

mitp

2., aktualisierte Auflage

Daniel Braun

Roboter programmieren mit

NXC

für LEGO® MINDSTORMS® NXT



Von einfachen Befehlen über
den Einsatz von Sensoren bis zur
Kommunikation zwischen Robotern

Abschlussprojekt: der Roboter als
Spielekonsole für zwei Personen

Zahlreiche Praxisbeispiele und
Übungsaufgaben mit vollständigen Lösungen

Für die Versionen NXT 1.0 und 2.0

Daniel Braun

Roboter programmieren mit NXC für LEGO® MINDSTORMS® NXT



Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

Bei der Herstellung des Werkes haben wir uns zukunftsbewusst für umweltverträgliche und wiederverwertbare Materialien entschieden. Der Inhalt ist auf elementar chlorfreiem Papier gedruckt.

ISBN 978-3-8266-9064-8

2. Auflage 2010

E-Mail: kundenbetreuung@hjr-verlag.de

Telefon: +49 89/2183-7928

Telefax: +49 89/2183-7620

© 2010 mitp, eine Marke der Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH
Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg

LEGO, das LEGO Logo, die Konfiguration der Noppen und die Minifigur sind Marken der LEGO Gruppe. ©2009 The LEGO Group.

Die Buchinhalte sind nicht in Zusammenarbeit mit der LEGO Group GmbH entstanden.



Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Lektorat: Sabine Schulz

Sprachkorrektur: Petra Heubach-Erdmann

Satz: III-satz, Husby, www.drei-satz.de

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	13
I	NXT und NXC	15
I.1	Der NXT	15
I.2	NXC	16
I.2.1	Not eXactly C	16
I.2.2	Compiler	17
I.2.3	Zusammenfassung	17
2	BricxCC	19
2.1	Installation	19
2.2	Oberfläche	20
2.3	Menüleiste	22
2.3.1	Datei	22
2.3.2	Suche	23
2.3.3	Compiler	25
2.3.4	Hilfe	25
2.3.5	Bearbeiten	26
2.3.6	Tools	28
2.4	Editor-Fenster	33
2.5	Wiederholung	33
2.5.1	Tastenkombinationen	33
3	Das erste Programm	35
3.1	Die ersten Befehle	35
3.2	Fehler finden und beheben	37
3.3	Programmierstil	37
3.4	Zusammenfassung	38
3.4.1	Übungen	38
3.4.2	Wiederholung	38
4	Schleifen und Verzweigungen	41
4.1	repeat-Schleife	41

4.2	while-Schleife	42
4.3	if-Verzweigung	43
4.4	Projekt	44
4.5	Zusammenfassung	45
4.5.1	Übungen	45
4.5.2	Wiederholung	46
5	Konstanten und Variablen	49
5.1	Konstanten	49
5.2	Variablen	51
5.2.1	Deklaration	51
5.2.2	Wertzuweisung	53
5.3	Rechnen mit Variablen, Konstanten und Zahlen	54
5.4	Vergleichen von Variablen, Konstanten und Zahlen	55
5.5	Projekt	57
5.6	Kommentare	58
5.7	Zusammenfassung	58
5.7.1	Übungen	58
5.7.2	Wiederholung	59
6	Sensoren	61
6.1	Tastsensor	61
6.2	Lichtsensord (NXT I.o)	64
6.2.1	Funktionsweise	64
6.2.2	Programmierung	65
6.3	Farbsensord (NXT 2.o)	66
6.3.1	Funktionsweise	66
6.3.2	Programmierung	67
6.4	Ultraschallsensord	69
6.4.1	Funktionsweise	69
6.4.2	Programmierung	70
6.5	Geräuschsensord (NXT I.o)	71
6.6	Rotationssensord	72
6.7	Projekt	73
6.8	Zusammenfassung	77
6.8.1	Übungen	77
6.8.2	Wiederholung	78
7	Display	81
7.1	Technische Daten	81

7.2	Verwendung	81
7.3	Programmierung	82
7.3.1	Zahlen	82
7.3.2	Buchstaben	83
7.3.3	Punkte	84
7.3.4	Rechtecke	85
7.3.5	Kreise	86
7.3.6	Strecken	86
7.3.7	.ric-Dateien	86
7.4	Zusammenfassung	87
7.4.1	Übungen	87
7.4.2	Wiederholung	88
8	Buttons	89
8.1	Betätigungen zählen	89
8.2	Status	91
8.3	Betätigungen und Status	92
8.4	Projekt	92
8.5	Zusammenfassung	94
8.5.1	Übungen	94
8.5.2	Wiederholung	94
9	Musik	97
9.1	Töne spielen	97
9.2	wav-Dateien abspielen	99
9.3	Midi-Dateien abspielen	102
9.4	Brick Piano	103
9.5	Projekt	104
9.6	Zusammenfassung	106
9.6.1	Übungen	106
9.6.2	Wiederholung	106
10	Subroutinen und Makros	107
10.1	Subroutinen	107
10.2	Makros	113
10.3	Subroutinen in BricxCC	116
10.4	Zusammenfassung	117
10.4.1	Übungen	117
10.4.2	Wiederholung	117

