

Inhalt

Vorwort.....	5
Kapitel 1 • ATmega Boards.....	14
1.1 Die „Pro Mini“ Bauform.....	14
Ein Computer für 2 Euro.....	15
Versionen 5V/16MHz und 3,3V/8MHz.....	16
ATmega328P und ATmega168PA.....	16
Anschluss-Belegungen.....	17
1.2 „Uno“ Versionen.....	18
1.3 „LilyPad“ und ähnliche.....	19
16 MHz „LilyPads“.....	20
1.4 Das „Nano“ Board.....	20
Kapitel 2 • USB-Adapter mit serieller Schnittstelle.....	21
2.1 USB-Adapter mit dem CP2102.....	21
2.1.1 Projekt: Serielles Universal-Adapterkabel.....	22
Aufbau.....	22
Tipp: Sauberes Löten.....	24
Verwendung.....	26
2.1.2 Serieller Micro-USB Adapter.....	26
Kapitel 3 • Einkaufstipps.....	27
3.1 Die guten alten Elektronik-Versandhändler.....	27
3.1.1 Conrad Elektronik.....	27
3.1.2 Pollin Electronic.....	27
3.1.3 Reichelt Elektronik.....	28
3.2 Online Verkaufsplattformen.....	28
3.2.2 Ebay.....	28
Such-Einstellungen.....	28
Sicherheit auf Ebay.....	29
3.2.3 Amazon.....	29
3.2.4 AliExpress.....	30
Versandkosten bei AliExpress.....	30
Käuferschutz bei AliExpress.....	30
3.3 Der Bezahlendienst PayPal.....	31
3.4 Thema Zoll.....	32
3.5 Vorsicht Falle!.....	33
Fake Artikel.....	33
Falsche Angaben.....	34
Falsche Zusagen.....	34
3.6 Grundausstattung einkaufen.....	34
3.6.1 Das benötigte Werkzeug.....	35
Projekt: Die einfachste Lötstation der Welt.....	35

Sonstige Werkzeuge.....	36
3.6.2 ATmega-Boards.....	37
Serielle Adapter.....	37
3.6.3 Stromversorgung.....	37
Netzteile.....	37
Die Sache mit dem Strom und der Spannung.....	37
Batterie oder Akku.....	39
Lithium-Ionen-Akkus.....	40
Vorsicht, Fake-Akkus.....	40
Laderegler mit Schutzschaltung.....	41
3.6.4 Standard-Bauteile.....	41
Widerstände.....	41
E12-Reihe.....	41
Kondensatoren.....	42
LEDs.....	43
Transistoren.....	43
Buzzer.....	43
Jumper-Kabel.....	44
3.6.5 Messgeräte.....	44
Multimeter.....	45
Infrarot-Thermometer.....	45
Digitaler Messschieber.....	46
Kapitel 4 • Die optimale Bauweise.....	47
4.1 Aufbau mit Breadboard.....	47
4.2 Fliegende Verdrahtung.....	48
4.3 Die Reißnagel-Technik.....	49
4.4 Lochraster Platinen.....	49
Punktraster.....	49
Streifenraster.....	50
Sonstige Raster.....	50
4.5 Aufbau mit Platine.....	51
4.6 Steckverbindungen.....	52
Codierte Steckverbindungen.....	52
Kapitel 5 • Programmierung.....	53
5.1 Die Arduino-Plattform.....	53
5.2 Unser erstes Programm.....	54
Syntax: setup und loop Funktionen.....	54
Sketch: Unser erstes Programm.....	55
5.3 Programme aufspielen.....	56
5.4 Programm-Downloads.....	57
Kapitel 6 • Ein- und Ausgänge der Boards.....	58

