

mitp Professional

## Das EV3 Roboter Universum

Ein umfassender Einstieg in LEGO® MINDSTORMS® EV3 mit 8 spannenden Roboterprojekten

von

Matthias Paul Scholz, Beate Jost, Thorsten Leimbach

1. Auflage

[Das EV3 Roboter Universum – Scholz / Jost / Leimbach](#)

schnell und portofrei erhältlich bei [beck-shop.de](http://beck-shop.de) DIE FACHBUCHHANDLUNG

mitp/bhv 2014

Verlag C.H. Beck im Internet:

[www.beck.de](http://www.beck.de)

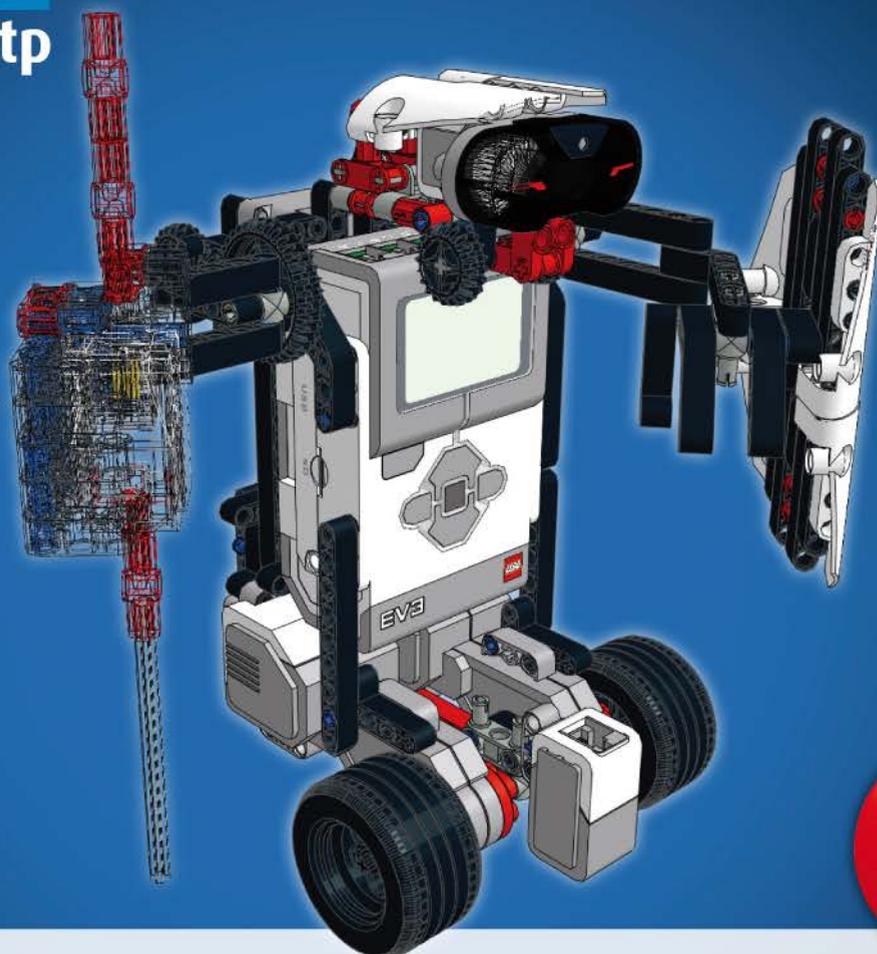
ISBN 978 3 8266 9473 8



Matthias Paul  
Scholz

Beate  
Jost

Thorsten  
Leimbach



komplett  
in  
Farbe!

# Das EV3 Roboter Universum

Ein umfassender Einstieg in

**LEGO® MINDSTORMS® EV3**

mit 8 spannenden Roboterprojekten



# LEGO® MINDSTORMS – Von RCX zu EV3

Im Jahr 1998 wurden von *The LEGO Group*® die ersten Komponenten der MINDSTORMS-Serie veröffentlicht: Das Robotic Invention Set (RIS) enthielt eine zentrale programmierbare Steuereinheit, den sogenannten Robotic Command Explorer (RCX). Mit dem RCX wurden elektrische Motoren und Sensoren entwickelt. Standardmäßig ließen sich der RCX-Stein und die Motoren mit den sonstigen LEGO®-Komponenten aus den SYSTEM- und TECHNIC-Serien verbinden.

