

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNG	XXIII
-------------------------	--------------

1

EINFÜHRUNG	1
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

EIN GENAUERER BLICK AUF DEN ARDUINO UND DIE IDE	19
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

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

4

GRUNDBAUSTEINE	59
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
Projekt Nr. 4: Beispiel für digitale Eingänge	70
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
Projekt Nr. 5: Eine Verkehrsampel	80
Das Ziel	80
Der Algorithmus	81
Die Hardware	81
Der Schaltplan	81
Der Sketch	83
Den Sketch ausführen	85
Analoge und digitale Signale	86
Projekt Nr. 6: Ein Testgerät für Einzelzellenbatterien	88
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
Projekt Nr. 7: Einen Piezosummer ausprobieren	97
Projekt Nr. 8: Ein Thermometer mit Ampelanzeige	98
Das Ziel	99
Die Hardware	99
Der Schaltplan	100
Der Sketch	100
Den Sketch weiterverwenden	102
Ausblick	102
5	
FUNKTIONEN	103
Projekt Nr. 9: Eine Funktion zur Wiederholung einer Aktion erstellen	104
Projekt Nr. 10: Eine Funktion mit einstellbarem Blinkvorgang erstellen	105
Funktionen zur Rückgabe von Werten	106
Projekt Nr. 11: Ein Thermometer mit Blinkcodeanzeige	107
Die Hardware	107
Der Schaltplan	108
Der Sketch	108
Daten vom Arduino im seriellen Monitor anzeigen	110
Der serielle Monitor	110
Projekt Nr. 12: Die Temperatur im seriellen Monitor anzeigen	112
Debugging im seriellen Monitor	114
Entscheidungen mit while-Anweisungen	114
do-while	115
Daten vom seriellen Monitor an den Arduino senden	115
Projekt Nr. 13: Eine Zahl mit 2 multiplizieren	116
long-Variablen	117
Projekt Nr. 14: long-Variablen verwenden	118
Ausblick	119

ZAHLEN, VARIABLEN UND ARITHMETISCHE OPERATIONEN 121

Zufallszahlen generieren	122
Zufallszahlen aus dem Umgebungsstrom generieren	122
Projekt Nr. 15: Einen elektronischen Würfel erstellen	124
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
Projekt Nr. 16: Eine Binärzahlenanzeige aus LEDs bauen	130
Die Hardware	130
Der Anschluss des 74HC595	131
Der Sketch	132
Projekt Nr. 17: Ein Binärzahlenquiz konstruieren	133
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
Projekt Nr. 18: Eine einstellige Anzeige konstruieren	141
Die Hardware	141
Der Schaltplan	142
Der Sketch	142
Zweistellige Zahlen anzeigen	144
Projekt Nr. 19: Zwei Siebensegmentanzeigen steuern	144
Die Hardware	144
Der Schaltplan	144
Modulo	145

Projekt Nr. 20: Ein Digitalthermometer konstruieren	147
Die Hardware	147
Der Sketch	147
LED-Matrixanzeigen	149
Die LED-Matrix im Schaltplan	149
Die Verbindungen herstellen	151
Bitarithmetik	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
Projekt Nr. 21: Eine LED-Matrix steuern	154
Projekt Nr. 22: Bilder auf einer LED-Matrix anzeigen	156
Projekt Nr. 23: Ein Bild auf einer LED-Matrix darstellen	158
Projekt Nr. 24: Eine LED-Matrix animieren	160
Der Sketch	160
Ausblick	161

7

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

DEN ARDUINO ERWEITERN	179
Shields	180
ProtoShield	182
Projekt Nr. 28: Einen eigenen Shield mit acht LEDs konstruieren	183
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
Projekt Nr. 29: Daten auf die Speicherkarte schreiben	194
Projekt Nr. 30: Ein Gerät zur Temperaturoaufzeichnung konstruieren	196
Die Hardware	196
Der Sketch	197
Zeitmessung mit millis() und micros()	199
Projekt Nr. 31: Eine Stoppuhr konstruieren	201
Die Hardware	201
Der Sketch	202
Interrupts	204
Interrupt-Modi	205
Interrupts einrichten	205
Interrupts aktivieren und deaktivieren	206
Projekt Nr. 32: Interrupts verwenden	206
Der Sketch	206
Ausblick	208

NUMERISCHE TASTENFELDER	209
Numerische Tastenfelder verwenden	209
Ein Tastenfeld anschließen	210
Programme für das Tastenfeld schreiben	210
Den Sketch testen	212

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

10

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

11

GESTATTEN, FAMILIE ARDUINO!	229
Projekt Nr. 37: Einen eigenen Steckplatten-Arduino bauen	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
Projekt Nr. 38: Ein Zeigerthermometer bauen	252
Die Hardware	252
Der Schaltplan	253
Der Sketch	253
E-Motoren	255
Der Darlington-Transistor TIP120	255
Projekt Nr. 39: Den Motor steuern	256
Die Hardware	256
Der Schaltplan	257
Der Sketch	258
Projekt Nr. 40: Einen Roboter mit Raupenantrieb bauen und steuern	259
Die Hardware	259
Der Shield	262
Der Sketch	264
Kollisionserkennung	267

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

13

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

14

DRAHTLOSE DATENÜBERTRAGUNG	301
Preiswerte Module für die drahtlose Datenübertragung	301
Projekt Nr. 47: Eine drahtlose Fernbedienung konstruieren	303
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
Projekt Nr. 48: Datenübertragung mit einem XBee-Modul	310
Der Sketch	311
Den Computer für den Datenempfang einrichten	311
Projekt Nr. 49: Ein ferngesteuertes Thermometer bauen	312
Die Hardware	313
Der Aufbau	313
Der Sketch	314
Betrieb	316
Ausblick	316

15

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

16

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

17

DATENBUSSE	343
Der I ² C-Bus	343
Projekt Nr. 54: Einen externen EEPROM verwenden	345
Die Hardware	346
Der Schaltplan	346
Der Sketch	347
Das Ergebnis	349
Projekt Nr. 55: Einen IC zur Porterweiterung verwenden	350
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
Projekt Nr. 56: Ein Digitalpotenziometer verwenden	356
Die Hardware	356
Der Schaltplan	357
Der Sketch	357
Ausblick	359

18

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

19

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

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