6.1 Eingänge digital lesen.....	58
Syntax: Variablen.....	60
Syntax: pinMode, digitalWrite und digitalWrite.....	61
Syntax: Vergleiche und Bedingungen.....	62
Syntax: While-Schleifen und Do-While-Schleifen.....	63
Licht-Taster.....	63
Sketch: Licht-Taster.....	64
6.2 Eingänge analog lesen.....	65
Die Referenz-Spannung.....	65
VCC als Referenz.....	65
Interne Referenz.....	66
Externe Referenz.....	66
Syntax: analogRead und analogReference.....	66
6.2.1 Spannungen direkt messen.....	67
Syntax: Konstanten definieren.....	67
Syntax: Serielle Übertragung.....	68
Syntax: Rechnen und zuweisen.....	68
Tücken beim Rechnen.....	69
Syntax: Auf- und abrunden.....	69
Sketch: Spannungen bis VCC messen.....	70
Kalibrierung.....	71
6.2.2 Messung mit interner Referenz und Spannungsteiler.....	71
Mögliche Bereiche.....	72
Sketch: Messen mit interner Referenz & Spannungsteiler.....	72
Kalibrierung.....	74
6.2.3 Messung direkt mit interner Referenz.....	74
Tipp: Zeilen auskommentieren.....	75
Kalibrierung.....	75
6.2.4 Ströme messen.....	76
Sketch: Ströme messen.....	76
Mögliche Bereiche.....	78
Kalibrierung.....	79
6.2.5 Widerstände messen.....	80
Sketch: Widerstände messen.....	81
Widerstände tauschen.....	82
Kalibrierung.....	82
6.3 Ausgänge digital schalten.....	82
Kapitel 7 • Wie schaltet man was?.....	83
7.1 LEDs.....	83
7.1.1 Berechnung von Vorwiderständen.....	84
7.1.2 LEDs im Batteriebetrieb.....	84
7.1.3 Schalttrichtung Masse oder Pluspol.....	85
7.1.4 Projekt: LED-Effekt-Board.....	86

Dimensionierung der Widerstände.....	87
Bauvorlage mit „LilyPad“.....	88
Bauvorlage mit „Pro Mini“.....	89
Syntax: Arrays.....	90
Syntax: For-Schleifen.....	90
Syntax: Delay und Systemzeit.....	91
Einfacher LED-Effekt.....	92
Sketch: LED Rotations-Effekt.....	92
Syntax: Zufallswerte mit random().....	94
LED-Lauflicht-Effekte.....	94
Sketch: LED Lauflicht-Effekte.....	95
Andere Blink-Anwendungen.....	97
7.1.5 Akku-Schutz für Effekt-Blinker.....	97
7.1.6 LEDs mit integriertem Vorwiderstand.....	98
7.1.7 Leistungs-LEDs.....	98
7.2 Schalten mit Transistor.....	99
7.2.1 Transistor BC547.....	100
7.2.2 Transistor BC337-40.....	101
7.2.3 Transistor BD435.....	101
Tipp: Wärmetest.....	102
7.2.4 Schalten mit MOSFETs.....	102
Der NTD4906N & IRLR8726PbF.....	103
Tipp: Wärmeleit-Kleber.....	104
7.2.5 Transistor Array ULN2003A.....	104
7.2.6 Transistor Array ULN2803A.....	105
7.3 Schalten mit Relais.....	106
7.3.1 Solid-State-Relais.....	107
Kapitel 8 • Steuern, regeln und dimmen.....	108
8.1 Pulsweiten-Modulation (PWM).....	108
Syntax: analogWrite.....	109
8.1.1 Projekt: LEDs in allen Farben dimmen.....	109
8.1.2 Kleine Farbenlehre.....	110
8.1.3 Fließender Farbwechsel.....	111
Syntax: Sinus und Cosinus.....	111
Sketch: Fließender Farbwechsel.....	112
Tipp: Kleiner Test mit LED-Effekt-Board.....	113
8.2 Demodulation mit Tiefpass.....	114
Zeitkonstante τ	114
Berechnung.....	115
Restwelligkeit.....	115
Zweifach Filter.....	116
8.3 Regelung mit Rückkopplung.....	116
8.4 Projekt: Regelbare Konstantstromquelle.....	116

