

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>xix</b>
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
<b>Der Praktikant des EV3L-Forschers</b> .....	<b>1</b>
<b>1</b>	
<b>Das Lego-Mindstorms-EV3-Set</b> .....	<b>5</b>
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 Raupenketten .....	12
Dekorative Elemente .....	13
Sonderteile .....	13
Elektronische Bauteile .....	13
Die Unterschiede zwischen der Education- und der Einzelhandelsversion von EV3 .....	14
Zusammenfassung .....	14
<b>2</b>	
<b>Den ROV3R bauen</b> .....	<b>17</b>
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 Raupenkettens .....	40
Geheimprojekt: Greifermodul .....	44
Zusammenfassung .....	44
<b>3</b>	
<b>Programmierung .....</b>	<b>47</b>
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
<b>4</b>	
<b>On-Brick-Programmierung für Fortgeschrittene .....</b>	<b>61</b>
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
<b>5</b>	
<b>EV3-Programmierung .....</b>	<b>69</b>
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
<b>6</b>	
<b>Experimente mit den Infrarotbauteilen des EV3-Sets</b> .....	<b>85</b>
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
<b>7</b>	
<b>Keine Magie – nur Mathematik!</b> .....	<b>95</b>
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

<b>Lego-Rezepte</b> .....	<b>103</b>
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

<b>Die WATCHGOOZ3 bauen</b> .....	<b>131</b>
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

<b>10</b>		
<b>Die WATCHGOOZ3 programmieren</b>		<b>177</b>
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
<b>11</b>		
<b>Das SUP3RCAR bauen</b>		<b>191</b>
Karosserie		192
Motorhaube		196
Karosserie		199
Autodach		213
Karosserie		214
Lenkung		216
Karosserie		218
R3MOTE		222
Zusammenfassung		227
<b>12</b>		
<b>Das SUP3RCAR programmieren</b>		<b>231</b>
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

<b>Den SENTIN3L bauen .....</b>	<b>249</b>
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 Rückenschilds .....	281
Rückenschild (Forts.) .....	282
Kopf .....	283
Rückenschild (Abschluss) .....	285
Rumpf .....	288
COLOR CUB3 .....	290
Zusammenfassung .....	292

## 14

<b>Den SENTIN3L programmieren .....</b>	<b>295</b>
Der Dateizugriffsblock .....	295
Dateien erstellen, löschen und Daten schreiben .....	295
Daten aus einer Datei lesen .....	296
Das Dateieinde 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

<b>Den T-R3X bauen</b> .....	<b>309</b>
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

<b>Den T-R3X programmieren</b> .....	<b>363</b>
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

<b>A</b>	
<b>Inhalt des EV3-Sets 31313 .....</b>	<b>381</b>

<b>B</b>	
<b>Unterschiede zwischen der Education- und der normalen Einzelhandelsausgabe von EV3 .....</b>	<b>389</b>
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

<b>Index .....</b>	<b>403</b>
--------------------	------------