

# Inhalt

Danksagung .....	xxv
Kapitel 1: Einführung .....	1
Kapitel 2: Ein genauerer Blick auf den Arduino und die IDE .....	11
Kapitel 3: Erste Schritte .....	27
Kapitel 4: Grundbausteine .....	53
Kapitel 5: Funktionen .....	97
Kapitel 6: Zahlen, Variablen und arithmetische Operationen .....	115
Kapitel 7: Den Arduino erweitern .....	145
Kapitel 8: Numerische LED-Anzeigen und Matrizen .....	177
Kapitel 9: Flüssigkristallanzeigen .....	195
Kapitel 10: Ihre eigenen Arduino-Bibliotheken erstellen .....	217
Kapitel 11: Numerische Tastenfelder .....	239
Kapitel 12: Benutzereingaben über einen Touchscreen .....	247
Kapitel 13: Gestatten, Familie Arduino! .....	261
Kapitel 14: Motoren und Bewegung .....	281
Kapitel 15: GPS für den Arduino .....	323
Kapitel 16: Drahtlose Datenübertragung .....	339
Kapitel 17: Infrarot-Fernbedienungen .....	371
Kapitel 18: RFID-Transponder lesen .....	385
Kapitel 19: Datenbusse .....	401
Kapitel 20: Echtzeituhren .....	419
Kapitel 21: Das Internet .....	437
Kapitel 22: Mobilfunkkommunikation .....	453
Index .....	469

# Inhaltsverzeichnis

<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>xxv</b>
-------------------------	------------

## 1

<b>EINFÜHRUNG .....</b>	<b>1</b>
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

<b>EIN GENAUERER BLICK AUF DEN ARDUINO UND DIE IDE .....</b>	<b>11</b>
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 Hardwaresteuern .....	21
Die Schleifenfunktion .....	22
Den Sketch überprüfen .....	23
Den Sketch hochladen und ausführen .....	24
Den Sketch bearbeiten .....	25
Ausblick .....	25

### 3

<b>ERSTE SCHRITTE .....</b>	<b>27</b>
Projekte planen .....	28
Elektrizität .....	29
Stromstärke .....	29
Spannung .....	29
Leistung .....	29
Elektronische Bauteile .....	30
Widerstände .....	30
Leuchtdioden (LEDs) .....	34
Steckplatten .....	36
<b>Projekt Nr. 1: LED-La-Ola .....</b>	<b>39</b>
Der Algorithmus .....	39
Die Hardware .....	39
Der Schaltplan .....	39
Der Sketch .....	40
Den Sketch ausführen .....	41
Verwenden von Variablen .....	42
<b>Projekt Nr. 2: Wiederholungen mit for-Schleifen .....</b>	<b>43</b>
Die Helligkeit der LEDs durch Pulsbreitenmodulation ändern .....	44
<b>Projekt Nr. 3: PBM-Beispiel .....</b>	<b>46</b>
Weitere elektronische Bauteile .....	46
Transistoren .....	47
Gleichrichterioden .....	48
Relais .....	49
Schaltungen mit höherer Spannung .....	49
Ausblick .....	51

### 4

<b>GRUNDBAUSTEINE .....</b>	<b>53</b>
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
<b>Projekt Nr. 4: Beispiel für digitale Eingänge</b>	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
<b>Projekt Nr. 5: Eine Verkehrsampel</b>	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
<b>Projekt Nr. 6: Ein Testgerät für Einzelzellenbatterien</b>	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
Piezoelektrische Summer .....	89
Das Schaltplansymbol .....	89
<b>Projekt Nr. 7: Einen Piezosummer ausprobieren .....</b>	<b>90</b>
<b>Projekt Nr. 8: Ein Thermometer mit Ampelanzeige .....</b>	<b>92</b>
Das Ziel .....	92
Die Hardware .....	93
Der Schaltplan .....	93
Der Sketch .....	94
Ausblick .....	95
<b>5</b>	
<b>FUNKTIONEN .....</b>	<b>97</b>
<b>Projekt Nr. 9: Eine Funktion zur Wiederholung einer Aktion erstellen .....</b>	<b>98</b>
<b>Projekt Nr. 10: Eine Funktion mit einstellbarem Blinkvorgang erstellen .....</b>	<b>99</b>
Funktionen zur Rückgabe von Werten .....	100
<b>Projekt Nr. 11: Ein Thermometer mit Blinkcodeanzeige .....</b>	<b>101</b>
Die Hardware .....	102
Der Schaltplan .....	102
Der Sketch .....	102
Daten vom Arduino im seriellen Monitor anzeigen .....	104
Der serielle Monitor .....	105
<b>Projekt Nr. 12: Die Temperatur im seriellen Monitor anzeigen .....</b>	<b>106</b>
Debugging im seriellen Monitor .....	108
Entscheidungen mit while-Anweisungen .....	108
while .....	109
do-while .....	109
Daten vom seriellen Monitor an den Arduino senden .....	110
<b>Projekt Nr. 13: Eine Zahl mit 2 multiplizieren .....</b>	<b>110</b>
long-Variablen .....	112
<b>Projekt Nr. 14: long-Variablen verwenden .....</b>	<b>112</b>
Ausblick .....	114

