

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	xxi
Wozu ist dieses Buch gut?	xxi
Ist dieses Buch etwas für dich?	xxi
Wie ist dieses Buch aufgebaut?	xxi
Selbst entdecken	xxi
Was ist in den einzelnen Kapiteln zu finden?	xxii
Die Begleitwebsite	xxii
Schlusswort	xxii

TEIL 1 ERSTE SCHRITTE

1	
Deinen EV3-Kasten vorbereiten	3
Was ist drin?	3
Der EV3-Stein	3
Technic-Elemente sortieren	5
Das Mission-Pad	5
Steuerung des Roboters	6
Die EV3-Software herunterladen und installieren	6
Zusammenfassung	7
2	
Baue deinen ersten Roboter	9
Die Bauanleitungen	9
Den EXPLOR3R bauen	10
Ausgabeanschlüsse, Eingabeanschlüsse und Kabel	20
Der EV3-Stein	20
Den EV3 an- und ausschalten	21
Programme auswählen und ausführen	22
Den Roboter mit der Fernsteuerung lenken	22
Zusammenfassung	23
3	
Programme erstellen und ändern	25
Ein schnelles erstes Programm	25
Ein einfaches Programm erstellen	27
1. Programmierpalette	27
2. Startblock	27
3. Programmierbereich	27
4. Hardwareseite	28

Projekte und Programme	29
5. Dateiverwaltung	29
6. Werkzeugleiste	30
7. Der Inhalts-Editor	32
Die offiziellen EV3-Roboter und die Bonusmodelle bauen	32
Zusammenfassung	33

4

Arbeiten mit Programmierblöcken: Aktionsblöcke	35
Wie funktionieren Programmierblöcke?	35
Der Bewegungslenkungsblock	35
Der Bewegungslenkungsblock in Aktion	35
Wie Modus und Einstellung funktionieren	37
Richtige Drehungen ausführen	39
<i>Selbst entdecken 1: Beschleunige</i>	39
<i>Selbst entdecken 2: Exakte Drehungen</i>	39
<i>Selbst entdecken 3: Beweg und dreh Dich</i>	39
<i>Selbst entdecken 4: Buchstabiere</i>	40
Der Klangblock	40
Die Konfiguration des Klangblocks	40
Der Klangblock in Aktion	41
<i>Selbst entdecken 5: In welche Richtung gehst Du?</i>	41
<i>Selbst entdecken 6: DJ spielen</i>	42
Der Anzeigeblock	42
Die Konfiguration des Anzeigeblocks	42
Der Anzeigeblock in Aktion	43
<i>Selbst entdecken 7: Untertitel</i>	44
<i>Selbst entdecken 8: Warten auf den Explor3r</i>	44
Der Stein-Statusleuchte-Block	44
<i>Selbst entdecken 9: Ampel</i>	45
Die An- und Aus-Modi in Bewegungsblöcken	45
<i>Selbst entdecken 10: Radio im Fahrmodus</i>	46
Die Blöcke Hebellenkung, Großer Motor und Mittlerer Motor	46
Weitere Experimente	46
<i>Selbst entdecken 11:</i>	
<i>Zeit, im Kreis zu fahren</i>	47
<i>Selbst entdecken 12: Navigator</i>	47
<i>Selbst entdecken 13: Robotänzer</i>	48
<i>Selbst konstruieren 1: Roboreiniger</i>	48
<i>Selbst konstruieren 2: Der Explor3r macht Kunst</i>	48

5

Warten, wiederholen, Eigene Blöcke und Multitasking	49
Der Warteblock	49
Die Einstellungen des Warteblocks	49
Der Warteblock in Aktion	49