II	Variablen für Fortgeschrittene	121
II.1	Globale und lokale Variablen	121
II.1.1	Globale Variablen	121
II.1.2	Lokale Variablen	121
II.2	Arrays	123
II.2.1	Anzahl der Elemente bestimmen	125
II.2.2	Arrays kopieren.	126
II.2.3	Arrays zusammensetzen	127
II.2.4	Mehrdimensionale Arrays	129
II.3	Strings.	134
II.3.1	Zahlen in Strings umwandeln.	134
II.3.2	Strings in Zahlen umwandeln.	135
II.3.3	Länge von Strings	135
II.3.4	ASCII-Code eines Zeichens.	135
II.3.5	Strings zusammenfügen	137
II.3.6	Teile von Strings kopieren	137
II.3.7	Teile eines Strings ersetzen	138
II.4	Weitere Variablentypen.	138
II.4.1	Long.	138
II.4.2	Char.	139
II.5	Structs.	139
II.6	Zusammenfassung	141
II.6.1	Übung	141
II.6.2	Wiederholung.	142
12	Verzweigungen und Sprunganweisung.	145
12.1	case-Verzweigung	145
12.2	Sprunganweisung (Goto)	147
12.3	Zusammenfassung	148
12.3.1	Übungen	148
12.3.2	Wiederholung.	148
13	Tasks	151
13.1	Aufruf von Tasks	151
13.2	Multitasking	153
13.3	Tasks stoppen.	155
13.4	Mutex	156
13.5	Zusammenfassung	159
13.5.1	Übungen	159
13.5.2	Wiederholung.	159

14	Dateizugriff	161
14.1	Anlegen einer Datei.	161
14.2	Löschen einer Datei.	162
14.3	In Dateien schreiben.	163
	14.3.1 Strings	163
	14.3.2 ASCII-Zeichen	164
14.4	Dateien einlesen	164
14.5	Dateien umbenennen	167
14.6	Fehlerbehandlung	167
14.7	Projekt	169
14.8	Zusammenfassung	172
	14.8.1 Übungen	172
	14.8.2 Wiederholung	172
15	Präprozessor	175
15.1	#include	175
	15.1.1 Erstellen einer eigenen Header-Datei.	176
	15.1.2 Einfügen von Header-Dateien.	177
15.2	Bedingte Kompilierung.	179
15.3	Zusammenfassung	181
	15.3.1 Übung	181
	15.3.2 Wiederholung	182
16	Erweiterte Motoren-Befehle	185
16.1	Bremsen.	185
16.2	Synchronisiertes Fahren.	186
	16.2.1 Bögen fahren	186
	16.2.2 Geradeaus fahren.	187
16.3	Gradweise Motordrehung.	189
16.4	Motorstatus auslesen.	190
	16.4.1 Geschwindigkeit.	190
	16.4.2 Rotationen.	191
	16.4.3 Synchronisierung.	191
	16.4.4 Bewegungsstatus	192
16.5	Zusammenfassung	193
	16.5.1 Übungen	193
	16.5.2 Wiederholung	193
17	Weitere Schleifen	197
17.1	do-while-Schleife	197

17.2	until-Schleife	198
17.3	Zählschleife	199
17.4	break & continue	201
17.5	Zusammenfassung	202
17.5.1	Übungen	202
17.5.2	Wiederholung	202
18	Timer	205
18.1	Verwendung des Timers	205
18.2	Sleep-Timer	207
18.3	Projekt.	208
18.4	Zusammenfassung	209
18.4.1	Übungen	209
18.4.2	Wiederholung	209
19	Sensoren für Profis	211
19.1	Erweiterte Sensorfunktionen	211
19.2	RCX-Sensoren	213
19.2.1	Programmierung	213
19.3	Sensoren in BricxCC	214
19.4	Weitere Farbsensor-Befehle	215
19.5	Weitere Sensoren.	216
19.5.1	HiTechnic-Sensoren.	217
19.5.2	Mindsensors	226
19.5.3	Bezugsquellen.	227
19.6	Zusammenfassung	227
19.6.1	Übungen	227
19.6.2	Wiederholung	228
20	Kommunikation zwischen Robotern	231
20.1	Kommunikation zwischen RCX und NXT	231
20.2	Bluetooth-Kommunikation	236
20.2.1	Steuerung per Handy und PDA	237
20.2.2	Kommunikation zwischen NXT und PC	240
20.2.3	Kommunikation zwischen zwei NXTs	242
20.3	Kommunikation per Kabel	264
20.3.1	Verbindung herstellen	265
20.3.2	Programmierung	265

20.4	Zusammenfassung	270
20.4.1	Übungen	270
20.4.2	Wiederholung	270
21	Abschlussprojekt	277
A	Lösungen	311
A.1	Kapitel 3	311
A.2	Kapitel 4	311
A.3	Kapitel 5	311
A.4	Kapitel 6	312
A.5	Kapitel 7	312
A.6	Kapitel 8	312
A.7	Kapitel 9	313
A.8	Kapitel 10	313
A.9	Kapitel 11	313
A.10	Kapitel 12	314
A.11	Kapitel 13	315
A.12	Kapitel 14	317
A.13	Kapitel 15	319
A.14	Kapitel 16	319
A.15	Kapitel 17	320
A.16	Kapitel 18	321
A.17	Kapitel 19	321
A.18	Kapitel 20	323
B	Befehlsübersicht	331
B.1	Buttons	331
B.2	Dateizugriff	333
B.3	Display	334
B.4	Kommunikation	335
B.4.1	Infrarot	335
B.4.2	Bluetooth	337
B.4.3	Kabel	339
B.5	Motoren	340
B.6	Präprozessor	342
B.7	Schleifen	344
B.8	Sensoren	345
B.9	Sprunganweisungen	348

Inhaltsverzeichnis

B.10	Subroutinen	348
B.11	Tasks	349
B.12	Timer	350
B.13	Töne	351
B.14	Variablen	352
B.15	Verzweigungen	354
	Stichwortverzeichnis	357