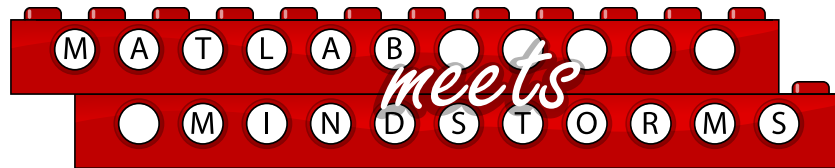


# *Projekt der Elektrotechnik und Informationstechnik*



## *1. Projektversuch*

*- Roboterbau -*

7. Oktober 2016

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>2</b>
2.1	EV3 Intelligent Brick . . . . .	2
2.1.1	Motor- und Sensorports . . . . .	2
2.1.2	USB Port . . . . .	3
2.1.3	Bluetooth . . . . .	3
2.1.4	Lautsprecher . . . . .	4
2.1.5	Schaltknöpfe . . . . .	4
2.1.6	Technische Daten . . . . .	4
2.2	Auslesen von Motor- und Sensordaten . . . . .	4
2.3	Port View . . . . .	5
2.4	Motor Control . . . . .	5
2.5	Direkte Programmierung . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Durchführung</b>	<b>8</b>
3.1	Roboterbau . . . . .	8

# 1 Einleitung

Das LEGO Mindstorms EV3 System ist ein Bausteinsystem zum schnellen, kreativen und individuellen Roboterbau. Neben einfachen LEGO Konstruktionen können auch komplexe Mindstorms Roboter konstruiert und mit Hilfe einer Steuereinheit durch verschiedenste Programmiersprachen automatisiert und interaktiv gesteuert werden. In diesem Projekt wird dafür die RWTH - Mindstorms EV3 Toolbox für MATLAB verwendet. Die Kommunikation und Interaktion zwischen Computer und Roboter erfolgt hierbei wahlweise über USB oder die drahtlose Bluetooth Schnittstelle.

Die zur Verfügung stehenden LEGO Mindstorms EV3 Education Sets (siehe Abbildung 1) beinhalten je einen wiederaufladbaren Akku, den EV3 Intelligent Brick (Steuereinheit), drei Servomotoren, 5 Sensoren (Gyro-, Ultraschall-, Farb- und zwei Berührungssensoren), Verbindungskabel und LEGO Bausteine. Die Eigenschaften und Funktionalitäten der Motoren und der verschiedenen Sensoren werden in den späteren Projektversuchen nacheinander einzeln behandelt. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen sollen anschließend eigene komplexere Robotersteuerung und Applikationen entwickelt werden.

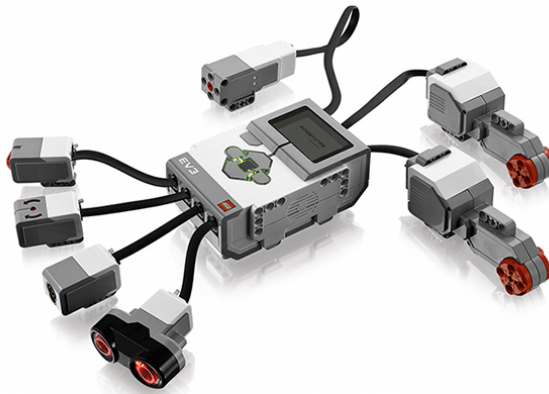


Abbildung 1: LEGO Mindstorms EV3 Education Set (LEGO ©)

## 2 Grundlagen

Im Folgenden wird der EV3 Intelligent Brick und dessen Funktionen kurz vorgestellt. Die Beschreibung der Motoren und Sensoren erfolgt dann in den späteren Projektversuchen.

### 2.1 EV3 Intelligent Brick

Der EV3 Intelligent Brick in Abbildung 2 ist die zentrale Steuereinheit jedes Mindstorms Roboters. Er verarbeitet sowohl auf dem Brick gespeicherten Programmcode als auch empfangene USB oder Bluetooth Kommandos. Jeder Sensor und Motor kann dabei einzeln angesteuert werden. Außerdem ist auch eine Kommunikation unter mehreren EV3 möglich.



Abbildung 2: EV3 Intelligent Brick (LEGO ©)

#### 2.1.1 Motor- und Sensorports

Der EV3 hat vier Motorports A, B, C und D und vier Sensorports 1, 2, 3 und 4. Die Verbindung zwischen Brick und Motor/Sensor erfolgt durch ein sechsadriges Kabel. Eine Übersicht der Anschlüsse gibt Abbildung 3.