Anpassung.....	118
Syntax: Bitweise Operatoren.....	119
Sketch: Regelbare Konstantstromquelle.....	120
Kalibrierung.....	125
8.5 Projekt: Lithium-Ionen-Akku Test- & Ladestation.....	127
Aufbau mit Platine.....	128
Aufbau mit Reißnägeln.....	129
Stromversorgung über USB.....	132
Separate Stromversorgung.....	132
Kühlung.....	133
Sketch: Lithium-Ionen-Akku Test- & Ladestation.....	134
Strom- und Spannungs-Vorgaben.....	149
Serielle Ausgabe.....	151
Innenwiderstand.....	152
Kalibrierung.....	153
8.6 Projekt: Regelbare Stromquelle mit Begrenzungen.....	155
Zeit und Lademenge.....	155
Sketch: Regelbare Stromquelle mit Begrenzungen.....	157
Stromversorgung.....	158
Serielle Ausgabe.....	158
Kühlung.....	159
Vorgabe-Werte, Begrenzungen.....	160
Kalibrierung.....	161
Kapitel 9 • Motoren steuern.....	163
9.1 Gleichstrom-Motoren.....	163
9.1.1 Ansteuerung mit Transistor.....	163
9.1.2 Drehzahlregler mit PWM.....	164
9.1.3 Vorwärts & Rückwärts mit H-Brücke.....	165
Der L9110S.....	165
Der L298N.....	166
9.1.4 Vollsteuerung mit H-Brücke und PWM.....	167
Syntax: Funktionen min und max.....	168
Sketch: Motor Vollsteuerung.....	168
9.2 Schrittmotoren.....	170
9.2.1 Funktionsweise.....	170
Bipolare und Unipolare Version.....	171
Voll- und Halbschrittbetrieb.....	172
Der reale Schrittmotor.....	173
9.2.2 Der 28BYJ-48.....	174
Ansteuerung mit ULN2003-Treiber-Board.....	175
Ansteuerung mit 4 Transistoren.....	176
Tipp: Schrittmotor im Batteriebetrieb.....	177
Sketch: Schrittmotor 28BYJ-48 steuern.....	177

9.2.3 Ansteuerung mit A4988.....	183
Pinbelegung.....	184
Justierung des Stroms.....	185
9.2.4 Ansteuerung mit DRV8825.....	186
Pinbelegung.....	186
Justierung des Stroms.....	187
9.2.5 Versionen A4988 vs. DRV8825.....	188

9.3 Brushless Motoren.....188

9.3.1 Steuerung mit ESC.....	189
Stromversorgung.....	189
Steuersignal.....	190
Sketch: ESC-Steuerung mit Poti.....	190

9.4 Servos.....192

Ansteuerung.....	192
------------------	-----

Kapitel 10 • Sensoren.....193

10.1 Analoge Sensoren.....193

10.1.1 Helligkeitsmessung mit LDR.....193

10.1.2 Temperaturmessung mit NTC.....194

Sketch: Temperaturmessung mit NTC.....	195
--	-----

10.1.3 Analog-Joystick.....198

10.1.4 Lichtmessung mit Fotodiode.....199

10.2 Digitale Messung.....199

10.2.1 Infrarot-Empfänger TL1838 oder VS1838B.....199

10.2.2 Ultraschall-Entfernungsmesser HC-SR04.....201

Syntax: pulseIn-Funktion.....	202
-------------------------------	-----

Sketch: Ultraschall-Entfernungsmessung.....	202
---	-----

10.2.3 Bewegungsmelder HC-SR501.....205

Spannungsversorgung des HC-SR501.....	207
---------------------------------------	-----

10.2.4 Die I²C-Schnittstelle.....207

SCL und SDA.....	207
------------------	-----

I ² C mit dem ATmega328 und 168.....	209
---	-----

Syntax: Bibliotheken (Libraries) einbinden.....	209
---	-----

Syntax: I ² C-Funktionen mit Wire.h.....	210
---	-----

I ² C-Sensoren.....	211
--------------------------------	-----

Breakout Boards.....	211
----------------------	-----

10.2.5 Luftdruck-Sensor BMP180.....211

Projekt: Druck- und Höhenmesser mit BMP180.....	212
---	-----

Syntax: Funktionen definieren.....	213
------------------------------------	-----

