	333
8.1.3	Daten auf SD-Karte speichern .....	336
8.2	Daten ins Internet senden .....	342
8.3	Datenverarbeitung mit Processing .....	342
8.3.1	Processing – Bitte antworten .....	343
8.3.2	Arduino mit Processing steuern .....	347
8.4	Gobetwino – Übernehmen Sie! .....	350

8.5	Projekt: Programmierbarer Signalgeber .....	352
8.6	Projekt: Digitales Netzteil .....	358
8.6.1	Sollwerteingabe mit Drehgeber .....	387
9	<b>Erweiterungen</b> .....	397
9.1	<b>Bibliotheken</b> .....	397
9.1.1	Ethernet-Bibliothek .....	398
9.1.2	Wire-Bibliothek .....	398
9.1.3	SoftwareSerial .....	400
9.1.4	TinyGPS-Bibliothek .....	402
9.1.5	NMEA .....	403
9.1.6	PString-Bibliothek .....	405
9.1.7	TextFinder-Bibliothek .....	405
9.1.8	Matrix-Bibliothek .....	405
9.1.9	LiquidCrystal-Bibliothek (LCD) .....	406
9.1.10	JeeLib .....	406
9.1.11	MIDI .....	406
9.1.12	Stepper-Bibliothek .....	407
9.1.13	Webduino .....	409
9.1.14	Wii Nunchuk .....	409
9.2	<b>Hardware-Erweiterungen (Shields)</b> .....	409
9.2.1	Proto-Shield .....	410
9.2.2	Protonly Proto-Shield .....	411
9.2.3	Floweronly Proto-Shield .....	412
9.2.4	Ethernet-Shield .....	412
9.2.5	Datalogger und GPS Shield .....	415
9.2.6	Adafruit Motor-Shield .....	415
9.2.7	DFRobot Motor-Shield .....	415
9.2.8	Diduino MsMot Shield .....	416
9.2.9	Keypad Shield .....	416
9.2.10	TouchShield .....	416
9.2.11	Wave Shield .....	417
9.2.12	SD Card Shield .....	417
9.2.13	MIDI Shield .....	418
9.2.14	Nano Shield .....	419
9.2.15	Lithium Backpack .....	419
9.2.16	ITEAD Power-Shield .....	419
9.2.17	RFM12B Shield .....	420

9.2.18	Xbee Shield .....	420
9.2.19	CC3000 WiFi Shield .....	421
9.2.20	Schraubklemmen-Shield .....	421
9.3	Hardware-Adapter .....	422
9.3.1	RFM12B Breakout-Board .....	422
9.3.2	Wii-Nunchuk-Adapter .....	423
10	<b>Arduino im Einsatz</b> .....	425
10.1	Verbindung zum Internet .....	425
10.1.1	Netzwerkverbindung .....	426
10.1.2	Arduino als Webserver .....	431
10.1.3	Der Arduino als Webclient .....	434
10.1.4	Ethernet mit ENC28J60-Modul .....	439
10.1.5	Eingänge und Ausgänge übers Internet steuern .....	442
10.1.6	Wireless Ethernet (WiFi) .....	445
10.2	Heute schon getwittert? .....	470
10.3	Arduino mailt .....	474
10.3.1	Mail direkt versenden .....	475
10.3.2	Mail via PHP-Skript versenden .....	477
10.4	XML einlesen .....	481
10.4.1	XML lesen mit TextFinder .....	482
10.4.2	Wetterdaten von Yahoo! Weather abfragen .....	487
10.5	RSS einlesen .....	493
10.6	You got mail .....	500
10.7	Umweltdaten sammeln .....	504
10.8	Projekt Wetterstation .....	517
10.9	Projekt: Online-Wetterstation .....	536
11	<b>Fehlersuche/Troubleshooting</b> .....	547
11.1	Allgemeines Vorgehen .....	547
11.2	Fehler in der Schaltung .....	547
11.3	Fehler im Programm .....	548
11.4	Probleme mit der IDE .....	548
11.5	Hallo Arduino-Board .....	549
12	<b>DIY Boards und Clones</b> .....	551
12.1	Boards .....	551
12.1.1	Minimalschaltung Arduino .....	551
12.1.2	Bare Bone Breadboard Arduino .....	553
12.1.3	Really Bare Bone Board (RBBB) .....	554