Das Programm WaitDisplay	50
<i>Selbst entdecken 14: Hinterlasse eine Nachricht</i>	50
<i>Selbst entdecken 15: Timer für ein Brettspiel</i>	50
Der Schleifenblock	50
Den Schleifenblock einsetzen	50
Der Schleifenblock in Aktion	51
Schleifenblöcke innerhalb von Schleifenblöcken	51
<i>Selbst entdecken 16: Bewache den Raum</i>	52
<i>Selbst entdecken 17: Dreieck</i>	53
Blöcke selbst machen: Eigene Blöcke	53
Eigene Blöcke erstellen	53
Eigene Blöcke in Programmen verwenden	53
Eigene Blöcke bearbeiten	53
Eigene Blöcke in Projekten verwalten	53
<i>Selbst entdecken 18: Mein Quadrat</i>	56
<i>Selbst entdecken 19: Meine Melodie</i>	56
Multitasking	56
Mehrere Startblöcke	56
Eine Weiterleitung verzweigen	56
Ressourcenkonflikte vermeiden	57
Weitere Experimente	57
<i>Selbst entdecken 20: Multitasking</i>	57
<i>Selbst entdecken 21: Singletasking</i>	57
<i>Selbst entdecken 22: Komplizierte Muster</i>	58
<i>Selbst konstruieren 3: Mr. Explor3r</i>	58

TEIL 2 ROBOTER MIT SENSOREN PROGRAMMIEREN

6

Wie Sensoren funktionieren	61
Was sind Sensoren?	62
Die Sensoren im EV3-Kasten	62
Funktionsweise des Berührungssensors	62
Die Stoßstange mit dem Berührungssensor bauen	62
Sensorwerte anzeigen	66
Sensoren programmieren	66
Sensoren und der Warteblock	66
<i>Selbst entdecken 23: Hello und Goodbye</i>	67
<i>Selbst entdecken 24: Hindernisse und schlechte Laune vermeiden</i>	67
<i>Selbst entdecken 25: Einfach drücken</i>	68
Sensoren und der Schleifenblock	68
<i>Selbst entdecken 26: Lustige Melodien</i>	69
Sensoren und der Schalterblock	69
<i>Selbst entdecken 27: Bleiben oder gehen?</i>	71
<i>Selbst entdecken 28: Schwere Entscheidungen</i>	71
Die Modi Vergleichen, Ändern und Messen	73

Weitere Experimente	74
<i>Selbst entdecken 29: Die Richtung wählen</i>	74
<i>Selbst entdecken 30: Warten, Schleife oder Schalter?</i>	74
<i>Selbst entdecken 31: Stein-Tasten</i>	74
<i>Selbst konstruieren 4: Einbruchsalarm</i>	74
<i>Selbst konstruieren 5: Lichtschalter</i>	74

7

Den Farbsensor verwenden	75
Den Farbsensor anschließen	75
Der Farbmodus	77
Innerhalb einer farbigen Linie bleiben	77
<i>Selbst konstruieren 6: Bulldozer</i>	78
Das Programm erstellen	78
Einer Linie folgen	79
Der Schalterblock im Messmodus	80
Der Modus Stärke des reflektierten Lichts	80
<i>Selbst entdecken 32: Erstelle deine eigene Teststrecke</i>	81
<i>Selbst entdecken 33: Am blauen Schild anhalten</i>	81
<i>Selbst entdecken 34: Nenne die Farbe</i>	81
<i>Selbst entdecken 35: SuperReflektor</i>	81
Einen Schwellenwert festlegen	82
Sensorwerte mit einem Schwellenwert vergleichen	82
Der Linie etwas sanfter folgen	83
Der Modus Stärke des Umgebungslichts	85
Der Stärke des Umgebungslichts messen	85
Eine Morse-Programm	85
<i>Selbst entdecken 36: Morgentalarm</i>	86
Weitere Experimente	86
<i>Selbst entdecken 37: Farbmarkierungen</i>	87
<i>Selbst entdecken 38: Ein Fingerabdruckscanner</i>	87
<i>Selbst entdecken 39: Farbmuster</i>	87
<i>Selbst entdecken 40: Hindernisse auf der Linie</i>	87
<i>Selbst entdecken 41: Ein verrückter Kurs</i>	88
<i>Selbst konstruieren 7: Türglocke</i>	88
<i>Selbst konstruieren 8: Ein sicherer Tresor</i>	88

8

Den Infrarotsensor verwenden	89
Der Nähemodus	89
Hindernissen ausweichen	90
Sensoren kombinieren	90
<i>Selbst entdecken 42: Nah heran</i>	90
<i>Selbst entdecken 43: Drei Sensoren</i>	90
Der Fernsteuerungsmodus	92
<i>Selbst entdecken 44: Die Fernbedienung sichern</i>	92
Der Modus Signal-Nähe	93

