

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNG	xxv
1	
EINFÜHRUNG	1
Unendliche Möglichkeiten	2
Die Masse macht's	4
Teile und Zubehör	5
Benötigte Software	6
macOS	6
Windows 10	7
Ubuntu Linux	8
Sicherheit	8
Ausblick	9
2	
EIN GENAUERER BLICK AUF DEN ARDUINO UND DIE IDE	11
Der Arduino	11
Die IDE	17
Der Befehlsbereich	17
Der Textbereich	19
Der Meldungsbereich	19
Ein erster Sketch in der IDE	19
Kommentare	20
Die Einrichtungsfunktion	21
Die Hardware steuern	21
Die Schleifenfunktion	22
Den Sketch überprüfen	23
Den Sketch hochladen und ausführen	24
Den Sketch bearbeiten	25
Ausblick	25
	ix

3

ERSTE SCHRITTE 27

Projekte planen 28

Elektrizität 29

 Stromstärke 29

 Spannung 29

 Leistung 29

Elektronische Bauteile 30

 Widerstände 30

 Leuchtdioden (LEDs) 34

 Steckplatinen 36

Projekt Nr. 1: LED-La-Ola 39

 Der Algorithmus 39

 Die Hardware 39

 Der Schaltplan 39

 Der Sketch 40

 Den Sketch ausführen 41

Verwenden von Variablen 42

Projekt Nr. 2: Wiederholungen mit for-Schleifen 43

Die Helligkeit der LEDs durch Pulsbreitenmodulation ändern 44

Projekt Nr. 3: PBM-Beispiel 46

Weitere elektronische Bauteile 46

 Transistoren 47

 Gleichrichterioden 48

 Relais 49

Schaltungen mit höherer Spannung 49

Ausblick 51

4

GRUNDBAUSTEINE 53

Schaltpläne 54

 Symbole für die Bauteile 54

 Leitungen in Schaltplänen 57

 Schaltpläne analysieren 58

Kondensatoren	59
Die Kapazität von Kondensatoren	59
Kapazitätswerte ablesen	59
Arten von Kondensatoren	60
Digitale Eingänge	61
Projekt Nr. 4: Beispiel für digitale Eingänge	63
Der Algorithmus	64
Die Hardware	64
Der Schaltplan	64
Der Sketch	68
Den Sketch verstehen	69
Konstanten mit #define erstellen	69
Digitale Eingangspins messen	69
Entscheidungen mit if	69
Mehr Entscheidungsmöglichkeiten mit if-else	70
Boolesche Variablen	71
Logische Vergleichsoperatoren	72
Zwei und mehr Vergleiche	73
Projekt Nr. 5: Eine Verkehrsampel	74
Das Ziel	74
Der Algorithmus	74
Die Hardware	75
Der Schaltplan	75
Der Sketch	76
Den Sketch ausführen	79
Analoge und digitale Signale	79
Projekt Nr. 6: Ein Testgerät für Einzelzellenbatterien	81
Das Ziel	81
Der Algorithmus	82
Die Hardware	82
Der Schaltplan	82
Der Sketch	83
Rechnen mit dem Arduino	84
Fließkommavariablen	84
Vergleichsoperatoren für Berechnungen	85
Die Genauigkeit der Analogmessung durch eine Bezugsspannung verbessern	85
Externe Bezugsspannung	86
Interne Bezugsspannung	87

Regelbare Widerstände	87
Piezelektrische Summer	89
Das Schaltplansymbol	89
Projekt Nr. 7: Einen Piezosummer ausprobieren	90
Projekt Nr. 8: Ein Thermometer mit Ampelanzeige	92
Das Ziel	92
Die Hardware	93
Der Schaltplan	93
Der Sketch	94
Ausblick	95
 5	
FUNKTIONEN	97
Projekt Nr. 9: Eine Funktion zur Wiederholung einer Aktion erstellen	98
Projekt Nr. 10: Eine Funktion mit einstellbarem Blinkvorgang erstellen ...	99
Funktionen zur Rückgabe von Werten	100
Projekt Nr. 11: Ein Thermometer mit Blinkcodeanzeige	101
Die Hardware	102
Der Schaltplan	102
Der Sketch	102
Daten vom Arduino im seriellen Monitor anzeigen	104
Der serielle Monitor	105
Projekt Nr. 12: Die Temperatur im seriellen Monitor anzeigen	106
Debugging im seriellen Monitor	108
Entscheidungen mit while-Anweisungen	108
while	109
do-while	109
Daten vom seriellen Monitor an den Arduino senden	110
Projekt Nr. 13: Eine Zahl mit 2 multiplizieren	110
long-Variablen	112
Projekt Nr. 14: long-Variablen verwenden	112
Ausblick	114

