

Übersicht

Einleitung	xix
Der Praktikant des EV3L-Forschers	1
Kapitel 1 Das Lego-Mindstorms-EV3-Set	5
Kapitel 2 Den ROV3R bauen	17
Kapitel 3 Programmierung	47
Kapitel 4 On-Brick-Programmierung für Fortgeschrittene	61
Kapitel 5 EV3-Programmierung	69
Kapitel 6 Experimente mit den Infrarotbauteilen des EV3-Sets	85
Kapitel 7 Keine Magie – nur Mathematik!	95
Kapitel 8 Lego-Rezepte	103
Kapitel 9 Die WATCHGOOZ3 bauen	131
Kapitel 10 Die WATCHGOOZ3 programmieren	177
Kapitel 11 Das SUP3RCAR bauen	191
Kapitel 12 Das SUP3RCAR programmieren	231
Kapitel 13 Den SENTIN3L bauen	249
Kapitel 14 Den SENTIN3L programmieren	295
Kapitel 15 Den T-R3X bauen	309
Kapitel 16 Den T-R3X programmieren	363
Anhang A Inhalt des EV3-Sets 31313	381
Anhang B Unterschiede zwischen der Education- und der normalen Einzelhandelsausgabe von EV3	389
Index	403

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	xix
Spielen ohne Computer	xix
Für wen ist dieses Buch gedacht?	xix
Was du neben diesem Buch noch brauchst	xix
Die EV3-Software	xix
Der Aufbau dieses Buches	xx
Die Begleitwebsite	xx
Und los geht's!	xx
Der Praktikant des EV3L-Forschers	1
1	
Das Lego-Mindstorms-EV3-Set	5
Bauen ohne Noppen	5
Bauen mit und ohne Noppen: konstruktive Unterschiede	5
Die Bezeichnungen der Teile	6
Balken	6
Verbinder	8
<i>Kreuze und Löcher</i>	9
Räder, Reifen und Raupenkettens	12
Dekorative Elemente	13
Sonderteile	13
Elektronische Bauteile	13
Die Unterschiede zwischen der Education- und der Einzelhandelsversion von EV3	14
Zusammenfassung	14
2	
Den ROV3R bauen	17
Das Grundmodul	19
ROV3R mit Rädern	23
Stoßstange mit Berührungssensor	25
ROV3R mit Stoßstange und Berührungssensor	27
Spurfolgemodul	28
ROV3R mit Spurfolgemodul	28
Vorderer IR-Sensor	30
ROV3R mit vorderem IR-Sensor	31
Wandfolgemodul	32
ROV3R mit Wandfolgemodul	32
Alternative: ROV3R mit Wand- und Spurfolgemodul	33
Fußbodenreiniger	34

ROV3R mit Fußbodenreiniger	36
Alternative 1: ROV3R mit Fußbodenreiniger und Berührungssensor-Stoßstange	38
Alternative 2: ROV3R mit Wandfolgemodul und Fußbodenreiniger	39
ROV3R mit Raupenketten	40
Geheimprojekt: Greifermodul	44
Zusammenfassung	44
3	
Programmierung	47
Die Grundbausteine von Programmen	47
Reihen	48
Verzweigungen	48
Schleifen	48
On-Brick-Programmierung	48
Dein erstes Stein-Programm	49
<i>Schnelleinführung in die On-Brick-Programmierung</i>	50
Die Blockpalette	53
Aktionsblöcke	54
Warteblöcke	56
<i>Experiment 3-1</i>	58
Der Schleifenblock	58
<i>Experiment 3-2</i>	59
Zusammenfassung	59
4	
On-Brick-Programmierung für Fortgeschrittene	61
ROV3R mit Berührungssensor-Stoßstange	61
<i>Experiment 4-1</i>	62
So fährt der ROV3R geometrische Pfade ab	62
So folgt der ROV3R vorgezeichneten Linien	62
Das Spurfolgeprogramm erstellen	63
Fließendere Bewegungen	63
<i>Experiment 4-2</i>	63
So fährt der ROV3R immer an der Wand entlang	64
Fließendere Bewegungen	64
<i>Experiment 4-3</i>	65
Zusammenfassung	65
5	
EV3-Programmierung	69
Die EV3-Software einrichten	69
Überblick über die EV3-Software	69
Die Lobby	69
Die Programmieroberfläche	70
<i>Programme kompilieren</i>	71
Die Hardwareseite	72
Das Werkzeugmenü	72

