

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
1.1	Aufbau des Buches	14
1.2	Downloads und weiterführende Informationen	16
1.3	Weitere Quellen	16
1.4	Danksagung	17
2	Arduino-Plattform	19
2.1	Am Anfang war der König	19
2.2	Be a Maker.	20
2.3	Arduino-Plattform	23
2.4	Hardware	23
2.4.1	Arduino Uno/Genuino Uno	25
2.5	Software	28
2.6	Installation der Software	29
2.6.1	Installation des USB-Treibers unter Windows 7 und Windows 10	30
2.6.2	Installation des USB-Treibers unter Windows XP	31
2.6.3	Installation des USB-Treibers unter Mac OS X	33
2.6.4	Installation des USB-Treibers unter Linux	33
2.7	Get Connected.	33
2.7.1	Verbindungskabel	34
2.7.2	Verbindung und »Blink«.	34
2.7.3	Projekt Blink	38
2.8	Arduino-Entwicklungsumgebung	39
2.8.1	Voreinstellungen	39
2.8.2	Aufbau Entwicklungsumgebung	41
2.8.3	Menü- und Symbolleiste	41
2.8.4	Editor	44
2.8.5	Ausgabefenster	44
2.9	Arduino-Boards	46
2.9.1	Arduino Leonardo	46
2.9.2	Arduino Due	46
2.9.3	Arduino Yun	47
2.9.4	Arduino Mega 2560	48

2.9.5	Arduino Nano	49
2.9.6	Arduino Mini	49
2.9.7	Arduino LilyPad	51
2.10	Arduino-kompatible Boards	51
3	Startschuss	53
3.1	Das Arduino-Board	54
3.1.1	Stromlaufplan	54
3.1.2	Microcontroller – 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	64
3.3	Spannung, Strom und Herr Ohm	68
3.4	Widerstand & Co.	72
3.4.1	Widerstand	74
3.4.2	Potentiometer	74
3.4.3	Kondensator	75
3.4.4	Diode	76
3.4.5	Leuchtdiode	76
3.4.6	Transistor	78
3.4.7	Integrierte Schaltung (IC)	79
3.4.8	Relais	81
3.4.9	Schalter	81
3.4.10	Taster	82
3.5	Programmcode	82
3.5.1	Integer, Typen und Variablen	83
3.5.2	Struktur	86
3.6	Testen	88
3.6.1	Serieller Monitor	88
3.6.2	Code-Debugging	91
3.7	Projekt Blink	93
3.8	Projekt Wechselblinker	96
4	Eingänge und Ausgänge	101
4.1	Digitale Eingänge	102
4.1.1	Pin als Eingang setzen	102
4.1.2	Digitalen Eingang lesen	104
4.1.3	Digitalen Eingang entprellen	109
4.1.4	Hohe Eingangssignale	113

4.2	Digitale Ausgänge	114
4.2.1	Ausgang setzen und ausgeben	115
4.2.2	Praxis-Tipp: Status eines Ausgangs lesen	116
4.3	Analoge Welt	117
4.3.1	Analoge Signale einlesen	118
4.3.2	Analoge Signale ausgeben	124
4.4	Serielle Kommunikation	128
4.4.1	Serielle Schnittstelle (RS232)	128
4.4.2	Schnittstellenerweiterung	133
4.4.3	I ² C/2-Wire (Two-Wire)	135
4.5	Drahtlose Kommunikation	148
4.5.1	433-MHz-Kommunikation	148
4.5.2	Daten übertragen mit RFM12B Transceiver	156
4.6	Projekt: Würfel	172
5	Sensoren	179
5.1	Sensoren	180
5.1.1	LDR (Fotowiderstand)	180
5.1.2	NTC/PTC	182
5.1.3	Integrierte Temperatursensoren	186
5.1.4	Pt100 und Thermoelemente	204
5.1.5	Feuchtesensoren	217
5.1.6	Kombinierte Umweltsensoren	221
5.1.7	Schaltersensoren	233
5.1.8	Abstandssensoren	234
5.1.9	Beschleunigungssensor	235
5.1.10	Kompass	238
5.1.11	Hall-Sensor	245
5.2	Projekt Kompass mit Richtungsanzeige	251
5.3	Projekt Gefrierschrankwächter	258
5.4	Kontaktloses Fieberthermometer	261
6	Aktoren	265
6.1	Relais	265
6.2	Servos	268
6.2.1	Analoge Temperaturanzeige	274
6.2.2	Servos als Motoren für Miniroboter	277
6.3	Motoren	278
6.4	Hohe Lasten schalten	285
6.5	Projekt: Roboter mit Wii-Steuerung	289

