

# Inhaltsverzeichnis

<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>XXIII</b>
-------------------------	--------------

## 1

<b>EINFÜHRUNG .....</b>	<b>1</b>
Unbegrenzte Möglichkeiten .....	2
Die Masse macht's .....	6
Teile und Zubehör .....	6
Erforderliche Software .....	7
Mac OS X .....	8
Windows XP und neuer .....	11
Ubuntu Linux 9.04 und höher .....	15
Sicherheit .....	17
Ausblick .....	18

## 2

<b>EIN GENAUERER BLICK AUF DEN ARDUINO UND DIE IDE .....</b>	<b>19</b>
Der Arduino .....	19
Die IDE .....	25
Der Befehlsbereich .....	26
Der Textbereich .....	27
Der Meldungsbereich .....	27
Ein erster Sketch in der IDE .....	28
Kommentare .....	28
Die Einrichtungsfunktion .....	29
Die Hardware steuern .....	29
Die Schleifenfunktion .....	30
Den Sketch überprüfen .....	32
Den Sketch hochladen und ausführen .....	33
Den Sketch bearbeiten .....	33
Ausblick .....	33

### 3

<b>ERSTE SCHRITTE</b> .....	<b>35</b>
Projekte planen .....	36
Elektrizität .....	37
Stromstärke .....	37
Spannung .....	37
Leistung .....	37
Elektronische Bauteile .....	38
Widerstände .....	38
Leuchtdioden (LEDs) .....	42
Steckplatinen .....	44
<b>Projekt Nr. 1: LED-La-Ola</b> .....	46
Der Algorithmus .....	46
Die Hardware .....	46
Der Sketch .....	46
Der Schaltplan .....	48
Den Sketch ausführen .....	48
Verwenden von Variablen .....	49
<b>Projekt Nr. 2: Wiederholungen mit for-Schleifen</b> .....	50
Die Helligkeit der LEDs durch Pulsbreitenmodulation ändern .....	51
<b>Projekt Nr. 3: PBM-Beispiel</b> .....	53
Weitere elektronische Bauteile .....	53
Transistoren .....	54
Gleichrichterdiode .....	55
Relais .....	56
Schaltungen mit höherer Spannung .....	56
Ausblick .....	58

### 4

<b>GRUNDBAUSTEINE</b> .....	<b>59</b>
Schaltpläne .....	60
Symbole für die Bauteile .....	60
Leitungen in Schaltplänen .....	63
Schaltpläne analysieren .....	64

Kondensatoren . . . . .	65
Die Kapazität von Kondensatoren . . . . .	65
Kapazitätswerte ablesen . . . . .	66
Arten von Kondensatoren . . . . .	66
Digitale Eingänge . . . . .	68
<b>Projekt Nr. 4: Beispiel für digitale Eingänge . . . . .</b>	<b>70</b>
Der Algorithmus . . . . .	70
Die Hardware . . . . .	70
Der Schaltplan . . . . .	70
Der Sketch . . . . .	74
Den Sketch ändern . . . . .	75
Den Sketch analysieren . . . . .	75
Konstanten mit #define erstellen . . . . .	75
Digitale Eingangspins messen . . . . .	76
Entscheidungen mit if . . . . .	76
Mehr Entscheidungsmöglichkeiten mit if-then-else . . . . .	77
Boolesche Variablen . . . . .	78
Logische Vergleichsoperatoren . . . . .	78
Zwei und mehr Vergleiche . . . . .	79
<b>Projekt Nr. 5: Eine Verkehrsampel . . . . .</b>	<b>80</b>
Das Ziel . . . . .	80
Der Algorithmus . . . . .	81
Die Hardware . . . . .	81
Der Schaltplan . . . . .	81
Der Sketch . . . . .	83
Den Sketch ausführen . . . . .	85
Analoge und digitale Signale . . . . .	86
<b>Projekt Nr. 6: Ein Testgerät für Einzelzellenbatterien . . . . .</b>	<b>88</b>
Das Ziel . . . . .	88
Der Algorithmus . . . . .	88
Die Hardware . . . . .	88
Der Schaltplan . . . . .	89
Der Sketch . . . . .	90
Rechnen mit dem Arduino . . . . .	91
Fließkommavariablen . . . . .	91
Vergleichsoperatoren für Berechnungen . . . . .	91

