

Inhalt

Programmieren lernen mit dem Arduino	15
1 Ein Streifzug durch die Welt der Prozessoren	23
1.1 Was ist ein Prozessor und was tut er?	23
1.2 Verschiedene Arten von Prozessoren	31
1.2.1 Der General-Purpose-Prozessor – oder: warum mein Rechner so viel Strom verbraucht	31
1.2.2 Der DSP und warum dieser LTE erst möglich macht	32
1.2.3 Der Microcontroller als »Steuertier« der Familie	33
1.2.4 Ein System – ein Chip	36
1.3 Zusammenfassung	37
2 Ich stelle vor – der Arduino	39
2.1 Aufbau des Arduino	39
2.2 Ein Microcontroller für jeden	42
2.3 Wer die Wahl hat, hat die Qual – die Modelle des Arduino	43
2.3.1 Arduin Uno	43
2.3.2 Arduino Leonardo	44
2.3.3 Arduino Mega 2560	45
2.3.4 Arduino Due	46
2.3.5 Arduino Mega ADK	46
2.3.6 Arduino Nano	47
2.3.7 Arduino LilyPad	47
2.3.8 Weitere Varianten	48
2.3.9 Andere Hersteller	48
2.3.10 Auswahlhilfe	48
2.4 Installation der Software und Anschließen des Arduino	50

3	Ich packe meinen (Elektronik)-Koffer	57
3.1	Ladung, Spannung, Strom – Willkommen in der E-Technik	57
3.2	Die drei Freunde in der Elektronik: Das ohmsche Gesetz, der Maschen- und der Knotensatz	59
3.2.1	Schaltpläne	63
3.2.2	Strom und Spannung berechnen	64
3.2.3	Ein Beispiel mit dem Arduino	68
3.2.4	Allgemeine Hinweise zum Berechnen von Schaltungen	72
3.3	Widerstand ist nicht immer zwecklos	72
3.3.1	Aufs Material kommt es an	72
3.3.2	... und auf den Querschnitt	74
3.3.3	Bauformen von Widerständen	77
3.3.4	Bauweisen: THT vs. SMD	79
3.4	Reihen- und Parallelschaltung	80
3.5	Bauteile der Elektronik	84
3.5.1	Der Kondensator	84
3.5.2	Die Spule	86
3.5.3	Die Diode	87
3.5.4	Die Leuchtdiode	88
3.6	Rechnen ist gut, simulieren ist aber auch nicht verkehrt – Einführung in Spice	90
3.7	Was kommt denn nun wirklich in den Koffer?	97
3.8	Zusammenfassung	98

4	Es werde Licht – die Entwicklungsumgebung und die Grundlagen von C	101
4.1	Verdrahten für Fortgeschrittene – vom Schaltplan zur Schaltung	102
4.1.1	Vorwiderstände bestimmen	102
4.1.2	Vom Schaltplan zur Schaltung	103
4.1.3	Das Steckbrett (Breadboard)	105
4.1.4	Die Verdrahtung	106
4.2	Eine kurze Geschichte der Programmiersprachen	109
4.3	Die Arduino-IDE	110

4.4	Aufbau eines Programms für den Arduino	114
4.4.1	Ein erster Sketch	116
4.4.2	Blinken im Farbwechsel	119
4.5	Den Sketch »hübscher« machen	121
4.5.1	#define	121
4.5.2	Variablen verwenden	124
4.6	Ein bisschen Dynamik schadet nie	127
4.6.1	Lebenszeit, Sichtbarkeit und Blöcke	130
4.6.2	Abfragen und Schleifen	131
4.7	Morsen mit dem Arduino	135
4.7.1	Arrays	136
4.7.2	Die »for«-Schleife	138
4.7.3	Die Größe von Arrays: »sizeof« ermitteln	145
4.7.4	Anwendung und Ausblick	147
4.8	Zusammenfassung	147
4.9	C – Ultrakurz-Zusammenfassung der Syntax	149
4.9.1	Variablen	149
4.9.2	Datentypen	149
4.9.3	Gruppieren von Daten	151
4.9.4	Funktion	152
4.9.5	Operatoren	153
4.9.6	Kontrollstrukturen	155

