

1	Don't panic! – Einleitung	15
2	Wir sind die Roboter	21
3	Arten der Programmierung	45
4	Die Arduino-Plattform	53
5	Die kleine Werkstatt	97
6	Programmiergrundlagen	131
7	Los geht's! – Erste Praxis	179
8	Keine Schraube locker – Die Montage des eigenen Roboters	263
9	Drive me crazy? – Die erste Fahrstunde	333
10	Pimp My Robot! – Mögliche Erweiterungen	357
11	Der Roboter und der Rest der Welt	397
12	Schlusswort	401

Inhalt

Geleitwort des Fachgutachters	13
1 Don't panic! – Einleitung	15
1.1 Für wen ist dieses Buch geeignet?	15
1.1.1 Programmierkenntnisse?	16
1.1.2 Altersklassen	16
1.1.3 Handwerkliches Geschick und Elektronikwissen?	16
1.2 Wie sollte das Buch gelesen werden?	17
1.3 Das Roboterkit zum Buch	17
1.3.1 Welche Teile benötige ich zum Bau des Roboters?	17
1.3.2 Sonstige elektronische Bauteile	18
1.4 Die Webseite zum Buch	18
1.5 Robotiklabor – Der Podcast rund um Robotikthemen	18
1.6 Danksagung	18
2 Wir sind die Roboter	21
2.1 Welche Arten von Robotern gibt es?	21
2.1.1 Zweibeinige Roboter	22
2.1.2 Sechsheinige Roboter	23
2.1.3 Zwei- und dreirädrige Roboter	24
2.1.4 Vierrädrige Roboter	27
2.1.5 Sechsrädrige Roboter	28
2.1.6 Roboter mit Raupenantrieb	29
2.1.7 Schlangenroboter	30
2.1.8 Tauchroboter	31
2.1.9 Fazit	33
2.1.10 App-Empfehlung	33
2.2 Woraus besteht ein Roboter?	34
2.2.1 Grundsätzliches	34

2.2.2	Sensoren	34
2.2.3	Aktoren	35
2.3	Wie und womit »denkt« ein Roboter?	37
2.4	Mikrocontroller allgemein	37
2.4.1	Alternativen zum Arduino-Board	38
2.5	Fazit	43
3	Arten der Programmierung	45
3.1	Grafische Programmierung	45
3.1.1	Grafische Programmierung mit »Scratch«	46
3.2	Textbasierte Programmierung	49
4	Die Arduino-Plattform	53
4.1	Was ist Arduino?	53
4.1.1	Die Arduino-Projektwebseite	53
4.2	Die Arduino-Hardware	54
4.2.1	Das Arduino-Board für den Roboter	54
4.2.2	Die Ein- und Ausgänge des Arduino-Boards im Detail	60
4.2.3	Verschiedene Arduino-Boards	64
4.2.4	Die Einzelteile für Ihren Roboter bzw. das Roboterkit	70
4.2.5	Treiberinstallation	78
4.3	Die Arduino-Software	78
4.3.1	Download und Installation	78
4.3.2	Start	90
4.4	Die Entwicklungsumgebung	91
4.5	Die Software im Detail	92
4.5.1	Ändern der Sprache	92
4.6	Die grafische Oberfläche im Detail	92
4.6.1	Beispiele innerhalb der Software	94
4.7	Fazit	95

5	Die kleine Werkstatt	97
5.1	Fliegende Verdrahtung	97
5.1.1	Vor- und Nachteile der fliegenden Verdrahtung	98
5.2	Steckplatinen	99
5.2.1	Vor- und Nachteile der Steckplatinen	102
5.3	Werkzeuge	102
5.3.1	Sicherheitsbrille	102
5.3.2	Seitenschneider	103
5.3.3	Abisolierzange	104
5.3.4	LötKolben/Lötstation, LötZinn und Schwamm	105
5.3.5	Messgerät (optional)	108
5.3.6	Feuerzeug	109
5.3.7	Schlitzschraubendreher, 2 bis 3 mm breit	110
5.3.8	Sonstige Werkzeuge (optional)	110
5.4	Kabel verbinden oder isolieren	113
5.4.1	Kabel verbinden	113
5.5	Platinen	115
5.6	Löten	118
5.6.1	Was wird benötigt?	118
5.6.2	Wie geht es?	119
5.6.3	Was sind kalte Lötstellen?	129
5.7	Fazit	129
6	Programmiergrundlagen	131
6.1	Stil	131
6.1.1	Einrückung	133
6.1.2	Eindeutigkeit/Sinnhaftigkeit	133
6.1.3	Groß-/Kleinschreibung und Unterstriche	134
6.1.4	Muttersprache oder Englisch?	134
6.1.5	Kommentieren und dokumentieren	135
6.1.6	Einheitlichkeit – Bleiben Sie Ihrem Stil treu!	135
6.1.7	Zusammenfassung	135
6.2	Kommentare	136