Der Modus Signal-Richtung	93
<i>Selbst entdecken 45: Sanfter Verfolger</i>	94
Sensormodi kombinieren	95
Weitere Experimente	95
<i>Selbst entdecken 46: Folge mir</i>	95
<i>Selbst entdecken 47: Echolot</i>	96
<i>Selbst konstruieren 9: Ein Bahnübergang</i>	96
<i>Selbst konstruieren 10: Ein narrensicherer Alarm</i>	96

9

Die Stein-Tasten und Motorumdrehungssensoren verwenden 97

Die Stein-Tasten verwenden	97
<i>Selbst entdecken 48: Eine lange Nachricht</i>	97
<i>Selbst entdecken 49: Eigenes Menü</i>	97
Den Drehsensor verwenden	98
Die Motorposition	98
Die Motorposition zurücksetzen	99
Die Drehgeschwindigkeit	99
<i>Selbst entdecken 50: Zurück zum Anfang</i>	100
<i>Selbst entdecken 51: Geschwindigkeit in Farbe</i>	100
Funktionsweise der Geschwindigkeitsregelung	101
Geschwindigkeitsregelung in der Praxis	101
Einen blockierten Motor stoppen	101
Weitere Experimente	102
<i>Selbst entdecken 52: Ferngesteuerte Stein-Tasten</i>	102
<i>Selbst entdecken 53: Hinderniserkennung bei geringer Geschwindigkeit</i>	102
<i>Selbst konstruieren 11: Vollautomatisches Haus</i>	102

TEIL 3 TECHNIKEN DES ROBOTERBAUS

10

Mit Balken, Achsen, Verbindern und Motoren arbeiten 105

Balken und Rahmen verwenden	106
Balken verlängern	106
Rahmen verwenden	106
Konstruktionen mit Balken verstärken	107
Winkelbalken verwenden	107
<i>Selbst entdecken 54: Größere Dreiecke</i>	108
Das Lego-Raster	108
<i>Selbst entdecken 55: Winkelkombinationen</i>	110
Achsen und Kreuzlöcher verwenden	110
Verbinder verwenden	111
Achsen verlängern	111
Parallele Balken verbinden	111
Balken im rechten Winkel verbinden	111
Parallele Balken befestigen	111
<i>Selbst entdecken 56: Konstruktive Verbinder</i>	113

Halbe Lego-Einheiten nutzen	114
<i>Selbst entdecken 57: Balken mit einem halben M</i>	114
Dünne Elemente verwenden	114
Flexible Konstruktionen bauen	114
Mit Motoren und Sensoren bauen	115
Mit dem großen Motor bauen	115
Balken an den die Motorwelle anschließen	118
Mit dem mittleren Motor bauen	118
Mit Sensoren bauen	119
Verschiedene Elemente	119
Weitere Experimente	119
<i>Selbst konstruieren 12: Raupenantrieb</i>	119
<i>Selbst konstruieren 13: Ein Tischreiner</i>	120
<i>Selbst konstruieren 14: Ein Vorhangöffner</i>	120

11

Mit Zahnrädern und Getrieben arbeiten	121
Getriebe-Grundlagen	121
<i>Selbst entdecken 58: Zahnräder beobachten</i>	122
Ein genauerer Blick auf Zahnräder	122
Das Übersetzungsverhältnis zweier Zahnräder berechnen	123
Die Geschwindigkeit des Ausgangszahnrads berechnen	123
Das benötigte Übersetzungsverhältnis berechnen	123
Die Rotationsgeschwindigkeit verringern und vergrößern	123
<i>Selbst entdecken 59: Getriebemathematik</i>	124
Was ist ein Drehmoment?	124
Größere Getriebe bauen	125
<i>Selbst entdecken 60: Vorhersehbare Bewegung</i>	127
<i>Selbst entdecken 61: Gesamtrichtung</i>	127
Reibung und Schlupf	128
Die Zahnräder im EV3-Kasten	128
Mit dem Einheitenraster arbeiten	129
Kegel- und Doppelkegelräder verwenden	130
Rechtwinklige Verbindungen im Einheitenraster	130
<i>Selbst entdecken 62: Optionen für rechte Winkel</i>	133
<i>Selbst entdecken 63: Starke Getriebe</i>	133
Kugelhahnräder verwenden	133
Schneckenräder verwenden	133
<i>Selbst entdecken 64: Schneckenantrieb</i>	134
Stabile Getriebekonstruktionen	134
Zahnräder mit Balken flankieren	134
Achsenverdrehung verhindern	135
Die Drehrichtung umkehren	135
Mit Zahnrädern und EV3-Motoren bauen	135
Weitere Experimente	137
<i>Selbst konstruieren 15: Dragster</i>	137
<i>Selbst konstruieren 16: Schneckenroboter</i>	137
<i>Selbst konstruieren 17: Ein Schornsteinkletterer</i>	137
<i>Selbst konstruieren 18: Drehscheibe</i>	138
<i>Selbst konstruieren 19: Roboterarm</i>	138