Die Programmierpaletten	73
Projekteigenschaften	75
Den EV3-Stein an den Computer anschließen	75
Ein Stein-Programm importieren	76
Das importierte Stein-Programm untersuchen	76
Das importierte Stein-Programm bearbeiten	77
<i>Blöcke loswerden</i>	77
<i>Hintergrundwissen: Den Parameter »Gradanzahl« zur genauen Bestimmung der Fahrtstrecke berechnen</i>	78
Mehr Genauigkeit!	78
Experimente mit Aktionsblöcken	79
<i>Hintergrundwissen: Den Parameter »Gradanzahl« zum genaueren Lenken berechnen</i>	79
<i>Experiment 5-1</i>	82
Den Programmablauf steuern	82
Der Schalterblock	82
<i>Experiment 5-2</i>	83
Zusammenfassung	83
6	
Experimente mit den Infrarotbauteilen des EV3-Sets	85
Die IR-Fernsteuerung	85
Die IR-Fernsteuerung als Fernbedienung verwenden	86
Sensorblöcke und Datenleitungen verwenden	87
<i>Datenleitungen entwirren</i>	87
<i>Experiment 6-1</i>	88
Fehlersuche mit der EV3-Software	88
Datenanzeige mit dem Textblock	88
Was sind Datentypen?	89
<i>Hintergrundwissen: Dezimalzahlen</i>	90
Datentypumwandlung	90
So folgt der ROV3R der IR-Fernsteuerung	91
<i>Hintergrundwissen: Ortung für Roboter</i>	92
<i>Experiment 6-2</i>	92
Die Grundoperationen des Matheblocks nutzen	93
<i>Experiment 6-3</i>	93
Zusammenfassung	93
7	
Keine Magie – nur Mathematik!	95
Mit Messrauschen umgehen	95
Der Matheblock im erweiterten Modus	96
Der Rundungsblock	96
<i>Hintergrundwissen: Mit Fehlern aus dem Matheblock umgehen</i>	97
Der Vergleichsblock	98
Numerische in logische Werte umwandeln	98
Vergleiche in anderen Blöcken	98
Der Konstantenblock	98

Das Wandfolgeprogramm verbessern	98
<i>Hintergrundwissen: Rückkopplungsregler</i>	100
<i>Experiment 7-1</i>	100
<i>Experiment 7-2</i>	100
<i>Experiment 7-3</i>	100
Zusammenfassung	100

8

Lego-Rezepte	103
Die geheimen Eigenschaften von Winkelbalken	103
<i>Hintergrundwissen: Ein LDraw-Rätsel ist gelöst!</i>	104
Dreiecke versus Vierecke	104
Balken verlängern	107
Klammern	108
Kreuzverbinder	110
Noch ein Wort zu Zahnrädern	111
Eine gute Verzahnung erreichen	111
Zahnräder montieren	113
Zahnräder kombinieren	114
Rechtwinklige Verzahnung	115
Zahnradgetriebe	118
Schneckengetriebe	119
Bewegungen umwandeln	121
Bauideen für Motoren	123
Mittlerer Motor mit vorderem Ausgang (1)	123
Mittlerer Motor mit vorderem Ausgang (2)	124
Mittlerer Motor mit einzeltem seitlichem Ausgang	125
Mittlerer Motor mit doppeltem seitlichem Ausgang	125
Mittlerer Motor mit einfach untersetztem seitlichem Ausgang	126
Mittlerer Motor mit Getriebe	126
Mittlerer Motor mit mehreren Ausgängen	127
Großer Motor mit horizontalem Ausgang	128
Großer Motor mit Getrieben	128
Zusammenfassung	128