Die Genauigkeit der Analogmessung durch eine Bezugsspannung verbessern . . . . .	92
Externe Bezugsspannung . . . . .	92
Interne Bezugsspannung . . . . .	94
Regelbare Widerstände . . . . .	94
Piezoelektrische Summer . . . . .	95
Das Schaltplansymbol . . . . .	96
<b>Projekt Nr. 7: Einen Piezosummer ausprobieren . . . . .</b>	<b>97</b>
<b>Projekt Nr. 8: Ein Thermometer mit Ampelanzeige . . . . .</b>	<b>98</b>
Das Ziel . . . . .	99
Die Hardware . . . . .	99
Der Schaltplan . . . . .	100
Der Sketch . . . . .	100
Den Sketch weiterverwenden . . . . .	102
Ausblick . . . . .	102
<b>5</b>	
<b>FUNKTIONEN . . . . .</b>	<b>103</b>
<b>Projekt Nr. 9: Eine Funktion zur Wiederholung einer Aktion erstellen . . . . .</b>	<b>104</b>
<b>Projekt Nr. 10: Eine Funktion mit einstellbarem Blinkvorgang erstellen . . . . .</b>	<b>105</b>
Funktionen zur Rückgabe von Werten . . . . .	106
<b>Projekt Nr. 11: Ein Thermometer mit Blinkcodeanzeige . . . . .</b>	<b>107</b>
Die Hardware . . . . .	107
Der Schaltplan . . . . .	108
Der Sketch . . . . .	108
Daten vom Arduino im seriellen Monitor anzeigen . . . . .	110
Der serielle Monitor . . . . .	110
<b>Projekt Nr. 12: Die Temperatur im seriellen Monitor anzeigen . . . . .</b>	<b>112</b>
Debugging im seriellen Monitor . . . . .	114
Entscheidungen mit while-Anweisungen . . . . .	114
do-while . . . . .	115
Daten vom seriellen Monitor an den Arduino senden . . . . .	115
<b>Projekt Nr. 13: Eine Zahl mit 2 multiplizieren . . . . .</b>	<b>116</b>
long-Variablen . . . . .	117
<b>Projekt Nr. 14: long-Variablen verwenden . . . . .</b>	<b>118</b>
Ausblick . . . . .	119

**ZAHLEN, VARIABLEN UND ARITHMETISCHE OPERATIONEN .... 121**

Zufallszahlen generieren .....	122
Zufallszahlen aus dem Umgebungsstrom generieren .....	122
<b>Projekt Nr. 15: Einen elektronischen Würfel erstellen .....</b>	<b>124</b>
Die Hardware .....	124
Der Schaltplan .....	124
Der Sketch .....	125
Den Sketch ändern .....	127
Schnellkurs in Binärzahlen .....	127
Bytevariablen .....	128
Erweitern der digitalen Ausgänge mit Schieberegistern .....	129
<b>Projekt Nr. 16: Eine Binärzahlenanzeige aus LEDs bauen .....</b>	<b>130</b>
Die Hardware .....	130
Der Anschluss des 74HC595 .....	131
Der Sketch .....	132
<b>Projekt Nr. 17: Ein Binärzahlenquiz konstruieren .....</b>	<b>133</b>
Der Algorithmus .....	134
Der Sketch .....	134
Arrays .....	137
Arrays definieren .....	137
Auf Werte in Arrays verweisen .....	137
In Arrays lesen und schreiben .....	137
Siebensegmentanzeigen .....	139
Die LEDs steuern .....	140
<b>Projekt Nr. 18: Eine einstellige Anzeige konstruieren .....</b>	<b>141</b>
Die Hardware .....	141
Der Schaltplan .....	142
Der Sketch .....	142
Zweistellige Zahlen anzeigen .....	144
<b>Projekt Nr. 19: Zwei Siebensegmentanzeigen steuern .....</b>	<b>144</b>
Die Hardware .....	144
Der Schaltplan .....	144
Modulo .....	145

<b>Projekt Nr. 20: Ein Digitalthermometer konstruieren</b> .....	147
Die Hardware .....	147
Der Sketch .....	147
<b>LED-Matrixanzeigen</b> .....	149
Die LED-Matrix im Schaltplan .....	149
Die Verbindungen herstellen .....	151
<b>Bitarithmetik</b> .....	152
Der bitweise AND-Operator .....	152
Der bitweise OR-Operator .....	152
Der bitweise XOR-Operator .....	153
Der bitweise NOT-Operator .....	153
Bitverschiebung nach links und rechts .....	153
<b>Projekt Nr. 21: Eine LED-Matrix steuern</b> .....	154
<b>Projekt Nr. 22: Bilder auf einer LED-Matrix anzeigen</b> .....	156
<b>Projekt Nr. 23: Ein Bild auf einer LED-Matrix darstellen</b> .....	158
<b>Projekt Nr. 24: Eine LED-Matrix animieren</b> .....	160
Der Sketch .....	160
<b>Ausblick</b> .....	161