Im August 2006 wurde das Robotic Invention Set durch das Nachfolgesystem LEGO® MINDSTORMS NXT abgelöst. Das mit dem RIS eingeführte Konzept wurde mit dem NXT fortgeführt. Das zentrale Element der LEGO® MINDSTORMS blieb der intelligente »Stein« der NXT, an dem wieder Sensoren und Motoren angeschlossen werden konnten. Sowohl der NXT-Stein als auch die Sensoren waren aber im Vergleich zu dem RCX erheblich leistungsfähiger. Eine weitere wesentliche Neuerung gegenüber dem Vorgänger war die Offenlegung der Hardware- und Softwarespezifikationen. Diese Öffnung und die Gründung verschiedener Partnerprogramme, z.B. der MINDSTORMS Community Partners MCP und das MINDSTORMS *Developer Partners Program*, verhalfen dazu, das große Potenzial der LEGO- und Robotik-begeisterten Gemeinschaft zu nutzen und die Möglichkeiten des NXT-Systems in großem Maße auszuschöpfen.

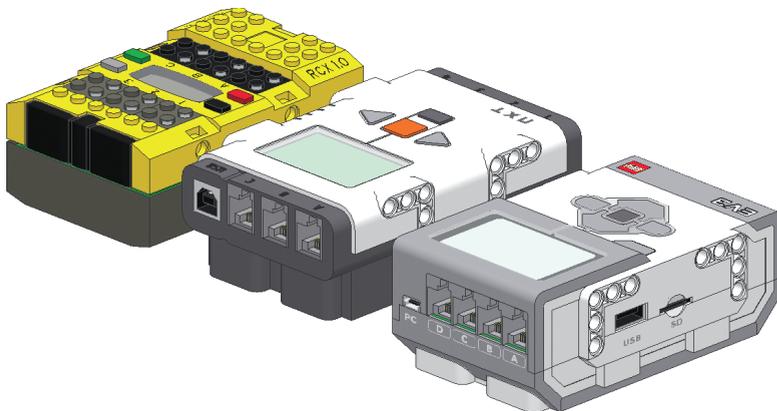


Abb. 1.1: Von RCX zu EV3

War die Bandbreite der verfügbaren Sensoren für das RCX-Set noch recht überschaubar, gibt es für den NXT eine große Anzahl an Sensoren von Drittfirmen wie HiTechnic, Mindsensors oder Vernie. Somit können bereits Kinder und Jugendliche leicht in die Konstruktion und Programmierung eines Roboters einsteigen. Aber auch auf Hochschulniveau bietet das NXT-System für Studenten und Erwachsene ausreichend Möglichkeiten von der fortgeschrittenen Programmierung und Konstruktion bis hin zum Eigenentwurf von elektronischen Bauteilen, wie z. B. Sensoren. Nicht zuletzt nutzen Initiativen in den USA (LEGOEngineering) und Europa (Roberta® – Lernen mit Robotern) das NXT-System, um Kinder, Jugendliche, Studentinnen/Studenten und Lehrkräfte für Technik und Naturwissenschaften zu begeistern.

Seit August 2013 wurde die LEGO® MINDSTORMS-Serie um ein neues Mitglied mit dem Namen EV3 (EV für Evolution und 3 für das dritte System der MINDSTORMS-Serie) erweitert. Mit EV3 hat LEGO® konsequent die beiden erfolgreichen Vorgängersysteme weiterentwickelt. Sowohl der intelligente »Stein« als auch die elektrischen Komponenten wurden an den heutigen Stand der Technik angepasst.