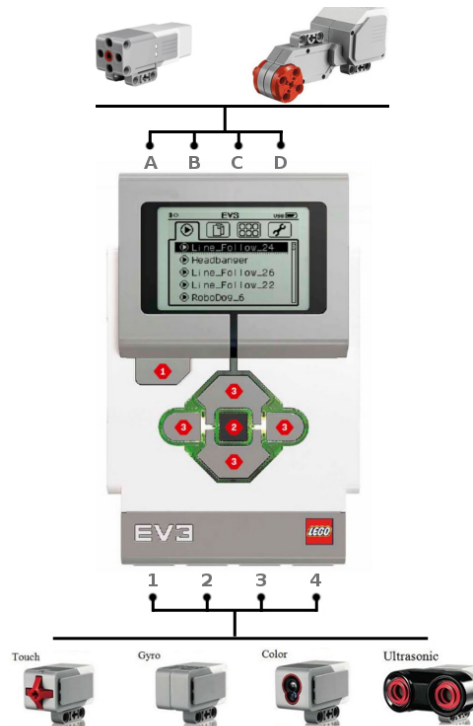


Abbildung 3: Anschlüsse und Schaltknöpfe des EV3 (LEGO ©)

### 2.1.2 USB Port

Der EV3 besitzt zur externen Kommunikation eine USB Schnittstelle. Über eine kabelgebundene Verbindung zum Computer können Firmware Updates, Programme und andere Daten (z.B. Sounddateien) übertragen und auf dem Brick abgespeichert werden.

### 2.1.3 Bluetooth

Als weiteren Übertragungskanal unterstützt der EV3 außerdem die drahtlose Bluetooth Schnittstelle. Sein Bluetooth Adapter ist bereits innerhalb des Gehäuses integriert. Damit ermöglicht das Mindstorms EV3 System eine kabellose Kommunikation mit einem Computer oder einem anderen Bluetoothfähigen Endgerät, wie z.B. Handy oder PDA. Auch über diesen Übertragungskanal können sowohl Programmdateien als auch direkte Programmbefehle gesendet und empfangen werden.

Über MATLAB werden in den späteren Projektversuchen mit Hilfe der RWTH - Mindstorms EV3 Toolbox USB und/oder Bluetooth Pakete an den EV3 gesendet und empfangen, um den Roboter anwendungsspezifisch zu steuern. Zur Datenübertragung und Steuerung kann damit sowohl die kabelgebundene USB- als auch die drahtlose Bluetooth-Schnittstelle verwendet werden.

### 2.1.4 Lautsprecher

Im EV3 ist ein Lautsprecher integriert, der neben einfachen Signaltönen auch echte Sounddateien ausgeben kann.

### 2.1.5 Schaltknöpfe

Die Funktion der Schaltknöpfe gliedert sich wie folgt (siehe 3):

- 1: Löschen/Zurück/Stopp
- 2: An/OK/Start
- 3: Navigation im EV3 Menü

### 2.1.6 Technische Daten

- ARM9 Microcontroller
- 16 MB FLASH, 64 MB RAM
- USB Host Schnittstelle (*Daisy chain* (3 levels), WiFi-Kommunikation, USB-Speichermedium)
- SD-Karten-Lesegerät (MicroSD bis 32 GB)
- 4 Eingangsports
- 4 Ausgangsports
- 178 x 128 Pixel LCD Display
- Kommunikation:
  - Bluetooth (v2.1EDR)
  - USB 2.0 - Kommunikation zum PC
  - USB 1.1 - Kommunikation zwischen EV3-Bricks (*Daisy chain*)
- Lautsprecher
- Energiezufuhr: 6 AA Batterien oder wiederaufladbarer Akku

## 2.2 Auslesen von Motor- und Sensordaten

Auf dem EV3 ist bereits ein Betriebssystem (Firmware) installiert, welches dem Benutzer erlaubt Hardwareeinstellungen des Bricks zu verändern, die Funktionsweise der Motoren und Sensoren zu überprüfen, Daten auszulesen und kleine Ablaufprogramme direkt zu programmieren.

### 2.3 Port View

In der Anschlussansicht (**Port View**) (siehe Abbildung 4) können die Daten der Sensoren und Motoren, wie z.B. relative Helligkeit, Abstand in Zentimetern oder gedrehte Winkelgrad ausgelesen und im Display des EV3 angezeigt werden. Mit der mittleren Taste können die aktuellen Einstellungen für die angeschlossenen Motoren und Sensoren angezeigt und geändert werden.



Abbildung 4: Port View (LEGO ©)

### 2.4 Motor Control

In der **Motor Control** Ansicht (siehe Abbildung 5) können Vorwärts- und Rückwärtsbewegung eines beliebigen Motors, der an einen der vier Ausgabe-Anschlüsse angeschlossen ist, gesteuert werden. Es gibt zwei verschiedene Modi. In dem einen Modus kann der an Anschluss A angeschlossene Motor mithilfe der oberen und unteren Taste gesteuert werden und der an Anschluss D angeschlossene Motor anhand der linken und rechten Taste. In dem anderen Modus können die an Anschluss B bzw. C angeschlossenen Motoren gesteuert werden. Mit der mittleren Taste kann zwischen beiden Modi umgeschaltet werden.