## 7

<b>FLÜSSIGKRISTALLANZEIGEN</b> .....	<b>163</b>
<b>LCD-Zeichenmodule</b> .....	163
Ein LCD-Zeichenmodul in einem Sketch verwenden .....	164
Text anzeigen .....	166
Variablen und Zahlen anzeigen .....	167
<b>Projekt Nr. 25: Eigene Zeichen definieren</b> .....	168
<b>LCD-Grafikmodule</b> .....	170
Das LCD-Grafikmodul anschließen .....	171
Die Flüssigkristallanzeige verwenden .....	172
Die Anzeige steuern .....	172
<b>Projekt Nr. 26: Textfunktionen in Aktion</b> .....	173
Aufwändigere Anzeigeeffekte hervorrufen .....	174
<b>Projekt Nr. 27: Eine Temperaturverlaufskurve aufzeichnen</b> .....	175
Der Algorithmus .....	175
Die Hardware .....	176
Das Ergebnis .....	178
Den Sketch ändern .....	178
<b>Ausblick</b> .....	178

## 8

<b>DEN ARDUINO ERWEITERN .....</b>	<b>179</b>
Shields .....	180
ProtoShield .....	182
<b>Projekt Nr. 28: Einen eigenen Shield mit acht LEDs konstruieren .....</b>	<b>183</b>
Die Hardware .....	183
Der Schaltplan .....	184
Die Struktur der ProtoShield-Platine .....	184
Der Entwurf .....	185
Die Bauteile festlöten .....	186
Den selbst gebauten Shield ändern .....	188
Sketche durch Bibliotheken erweitern .....	188
Die Bibliotheken für einen Shield importieren .....	188
microSD-Speicherkarten .....	192
Die microSD-Karte prüfen .....	193
<b>Projekt Nr. 29: Daten auf die Speicherkarte schreiben .....</b>	<b>194</b>
<b>Projekt Nr. 30: Ein Gerät zur Temperaturoaufzeichnung konstruieren .....</b>	<b>196</b>
Die Hardware .....	196
Der Sketch .....	197
Zeitmessung mit millis() und micros() .....	199
<b>Projekt Nr. 31: Eine Stoppuhr konstruieren .....</b>	<b>201</b>
Die Hardware .....	201
Der Sketch .....	202
Interrupts .....	204
Interrupt-Modi .....	205
Interrupts einrichten .....	205
Interrupts aktivieren und deaktivieren .....	206
<b>Projekt Nr. 32: Interrupts verwenden .....</b>	<b>206</b>
Der Sketch .....	206
Ausblick .....	208

## 9

<b>NUMERISCHE TASTENFELDER .....</b>	<b>209</b>
Numerische Tastenfelder verwenden .....	209
Ein Tastenfeld anschließen .....	210
Programme für das Tastenfeld schreiben .....	210
Den Sketch testen .....	212

Entscheidungen mit switch-case .....	212
<b>Projekt Nr. 33: Ein Schloss mit Tastenfeld konstruieren</b> .....	213
Der Sketch .....	213
Funktionsweise .....	215
Den Sketch testen .....	216
Ausblick .....	216

## 10

<b>BENUTZEREINGABEN ÜBER EINEN TOUCHSCREEN</b> .....	<b>217</b>
Touchscreens .....	217
Den Touchscreen anschließen .....	218
<b>Projekt Nr. 34: Bereiche auf dem Touchscreen ansprechen</b> .....	219
Die Hardware .....	219
Der Sketch .....	219
Den Sketch testen .....	221
Kartierung des Touchscreens .....	221
<b>Projekt Nr. 35: Einen Ein/Aus-Schalter mit zwei Zonen entwerfen</b> .....	222
Der Sketch .....	223
Funktionsweise .....	224
Den Sketch testen .....	225
<b>Projekt Nr. 36: Einen Schalter mit drei Berührungszonen entwerfen</b> .....	225
Die Touchscreen-Karte .....	225
Der Sketch .....	226
Funktionsweise .....	228
Ausblick .....	228

## 11

<b>GESTATTEN, FAMILIE ARDUINO!</b> .....	<b>229</b>
<b>Projekt Nr. 37: Einen eigenen Steckplatten-Arduino bauen</b> .....	229
Die Hardware .....	230
Der Schaltplan .....	233
Die Arduino-Pins .....	235
Einen Testsketch ausführen .....	236
Anschluss an eine handelsübliche Arduino-Platine .....	238