**ZAHLEN, VARIABLEN UND ARITHMETISCHE OPERATIONEN . . . . 115**

Zufallszahlen generieren . . . . .	116
Zufallszahlen aus dem Umgebungsstrom generieren . . . . .	116
<b>Projekt Nr. 15: Einen elektronischen Würfel erstellen . . . . .</b>	<b>118</b>
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
<b>Projekt Nr. 16: Eine Binärzahlenanzeige aus LEDs bauen . . . . .</b>	<b>124</b>
Die Hardware . . . . .	125
Der Schaltplan . . . . .	125
Der Sketch . . . . .	126
<b>Projekt Nr. 17: Ein Binärzahlenquiz konstruieren . . . . .</b>	<b>128</b>
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
<b>Projekt Nr. 18: Eine einstellige Anzeige konstruieren . . . . .</b>	<b>136</b>
Die Hardware . . . . .	136
Der Schaltplan . . . . .	136
Der Sketch . . . . .	137
Zweistellige Zahlen anzeigen . . . . .	138
<b>Projekt Nr. 19: Zwei Siebensegmentanzeigen steuern . . . . .</b>	<b>138</b>
Die Hardware . . . . .	138
Der Schaltplan . . . . .	139
Modulo . . . . .	140

<b>Projekt Nr. 20: Ein Digitalthermometer konstruieren</b> .....	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 Temperaturofzeichnung 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
--	-----

<b>Projekt Nr. 25: Interrupts verwenden</b> .....	174
Der Sketch .....	174
Ausblick .....	176
<b>8</b>	
<b>NUMERISCHE LED-ANZEIGEN UND MATRIZEN</b> .....	<b>177</b>
Numerische LED-Anzeigen .....	178
Die Bibliothek installieren .....	179
<b>Projekt Nr. 26: Digitale Stoppuhr</b> .....	182
<b>Projekt Nr. 27: LED-Matrix-Module verwenden</b> .....	185
Installieren der Bibliothek .....	187
Die Display-Schriftart bearbeiten .....	191
Ausblick .....	193
<b>9</b>	
<b>FLÜSSIGKRISTALLANZEIGEN</b> .....	<b>195</b>
LCD-Module .....	195
Ein LCD in einem Sketch verwenden .....	197
Text anzeigen .....	198
Variablen und Zahlen anzeigen .....	199
<b>Projekt Nr. 28: Eigene Zeichen definieren</b> .....	200
LCD-Grafikmodule .....	202
Das LCD-Grafikmodul anschließen .....	203
Das LCD verwenden .....	203
Die Anzeige steuern .....	204
<b>Projekt Nr. 29: Textfunktionen in Aktion</b> .....	206
Der Sketch .....	206
Den Sketch ausführen .....	207
Komplexere Anzeigeeffekte mit Grafikfunktionen erstellen .....	207
<b>Projekt Nr. 30: Die Grafikfunktionen in Aktion</b> .....	209
Der Sketch .....	209
<b>Projekt Nr. 31: Eine Temperaturverlaufskurve aufzeichnen</b> .....	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**

<b>Ihre erste Arduino-Bibliothek erstellen</b> .....	218
Aufbau einer Arduino-Bibliothek .....	219
Die Header-Datei .....	219
Die Quelldatei .....	221
Die Datei KEYWORDS.TXT .....	222
<b>Ihre neue Arduino-Bibliothek installieren</b> .....	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
<b>Projekt Nr. 32: Ein Schloss mit Tastenfeld konstruieren</b> .....	243
Der Sketch .....	243
Funktionsweise .....	245
Den Sketch testen .....	245
Ausblick .....	246

## 12

### **BENUTZEREINGABEN ÜBER EINEN TOUCHSCREEN ..... 247**

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

<b>Projekt Nr. 34: Einen Ein/Aus-Schalter mit zwei Zonen entwerfen</b> .....	252
Der Sketch .....	253
Funktionsweise .....	254
Den Sketch testen .....	255
Die Funktion map() .....	255
<b>Projekt Nr. 35: Einen Schalter mit drei Berührungszonen entwerfen</b> .....	256
Die Touchscreen-Karte .....	256
Der Sketch .....	256
Den Sketch verstehen .....	259
Ausblick .....	259