ZAHLEN, VARIABLEN UND ARITHMETISCHE OPERATIONEN 115

Zufallszahlen generieren 116

 Zufallszahlen aus dem Umgebungsstrom generieren 116

Projekt Nr. 15: Einen elektronischen Würfel erstellen 118

 Die Hardware 118

 Der Schaltplan 118

 Der Sketch 119

 Den Sketch ändern 121

Schnellkurs in Binärzahlen 121

 Binärzahlen 121

 Bytevariablen 122

Erweitern der digitalen Ausgänge mit Schieberegistern 123

Projekt Nr. 16: Eine Binärzahlenanzeige aus LEDs bauen 124

 Die Hardware 125

 Der Schaltplan 125

 Der Sketch 126

Projekt Nr. 17: Ein Binärzahlenquiz konstruieren 128

 Der Algorithmus 128

 Der Sketch 128

Arrays 131

 Arrays definieren 131

 Auf Werte in Arrays verweisen 131

 In Arrays lesen und schreiben 132

Siebensegmentanzeigen 133

 Die LEDs steuern 134

Projekt Nr. 18: Eine einstellige Anzeige konstruieren 136

 Die Hardware 136

 Der Schaltplan 136

 Der Sketch 137

 Zweistellige Zahlen anzeigen 138

Projekt Nr. 19: Zwei Siebensegmentanzeigen steuern 138

 Die Hardware 138

 Der Schaltplan 139

 Modulo 140

Projekt Nr. 20: Ein Digitalthermometer konstruieren	141
Die Hardware	142
Der Sketch	142
Ausblick	143

7

DEN ARDUINO ERWEITERN 145

Shields	146
ProtoShield	148

Projekt 21: Ein individuelles Shield erstellen 149

Die Hardware	149
Der Schaltplan	150
Das Layout des ProtoShields	150
Das Design	151
Die Bauteile festlöten	152
Testen des ProtoShields	154

Sketche durch Bibliotheken erweitern 155

Eine Arduino-Bibliothek als ZIP-Datei herunterladen	155
Eine Arduino-Bibliothek mit dem Library Manager importieren	158

SD-Speicherkarten 159

Das Kartenmodul anschließen	160
Ihre SD-Karte testen	161

Projekt 22: Daten auf die Speicherkarte schreiben 162

Der Sketch	162
------------------	-----

Projekt Nr. 23: Ein Gerät zur Temperaturaufzeichnung konstruieren 164

Die Hardware	164
Der Sketch	165

Zeitmessung mit millis() und micros() 167

Projekt Nr. 31: Eine Stoppuhr konstruieren 169

Die Hardware	169
Der Schaltplan	170
Der Sketch	170

Interrupts 172

Interrupt-Modi	173
Interrupts einrichten	173
Interrupts aktivieren und deaktivieren	174

Projekt Nr. 25: Interrupts verwenden	174
Der Sketch	174
Ausblick	176

8

NUMERISCHE LED-ANZEIGEN UND MATRIZEN	177
Numerische LED-Anzeigen	178
Die Bibliothek installieren	179
Projekt Nr. 26: Digitale Stoppuhr	182
Projekt Nr. 27: LED-Matrix-Module verwenden	185
Installieren der Bibliothek	187
Die Display-Schriftart bearbeiten	191
Ausblick	193

9

FLÜSSIGKRISTALLANZEIGEN	195
LCD-Module	195
Ein LCD in einem Sketch verwenden	197
Text anzeigen	198
Variablen und Zahlen anzeigen	199
Projekt Nr. 28: Eigene Zeichen definieren	200
LCD-Grafikmodule	202
Das LCD-Grafikmodul anschließen	203
Das LCD verwenden	203
Die Anzeige steuern	204
Projekt Nr. 29: Textfunktionen in Aktion	206
Der Sketch	206
Den Sketch ausführen	207
Komplexere Anzeigeeffekte mit Grafikfunktionen erstellen	207
Projekt Nr. 30: Die Grafikfunktionen in Aktion	209
Der Sketch	209
Projekt Nr. 31: Eine Temperaturverlaufskurve aufzeichnen	212
Der Algorithmus	212
Die Hardware	212
Der Sketch	213
Den Sketch ausführen	215
Den Sketch ändern	216
Ausblick	216

10

IHRE EIGENEN ARDUINO-BIBLIOTHEKEN ERSTELLEN 217

Ihre erste Arduino-Bibliothek erstellen	218
Aufbau einer Arduino-Bibliothek	219
Die Header-Datei	219
Die Quelldatei	221
Die Datei KEYWORDS.TXT	222
Ihre neue Arduino-Bibliothek installieren	224
Erstellen einer ZIP-Datei mit Windows 7 und höher	224
Erstellen einer ZIP-Datei mit macOS oder später	225
Ihre neue Bibliothek installieren	227
Eine Bibliothek erstellen, die Werte annimmt, um eine Funktion auszuführen	228
Eine Bibliothek erstellen, die Sensorwerte verarbeitet und anzeigt	232
Ausblick	238