6.3	Variablen	137
6.3.1	Das Semikolon	137
6.3.2	Das Leerzeichen	137
6.3.3	Deklaration	137
6.3.4	Datentypen	137
6.4	Konstanten	142
6.4.1	Vordefinierte Konstanten	143
6.5	#define (Präprozessor-Anweisung)	143
6.6	Operatoren	144
6.7	Kontrollstrukturen	145
6.7.1	Der Befehl »if«	145
6.7.2	Der Befehl »if...else«	147
6.7.3	Die »switch«-Anweisung	148
6.8	Schleifen	150
6.8.1	Die »for«-Schleife	151
6.8.2	Die »while«-Schleife	152
6.8.3	Die »do...while«-Schleife	153
6.9	Funktionen	154
6.9.1	Parameter und Argumente	157
6.9.2	Argumente	158
6.9.3	Begrenzte Haltbarkeit – oder: der Gültigkeitsbereich von Variablen	159
6.10	Die »setup«-Funktion	162
6.11	Die »loop«-Funktion	163
6.11.1	Das kleinstmögliche Arduino-Programm	164
6.12	Verzögerungen und Zeitsteuerung	164
6.13	Ein- und Ausgänge	165
6.14	Fehlersuche/Debugging und die Anzeige von Werten	166
6.14.1	Die LED als Mittel zur Fehlersuche	166
6.14.2	Der serielle Port – Ausgabe von Text	168
6.14.3	Ausgabe von Variablenwerten auf dem Serial Monitor	171
6.15	Bibliotheken (Libraries)	176
6.16	Fazit	176

7	Los geht's! – Erste Praxis	179
7.1	Der erste Kontakt mit der Hardware	179
7.1.1	»Blinky« – Ansteuerung einer LED	179
7.1.2	Übertragen der Software auf das Arduino-Board	183
7.1.3	Fehlersuche	187
7.1.4	Herr Ohm und sein Gesetz	187
7.1.5	Wie dimme ich eine LED?	190
7.1.6	Zwischenfazit	196
7.2	Ist da jemand? – Kontakt mit der Außenwelt	196
7.2.1	Schalter abfragen	196
7.2.2	Taster abfragen	200
7.2.3	Sensoren	206
7.2.4	Infrarotsensor	206
7.2.5	Ultraschallsensoren	215
7.2.6	Immer noch nicht genug? Arduino-Shields!	216
7.2.7	Zwischenfazit	220
7.3	Hört mich jemand? – Ausgabe von Signalen	220
7.3.1	Der Piezosignalgeber	221
7.3.2	Melodien programmieren	225
7.3.3	Ein Musikinstrument	225
7.3.4	Zwischenfazit	229
7.4	Der Diener – Ansteuerung von Servos	230
7.4.1	Was sind Servos und wie funktionieren sie?	230
7.4.2	Wie werden Servos angesteuert?	232
7.5	Ich muss hier weg! – Ansteuerung von Motoren	239
7.5.1	Arten von Motoren	239
7.5.2	Wie werden Motoren angesteuert?	241
7.5.3	Motoransteuerung realisieren	244
7.5.4	Ein Sensorventilator	255
7.6	Fazit	261
7.6.1	Letzte Vorbereitung vor dem Zusammenbau des Roboters	261

