

Eine kurze Geschichte der Roboter	xi
fischertechnik-Roboter	xvii
Arduino-Steuerung	xix
Warum dieses Buch?	xxi
Literatur	xxii

1 Der Arduino**1**

1.1 Geschichte	2
1.2 Was ist der Arduino?	4
1.3 Der Arduino im Vergleich	8
1.4 Der ftDuino	10
1.5 Anschlüsse	12
1.6 Anbau	15
1.7 Motor Shield	17
1.8 Literatur und Links	20

2 Die Programmierung des Arduino**21**

2.1 Grundsätzliches	22
2.2 Bibliotheken	24
2.3 Serieller Monitor	25
Ausgabe	27
Eingabe	27
Debugging	28
2.4 I/O-Ports	29
Digitale Ports	29
Analoger Output	31
Analoge Ports	32
2.5 Interrupts	34
2.6 Timer	36
2.7 Serielle Protokolle	37
I ² C-Protokoll	38
SPI-Protokoll	41
2.8 Mathematische Operationen	43

2.9	Adafruit Motor Shield	44
	Gleichstrommotoren	45
	Schrittmotoren	45
	Servomotoren	46
2.10	Literatur und Links	48
3	Der Buggy	49
3.1	Die Geschichte des Buggys	50
3.2	Das Buggy-Basismodell	54
	Mechanischer Aufbau	54
	Akku, Controller und Motorsteuerung	59
3.3	Buggy-Steuerung	64
	Tanzender Buggy	64
	IR-Fernsteuerung	66
	Bewegungssteuerung	74
	Hinderniserkennung mit Bumpen	84
	Hinderniserkennung mit Ultraschall	87
	Spurfolger mit IR-Sensor	93
	Objektfolger mit Kamera	100
	Spurfolger mit Kamera	112
	Tacho- und Hodometer	118
3.4	Literatur und Links	126
4	Der Flitzer	127
4.1	Einführung	128
4.2	Konstruktion des Flitzers	132
	Vorderradlenkung	132
	Karosserie und Beleuchtung – vorne	133
	Hinterradantrieb	135
	Karosserie und Beleuchtung – hinten	136
	Erläuterung der Konstruktion	138
	Controller, Akku und Verkabelung	142
	Konstruktionsvarianten	146

4.3	Die Steuerung	147
	Lenkung	147
	Beleuchtung und Hupe	150
	Tachometer.	157
	Funkfernsteuerung mit Joystick	165
	Funkfernsteuerung mit Nunchuk	179
	Geschwindigkeitsbegrenzer und Abstandsregeltempomat	189
	Spurverlasswarner und Spurhalteassistent	201
	Parkmanöverassistent.	209
4.4	Literatur	217

5 Der Plotter 219

5.1	Hintergrund	220
5.2	Mechanische Konstruktion	224
	Grundplatte	224
	Schlitten	225
	Schreibkopf.	229
	Konstruktionshinweise	234
5.3	Antrieb	236
5.4	Anschluss an den Arduino	240
5.5	Ansteuerung des Plotters	243
5.6	Grafik-Beschreibungssprache.	245
	HP-GL.	246
	Befehlsumfang der Implementierung.	248
	HP-GL-Basisbefehle	249
	Bresenham-Algorithmus.	252
	HP-GL-Vektorgrafik- und Vieleck-Befehle. . . .	255
	HP-GL-Parser	266
	Plotter-Steuerungsprogramm.	270
5.7	Der Plotter im Betrieb.	273
	Papier	273
	Einige einfache HP-GL-Dateien	274
	Komplexere HP-GL-Vektorgrafiken.	278
5.8	Literatur und Links	280

6 Der Greifer 283

6.1	Industrieroboter in Kinderzimmern.	284
6.2	Steuerung mit Potenziometern	290
	Aufbau und Motorisierung	291
	Anschluss der Elektronik.	293
	Das Auslesen des Potis.	295
	Die Motorsteuerung	296
6.3	Der Aufbau des Greifers	300
	Der Körper	300
	Der Oberarm	303
	Die Greifhand	304
	Der Unterarm	305
	Das Schultergelenk.	308
	Die Kette und die Parallelführung des Greifers	309
	Der Anbau der Motoren und der Potenziometer	310
	Die Verkabelung.	313
6.4	Die Ansteuerung der Motoren	315
	Wie sich die Potenziometerwerte ändern	316
	Die Anlaufwerte	317
	Die Motorsteuerung	320
	Die Steuerung der Greifhand	323
6.5	Die Türme von Hanoi	325
	Die Lösung des Problems durch Rekursion . . .	326
	Das Programmieren der Rekursion.	327
	Teach-in: das Anlernen von Positionen.	328
	Die Funktion zum Bewegen einer Scheibe. . . .	331
	Der Sketch im Überblick.	332
6.6	Literatur und Links	334

7 Der Delta 335

7.1	Parallel ist klasse!	336
7.2	Aufbau und Verkabelung	339
	Schultergelenke	339
	Oberarme	341

	Schultern.	342
	Motorisierung	343
	Der Rahmen	345
	Unterarme.	346
	Hand.	347
	Verkabelung	348
7.3	Positionserkennung und Motorsteuerung	351
	Auslesen der Potenziometer.	351
	Motorsteuerung	354
	Fehlerbehebung, Genauigkeit, Geschwindigkeit.	359
7.4	Elektromagnet und Nunchuk	360
	Elektromagnet und Kugeln.	360
	Nunchuk	362
7.5	Solitaire.	364
	Das Spiel.	364
	Teach-in	366
	Die Programmierung	368
7.6	Tic-Tac-Toe	370
	Das Spiel.	371
	Die Daten	372
	Die Logik	374
	Die Steuerung mit dem Nunchuk.	376
	Das Holen und Ablegen der Kugeln	379
	Der globale Programmablauf.	380
	Bedienung per Tastsinn	381
7.7	Kinematik: Wo ist die Hand?	385
	Winkel der Oberarme.	385
	Geometrie	390
	Direkte Kinematik.	393
	Der Roboter als Maus.	400
7.8	Die Hand zu vorgegebenen Koordinaten bewegen.	405
	Inverse Kinematik	405
	Koordinaten anfahren.	408
	Positionen geradlinig ansteuern.	410

7.9	Manipulator mit Vakuumsauger	414
	Die Unterdruckeinheit.	414
	Anbau an den Delta-Roboter	417
	Der Manipulator mit Nunchuk	419
7.10	Werkstücke sortieren mit der Pixy-Kamera. . . .	421
	Die Pixy-Kamera am Arduino	421
	Anbau am Delta-Roboter	422
	Anlernen von Werkstücken.	424
	Die Arduino-Library für die Pixy-Kamera	425
	Werkstücke stapeln oder sortieren.	426
7.11	Literatur und Links	430

Glossar: Akronyme	431
--------------------------	------------

Bildnachweise	433
----------------------	------------