9

Die WATCHGOOZ3 bauen	131
Wie bewegt sich die WATCHGOOZ3?	131
Rechtes Bein	132
Linkes Bein	138
Rumpf	145
Linker Fuß	147
Rechter Fuß	150
Rumpf	152
Hintere Halterung	155
Vordere Halterung	160
Rumpf	161
Hals und Kopf	167
Rumpf	171

10		
Die WATCHGOOZ3 programmieren		177
Das Stein-Programm für die WATCHGOOZ3		177
Das Programm		177
Die Funktionsweise		177
Ausführen und Fehler beheben		178
Das Programm in die EV3-Software importieren und bearbeiten		178
Eine Sicherungskopie anlegen		179
Das Programm abwandeln		179
Eigene Blöcke erstellen		180
Eigene Blöcke mit Ein- und Ausgängen erstellen		181
Ein- und Ausgänge automatisch zu Eigenen Blöcken hinzufügen lassen		183
Zusätzliche Konfiguration eines Eigenen Blocks		184
Ein erweitertes Programm erstellen		184
Der Eigene Block ResetBody		184
Einen erweiterten Eigenen Block für die Fortbewegung erstellen		186
Das endgültige Programm für die WATCHGOOZ3		187
Der Logikblock		187
<i>Hintergrundwissen: Drehzahlregelung für Motoren</i>		188
<i>Experiment 10-1</i>		188
<i>Experiment 10-2</i>		188
Der Zeitgeberblock		188
Zusammenfassung		188
11		
Das SUP3RCAR bauen		191
Karosserie		192
Motorhaube		196
Karosserie		199
Autodach		213
Karosserie		214
Lenkung		216
Karosserie		218
R3MOTE		222
Zusammenfassung		227
12		
Das SUP3RCAR programmieren		231
Elektronische und mechanische Differenziale		231
<i>Hintergrundwissen: Drehzahlen für ein elektronisches Differenzial berechnen</i>		232
Variablen		232
Arrays		233
Numerische und logische Arrays im Variablenblock		233
Der Arrayblock		233
Der Schalterblock mit mehreren Fällen		234
Reihen parallel ausführen (Multitasking)		234

Eigene Blöcke erstellen	235
Der Eigene Block ResetSteer	235
Der Eigene Block Steer	236
Der Eigene Block Drive	236
Der Eigene Block ReadRemote2	237
Das Auto für selbstständiges Fahren programmieren	239
Das Auto für den Einsatz der Fernsteuerung programmieren	240
Den Block ReadRemote mithilfe von Arrays aufräumen	240
Das Auto für die Verfolgung der Fernsteuerung programmieren	242
Der Eigene Block Sign	242
Der Eigene Block Saturation	242
Der Eigene Block ReadBeacon	242
<i>Experiment 12-1</i>	244
Der Block Bereich	244
Das Programm FollowBeacon	244
Das SUP3RCAR mit einer Sirene ausstatten	245
<i>Experiment 12-2</i>	246
Der Block zur Schleifenunterbrechung	246
Der Block zum Beenden des Programms	246
Zusammenfassung	246

13

Den SENTIN3L bauen	249
Rumpf	250
Rechtes Bein	254
Rumpf	257
Linkes Bein	257
Rumpf	260
Brust	264
Rumpf	269
Linker Arm	273
Rechter Arm	274
Rumpf	276
Rückenschild	279
Mittelteil des Rückenschildes	281
Rückenschild (Forts.)	282
Kopf	283
Rückenschild (Abschluss)	285
Rumpf	288
COLOR CUB3	290
Zusammenfassung	292