11

NUMERISCHE TASTENFELDER 239

Numerische Tastenfelder verwenden	239
Ein Tastenfeld anschließen	240
Programme für das Tastenfeld schreiben	240
Den Sketch testen	241
Entscheidungen mit switch-case	242
Projekt Nr. 32: Ein Schloss mit Tastenfeld konstruieren	243
Der Sketch	243
Funktionsweise	245
Den Sketch testen	245
Ausblick	246

12

BENUTZEREINGABEN ÜBER EINEN TOUCHSCREEN 247

Touchscreens	247
Den Touchscreen anschließen	248
Projekt Nr. 33: Bereiche auf dem Touchscreen ansprechen	249
Die Hardware	249
Der Sketch	249
Den Sketch testen	251
Den Touchscreen kalibrieren	251

Projekt Nr. 34: Einen Ein/Aus-Schalter mit zwei Zonen entwerfen 252

 Der Sketch 253

 Funktionsweise 254

 Den Sketch testen 255

Die Funktion map() 255

Projekt Nr. 35: Einen Schalter mit drei Berührungszonen entwerfen 256

 Die Touchscreen-Karte 256

 Der Sketch 256

 Den Sketch verstehen 259

Ausblick 259

13

GESTATTEN, FAMILIE ARDUINO! 261

Projekt Nr. 36: Einen eigenen Steckplatten-Arduino bauen 261

 Die Hardware 262

 Der Schaltplan 265

 Den Sketch ausführen 268

Die zahlreichen verschiedenen Arduino-Platinen 272

 Arduino Uno 273

 Freetronics Eleven 273

 Der Adafruit Pro Trinket 274

 Der Arduino Nano 275

 Der Arduino LilyPad 276

 Der Arduino Mega 2560 276

 Der Freetronics EtherMega 277

 Der Arduino Due 277

Ausblick 279

14

MOTOREN UND BEWEGUNG 281

Kleine Bewegungen mithilfe von Stellmotoren 281

 Stellmotoren auswählen 282

 Einen Stellmotor anschließen 283

 Den Stellmotor in Bewegung setzen 283

Projekt Nr. 37: Ein Zeigerthermometer bauen 284

 Die Hardware 284

 Der Schaltplan 284

 Der Sketch 285

E-Motoren	287
Einen Motor auswählen	287
Der Darlington-Transistor TIP120	287
Projekt Nr. 38: Den Motor steuern	288
Die Hardware	288
Der Schaltplan	289
Der Sketch	290
Kleine Schrittmotoren	291
Projekt Nr. 39: Ein Roboterfahrzeug bauen und steuern	295
Die Hardware	296
Der Schaltplan	297
Das Motor-Shield anschließen	298
Der Sketch	300
Anschließen weiterer Hardware	304
Kollisionserkennung	305
Projekt Nr. 40: Kollisionen mithilfe eines Mikroschalters erkennen	305
Der Schaltplan	306
Der Sketch	306
Infrarotsensoren zur Abstandsmessung	309
Verkabelung	310
Den IR-Abstandssensor testen	311
Projekt Nr. 41: Kollisionen mithilfe eines IR-Abstandssensors verhindern	313
Der Sketch	313
Den Sketch modifizieren und weitere Sensoren anschließen	316
Ultraschallsensoren	316
Den Ultraschallsensor anschließen	316
Den Ultraschallsensor testen	318
Projekt Nr. 42: Kollisionen mithilfe eines Ultraschall-Abstandssensors verhindern	318
Der Sketch	318
Ausblick	321