Sketch: Luftdruck- und Höhenmesser.....	214
---	-----

Genauigkeit durch doppeltes Oversampling.....	219
---	-----

10.2.6 Beschleunigungssensor MPU-6050.....219

Sketch: Dreh- und Beschleunigungsmessung.....	220
---	-----

Ausgabefenster.....	222
---------------------	-----

10.2.7 Magnetfeld-Sensor HMC5883L	223
Projekt: 3D-Kompass.....	223
Sketch: 3D-Kompass.....	224
Ausgabefenster.....	227
10.2.8 Multi-Sensor GY-87	227
Kapitel 11 • Weitere Komponenten	228
11.1 Funkfernbedienung	228
Codierung.....	229
Antenne.....	229
11.2 Sieben-Segment-Anzeigen	230
Multiplexverfahren.....	230
11.2.1 Grundprogramm für 1 bis 6 Ziffern	232
Sketch: 7-Segment-Anzeige mit mehreren Ziffern.....	233
Int, Float, Hex und Grad anzeigen.....	239
Syntax: Modulo-Operator.....	239
Sketch: 7-Segment Display-Funktionen.....	239
11.2.2 Projekt: Voltmeter	244
Sketch: Voltmeter mit 7-Segment-Anzeige.....	245
11.2.3 Projekt: Thermometer	246
Sketch: Thermometer mit 7-Segment-Anzeige.....	247
Thermostat.....	249
11.3 Text-Displays mit Beleuchtung	250
Pinbelegung und Funktion.....	251
Syntax: Text-Displays ansteuern.....	252
Sketch: Beispiel mit selbstdefiniertem Zeichen.....	253
Text-Display mit I ² C-Schnittstelle.....	254
11.4 Mini-Laser	254
Verwendungsbeispiele.....	254
11.5 SD-Karten-Modul	256
Anschluss an den Arduino.....	256
Syntax: Datei-Funktionen mit SD.h.....	257
Sketch: Datei schreiben und lesen.....	257
Kapitel 12 • Akkus und Zubehör	260
Tipp: Rundzellen löten.....	261
12.1 Funktionsweise und Handhabung.....	262
12.2 Schutzschaltung.....	262
12.3 Reihenschaltung von Akkus.....	263
12.4 Balancer.....	263
12.5 USB-Laderegler.....	264
Kapitel 13 • Trick 17	265
13.1 Batteriestand ohne Bauteile messen	265

Eine ganz verrückte Messmethode.....	266
Sketch: Batteriespannung ohne Bauteile messen.....	266
Kalibrierung.....	268
13.2 Arduino im Tiefschlaf.....	268
Sketch: Schlaf-Modus (alles aus).....	269
Ein Pin zum Aufwecken.....	269
Sketch: Schlaf-Modus (mit Aufweck-Pin).....	270
13.3 Low-Bat Abschaltung.....	271
Sketch: Low-Bat Abschaltung.....	272
Low-Bat Abschaltung in Projekte integrieren.....	273
13.4 Batteriebetrieb mit „Pro Mini“.....	274
Stromverbrauch reduzieren.....	274
13.5 Projekt: Elektronischer Spielwürfel.....	275
Syntax: EEPROM-Funktionen.....	277
Sketch: Elektronischer Spielwürfel.....	278
Tipp: LED-Effekt-Board als Spielwürfel.....	285
Würfel für Cheater.....	285
13.6 Analoge Messung ohne Warten.....	285
Sketch: Kontinuierliche Analogmessung.....	286
Verwendung.....	289
13.7 Projekt: Universal-Fernbedienungsempfänger.....	291
Das Prinzip auf den Kopf gestellt.....	291
Sketch: 10-Kanal Universal Fernbedienungs-Empfänger.....	294
Empfänger anlernen.....	302
Tipp: Loop exakt takten mit einem Byte.....	304
Tipp: Loop exakt takten mit Integer.....	305
Tipp: Loop takten mit Verspätungs-Option.....	306
Tipp: Loop exakt takten nur mit Systemzeit.....	307
13.8 Projekt: Höhenmesser extrem.....	308
Sketch: Höhenmesser extrem.....	308
Einstellungen und Möglichkeiten.....	312
Kleine Höhenänderungen messen.....	312
Wetter-Trend Barometer.....	313
13.9 Projekt: Infraschall-Rekorder.....	315
Sketch: Infraschall-Rekorder.....	318
Wetter-Rekorder.....	325
Stichwortverzeichnis.....	327