14

Den SENTIN3L programmieren	295
Der Dateizugriffsblock	295
Dateien erstellen, löschen und Daten schreiben	295
Daten aus einer Datei lesen	296
Das Dateiende erkennen	296

Der Zufallsblock	296
Eigene Blöcke erstellen	296
Der Eigene Block ResetLegs	296
<i>Hintergrundwissen: Der Zusammenhang zwischen »Stromstärke« und Drehzahl</i>	297
Der Eigene Block WalkFWD	298
Der Eigene Block Laser	298
Der Eigene Block Turn	299
Der Eigene Block PowerDownFX	299
Der Eigene Block WaitButton	300
Der Eigene Block SayColor	300
Der Eigene Block ExeCode	300
Der Eigene Block MakeProgram	300
Der Eigene Block RunProgram	301
Der Eigene Block MakePrgFile	301
Der Eigene Block ParseFile	303
Der Eigene Block RunPrgFile	303
Den SENTIN3L für Patrouillengänge programmieren	304
Farbprogrammierung des SENTIN3Ls zur Laufzeit	304
<i>Experiment 14-2</i>	305
<i>Experiment 14-1</i>	305
<i>Experiment 14-3</i>	306
<i>Experiment 14-4</i>	306
Dauerhafte Farbprogramme erstellen	306
Zusammenfassung	306

15

Den T-R3X bauen	309
Rumpf	310
Beingerüst	313
Rumpf	315
Linkes Bein	318
Rechtes Bein	323
Rumpf	328
Der EV3-Stein	333
Rumpf	334
Kopf und Vorderarme	345
Rumpf	355
Zusammenfassung	357

16

Den T-R3X programmieren	363
Die Eigenen Blöcke für das Programm Wander erstellen	363
Der Eigene Block Reset	363
Die Eigenen Blöcke MoveAbsolute und MoveAbsolute2	363
Der Eigene Block Step	364
Der Eigene Block Roar	364
Der Eigene Block Chew	364
Der Eigene Block Look	365

Der Eigene Block Right	365
Der Eigene Block Left	366
Der Eigene Block TurnUntil	366
Den T-R3X für die Fortbewegung programmieren	367
Das Verhalten des T-R3X gestalten	367
<i>Hintergrundwissen: Verhaltensmodellierung mithilfe von Zustandsautomaten</i>	368
Einen Zustandsautomaten einrichten	369
Allgemeiner Aufbau	369
Anfangszustand	370
Die Zustandsvariable	370
Zustandsübergänge	370
Sensorereignisse	370
Zeitgeberereignisse	370
Mit dem Zeitgeber gefilterte Ereignisse	371
<i>Hintergrundwissen: Komplizierte logische Operationen mit dem Matheblock berechnen</i>	371
Aktionen	373
Die Eigenen Blöcke für das endgültige Programm erstellen	373
Der Eigene Block Turn	373
Der Eigene Block ReadBeacon	373
<i>Hintergrundwissen: Die Gesetze von De Morgan</i>	373
Der Eigene Block INIT	374
Der Eigene Block IDLE	374
Der Eigene Block HUNGRY	374
Der Eigene Block SEEK	376
Der Eigene Block CHASE	376
Das Verhalten des T-R3X programmieren	377
<i>Zustandsübergänge nach Priorität ordnen</i>	377
Zusammenfassung	379
<i>Experiment 16-1</i>	379
<i>Experiment 16-2</i>	379
<i>Experiment 16-3</i>	379
<i>Experiment 16-4</i>	379
A	
Inhalt des EV3-Sets 31313	381
B	
Unterschiede zwischen der Education- und der normalen Einzelhandelsausgabe von EV3	389
Elektronische Geräte	389
Die EV3-Software	389
Vom Einzelhandelsset zum Education-Grundkasten	389
Vom Education-Grundkasten zum normalen Einzelhandelsset	394
Vom Education-Erweiterungsset zum normalen Einzelhandelsset	398
Index	403