7	Anzeigen	301
7.1	Leuchtdiode (LED)	301
7.1.1	Konstantstromquelle mit Transistor	302
7.1.2	Konstantstromquelle mit Spannungsregler	303
7.1.3	Helligkeit steuern	304
7.1.4	LED als Berührungssensor	305
7.1.5	Jetzt wird es hell.	309
7.2	7-Segment-Anzeigen.	310
7.2.1	Port Expander über den I ² C-Bus.	314
7.3	LC-Display (LCD)	317
7.3.1	Paralleles LC-Display.	317
7.3.2	Serielle LC-Displays.	320
7.4	LC-Display Nokia 3310/5110.	326
7.5	OLED-Display	328
7.6	LED-Matrix	333
7.7	Projekt Geschwindigkeitsmesser fürs Fahrrad.	334
7.8	Projekt Schrittzähler.	343
8	Datenverarbeitung	349
8.1	Daten speichern	349
8.1.1	Daten im ATmega-Controller speichern	349
8.1.2	Daten in externem EEPROM ablegen	351
8.1.3	Daten auf SD-Karte speichern	354
8.2	Daten ins Internet senden	360
8.3	Projekt: Programmierbarer Signalgeber.	360
8.4	Sinusgenerator	365
8.5	Projekt: Digitales Netzteil.	366
8.5.1	Hochspannungsteil.	367
8.5.2	Leistungsteil.	369
8.5.3	Ansteuerungsteil	370
8.5.4	Spannungsversorgungen	378
8.5.5	Aufbau des Geräts	380
8.6	Projekt Sollwerteingabe mit Drehgeber	396
8.6.1	Projekt-Erweiterung – Ausgabe als Analogwert	405
9	Erweiterungen.	411
9.1	Bibliotheken	411
9.1.1	Ethernet-Bibliothek	412
9.1.2	Wire-Bibliothek	412

9.1.3	SoftwareSerial	414
9.1.4	TinyGPS-Bibliothek	416
9.1.5	NMEA	417
9.1.6	PString-Bibliothek	419
9.1.7	TextFinder-Bibliothek	419
9.1.8	Matrix-Bibliothek	419
9.1.9	LiquidCrystal-Bibliothek (LCD)	420
9.1.10	JeeLib	420
9.1.11	Stepper-Bibliothek	420
9.1.12	Wii Nunchuk	422
9.2	Hardware-Erweiterungen (Shields)	422
9.2.1	Protonshield	422
9.2.2	Protonly-Protonshield	424
9.2.3	Floweronly-Protonshield	424
9.2.4	Ethernet Shield	425
9.2.5	Datalogger und GPS Shield	427
9.2.6	Adafruit Motor Shield	427
9.2.7	DFRobot Motor Shield	427
9.2.8	Diduino-MsMot-Shield	428
9.2.9	Keypad Shield	428
9.2.10	Wave Shield	428
9.2.11	SD Card Shield	429
9.2.12	Nano Shield	429
9.2.13	Lithium Backpack	429
9.2.14	ITEAD Power Shield	430
9.2.15	RFM12B Shield	430
9.2.16	CC3000 WiFi Shield	430
9.2.17	Schraubklemmen-Shield	431
9.3	Hardware-Adapter	432
9.3.1	RFM12B-Breakout-Board	432
9.3.2	Wii-Nunchuk-Adapter	433
10	Arduino im Einsatz	435
10.1	Verbindung zum Internet	435
10.1.1	Netzwerkverbindung	436
10.1.2	Arduino als Webserver	441
10.1.3	Der Arduino als Webclient	444
10.1.4	Eingänge und Ausgänge übers Internet steuern	448
10.1.5	Wireless Ethernet (WiFi)	451