TEIL 4 FAHRZEUGE UND ROBOTERTIERE

12

Formel EV3: Ein Rennroboter	141
Den Formel-EV3-Rennwagen bauen	142
Fahren und Lenken	163
Eigene Blöcke für die Lenkung erstellen	163
Die Eigenen Blöcke testen	166
Das Fernsteuerprogramm schreiben	166
Selbstständig fahren	168
Weitere Experimente	168
<i>Selbst entdecken 65: Überlenkungsexperimente</i>	168
<i>Selbst entdecken 66: Nachtrennen</i>	168
<i>Selbst entdecken 67: Das verrückte Gaspedal</i>	169
<i>Selbst entdecken 68: Ein blinkendes Rücklicht</i>	169
<i>Selbst entdecken 69: Unfallerkennung</i>	169
<i>Selbst konstruieren 20: Schneller fahren</i>	170
<i>Selbst konstruieren 21: Ein Wagen-Upgrade</i>	170

13

ANTY: Die Roboterameise	171
Der Laufmechanismus	172
ANTY bauen	173
ANTY zum Gehen bringen	190
Den gegenüberliegenden Eigenen Block erstellen	190
Hindernissen ausweichen	190
Das Verhalten programmieren	191
Futter suchen	191
Die Umgebung überwachen	191
Weitere Experimente	194
<i>Selbst entdecken 70: Fernsteuerung</i>	194
<i>Selbst entdecken 71: Nachtwesen</i>	194
<i>Selbst entdecken 72: Hungrige Roboter</i>	194
<i>Selbst konstruieren 22: Eine Roboterspinne</i>	194
<i>Selbst konstruieren 23: Fühler</i>	195
<i>Selbst konstruieren 24: Fürchterliche Klauen</i>	195

TEIL 5 FORTGESCHRITTENE PROGRAMME ERSTELLEN

14

Datenleitungen nutzen	199
Den SK3TCHBOT bauen	200
Erste Schritte mit Datenleitungen	210
<i>Selbst entdecken 73: Klang je nach Entfernung</i>	210

Mit Datenleitungen arbeiten	211
Den Wert in einer Datenleitung ansehen	211
Eine Datenleitung löschen	212
Datenleitungen zwischen Programmen	212
Mehrere Datenleitungen verwenden	212
Blöcke mit Datenleitungen wiederholen	213
<i>Selbst entdecken 74: Balkengraphen</i>	213
<i>Selbst entdecken 75: Ein erweiterter Graph</i>	214
Datenleitungstypen	214
Numerische Datenleitungen	214
Logische Datenleitungen	214
<i>Selbst entdecken 76: Sanftes Anhalten</i>	214
Textdatenleitungen	215
Numerische und logische Arrays	215
Typumwandlung	215
Sensorblöcke verwenden	217
Der Modus Messen	217
Der Modus Vergleichen	218
Der Wertebereich von Datenleitungen	219
<i>Selbst entdecken 77: Ein Sensor-Gaspedal</i>	219
<i>Selbst entdecken 78: Eine eigene Anschlussansicht</i>	219
<i>Selbst entdecken 79: Größenvergleich</i>	219
Fortgeschrittene Programmablaufblöcke	220
Datenleitungen und der Warteblock	220
Datenleitungen und der Schleifenblock	220
Datenleitungen und der Schalterblock	221
<i>Selbst entdecken 80: IR-Beschleunigung</i>	221
Der Schleifen-Interrupt-Block	223
<i>Selbst entdecken 81: Unterbrechungen unterbrechen</i>	225
Weitere Experimente	225
<i>Selbst entdecken 82: Sensorübungen</i>	225
<i>Selbst entdecken 83: Leistung vs. Geschwindigkeit</i>	225
<i>Selbst entdecken 84: Die wirkliche Richtung</i>	226
<i>Selbst entdecken 85: SK3TCHBOT beobachtet dich</i>	226
<i>Selbst konstruieren 25: Bionische Hand</i>	226
<i>Selbst entdecken 86: Oszilloskop</i>	226