### 2.5 Direkte Programmierung

Der Benutzer kann einen Mindstorms Roboter durch den EV3 direkt mit der On-Board Programmiersprache steuern. Dazu ist kein Computer notwendig. Über den Menüpunkt **Brick Program** können einfache Anwendungen für den Roboter programmiert werden. Der Startbildschirm enthält bereits einen Start- und einen Schleifenblock, die per Reihenschaltung verbunden sind. Die gestrichelte vertikale Linie zeigt an, dass weitere Blöcke zum

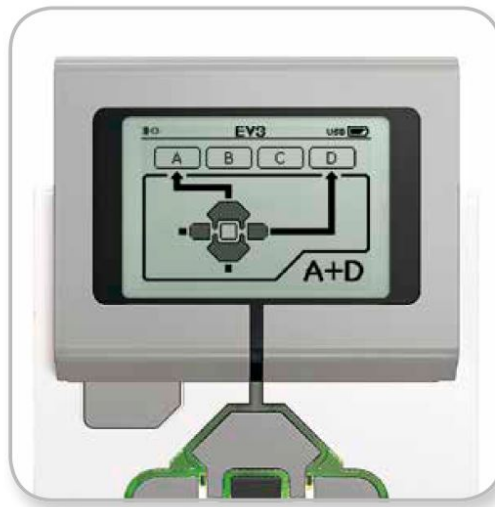


Abbildung 5: Motor Control (LEGO ©)

Programm hinzugefügt werden können. Mit der oberen Taste kommt man in die Blockauswahl (siehe Abbildung 6). Es gibt zwei Typen von Blöcken: Warten (kleine Sanduhr) und Aktion (kleiner Pfeil).

Im Programm können die einzelnen Blöcke ausgewählt werden, um weitere Einstellungen des markierten Blockes vorzunehmen. Um einen Block aus einem Programm zu löschen, markiert man den zu löschenden Block und wählt in der Blockauswahl den Papierkorb ganz links aus. Zum Starten des Programms wird der Startblock ausgewählt.

Die Software weist den verschiedenen Sensoren und Motoren Standardanschlüsse zu:

- Anschluss 1: Drucksensor
- Anschluss 2: Kein Sensor
- Anschluss 3: Farbsensor
- Anschluss 4: Infrarotsensor
- Anschluss A: Mittlerer Motor
- Anschluss B und C: Zwei Große Motoren
- Anschluss D: Großer Motor

### Beispiel

Als Programmbeispiel soll der Roboter in einer Unendlichkeitsschleife abwechselnd vor- und rückwärts fahren, wenn der Drucksensor gedrückt wird.



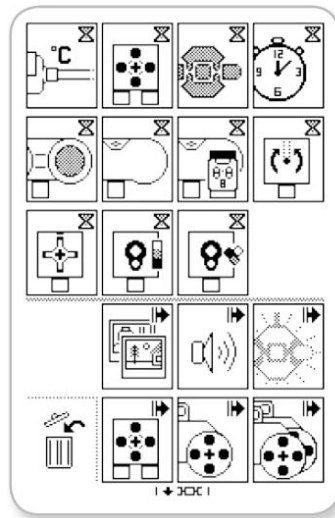


Abbildung 6: Vollständige Blockauswahl (LEGO ©)

Nachdem die Sensoren und Motoren an die ausgewählten Ports angeschlossen sind ergibt sich folgende Reihenfolge:

1. Startblock
2. Aktionsblock: Motor (Einstellung: Vorwärts drehen)
3. Warteblock: Tastsensor
4. Aktionsblock: Motor (Einstellung: Rückwärts drehen)
5. Warteblock: Tastsensor
6. Schleifenblock

Hinweis: Im Schleifenblock kann die Anzahl der Schleifendurchläufe eingestellt werden

## 3 Durchführung

Dauer: ca. 120 min

### 3.1 Roboterbau

- a) Bauen Sie den LEGO Mindstorms EV3 Roboter aus Abbildung 7 anhand der dem Baukasten beigefügten Bauanleitung. (40 min)



Abbildung 7: EV3 Roboter (LEGO ©)

- b) Programmieren Sie die in der Bauanleitung beschriebenen Programme mit der On-Board Programmiersprache und entwickeln Sie weitere eigene Programme. (30 min)
- c) Testen Sie im **Port View** Modus die einzelnen Sensoren und Motoren. Welchen maximalen Abstand können Sie mit dem Ultraschallsensor noch zuverlässig messen? Welche relativen Helligkeitswerte misst der Lichtsensor im aktiven und passiven Modus für das weiße Blatt und die schwarze Linie? Welchen prozentualen Dezibelwert misst der Soundsensor derzeit im Raum? Protokollieren Sie kurz Ihre Messwerte. (20 min)
- d) Verändern und verbessern Sie die Konstruktion Ihres Roboters um sich von den Robotern der anderen Gruppen abzuheben. Durch welche individuelle Bauweise und

### *3 Durchführung*

spezifischen Funktionen wird Ihr Roboter charakterisiert? Präsentieren Sie Ihren Roboter anhand von 5 Stichpunkten schriftlich. (30 min)