12.1.4	Nanode .....	555
12.1.5	Helvetino.....	557
12.1.6	Sippino .....	558
12.1.7	RFBoard .....	559
12.2	Programmieradapter (USB-Wandler) .....	559
12.2.1	Anschlussbelegung FTDI .....	562
12.3	Programmierung über ICSP.....	562
12.3.1	Der Arduino als Programmiergerät (Arduino ISP) .....	564
12.4	Arduino im Miniaturformat mit ATtiny .....	567
12.4.1	tinyAVR und Arduino .....	568
12.4.2	Installation eines Zusatzpakets .....	569
12.4.3	(Blink-)Schaltung mit ATtiny .....	573
12.4.4	Programmierung des ATtiny-Mikrocontrollers .....	576
12.4.5	AVR-Programmer.....	581
12.4.6	Projekt Selbstbau-Programmieradapter .....	583
12.4.7	Projekt ICSP-Breakout-Board fürs Steckbrett .....	585
12.4.8	Projekt Windlicht .....	586
12.4.9	Prototypen-Board für ATtiny84.....	590
13	<b>Tools für Praktiker.....</b>	<b>593</b>
13.1	<b>Hardware .....</b>	<b>593</b>
13.1.1	Steckbrett und Kabel .....	593
13.1.2	Lochrasterplatten .....	594
13.1.3	Lötkolben und Lötzinn.....	596
13.1.4	Zangen .....	597
13.1.5	Biegelehre .....	597
13.1.6	Multimeter .....	598
13.1.7	Oszilloskop – Spannung sichtbar machen.....	600
13.2	<b>Software .....</b>	<b>603</b>
13.2.1	Schaltungsaufbau mit Fritzing .....	603
13.2.2	Eagle CAD.....	607
13.2.3	KiCad.....	608
13.2.4	Oszilloskop mit Arduino .....	609
13.3	<b>Leiterplatten herstellen .....</b>	<b>610</b>
13.3.1	Datenformat Gerber.....	611
13.3.2	Gerber-Daten aus Fritzing.....	612
13.3.3	Gerber-Daten aus Eagle .....	613
13.3.4	Gerber-Daten prüfen .....	614
13.3.5	Leiterplatten von OSH Park.....	615

<b>A</b>	<b>Codereferenz</b> .....	617
A.1	Programmstruktur .....	617
A.2	Aufbau einer Funktion .....	618
A.3	Konventionen .....	619
A.4	Datentypen .....	622
A.5	Datentypkonvertierung .....	629
A.6	Variablen & Konstanten .....	629
	A.6.1 Variablen .....	629
	A.6.2 Konstanten .....	630
A.7	Kontrollstrukturen .....	632
A.8	Mathematische Funktionen .....	635
A.9	Zufallszahlen .....	637
A.10	Arithmetik und Vergleichsfunktionen .....	638
A.11	Funktionen .....	640
	A.11.1 Digitale Ein- und Ausgänge .....	640
	A.11.2 Analoge Ein- und Ausgänge .....	641
	A.11.3 Tonausgabe .....	642
	A.11.4 Interrupts .....	642
A.12	Zeitfunktionen .....	643
A.13	Serielle Kommunikation .....	644
<b>B</b>	<b>Boards</b> .....	649
B.1	Vergleich der Board-Varianten .....	649
B.2	Anschlussbelegung Mikrocontroller .....	650
<b>C</b>	<b>Bezugsquellen</b> .....	653
C.1	Bezugsquellen und Lieferanten .....	653
<b>D</b>	<b>Listings</b> .....	655
D.1	Wii-Nunchuk-Funktionsbibliothek (Kapitel 6) .....	655
D.2	Mailchecker (Kapitel 10) .....	659
<b>E</b>	<b>Migration zu Arduino 1.0</b> .....	665
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	669