Die zahlreichen verschiedenen Arduino-Platinen .....	240
Arduino Uno .....	241
Freetronics Eleven .....	242
Der Freeduino .....	243
Der Boarduino .....	243
Der Arduino Nano .....	244
Der Arduino LilyPad .....	244
Der Arduino Mega 2560 .....	245
Der Freetronics EtherMega .....	246
Der Arduino Due .....	246
Ausblick .....	248

## 12

### **MOTOREN UND BEWEGUNG .....** 249

Kleine Bewegungen mithilfe von Stellmotoren .....	249
Stellmotoren auswählen .....	250
Einen Stellmotor anschließen .....	251
Den Stellmotor in Bewegung setzen .....	251
<b>Projekt Nr. 38: Ein Zeigerthermometer bauen .....</b>	<b>252</b>
Die Hardware .....	252
Der Schaltplan .....	253
Der Sketch .....	253
E-Motoren .....	255
Der Darlington-Transistor TIP120 .....	255
<b>Projekt Nr. 39: Den Motor steuern .....</b>	<b>256</b>
Die Hardware .....	256
Der Schaltplan .....	257
Der Sketch .....	258
<b>Projekt Nr. 40: Einen Roboter mit Raupenantrieb bauen und steuern .....</b>	<b>259</b>
Die Hardware .....	259
Der Shield .....	262
Der Sketch .....	264
Kollisionserkennung .....	267

<b>Projekt Nr. 41: Kollisionen mithilfe eines Mikroschalters erkennen</b> . . . . .	267
Der Schaltplan . . . . .	268
Der Sketch . . . . .	269
Infrarotsensoren zur Abstandsmessung . . . . .	271
Verkabelung . . . . .	272
Den IR-Abstandssensor testen . . . . .	272
<b>Projekt Nr. 42: Kollisionen mithilfe eines IR-Abstandssensors verhindern</b> . . . . .	274
Ultraschallsensoren . . . . .	277
Den Ultraschallsensor anschließen . . . . .	277
Den Ultraschallsensor verwenden . . . . .	277
Den Ultraschallsensor testen . . . . .	278
<b>Projekt Nr. 43: Kollisionen mithilfe eines Ultraschall-Abstandssensors verhindern</b> . . . . .	280
Der Sketch . . . . .	280
Ausblick . . . . .	283

## 13

<b>GPS FÜR DEN ARDUINO</b> . . . . .	<b>285</b>
Was ist GPS? . . . . .	285
Den GPS-Shield testen . . . . .	287
<b>Projekt Nr. 44: Ein einfaches GPS-Empfängergerät konstruieren</b> . . . . .	289
Die Hardware . . . . .	290
Der Sketch . . . . .	290
Die Position auf dem LCD-Bildschirm anzeigen . . . . .	291
<b>Projekt Nr. 45: Eine genaue GPS-gestützte Uhr konstruieren</b> . . . . .	292
Die Hardware . . . . .	292
Der Sketch . . . . .	292
<b>Projekt Nr. 46: Den Bewegungsverlauf eines Objekts aufzeichnen</b> . . . . .	294
Die Hardware . . . . .	295
Der Sketch . . . . .	295
Standorte auf der Landkarte anzeigen . . . . .	297
Ausblick . . . . .	299

## 14

<b>DRAHTLOSE DATENÜBERTRAGUNG</b> .....	<b>301</b>
Preiswerte Module für die drahtlose Datenübertragung .....	301
<b>Projekt Nr. 47: Eine drahtlose Fernbedienung konstruieren</b> .....	<b>303</b>
Die Hardware für die Senderschaltung .....	303
Der Schaltplan für den Sender .....	303
Die Hardware für die Empfängerschaltung .....	304
Der Schaltplan für den Empfänger .....	305
Der Sketch für den Sender .....	306
Der Sketch für den Empfänger .....	307
XBee-Module für eine drahtlose Übertragung mit größerer Reichweite und höherer Geschwindigkeit .....	309
<b>Projekt Nr. 48: Datenübertragung mit einem XBee-Modul</b> .....	<b>310</b>
Der Sketch .....	311
Den Computer für den Datenempfang einrichten .....	311
<b>Projekt Nr. 49: Ein ferngesteuertes Thermometer bauen</b> .....	<b>312</b>
Die Hardware .....	313
Der Aufbau .....	313
Der Sketch .....	314
Betrieb .....	316
Ausblick .....	316