5	Der Entscheidungshelfer	159
5.1	Die Sache mit dem Zufall	159
5.1.1	Pseudo-Zufallszahlengeneratoren	161
5.1.2	Echte Zufallszahlen	167
5.2	Aufbau der Schaltung	167
5.3	Ran an die Steuerung	168
5.3.1	Das Blinken dynamischer gestalten	177
5.4	Jetzt neu: Der Entscheidungshelfer auch mit mehr Möglichkeiten	182
5.4.1	Noch ein winziges Problem	187
5.5	Zusammenfassung und Ausblick	192

6	Nachbau der Frontbeleuchtung von K.I.T.T. aus Knight Rider	193
6.1	Aufbau der Schaltung	193
6.2	Aus »Licht an und aus« wird hell und dunkel – Grundlagen der Pulsweitenmodulation (PWM)	195
6.3	Dimmen für Anfänger	200
6.4	Das Lauflicht	208
6.4.1	Einmal vor und einmal zurück	211
6.4.2	Ein Lauflicht mit unterschiedlicher Leuchtstärke	215
6.5	Zusammenfassung und Ausblick	220
7	Wer austeilen kann, der muss auch einstecken können	223
7.1	Pull-up-Widerstand	223
7.2	Polling vs. Interrupt	226
7.2.1	Polling	226
7.2.2	Interrupts	227
7.3	Licht an, Licht aus – jetzt neu mit Taster	232
7.3.1	Licht ein bisschen an – Licht ein bisschen aus	234
7.3.2	Das Licht dimmen	238
7.4	Das Licht im Hausflur	246
7.5	Zusammenfassung und Ausblick	251
8	Timer und Counter	253
8.1	Timer bzw. Counter – was dahintersteckt	253
8.1.1	Grundlagen: Das Binärsystem	254
8.1.2	Zeitspanne berechnen	257
8.2	Aufbau der Schaltung	258
8.3	Ein sekundengenaues Pulsieren	258

8.4	Der »Geekdown« – der etwas andere Countdown	267
8.5	Zusammenfassung und Ausblick	275
9	Wie ein Arduino das Sprechen lernt – serielle Kommunikation	277
9.1	Grundlagen der Kommunikation	278
9.1.1	Serielle Ports auf dem Arduino	284
9.2	Aufbau der Schaltung und weitere Vorbereitungen	284
9.2.1	Die Variante mit dem Converter	286
9.2.2	Tera Term installieren	287
9.2.3	Pins am Converter	289
9.3	»Nummer 5 lebt und spricht« – der Arduino lernt das Sprechen	289
9.3.1	Das Programm im Detail	295
9.4	Der Arduino empfängt Daten	298
9.4.1	Programmieren des steuernden Arduino	303
9.5	Zusammenfassung und Ausblick	305
10	Die 7-Segment-Anzeige	307
10.1	Die 7-Segment-Anzeige näher betrachtet	308
10.2	Schaltung für den Countdown	313
10.3	Der Countdown	320
10.4	Den Countdown spannender machen	325
10.5	Ihr erstes Spiel für den Arduino	333
10.6	Zusammenfassung und Ausblick	346
11	Der faule (schlaue) Gärtner	349
11.1	Grundbegriffe rund um das Thema »messen«	349
11.2	Was ist Temperatur, und warum hat sie so viele Kelvins?	351

11.3	Die analoge Welt vs. die digitale Welt	353
11.4	Einfache Messschaltung	356
11.5	Aufbau der Messschaltung	360
11.6	Der Arduino misst die Temperatur	362
11.6.1	Eine Bibliothek erstellen	369
11.7	Zusammenfassung und Ausblick	377
12	Der Gärtner wird jetzt digital	379
12.1	Die verschiedenen Topologien	379
12.2	I²C	383
12.3	Datenpakte und Register für das Thermometer TC74	386
12.4	Aufbau der Schaltung	388
12.5	Ihr erstes digitales Thermometer	391
12.5.1	Der stromsparende digitale Gärtner	400
12.6	Zusammenfassung und Ausblick	407
13	Der Gärtner für den Massenmarkt	409
13.1	Wie kann Feuchtigkeit gemessen werden?	409
13.2	Der DHT11 im Detail	411
13.3	Aufbau der Schaltung	414
13.4	Der bezahlbare Gärtner entsteht	416
13.5	Zusammenfassung und Ausblick	429
14	Bin ich schon drin? – Abstandsmessung mit dem Arduino	431
14.1	Verfahren für die Abstandsmessung	431
14.1.1	Wellen	432
14.1.2	Reflexion	435
14.1.3	Triangulation	436