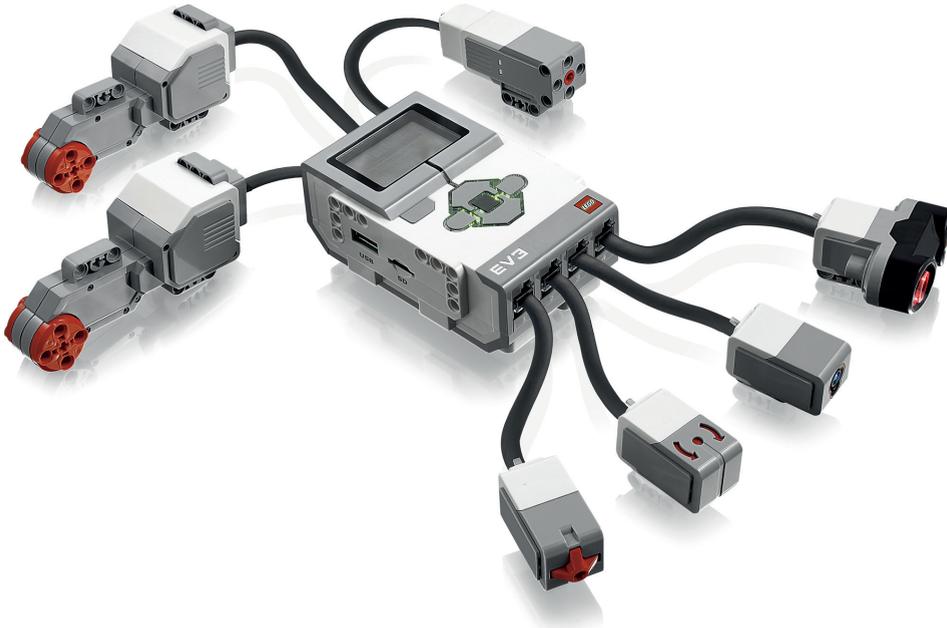
Um nur eine Weiterentwicklung herauszugreifen, sei an dieser Stelle die Auto-ID-Funktion der Motoren und Sensoren erwähnt. Schließt man beispielsweise den Farbsensor an einen Sensorport des EV3-Steins an, erkennt die offizielle LEGO® EV3-Software automatisch den Port, an dem der Sensor angeschlossen ist – vorausgesetzt, der EV3 ist eingeschaltet und mit dem PC verbunden (siehe in Kapitel 3 den Abschnitt 3.6.2).

## 1.1 Der intelligente LEGO®-Stein EV3

Es handelt sich um einen Computer, der selbstständig Programme ausführen kann, die mittels einer dazu geeigneten Software in ein für den Stein verständliches Format übersetzt wurden. Der Stein kann somit als Gehirn des Roboters bezeichnet werden.

EV3 ist im Vergleich zum NXT mit einem schnelleren Prozessor und mehr Speicher ausgestattet. Firmware und Programme werden im Flash-Speicher abgelegt und bleiben auch ohne Stromversorgung längere Zeit erhalten. Mit EV3 wird zudem Linux als Betriebssystem eingesetzt.

Kommunikation mit dem PC ist bei EV3 ähnlich geregelt wie beim NXT. Zusätzlich zur Verbindung der Steuereinheit (»intelligenter Stein«, engl. *intelligent brick*) zu PC via USB und Bluetooth gibt es die Möglichkeit, den Stein per USB mit einem weiteren Stein (sogenanntes *daisy chain*) zu verbinden.



**Abb. 1.2:** LEGO® MINDSTORMS EV3 Education-Set (Quelle: LEGO Education)

Wie Abbildung 1.2 zeigt, können am EV3-Stein vier Sensoren angeschlossen werden. Die Anzahl der Motorausgänge blieb im Vergleich zum NXT mit vier Anschlüssen gleich. Zur Verbindung zwischen EV3 und Sensoren bzw. Motoren werden die vom NXT bekannten Kabel mit RJ12-Stecker (vergleiche Abbildung 1.3) verwendet.

Tabelle 1.1 zeigt die Unterschiede zwischen EV3- und NXT-Stein. Die Angaben beziehen sich auf die von LEGO® veröffentlichten Spezifikationen.

	NXT	EV3
Prozessor	Atmel 32-Bit ARM AT91SAM7S256 48 MHz 256 KB FLASH-RAM 64 KB RAM	ARM9 300 MHz 16 MB Flash 64 MB RAM
Co-Prozessor	Atmel 8-Bit AVR, ATmega48 8 MHz 4 KB FLASH-RAM 512 Byte RAM	
Betriebssystem	Proprietär	Linux