15

GPS FÜR DEN ARDUINO 323

Was ist GPS? 323

Den GPS-Shield testen 326

Projekt Nr. 43: Einen einfachen GPS-Empfänger bauen 328

Die Hardware 328

Der Sketch 329

Den Sketch ausführen 330

Projekt Nr. 44: Eine genaue GPS-gestützte Uhr konstruieren 331

Die Hardware 331

Der Sketch 331

Projekt Nr. 45: Den Bewegungsverlauf eines Objekts aufzeichnen 333

Die Hardware 333

Der Sketch 334

Den Sketch ausführen 336

Ausblick 338

16

DRAHTLOSE DATENÜBERTRAGUNG 339

Preiswerte Module für die drahtlose Datenübertragung 339

Projekt Nr. 46: Eine drahtlose Fernbedienung konstruieren 341

Die Hardware des Senders 341

Der Schaltplan des Senders 342

Die Hardware des Empfängers 342

Der Schaltplan des Empfängers 343

Der Sketch des Senders 344

Der Sketch des Empfängers 346

LoRa-Funkdatenmodule für größere Reichweite
und höhere Geschwindigkeit 347

Projekt Nr. 47: Fernsteuern über LoRa Wireless 348

Die Hardware des Senders 348

Der Schaltplan des Senders 349

Die Hardware des Empfängers 350

Der Schaltplan des Empfängers 350

Der Sketch des Senders 351

Der Sketch des Empfängers 353

Projekt Nr. 48: Fernsteuern über LoRa mit Bestätigung	355
Die Hardware des Senders	355
Der Schaltplan des Senders	356
Der Sketch des Senders	356
Der Sketch des Empfängers	360
Projekt Nr. 49: Übertragung von Sensordaten über eine drahtlose LoRa-Verbindung	362
Die Hardware des Senders	362
Die Hardware des Empfängers	363
Der Schaltplan des Empfängers	363
Der Sketch des Senders	364
Der Sketch des Empfängers	366
Ausblick	369

17

INFRAROT-FERNBEDIENUNGEN 371

Was ist Infrarot?	371
Vorbereitung für die Infrarotübertragung	372
Der IR-Empfänger	372
Die Fernbedienung	373
Der Testsketch	373
Den Sketch testen	374
Projekt Nr. 50: Den Arduino fernsteuern	375
Die Hardware	375
Der Schaltplan	376
Der Sketch	376
Den Sketch erweitern	378
Projekt Nr. 51: Ein Raupenfahrzeug fernsteuern	379
Die Hardware	379
Der Sketch	379
Ausblick	383

18

RFID-TRANSPONDER LESEN 385

Das Innenleben von RFID-Transpondern	386
Die Hardware testen	387
Der Schaltplan	387
Die Schaltung prüfen	387

Der Test-Sketch	388
Anzeigen der ID-Nummer der RFID-Transponder	388
Projekt Nr. 52: Ein einfaches RFID-Steuerungssystem konstruieren	389
Der Sketch	389
Funktionsweise	392
Daten im eingebauten EEPROM des Arduino speichern	392
Lesen und Schreiben im EEPROM	393
Projekt Nr. 53: Ein RFID-Steuerungssystem konstruieren, das sich die letzte Aktion merkt	395
Der Sketch	395
Funktionsweise	398
Ausblick	399

19

DATENBUSSE 401

Der I ² C-Bus	401
------------------------------------	-----

Projekt Nr. 54: Einen externen EEPROM verwenden 404

Die Hardware	404
Der Schaltplan	404
Der Sketch	405
Das Ergebnis	407

Projekt Nr. 55: Einen IC zur Porterweiterung verwenden 408

Die Hardware	408
Der Schaltplan	408
Der Sketch	410

Der SPI-Bus 411

Die Anschlüsse	411
Den SPI-Bus nutzen	412
Daten an ein SPI-Gerät senden	413

Projekt Nr. 56: Ein Digitalpotenziometer verwenden 413

Die Hardware	414
Der Schaltplan	414
Der Sketch	415

Ausblick 417

20

ECHTZEITUHREN 419

Der Anschluss des RTC-Moduls 420

Projekt Nr. 57: Datum und Uhrzeit mit einem RTC-Modul einstellen und anzeigen 420

Die Hardware 421

Der Sketch 421

Funktionsweise 424

Projekt Nr. 58: Eine einfache Digitaluhr bauen 425

Die Hardware 425

Der Sketch 426

Funktionsweise 428

Projekt Nr. 59: Eine Stechuhr konstruieren 429

Die Hardware 429

Der Sketch 430

Funktionsweise 434

Ausblick 435

21

DAS INTERNET 437

Erforderliches Material 437

Projekt Nr. 60: Eine Fernüberwachungsstation konstruieren 439

Die Hardware 439

Der Sketch 440

Fehlersuche 443

Funktionsweise 443

Projekt Nr. 61: Einen Arduino-Tweeter konstruieren 444

Die Hardware 445

Der Sketch 445

Den Arduino vom Web aus steuern 447

Projekt Nr. 62: Eine Fernsteuerung für den Arduino einrichten 448

Die Hardware 448

Der Sketch 449

Den Arduino fernsteuern 450

Ausblick 452

MOBILFUNKKOMMUNIKATION 453

Die Hardware 454

 Hardware-Konfiguration und -Test 455

Projekt Nr. 63: Bau eines Arduino-Wählers 458

 Die Hardware 458

 Der Schaltplan 459

 Der Sketch 459

 Den Sketch verstehen 460

Projekt Nr. 64: Bau eines Arduino SMS-Senders 461

 Der Sketch 461

 Den Sketch verstehen 462

Projekt Nr. 65: Eine SMS Fernbedienung bauen 463

 Die Hardware 464

 Der Schaltplan 464

 Der Sketch 464

 Den Sketch verstehen 467

Ausblick 468

INDEX 469