

Übersicht

Einleitung	xxi
Kapitel 1 Lego und Roboter: eine großartige Kombination	1
Kapitel 2 Die EV3-Programmierungsumgebung	7
Kapitel 3 TriBot: der Testroboter	17
Kapitel 4 Bewegung	43
Kapitel 5 Sensoren	57
Kapitel 6 Programmablauf	77
Kapitel 7 Das Programm WallFollower: Orientierung im Labyrinth	91
Kapitel 8 Datenleitungen	105
Kapitel 9 Datenleitungen am Schalterblock	117
Kapitel 10 Datenleitungen am Schleifenblock	127
Kapitel 11 Variablen	135
Kapitel 12 Eigene Blöcke	149
Kapitel 13 Der Mathe- und der Logikblock	161
Kapitel 14 Tasten, Statusleuchte und Anzeige des EV3-Steins	177
Kapitel 15 Arrays	187
Kapitel 16 Dateien	205
Kapitel 17 Datenprotokollierung	221
Kapitel 18 Multitasking	231
Kapitel 19 Eine PID-gesteuerte Version des Programms LineFollower	243
Anhang A Kompatibilität von NXT und EV3	257
Anhang B Websites rund um EV3	259
Index	261

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	xxi
Zielpublikum	xxi
Voraussetzungen	xxi
Der Inhalt dieses Buches	xxi
Wie du dieses Buch lesen solltest	xxiii

1

Lego und Roboter: eine großartige Kombination	1
Lego Mindstorms EV3	1
Der Lego-Mindstorms-EV3-Kasten	2
Die Lego-Mindstorms-EV3-Software	3
Software, Firmware und Hardware	3
Kunst und Wissenschaft	3
Merkmale von guten Programmen	4
Was du in diesem Buch lernst	4
Die Online-Community zu Lego Mindstorms	5
Wie geht es weiter?	5

2

Die EV3-Programmierungsumgebung	7
Die Mindstorms-Software im Überblick	7
A: Der Programmierbereich	8
B: Der Inhalts-Editor	8
C: Die Programmierpaletten	8
D: Die Hardwareseite	8
E: Schaltflächen zum Herunterladen und Ausführen	8
EV3-Programme schreiben	9
Allgemeiner Aufbau von Blöcken	9
Dein erstes Programm	10
Deine Änderungen speichern	11
Das Programm ausführen	11
Sicherungskopien anlegen	11
Projekteigenschaften	12
Dein zweites Programm	12
Kommentare	14
Kommentare hinzufügen	14
Tipps für die Arbeit mit Kommentaren	15
Kontexthilfe	15
Zusammenfassung	15

3

TriBot: der Testroboter	17
Bestandteile des TriBots	17
Motor und Räder	20
Die Laufrolle	24
Die Laufrolle aus Teilen der Home Edition bauen	24
Die Laufrolle aus Teilen der Education Edition bauen	26
Den EV3-Stein hinzufügen	27
Den Infrarot- oder den Ultraschallsensor montieren	27
Den Farbsensor anschließen	28
Den Kreisel sensor anbauen (Education Edition)	30
Die Stoßstange mit Berührungssensor bauen	30
Die Kabel anschließen	33
Den Berührungssensor verkabeln	33
Den Infrarot- oder Ultraschallsensor verkabeln	33
Den Farbsensor verkabeln	34
Den Kreisel sensor verkabeln (Education Edition)	34
Die Motoren verkabeln	34
Alternative Platzierung des Farbsensors	34
Alternative Platzierung des Infrarot- oder Ultraschallsensors	35
Den Hubarm bauen	36
Zusammenfassung	41

4

Bewegung	43
Die EV3-Motoren	43
Der Bewegungslenkungsblock	43
Modus	44
Lenkung	44
Leistung	45
Dauer	45
Am Ende bremsen	46
Anschlüsse	46
Die Anschlussansicht	46
Die Anschlussansicht auf dem EV3-Stein	47
Das Programm ThereAndBack	47
Vorwärtsbewegung	47
Wenden	48
Einen einzelnen Block testen	48
Zurück zur Ausgangsposition	48
Das Programm AroundTheBlock	49
Die erste Seite und die erste Ecke	49
Die drei anderen Seiten und Ecken	49
Das Programm testen	50
Der Hebellenkungsblock	51