## 13

### **GESTATTEN, FAMILIE ARDUINO! .....** 261

<b>Projekt Nr. 36: Einen eigenen Steckplatten-Arduino bauen</b> .....	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
<b>Projekt Nr. 37: Ein Zeigerthermometer bauen</b> .....	284
Die Hardware .....	284
Der Schaltplan .....	284
Der Sketch .....	285

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

<b>GPS FÜR DEN ARDUINO .....</b>	<b>323</b>
Was ist GPS? .....	323
Den GPS-Shield testen .....	326
<b>Projekt Nr. 43: Einen einfachen GPS-Empfänger bauen .....</b>	<b>328</b>
Die Hardware .....	328
Der Sketch .....	329
Den Sketch ausführen .....	330
<b>Projekt Nr. 44: Eine genaue GPS-gestützte Uhr konstruieren .....</b>	<b>331</b>
Die Hardware .....	331
Der Sketch .....	331
<b>Projekt Nr. 45: Den Bewegungsverlauf eines Objekts aufzeichnen .....</b>	<b>333</b>
Die Hardware .....	333
Der Sketch .....	334
Den Sketch ausführen .....	336
Ausblick .....	338

<b>DRAHTLOSE DATENÜBERTRAGUNG .....</b>	<b>339</b>
Preiswerte Module für die drahtlose Datenübertragung .....	339
<b>Projekt Nr. 46: Eine drahtlose Fernbedienung konstruieren .....</b>	<b>341</b>
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
<b>Projekt Nr. 47: Fernsteuern über LoRa Wireless .....</b>	<b>348</b>
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

<b>Projekt Nr. 48: Fernsteuern über LoRa mit Bestätigung</b> .....	355
Die Hardware des Senders .....	355
Der Schaltplan des Senders .....	356
Der Sketch des Senders .....	356
Der Sketch des Empfängers .....	360
<b>Projekt Nr. 49: Übertragung von Sensordaten über eine drahtlose LoRa-Verbindung</b> .....	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
<b>Ausblick</b> .....	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
<b>Projekt Nr. 50: Den Arduino fernsteuern</b> .....	375
Die Hardware .....	375
Der Schaltplan .....	376
Der Sketch .....	376
Den Sketch erweitern .....	378
<b>Projekt Nr. 51: Ein Raupenfahrzeug fernsteuern</b> .....	379
Die Hardware .....	379
Der Sketch .....	379
<b>Ausblick</b> .....	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
<b>Projekt Nr. 52: Ein einfaches RFID-Steuerungssystem konstruieren</b>	<b>389</b>
Der Sketch	389
Funktionsweise	392
Daten im eingebauten EEPROM des Arduino speichern	392
Lesen und Schreiben im EEPROM	393
<b>Projekt Nr. 53: Ein RFID-Steuerungssystem konstruieren, das sich die letzte Aktion merkt</b>	<b>395</b>
Der Sketch	395
Funktionsweise	398
Ausblick	399
<b>19</b>	
<b>DATENBUSSE</b>	<b>401</b>
Der I <sup>2</sup> C-Bus	401
<b>Projekt Nr. 54: Einen externen EEPROM verwenden</b>	<b>404</b>
Die Hardware	404
Der Schaltplan	404
Der Sketch	405
Das Ergebnis	407
<b>Projekt Nr. 55: Einen IC zur Porterweiterung verwenden</b>	<b>408</b>
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
<b>Projekt Nr. 56: Ein Digitalpotenziometer verwenden</b>	<b>413</b>
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

<b>MOBILFUNKKOMMUNIKATION .....</b>	<b>453</b>
Die Hardware .....	454
Hardware-Konfiguration und -Test .....	455
<b>Projekt Nr. 63: Bau eines Arduino-Wählers .....</b>	<b>458</b>
Die Hardware .....	458
Der Schaltplan .....	459
Der Sketch .....	459
Den Sketch verstehen .....	460
<b>Projekt Nr. 64: Bau eines Arduino SMS-Senders .....</b>	<b>461</b>
Der Sketch .....	461
Den Sketch verstehen .....	462
<b>Projekt Nr. 65: Eine SMS Fernbedienung bauen .....</b>	<b>463</b>
Die Hardware .....	464
Der Schaltplan .....	464
Der Sketch .....	464
Den Sketch verstehen .....	467
Ausblick .....	468
<b>INDEX .....</b>	<b>469</b>

Diese Leseprobe haben Sie beim  
 **edv-buchversand.de** heruntergeladen.  
 Das Buch können Sie online in unserem  
 Shop bestellen.

[Hier zum Shop](#)