

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 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 | |
| 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 IstBlue | 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 Kreisel­sen­sor | 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 Kreiselsensor | 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 |

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 |
| 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 |