15

Datenblöcke und Eigene Blöcke mit Datenleitungen verwenden **227**

Datenblöcke verwenden	227
Der Matheblock	228
<i>Selbst entdecken 87: 100%-Mathe</i>	228
<i>Selbst entdecken 88: Addierte Werte</i>	230
<i>Selbst entdecken 89: Infrarot-Geschwindigkeit</i>	230
<i>Selbst entdecken 90: Doppelte Infrarot-Geschwindigkeit</i>	230
<i>Selbst entdecken 91: Zuwachsststeuerung</i>	230
<i>Selbst entdecken 92: Richtungssteuerung</i>	230

Der Zufallsblock	231
<i>Selbst entdecken 93: Zufallsfrequenz</i>	231
Der Vergleichsblock	232
<i>Selbst entdecken 94: Zufälliger Motor und Geschwindigkeit</i>	232
Der Block Logische Verknüpfungen	233
<i>Selbst entdecken 95: Logiksensoren</i>	234
<i>Selbst entdecken 96: Auf drei Sensoren warten</i>	234
Der Bereichsblock	234
Der Rundungsblock	235
Der Textblock	235
<i>Selbst entdecken 97: Countdown</i>	236
Eigene Blöcke mit Datenleitungen erstellen	236
Ein Eigener Block mit Eingabe	236
Eigene Blöcke bearbeiten	239
<i>Selbst entdecken 98: Eigene Einheiten</i>	239
<i>Selbst entdecken 99: Erweiterte Anzeige</i>	239
Ein Eigener Block mit Ausgabe	240
<i>Selbst entdecken 100: Entfernungsdurchschnitt</i>	241
<i>Selbst entdecken 101: Annäherungsrate</i>	241
Ein Eigener Block mit Ein- und Ausgabe	242
<i>Selbst entdecken 102: Kreisberechnungen</i>	243
Strategien für Eigene Blöcke	243
Ausgangspunkte für Eigene Blöcke	243
Eigene Blöcke zwischen Projekten austauschen	243
Weitere Experimente	243
<i>Selbst entdecken 103: Ist es eine ganze Zahl?</i>	244
<i>Selbst entdecken 104: Doppelt blockiert</i>	244
<i>Selbst entdecken 105: Reflextext</i>	244
<i>Selbst konstruieren 26: Roboter-Stoppuhr</i>	244

16	
Konstanten und Variablen verwenden	245
Konstanten verwenden	245
Variablen verwenden	245
Variablen definieren	246
Den Variablenblock einsetzen	246
<i>Selbst entdecken 106: Alt vs. Neu</i>	248
<i>Selbst entdecken 107: Vorher vs. Neu</i>	248
Variablenwerte ändern und erhöhen	249
Variablen initialisieren	249
Einen Durchschnitt berechnen	250
Weitere Experimente	251
<i>Selbst entdecken 108: Hoch- und runterzählen</i>	251
<i>Selbst entdecken 109: Ein begrenzter Durchschnitt</i>	251
<i>Selbst entdecken 110: Zufallsprüfung</i>	251
<i>Selbst entdecken 111: Dichteste Annäherung</i>	252
<i>Selbst konstruieren 27: Ein eigener Zähler</i>	252

17

Spiele auf dem EV3	253
Schritt 1: Einfache Zeichnungen erstellen	254
Eigener Block 1: Clear	254
Eigener Block 2: Coordinates	254
Das Basisprogramm fertigstellen	254
Schritt 2: Die Stiftsteuerung hinzufügen	255
Den Stift bewegen, ohne zu zeichnen	255
Den Stift in einen Radiergummi verwandeln	255
Den Bildschirm löschen	257
Die Stiftstärke festlegen	257
<i>Selbst entdecken 112: Roboterkünstler</i>	259
<i>Selbst entdecken 113: Force Feedback</i>	259
<i>Selbst entdecken 114: Stiftzeiger</i>	259
Weitere Experimente	259
<i>Selbst entdecken 115: Ein Arcade-Spiel</i>	259
<i>Selbst entdecken 116: Ein Gehirntrainer</i>	260
<i>Selbst konstruieren 28: Ein Plotter</i>	260