14.2	Die Sensoren im Detail	439
14.2.1	Die Pulslänge für den Ultraschallsensor bestimmen	439
14.2.2	Bestimmen des Pegels für den Infrarotsensor	440
14.3	Aufbau der Schaltung	443
14.4	Die Einparkhilfe entsteht	445
14.4.1	Ultraschall-Sensor	445
14.4.2	Messung mit dem Infrarotsensor	450
14.4.3	Sensoren im Vergleich	451
14.4.4	Die Einparkhilfe	452
14.5	Deine eigene Horrorfilm-Beleuchtung	455
14.5.1	Erst wenn es flackert, ist es wirklich ein Horrorfilm	460
14.6	Zusammenfassung und Ausblick	467
15	Alles für die Katz'? Beschäftigungstherapie für Stubentiger	469
15.1	Wenn sich etwas bewegt, dann ist es bestimmt ein Motor	470
15.1.1	Das Funktionsprinzip von Gleichstrommotoren	470
15.1.2	Arten von Gleichstrommotoren	471
15.1.3	Die H-Brücke	472
15.2	Aufbau des Gehäuses für das Katzenspielzeug	473
15.3	Aufbau der Schaltung	483
15.4	Die Motoren leben!	488
15.4.1	Der Servomotor lebt	488
15.4.2	Das Katzenspielzeug lebt	491
15.5	Licht aus, Bewegung an	500
15.6	Zusammenfassung und Ausblick	507
16	Der Arduino spricht im Netzwerk	509
16.1	Arduino goes Transformer – die Arduino Shields	509
16.1.1	Das Motor Shield	510
16.1.2	Das USB Host Shield	511
16.1.3	Das WiFi Shield	512

16.1.4	Das GSM Shield	512
16.1.5	Weitere Shields	513
16.2	Was ich schon immer über Ethernet erzählen wollte	513
16.2.1	Das Schichtenmodell der Kommunikation	514
16.2.2	Protokolle	516
16.2.3	TCP/IP	519
16.2.4	Eine Adresse für Ihren Arduino	520
16.2.5	Der Physical Layer und der Data Link Layer	521
16.2.6	Zusammenfassung	521
16.2.7	Ausblick	522
16.3	Das Client-Server-Modell	522
16.4	Das Prinzip einer Fernbedienung – Entwicklung eines eigenen Protokolls	523
16.5	Schaltungsaufbau	527
16.6	Die Fernsteuerung entsteht	531
16.6.1	Befehle verstehen und reagieren	536
16.6.2	Abfragen verstehen und antworten	543
16.6.3	Programme zur Fernsteuerung	547
16.7	Der Pflanz-Versorgungs-O-Mat sendet eine E-Mail	547
16.7.1	Der Sketch entsteht	551
16.8	Zusammenfassung und Ausblick	560
17	Fernsteuerung via Bluetooth	563
17.1	Das Für und Wider der Funkkommunikation	563
17.2	Das Ding vom blauen Zahn	564
17.3	Aufbau der Schaltung	565
17.4	Verändern der Bluetooth-Eigenschaften	568
17.5	Die Fernsteuerung entwickeln	571
17.6	Fernsteuerung via App	577
17.7	Zusammenfassung und Ausblick	578

18 Displays – Warum Anzeige nicht gleich Anzeige ist	579
18.1 LCD und das LCD Keypad Shield	579
18.1.1 Die Physik hinter LCD	579
18.1.2 LCD-Displays für Bastler	581
18.2 Die Tasten auswerten	585
18.3 Laufschrift	591
18.3.1 Eine Laufschrift für die Kirmes	595
18.4 Reaktionszeitmesser	597
18.4.1 Eine Highscore-Tabelle für den Reaktionsmesser	610
18.5 Der Arduino wird zum Spielautomaten	625
18.6 Zusammenfassung	659
19 Aller Anfang war schwer	661
19.1 Hilfe, mein Herd verschickt Spam! – Heimautomatisierung mit dem Arduino	661
19.2 Und nun zum Schluss	662
Index	663