8	Keine Schraube locker – Die Montage des eigenen Roboters	263
8.1	Überblick	263
8.1.1	Die Teile für den Arduino-Roboter	264
8.1.2	Die Werkzeuge für den Zusammenbau des Arduino-Roboters	265
8.1.3	Arten der Montage	267
8.2	Los geht's – Schritt für Schritt zum Bot	270
8.2.1	Vorbereitung	270
8.2.2	Die Grundplatte	272
8.2.3	Der kleine Motorhalter	276
8.2.4	Der große Motorhalter	280
8.2.5	Löten der Drähte bzw. Litze an die Motoren	283
8.2.6	Motoren mit Schrauben und Muttern versehen	284
8.2.7	Montage des linken Motors	286
8.2.8	Montage des rechten Motors	290
8.2.9	Befestigung der beiden Motoren vorne	290
8.2.10	Montage der oberen Platte	293
8.2.11	Der Batteriehalter bzw. Akkuhalter	297
8.2.12	Das Stützrad bzw. Kugellager	300
8.2.13	Der Servo	303
8.2.14	Das Servorad oder Servokreuz	306
8.2.15	Das Arduino-Board	308
8.2.16	Das Roboter-Gesicht	309
8.2.17	Das Kabel zum Infrarotsensor	311
8.2.18	Der Infrarotsensor – die »Augen«	315
8.2.19	Der Kopf	317
8.2.20	Das Arduino Motor Shield	318
8.2.21	Die Spannungsversorgung und Motorkabel	320
8.2.22	Der Servostecker – mit Hack	323
8.2.23	Der Sensorstecker	327
8.2.24	Finale: Die Räder	327
8.3	Alles bereit? – Ein paar Tests	330
8.3.1	Stromversorgungstest	330
8.3.2	Servotest	330
8.3.3	Sensortest	331
8.3.4	Motortest	331
8.4	Fazit	332

9	Drive me crazy? – Die erste Fahrstunde	333
9.1	Roboterchoreografie	333
9.1.1	Grundrichtungen	333
9.1.2	Den Roboter im Zickzack fahren lassen	337
9.1.3	Den Roboter in einer Spirale fahren lassen	341
9.2	Hindernisvermeidung	344
9.2.1	Wie funktioniert Hindernisvermeidung?	344
9.2.2	Umsetzung in die Praxis	345
9.2.3	Der Roboter als Haustier	347
9.3	Fazit	356
10	Pimp My Robot! – Mögliche Erweiterungen	357
10.1	Grundsätzliche Ansteuerung eines Displays	358
10.1.1	Installation der LCD-Shield-Library	358
10.1.2	Montage eines LCDs auf dem Roboter und Nutzung von Shield-Adaptern	362
10.1.3	Hindernisanzeige	364
10.1.4	Entfernungsanzeige auf dem LCD	369
10.1.5	Hinderniszählung und Anzeige auf dem LCD	372
10.2	Press Any Key! – Interaktion per Tastatur	374
10.2.1	Abfragen der Tasten	375
10.2.2	Steuerung des Roboters über die Tasten	378
10.2.3	Die Geschwindigkeit über die Tasten einstellen	382
10.3	Ich sehe was ... – weitere Sensoren	387
10.3.1	Infrarotsensor zur Fernsteuerung	387
10.3.2	Treppen- und Tischkantenerkennung	387
10.3.3	Der Roboter zählt Personen	388
10.3.4	Bring mich ins Licht – der Helligkeitssensor	390
10.3.5	Reflexionssensor – Linienverfolgung	390
10.3.6	Farbsensor	390
10.3.7	Bewegungssensor	391
10.4	Spannendes – Energiemanagement	391
10.4.1	Spannungsanzeige	391
10.4.2	Akkuwarnen mittels Spannungsteiler	393
10.5	Fazit	396

11	Der Roboter und der Rest der Welt	397
11.1	Kommunikation per Infrarot	397
11.1.1	Coming home – Suchen einer Basisstation	397
11.1.2	Und was machst du so? – Roboter kommunizieren	398
11.1.3	Alles im grünen Bereich? – Der Roboter als Gärtner	398
11.2	Kommunikation mittels Sprache	398
11.2.1	Hello world! – Sprachausgabe für den Roboter	398
11.2.2	Simon befiehlt – Spracherkennung für den Roboter	399
11.3	Steuerung per Bluetooth	399
11.4	Internet of Things – Das Internet der Dinge	399
11.5	Fazit	400
12	Schlusswort	401
Index		403