TEIL 6 MASCHINEN UND MENSCHENÄHNLICHE ROBOTER

18

Der SNATCH3R: Ein autonomer Roboterarm	263
Der Greifer	263
Der Greifmechanismus	265
Der Hubmechanismus	265
Den SNATCH3R bauen	266
Den Greifmechanismus steuern	299
Eigener Block 1: Grab	299
Eigener Block 2: Reset	299
Eigener Block 3: Release	299
Das Fernsteuerungsprogramm schreiben	300
<i>Selbst entdecken 117: Erweiterte Fernsteuerung</i>	301
<i>Selbst entdecken 118: Geschwindigkeitsregelung über die Fernsteuerung</i>	301
Probleme mit dem Greifer beheben	301
Die IR-Fernsteuerung suchen	301
Den IR-Käfer bauen	301
Eigener Block 4: Search	303
<i>Selbst entdecken 119: Signalbestätigung</i>	307
Das endgültige Programm schreiben	307
Weitere Experimente	308
<i>Selbst entdecken 120: Den Roboter beschäftigt halten</i>	309
<i>Selbst entdecken 121: Einer Spur folgen</i>	309
<i>Selbst entdecken 122: Objekte in der Nähe finden</i>	309
<i>Selbst konstruieren 29: Bagger</i>	309

LAVA R3X: Ein Maschinenmensch, der geht und spricht	311
Die Beine bauen	312
Den Roboter zum Gehen bringen	330
Eigener Block 1: Reset	330
Eigener Block 2: Return	330
Eigener Block 3: OnSync	332
Eigener Block 4: Left	334
Die ersten Schritte machen	334
<i>Selbst entdecken 123: Der Eigene Block Walk</i>	335
<i>Selbst entdecken 124: Umkehren</i>	335
<i>Selbst entdecken 125: Rechts um!</i>	335
Den Kopf und die Arme bauen	335
Den Kopf und die Arme steuern	344
Eigener Block 5: Head	344
Hindernissen ausweichen und auf Händeschütteln reagieren	344
Weitere Experimente	347
<i>Selbst entdecken 126: Tanzende Roboter</i>	347
<i>Selbst entdecken 127: groß ist die Abweichung?</i>	348
<i>Selbst entdecken 128: Der Roboter als Aufpasser</i>	348
<i>Selbst entdecken 129: Der Roboter als Begleiter</i>	348
<i>Selbst entdecken 130: Arme und Beine synchronisieren</i>	348
<i>Selbst entdecken 131: Den Roboter fernsteuern</i>	348
<i>Selbst entdecken 132: Tamagotchi</i>	349
<i>Selbst konstruieren 30: Zweibeiniger Roboter</i>	349

A

Fehlerbehebung für Programme, den EV3-Stein und drahtlose Verbindungen	351
Kompilierungsfehler beheben	351
Fehlende Eigene Blöcke	351
Fehler in Programmierblöcken	351
Fehlende Variablendefinitionen	352
Laufende Programme korrigieren	352
Fehlerbehebung auf dem EV3-Stein	354
Die Hardwareseite	354
Probleme mit der USB-Verbindung lösen	355
Den EV3-Stein neu starten	355
Die EV3-Firmware aktualisieren	355
Datenverluste mit einer microSD-Karte verhindern	356
Drahtlose EV3-Programmierung	356
Programme über Bluetooth auf den EV3-Stein herunterladen	356
Programme über eine WLAN-Verbindung auf den EV3-Stein herunterladen	358
Bluetooth oder WLAN?	358
Zusammenfassung	358

B

On-Brick-Programme erstellen	359
On-Brick-Programme erstellen, speichern und ausführen	359
Blöcke zu der Schleife hinzufügen	359
Die Einstellungen eines Blocks festlegen	360
Programme ausführen	360
Programme speichern und öffnen	360
On-Brick-Programmierblöcke verwenden	361
On-Brick-Programme importieren	361
Zusammenfassung	363
Index	365