10.2	ESP-Module und Arduino	466
10.2.1	Integration in Arduino	466
10.2.2	ESP8266	470
10.2.3	ESP8266-ESP12E	471
10.2.4	Wemos D1 Mini	471
10.2.5	WiFi-Bibliothek für ESP8266	475
10.3	Heute schon getwittert?	479
10.4	Arduino mail	483
10.4.1	Mail direkt versenden	483
10.4.2	Mail via PHP-Skript versenden	485
10.5	XML einlesen	489
10.5.1	XML lesen mit TextFinder	490
10.5.2	Wetterdaten von OpenWeatherMap abfragen	495
10.6	RSS einlesen	501
10.7	You got mail	507
10.8	Umweltdaten sammeln	511
10.9	Projekt Wetterstation	519
11	Fehlersuche/Troubleshooting	541
11.1	Allgemeines Vorgehen	541
11.2	Fehler in der Schaltung	541
11.3	Fehler im Programm	542
11.4	Probleme mit der IDE	542
11.5	Hallo Arduino-Board	543
12	DIY Boards und Clones	545
12.1	Boards	545
12.1.1	Minimalschaltung Arduino	545
12.1.2	Bare Bone Breadboard Arduino	547
12.1.3	Really Bare Bone Board (RBBB)	549
12.1.4	Helvetino	550
12.1.5	Sippino	551
12.1.6	RFBoard	551
12.2	Programmieradapter (USB-Wandler)	552
12.2.1	Anschlussbelegung FTDI	554
12.3	Programmierung über ICSP	555
12.3.1	Der Arduino als Programmiergerät (Arduino ISP)	557
12.4	Arduino im Miniaturformat mit ATtiny	560
12.4.1	tinyAVR und Arduino	561

12.4.2	Boardpakete für ATtiny	562
12.4.3	(Blink-)Schaltung mit ATtiny	569
12.4.4	Programmierung des ATtiny-Microcontrollers	571
12.4.5	AVR-Programmer	576
12.4.6	Projekt Selbstbau-Programmieradapter.	579
12.4.7	Projekt ICSP-Breakout-Board fürs Steckbrett	581
12.4.8	Projekt Windlicht.	582
12.4.9	Prototypen-Board für ATtiny84.	586
13	Tools für Praktiker	589
13.1	Hardware.	589
13.1.1	Steckbrett und Kabel	589
13.1.2	Lochrasterplatinen.	590
13.1.3	Lötkolben und Lötzinn	592
13.1.4	Zangen	593
13.1.5	Biegelehre	593
13.1.6	Multimeter	594
13.1.7	Oszilloskop – Spannung sichtbar machen	596
13.2	Software.	599
13.2.1	Schaltungsaufbau mit Fritzing	599
13.2.2	Eagle CAD	603
13.2.3	KiCad	604
13.2.4	Oszilloskop mit Arduino.	605
13.3	Leiterplatten herstellen.	606
13.3.1	Datenformat Gerber	607
13.3.2	Gerber-Daten aus Fritzing.	608
13.3.3	Gerber-Daten aus Eagle.	609
13.3.4	Gerber-Daten prüfen	610
13.3.5	Leiterplatten von OSH Park	611
A	Codereferenz.	613
A.1	Programmstruktur	613
A.2	Aufbau einer Funktion	614
A.3	Konventionen	615
A.4	Datentypen	618
A.5	Datentypkonvertierung.	625
A.6	Variablen & Konstanten	625
A.6.1	Variablen	625
A.6.2	Konstanten	626

A.7	Kontrollstrukturen	627
A.8	Mathematische Funktionen	630
A.9	Zufallszahlen	633
A.10	Arithmetik und Vergleichsfunktionen	633
A.11	Funktionen	635
A.11.1	Digitale Ein- und Ausgänge	635
A.11.2	Analoge Ein- und Ausgänge	636
A.11.3	Tonausgabe	637
A.11.4	Interrupts	637
A.12	Zeitfunktionen	639
A.13	Serielle Kommunikation	640
B	Boards	645
B.1	Vergleich der Board-Varianten	645
B.2	Anschlussbelegung Microcontroller	646
C	Bezugsquellen	649
C.1	Bezugsquellen und Lieferanten	649
D	Listings	651
D.1	Wii-Nunchuk-Funktionsbibliothek (Kapitel 5)	651
D.2	Mailchecker (Kapitel 8)	655
E	Migration zu Arduino 1.0	659
F	Stücklisten	663
	Stichwortverzeichnis	669