Die Blöcke für große und mittlere Motoren	51
Der Hubarm	51
Der Block »Motor umkehren«	52
Ein Problem bei der Einstellung »Auslaufen«	53
Noch mehr zum Ausprobieren	55
Zusammenfassung	55

5

Sensoren	57
Sensoren verwenden	57
Der Berührungssensor	58
Das Programm BumperBot	59
Vorwärtsbewegung	59
Hindernisse erkennen	59
Zurücksetzen und wenden	59
Aufgabe 5-1	60
Aufgabe 5-2	60
Testen	60
Der Farbsensor	60
Der Farbmodus	60
Stärke des reflektierten Lichts	61
Stärke des Umgebungslichts	62
Die Anschlussansicht	62
Aufgabe 5-3	62
Das Programm IsItBlue	62
Der Schalterblock	62
Das Programm verbessern	63
Das Programm LineFinder	65
Den Schwellenwert mithilfe der Anschlussansicht finden	65
Aufgabe 5-4	66
Aufgabe 5-5	66
Der Infrarotsensor und die Fernsteuerung	66
Der Nähemodus	67
Die Modi Signal-Richtung und Signal-Nähe	67
Der Fernsteuerungsmodus	67
Aufgabe 5-6	68
Das Programm BumperBotWithButtons	68
Der Ultraschallsensor	68
Die Modi »Distanz in Zentimetern« und »Distanz in Zoll«	69
Der Modus Anwesenheit/Wahrnehmen	69
Das Programm DoorChime	69
Eine Person wahrnehmen	69
Den Gong abspielen	70
Die Wiedergabe des Gongs beenden	70

Der Kreisel sensor	71
Der Ratenmodus	71
Der Winkelmodus	71
Den Winkel zurücksetzen	72
Das Programm GyroTurn	72
Aufgabe 5-7	72
Der Motorumdrehungssensor	73
Das Programm BumperBot2	73
Noch mehr zum Ausprobieren	74
Zusammenfassung	75

6

Programmablauf	77
Der Schalterblock	77
Die Bedingung festlegen	77
Die Größe eines Blocks ändern	78
Das Programm LineFollower	78
Das Grundprogramm	79
Einen Schwellenwert für den Farbsensor wählen	79
Die Bewegungslenkungsblöcke einrichten	80
Das Programm testen	80
Mehr als zwei Wahlmöglichkeiten	80
Das Programm testen	82
Die Registeransicht	82
Aufgabe 6-1	83
Das Programm RedOrBlue	83
Rote Objekte erkennen	84
Einen neuen Fall hinzufügen	84
Der Standardfall	85
Aufgabe 6-2	85
Der Schleifenblock	85
Der Schleifen-Interrupt-Block	86
Das Programm BumperBot3	86
Noch mehr zum Ausprobieren	89
Zusammenfassung	89

7

Das Programm WallFollower: Orientierung im Labyrinth	91
Pseudocode	91
Aus einem Labyrinth herausfinden	92
Anforderungen an das Programm	93
Annahmen	94
Erster Entwurf	95
Verwendung der Education-Ausgabe	96

Einer geraden Wand folgen	96
Den Code schreiben	96
Testen	97
Um die Ecke biegen	98
Den Code schreiben	99
Testen	99
Durch eine Öffnung fahren	100
Den Code schreiben	101
Testen	101
Klangblöcke für das Debugging	102
Abschlusstest	103
Noch mehr zum Ausprobieren	103
Zusammenfassung	104

8

Datenleitungen	105
Was sind Datenleitungen?	105
Das Programm GentleStop	105
Das Programm schreiben	106
Tipps für die Verwendung von Datenleitungen	107
Aufgabe 8-1	108
Das Programm SoundMachine	108
Die Lautstärke regeln	109
Den Matheblock verwenden	109
Die Tonhöhensteuerung hinzufügen	110
Datentypen	111
Die Frequenz- und Lautstärkewerte anzeigen	111
Den Textblock verwenden	112
Beschriftungen für angezeigte Werte hinzufügen	112
Die Lautstärke anzeigen	113
Aufgabe 8-2	113
Aufgabe 8-3	113
Aufgabe 8-4	115
Noch mehr zum Ausprobieren	115
Zusammenfassung	115