## 15

<b>INFRAROT-FERNBEDIENUNGEN</b> .....	<b>317</b>
Was ist Infrarot? .....	317
Vorbereitung für die Infrarotübertragung .....	318
Der IR-Empfänger .....	318
Die Fernbedienung .....	319
Der Testsketch .....	319
Den Sketch testen .....	320
<b>Projekt Nr. 50: Den Arduino fernsteuern</b> .....	<b>321</b>
Die Hardware .....	321
Der Sketch .....	321
Den Sketch erweitern .....	324
<b>Projekt Nr. 51: Ein Raupenfahrzeug fernsteuern</b> .....	<b>324</b>
Die Hardware .....	324
Der Sketch .....	324
Ausblick .....	327

## 16

<b>RFID-TRANSPONDER LESEN</b> .....	<b>329</b>
Das Innenleben von RFID-Transpondern .....	330
Die Hardware testen .....	331
Der Schaltplan .....	331
Die Schaltung prüfen .....	331
<b>Projekt Nr. 52: Ein einfaches RFID-Steuerungssystem konstruieren</b> .....	<b>333</b>
Der Sketch .....	333
Funktionsweise .....	335
Daten im eingebauten EEPROM des Arduino speichern .....	336
Lesen und Schreiben im EEPROM .....	337
<b>Projekt Nr. 53: Ein RFID-Steuerungssystem konstruieren, das sich die letzte Aktion merkt</b> .....	<b>338</b>
Der Sketch .....	339
Funktionsweise .....	342
Ausblick .....	342

## 17

<b>DATENBUSSE</b> .....	<b>343</b>
Der I <sup>2</sup> C-Bus .....	343
<b>Projekt Nr. 54: Einen externen EEPROM verwenden</b> .....	<b>345</b>
Die Hardware .....	346
Der Schaltplan .....	346
Der Sketch .....	347
Das Ergebnis .....	349
<b>Projekt Nr. 55: Einen IC zur Porterweiterung verwenden</b> .....	<b>350</b>
Die Hardware .....	350
Der Schaltplan .....	350
Der Sketch .....	352
Der SPI-Bus .....	353
Die Anschlüsse .....	353
Den SPI-Bus nutzen .....	354
Daten an ein SPI-Gerät senden .....	355
<b>Projekt Nr. 56: Ein Digitalpotenziometer verwenden</b> .....	<b>356</b>
Die Hardware .....	356
Der Schaltplan .....	357
Der Sketch .....	357
Ausblick .....	359

## 18

<b>ECHTZEITUHREN</b> .....	<b>361</b>
Der Anschluss des RTC-Moduls .....	362
<b>Projekt Nr. 57: Datum und Uhrzeit mit einem RTC-Modul einstellen und anzeigen</b> .....	362
Die Hardware .....	363
Der Sketch .....	363
Funktionsweise .....	366
<b>Projekt Nr. 58: Eine einfache Digitaluhr bauen</b> .....	367
Die Hardware .....	367
Der Sketch .....	368
Funktionsweise .....	371
<b>Projekt Nr. 59: Eine Stechuhr konstruieren</b> .....	372
Die Hardware .....	372
Der Sketch .....	373
Funktionsweise .....	377
Ausblick .....	378

## 19

<b>DAS INTERNET</b> .....	<b>379</b>
Erforderliches Material .....	379
<b>Projekt Nr. 60: Eine Fernüberwachungsstation konstruieren</b> .....	381
Die Hardware .....	381
Der Sketch .....	382
Fehlersuche .....	384
Funktionsweise .....	385
<b>Projekt Nr. 61: Einen Arduino-Tweeter konstruieren</b> .....	386
Die Hardware .....	387
Der Sketch .....	387
Den Arduino vom Web aus steuern .....	388
<b>Projekt Nr. 62: Eine Fernsteuerung für den Arduino einrichten</b> .....	389
Die Hardware .....	390
Der Sketch .....	391
Den Arduino fernsteuern .....	392
Ausblick .....	393

<b>MOBILFUNKKOMMUNIKATION .....</b>	<b>395</b>
Die Hardware .....	396
Den Power-Shield vorbereiten .....	397
Die Hardware einrichten und testen .....	398
Die Betriebsfrequenz ändern .....	400
<b>Projekt Nr. 63: Ein Arduino-Wählergerät bauen .....</b>	<b>403</b>
Die Hardware .....	403
Der Schaltplan .....	403
Der Sketch .....	404
Funktionsweise .....	405
<b>Projekt Nr. 64: Textnachrichten mit dem Arduino senden .....</b>	<b>406</b>
Der Sketch .....	406
Funktionsweise .....	407
<b>Projekt Nr. 65: Eine SMS-Fernsteuerung einrichten .....</b>	<b>408</b>
Die Hardware .....	408
Der Schaltplan .....	408
Der Sketch .....	409
Funktionsweise .....	412
Ausblick .....	412
<b>INDEX .....</b>	<b>413</b>