**Tabelle 1.1:** Vergleich technische Details zwischen NXT und EV3 (Quelle: The LEGO® Group 2012)

	NXT	EV3
Sensoranschlüsse	4 Analog Digital: 9600 bit/s (IIC)	4 Analog Digital, bis zu 460,8 Kbit/s
USB-Kommunikation	Maximalgeschwindigkeit (12 Mbit/s)	Maximalgeschwindigkeit (480 Mbit/s)
USB-Host Schnittstelle		Daisy chain (3 levels) WiFi-Kommunikation USB-Speichermedium
SD-Card-Lesegerät		MicroSD-Karte, bis 32 GB
Verbindungsmöglichkeit mit anderen Mobil-Geräten	Betriebssystem: Android	Betriebssystem: Apple, Android
User-Interface	4 Knöpfe	6 Knöpfe inkl. Beleuchtung (z. B. um Fehler im Programm zu beheben)
Display	LCD Matrix, monochrom 100 x 64 Pixel	LCD Matrix, monochrom 178 x 128 Pixel
Kommunikation	Bluetooth USB 2.0	Bluetooth v2.1+EDR USB 2.0 (Kommunikation zum PC) USB 1.1 (Kommunikation zwischen zwei EV3-Steinen – Reihenschaltung, engl. <i>daisy chain</i> )

**Tabelle 1.1:** Vergleich technische Details zwischen NXT und EV3 (Quelle: The LEGO® Group 2012)

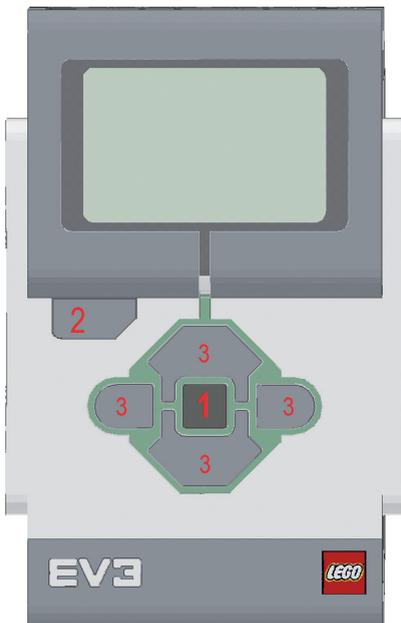
Die Sensoren und Motoren können, einmal an den Stein angeschlossen, von diesem angesteuert werden. Mit einem geeigneten Programm kann man also Motoren starten, stoppen und in verschiedenen Geschwindigkeiten laufen lassen. Ebenso können Sensorwerte ausgelesen und auf ihre Veränderungen reagiert werden. Wie oben bereits erwähnt, wird zur Verbindung von Sensoren und Motoren das mit dem NXT eingeführte Kabel vom Typ RS-12 (siehe Abbildung 1.3) verwendet.



**Abb. 1.3:** EV3-Kabel (Typ: RS-12)

Ähnlich wie beim NXT befindet sich auch beim EV3 das Anzeigefenster (Display), in dem Text und Grafiken angezeigt werden, auf der Oberseite des Steins, dort können Systemeinstellungen vorgenommen werden. In erster Linie dient das Display zur Auswahl der auf dem EV3-Stein befindlichen Programme und zur Einstellung der Parameter Lautstärke, Sleep-Timer, Bluetooth und WiFi (mit einem USB-Dongle).

Unterhalb des Displays befinden sich beim EV3 sechs beleuchtete Knöpfe (siehe Abbildung 1.4).



**Abb. 1.4:** Intelligenter EV3-Stein (LEGO® Education)

1. Knopf zum Einschalten, zur Menü-Auswahl und zum Ausschalten
2. Knopf zum DE-SELECT, um eine Menüebene zu verlassen und zur Auswahl des »Ende-Dialogs«, um den EV3-Stein auszuschalten
3. Navigationsknöpfe zur Menü-Navigation nach links/rechts und oben/unten

Das Menü des EV3-Steins besteht aus folgenden Oberpunkten:

- Programme auswählen (Play/Start-Symbol)
- Projekte auswählen (Dokument-Symbol)
- EV3-Kontrollinstrumente (Sechser-LEGO®-Stein-Symbol)
- EV3-Einstellungen (Werkzeugschlüssel-Symbol)