9

Datenleitungen am Schalterblock	117
Die Wertmodi des Schalterblocks	117
Das Programm GentleStop umschreiben	118
Daten in einen Schalterblock übergeben	119
Vorteile bei der Verwendung eines Sensorblocks	119
Daten aus einem Schalterblock heraus übergeben	120
Aufgabe 9-1	123

Das Programm LineFollower vereinfachen	123
Aufgabe 9-2	125
Noch mehr zum Ausprobieren	125
Zusammenfassung	125

10

Datenleitungen am Schleifenblock	127
Der Logikmodus	127
Aufgabe 10-1	128
Der Schleifenindex	128
Das Programm LoopIndexTest	128
Eine Schleife neu starten	128
Der letzte Wert des Schleifenindex	129
Das Programm SpiralLineFinder	130
Einen Spiralkurs fahren	130
Linien während der Spiralbewegung erkennen	131
Aufgabe 10-2	132
Bessere Drehungen mit dem Kreisel sensor	132
Noch mehr zum Ausprobieren	133
Zusammenfassung	133

11

Variablen	135
Der Variablenblock	135
Das Programm RedOrBlueCount	136
Variablen erstellen und initialisieren	137
Sinnvolle Variablennamen	137
Die Anfangswerte anzeigen	138
Die roten Objekte zählen	138
Die blauen Objekte zählen	139
Variablen auf der Projekteigenschaftenseite verwalten	140
Der Vergleichsblock	141
Das Programm LightPointer	141
Die Variablen definieren	142
Die Lichtquelle finden	142
Variablen initialisieren	144
Das Programm LightPointer schreiben	144
Der Konstantenblock	146
Aufgabe 11-1	146
Aufgabe 11-2	146
Noch mehr zum Ausprobieren	147
Zusammenfassung	147

12

Eigene Blöcke	149
Eigene Blöcke erstellen	149
Die Palette Eigene Blöcke	151
Eigene Blöcke bearbeiten	151
Aufgabe 12-1	151
Der Eigene Block LogicToText	152
Parameter hinzufügen, entfernen und verschieben	156
Das Register Parametereinrichtung	156
Der Eigene Block DisplayNumber	156
Eigene Blöcke und das Debugging	158
Parameter von Eigenen Blöcken ändern	158
Variablen und Eigene Blöcke	158
Aufgabe 12-2	160
Noch mehr zum Ausprobieren	160
Zusammenfassung	160

13

Der Mathe- und der Logikblock	161
Der Modus »Großer Funktionsumfang« des Matheblocks	161
Unterstützte Operatoren und Funktionen	161
Der Modulo-Operator	162
Fehler im Matheblock	162
Ein proportionales Spurfolgeprogramm	164
EV3-Zeitgeber	165
Aufgabe 13-1	166
Das Programm DisplayTimer	166
Den Zeitgeber-Messwert in Minuten und Sekunden aufteilen	166
Den Text für die Anzeige zusammenstellen	167
Der Rundungsblock	168
Aufgabe 13-2	169
Aufgabe 13-3	169
Der Zufallsblock	169
Das Programm BumperBot mit einer zufälligen Drehung	170
Der Logikblock	171
Logische Operationen im Programm BumperBot	171
Der Bereichsblock	172
Das Programm agAlong	173
Das Programm GyroPointer	174
Aufgabe 13-4	175
Noch mehr zum Ausprobieren	175
Zusammenfassung	175

Tasten, Statusleuchte und Anzeige des EV3-Steins	177
Die Tasten des EV3-Steins	177
Das Programm PowerSetting	178
Der Anfangswert und die Schleife	178
Den aktuellen Wert anzeigen	179
Den Leistungswert anpassen	179
Das Programm testen	179
Schnelle Änderung des Werts	179
Aufgabe 14-1	181
Die Stein-Statusleuchte	181
Das Programm ColorCopy	181
Aufgabe 14-2	182
Der Anzeigeblock	182
Ein Bild anzeigen	182
Das Programm Eyes	183
Auf dem EV3-Bildschirm zeichnen	184
Das Programm EV3Sketch	184
Noch mehr zum Ausprobieren	186
Zusammenfassung	186

