

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>xxi</b>
Zielpublikum .....	xxi
Voraussetzungen .....	xxi
Der Inhalt dieses Buches .....	xxi
Wie du dieses Buch lesen solltest .....	xxiii
<b>1</b>	
<b>Lego und Roboter: eine großartige Kombination</b> .....	<b>1</b>
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
<b>2</b>	
<b>Die EV3-Programmierungsumgebung</b> .....	<b>7</b>
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

<b>TriBot: der Testroboter</b> .....	<b>17</b>
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

<b>Bewegung</b> .....	<b>43</b>
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 Hebel lenkungsblock .....	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

<b>Sensoren .....</b>	<b>57</b>
Sensoren verwenden .....	57
Der Berührungssensor .....	58
Das Programm BumperBot .....	59
Vorwärtsbewegung .....	59
Hindernisse erkennen .....	59
Zurücksetzen und wenden .....	59
<b>Aufgabe 5-1 .....</b>	<b>60</b>
<b>Aufgabe 5-2 .....</b>	<b>60</b>
Testen .....	60
Der Farbsensor .....	60
Der Farbmodus .....	60
Stärke des reflektierten Lichts .....	61
Stärke des Umgebungslichts .....	62
Die Anschlussansicht .....	62
<b>Aufgabe 5-3 .....</b>	<b>62</b>
Das Programm IstBlue .....	62
Der Schalterblock .....	62
Das Programm verbessern .....	63
Das Programm LineFinder .....	65
Den Schwellenwert mithilfe der Anschlussansicht finden .....	65
<b>Aufgabe 5-4 .....</b>	<b>66</b>
<b>Aufgabe 5-5 .....</b>	<b>66</b>
Der Infrarotsensor und die Fernsteuerung .....	66
Der Nähemodus .....	67
Die Modi Signal-Richtung und Signal-Nähe .....	67
Der Fernsteuerungsmodus .....	67
<b>Aufgabe 5-6 .....</b>	<b>68</b>
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 Kreisel­sen­sor .....	71
Der Ra­ten­mo­dus .....	71
Der Win­kel­mo­dus .....	71
Den Win­kel zu­rück­set­zen .....	72
Das Pro­gramm GyroTurn .....	72
<b>Aufgabe 5-7</b> .....	<b>72</b>
Der Mo­to­rum­drehungs­sen­sor .....	73
Das Pro­gramm BumperBot2 .....	73
Noch mehr zum Aus­pro­bie­ren .....	74
Zusammenfassung .....	75

## 6

<b>Pro­gramm­ab­lauf</b> .....	<b>77</b>
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
<b>Aufgabe 6-1</b> .....	<b>83</b>
Das Pro­gramm RedOrBlue .....	83
Rote Ob­jek­te er­ken­nen .....	84
Einen neuen Fall hinzufügen .....	84
Der Standardfall .....	85
<b>Aufgabe 6-2</b> .....	<b>85</b>
Der Schleifenblock .....	85
Der Schleifen-Interrupt-Block .....	86
Das Pro­gramm BumperBot3 .....	86
Noch mehr zum Aus­pro­bie­ren .....	89
Zusammenfassung .....	89

## 7

<b>Das Pro­gramm WallFol­lo­wer: Ori­en­tie­rung im La­by­rinth</b> .....	<b>91</b>
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
<b>Aufgabe 8-1</b> .....	<b>108</b>
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
<b>Aufgabe 8-2</b> .....	<b>113</b>
<b>Aufgabe 8-3</b> .....	<b>113</b>
<b>Aufgabe 8-4</b> .....	<b>115</b>
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
<b>Aufgabe 9-1</b> .....	<b>123</b>

Das Programm LineFollower vereinfachen .....	123
<b>Aufgabe 9-2</b> .....	<b>125</b>
Noch mehr zum Ausprobieren .....	125
Zusammenfassung .....	125
<b>10</b>	
<b>Datenleitungen am Schleifenblock</b> .....	<b>127</b>
Der Logikmodus .....	127
<b>Aufgabe 10-1</b> .....	<b>128</b>
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
<b>Aufgabe 10-2</b> .....	<b>132</b>
Bessere Drehungen mit dem Kreiselsensor .....	132
Noch mehr zum Ausprobieren .....	133
Zusammenfassung .....	133
<b>11</b>	
<b>Variablen</b> .....	<b>135</b>
Der Variablenblock .....	135
Das Programm RedOrBlueCount .....	136
Variablen erstellen und initialisieren .....	137
Sinnvolle Variablenamen .....	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
<b>Aufgabe 11-1</b> .....	<b>146</b>
<b>Aufgabe 11-2</b> .....	<b>146</b>
Noch mehr zum Ausprobieren .....	147
Zusammenfassung .....	147

## 12

<b>Eigene Blöcke</b> .....	<b>149</b>
Eigene Blöcke erstellen .....	149
Die Palette Eigene Blöcke .....	151
Eigene Blöcke bearbeiten .....	151
<b>Aufgabe 12-1</b> .....	<b>151</b>
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
<b>Aufgabe 12-2</b> .....	<b>160</b>
Noch mehr zum Ausprobieren .....	160
Zusammenfassung .....	160

## 13

<b>Der Mathe- und der Logikblock</b> .....	<b>161</b>
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
<b>Aufgabe 13-1</b> .....	<b>166</b>
Das Programm DisplayTimer .....	166
Den Zeitgeber-Messwert in Minuten und Sekunden aufteilen .....	166
Den Text für die Anzeige zusammenstellen .....	167
Der Rundungsblock .....	168
<b>Aufgabe 13-2</b> .....	<b>169</b>
<b>Aufgabe 13-3</b> .....	<b>169</b>
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
<b>Aufgabe 13-4</b> .....	<b>175</b>
Noch mehr zum Ausprobieren .....	175
Zusammenfassung .....	175

## 14

### **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
<b>Aufgabe 14-1</b> .....	<b>181</b>
Die Stein-Statusleuchte .....	181
Das Programm ColorCopy .....	181
<b>Aufgabe 14-2</b> .....	<b>182</b>
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
<b>Aufgabe 15-1</b> .....	<b>191</b>
Das Programm ButtonCommand .....	191
Das Befehlsarray erstellen .....	191
Die Befehle anzeigen .....	192
Die Befehle ausführen .....	193
<b>Aufgabe 15-2</b> .....	<b>194</b>
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

<b>Dateien .....</b>	<b>205</b>
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
<b>Aufgabe 16-1 .....</b>	<b>210</b>
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 Zählzeiten speichern und laden .....	217
Testen .....	217
<b>Aufgabe 16-2 .....</b>	<b>218</b>
Speicherverwaltung .....	218
Noch mehr zum Ausprobieren .....	219
EV3-Textdateien unter Windows .....	220
Zusammenfassung .....	220

## 17

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

<b>18</b>	
<b>Multitasking</b>	<b>231</b>
Mehrere Startblöcke	231
Der Block »Programm beenden«	232
<b>Aufgabe 18-1</b>	<b>232</b>
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
<b>19</b>	
<b>Eine PID-gesteuerte Version des Programms LineFollower</b>	<b>243</b>
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
<b>A</b>	
<b>Kompatibilität von NXT und EV3</b>	<b>257</b>
Motoren	257
Sensoren	257
Software	258
<b>B</b>	
<b>Websites rund um EV3</b>	<b>259</b>
<b>Index</b>	<b>261</b>