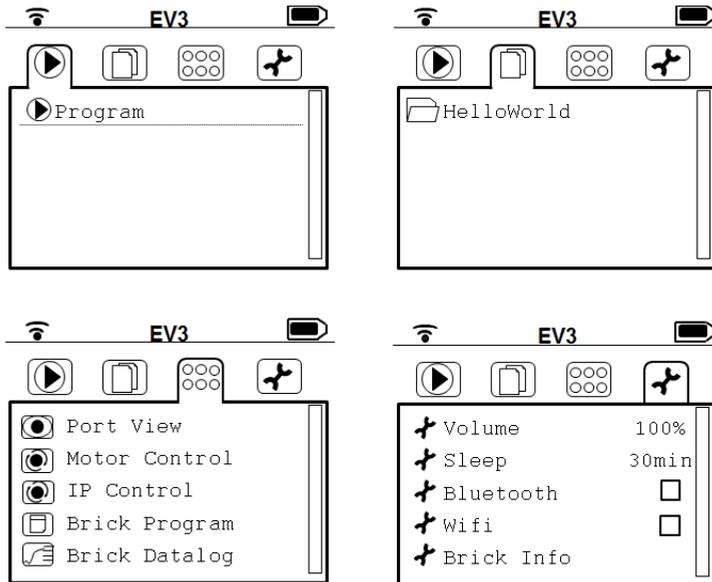


Abb. 1.5: Menüstruktur des EV3-Steins

Während bei den ersten beiden Menüpunkten die jeweiligen auf dem EV3-Stein geladenen Programme und Projekte ausgewählt und ausgeführt werden können, kann mit den Kontrollinstrumenten und Einstellungen die Funktionalität des EV3-Steins überprüft oder geändert werden. Das Menü EV3-KONTROLLINSTRUMENTE bietet beispielsweise die Möglichkeit, die Motoren und den Infrarotsensor zu testen oder im Menüpunkt BRICK DATALOG die angeschlossenen Motor- und Sensorwerte anzuzeigen. Mit dem Menü BRICK PROGRAMM (der sogenannten: On-Brick-Programmierung) können erste einfache (Test-)Programme erstellt werden, wobei die Handhabung leider nicht sehr intuitiv ist.

Ebenso wie der NXT verfügt der EV3 auch über einen Lautsprecher, mit dem sowohl einzelne Töne als auch ganze Sound-Dateien abgespielt werden können.

Zur eigenen Energieversorgung und zum Betrieb der angeschlossenen elektronischen Komponenten benötigt der Stein sechs handelsübliche AA-Batterien.

### Hinweis

Wir empfehlen aus Kosten- und Umweltschutzgründen, wiederaufladbare Batterien bzw. den bei LEGO® Education erhältlichen Akku-Pack zu verwenden. Das Akku-Pack kann direkt am EV3 geladen werden. Hierfür kann das Ladegerät der NXT-2.0-Serie verwendet werden – LEGO® Transformator 8887 (10V).

## 1.2 Home- und Education-Edition

Wie bereits mit dem NXT-System eingeführt, erscheint auch das EV3-Set in zwei Varianten – die für Privatanwender konzipierte Home-Edition, die im Spielwarenhandel erhältlich ist, und das für den Lehrbereich angepasste Education-Set (erhältlich über LEGO® Education). Die Aufteilung in ein Home- und ein Education-Set hat im Wesentlichen Vermarktungs- und vertriebliche Gründe.

Der Inhalt des EV3-Education-Sets unterscheidet sich aufgrund der Zielgruppe sowohl in den elektronischen wie auch in einigen nicht elektronischen Komponenten. Beispielsweise enthält das Education-Set einen Ultraschallsensor statt eines Infrarotsensors, wie ihn die Home-Edition enthält.

Zusätzliches Unterscheidungsmerkmal ist der im Education-Set enthaltene Akku, der in das Batteriefach des EV3-Steins passt, wodurch sich allerdings die Gesamthöhe des Steins ändert.

### Hinweis

Alle in diesem Buch beschriebenen Roboter-Modelle berücksichtigen das Home-Set. Die Beschreibung der Roboter-Modelle mit dem Education-Set erhalten Sie zum kostenlosen Download mit dem Zugangscode, den Sie am Anfang des Buches finden.

Da die Education-Edition für den Einsatz an Schulen und im universitären Bereich gedacht ist, wird sie über die Kanäle von LEGO® Education vertrieben und üblicherweise nicht in Spielwarengeschäften angeboten.