15

Arrays	187
Überblick und Terminologie	187
Arrays erstellen	187
Der Block Array-Operationen	188
Der Längemodus	188
Der Modus »Lesen aus Index«	188
Der Modus »Schreiben in Index«	189
Der Modus »Anfügen«	189
Das Programm ArrayTest	189
Aufgabe 15-1	191
Das Programm ButtonCommand	191
Das Befehlsarray erstellen	191
Die Befehle anzeigen	192
Die Befehle ausführen	193
Aufgabe 15-2	194
Das Programm ColorCount	195
Der Eigene Block ColorToText	195
Der Eigene Block AddColorCount	197
Eine Klangdatei über eine Datenleitung auswählen	197
Initialisierung	198
Farben zählen	200
Das Programm MemoryGame	200
Der Anfang der Schleife	200
Die Farbfolge zusammenstellen	200

Der Eigene Block WaitForButton	201
Die Antwort des Benutzers überprüfen	202
Noch mehr zum Ausprobieren	203
Zusammenfassung	203

16

Dateien	205
Der Dateizugriffsblock	205
Den Dateinamen festlegen	205
In eine Datei schreiben	205
Probleme mit Dateinamen verhindern	206
Aus einer Datei lesen	206
Den Highscore in MemoryGame speichern	207
Das Programm FileReader	209
Aufgabe 16-1	210
Das Dateiende finden	210
Dem Programm ColorCount ein Menü hinzufügen	211
Der Eigene Block CreateMenu_CC	211
Der Eigene Block SelectOption	212
Die neue Struktur des Programms ColorCount	215
Objekte zählen	217
Die Zähldaten speichern und laden	217
Testen	217
Aufgabe 16-2	218
Speicherverwaltung	218
Noch mehr zum Ausprobieren	219
EV3-Textdateien unter Windows	220
Zusammenfassung	220

17

Datenprotokollierung	221
Datenerfassung mit dem EV3-System	221
Der Messwert »Stromstärke«	221
Das Programm CurrentPowerTest	221
Der Eigene Block LogData	224
Das Programm CurrentPowerTest2	225
Aufgabe 17-1	226
Die aktuelle Leistung mit dem Bewegungslenkungsblock testen	226
Das Programm SteeringTest	227
Das Programm VerifyLightPointer	228
Aufgabe 17-2	229
Die Menge der Daten beeinflussen	229
Noch mehr zum Ausprobieren	230
Zusammenfassung	230

18

Multitasking	231
Mehrere Startblöcke	231
Der Block »Programm beenden«	232
Aufgabe 18-1	232
Blockierende Schleifen vermeiden	232
Ein Blinklicht zum Programm DoorChime hinzufügen	233
Programmablaufregeln	236
Startblöcke und Datenleitungen	236
Werte aus einem Schleifen- oder Schalterblock verwenden	238
Eigene Blöcke verwenden	238
Zwei Sequenzen zeitlich abstimmen	238
Schwierigkeiten vermeiden	240
Noch mehr zum Ausprobieren	241
Zusammenfassung	241

19

Eine PID-gesteuerte Version des Programms LineFollower	243
Der PID-Regler	243
Proportionalregelung	244
Die Rohdaten	245
Gute und schlechte Zonen	245
Den niedrigsten und den höchsten Messwert des Sensors bestimmen	247
Die Sensormesswerte und den Sollwert normalisieren	249
Die Proportionalregelung des Programms LineFollower verbessern	249
Die Kalibrierungsmodi des Farbsensors	250
Die PID-Regelung hinzufügen	252
Den Differenzialterm hinzufügen	252
Den Integralterm hinzufügen	253
Den Regler einstellen	256
Noch mehr zum Ausprobieren	256
Zusammenfassung	256

A

Kompatibilität von NXT und EV3	257
Motoren	257
Sensoren	257
Software	258

B

Websites rund um EV3	259
Index	261