

Der Roboter reagiert auf seine Umwelt

Bislang kann sich unser Roboter¹ zwar bewegen. Er hat jedoch keine Möglichkeit dabei auf seine Umgebung zu reagieren, um z. B. einem Hindernis auszuweichen. Wir Menschen besitzen Sinnesorgane wie unsere Augen und Ohren, um unsere Umwelt wahrzunehmen. Dem Roboter stehen Sensoren zur Verfügung, um Veränderungen seiner Umwelt zu registrieren. Du kannst an deinem Roboter z. B. einen Farbsensor, einen Berührungssensor oder einen Ultraschallsensor befestigen. Tabelle 1 zeigt eine Auswahl der Sensoren, die an den Roboter angeschlossen werden können.





Sensor	Was wird gemessen?
	Farbsensor Mit Hilfe des Sensors können sieben Farben unterschieden werden: rot, blau, gelb, grün, braun, schwarz und weiß. Außerdem misst der Sensor die Lichtstärke. Dabei wird zwischen reflektiertem Licht und Umgebungslicht unterschieden.
	Berührungssensor Für diesen Sensor werden die Zustände <i>gedrückt</i> und <i>losgelassen</i> unterschieden.
	Ultraschallsensor Der Sensor misst die Entfernung bis zum nächsten Gegenstand oder einer Wand. Die Entfernung kann in cm oder Zoll ausgewertet werden.
	Kreiselsensor Der Sensor misst, um wie viel Grad er sich ausgehend von einem Startpunkt gedreht hat.

Tabelle 1: Übersicht über die Sensoren des Legoroboters

Sensorwerte anzeigen

Die Sensoren liefern einen Zahlenwert. Je nach Sensor und Situation müssen wir diese Zahlen interpretieren. Welche Werte für die Stärke des Umgebungslichts bedeuten beim Farbsensor z. B. hell und welche dunkel? Um das herauszufinden, können wir uns die Sensorwerte in verschiedenen Situationen auf dem Display des Roboters oder in der Programmierumgebung anzeigen lassen.

Anzeige auf dem Display des Roboters

Gehe mithilfe der Pfeiltasten des EV3-Steins in das dritte Menü von links, das durch einen Legostein symbolisiert wird und wähle den Punkt *Port View* (Anschlussansicht) aus. Wenn du dich dort mit den Pfeiltasten zu dem Anschluss des Sensors bewegst, siehst du die aktuellen Werte, die der Sensor

¹ Entwickelt und erprobt wurden die Materialien für den Roboter LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.

liefert, auf dem Display. In Abbildung 2 wird zum Beispiel der aktuelle Wert eines Farbsensors angezeigt, der an Port 3 angeschlossen ist.



Abbildung 2: Menü Stein-Anwendung --> Port View

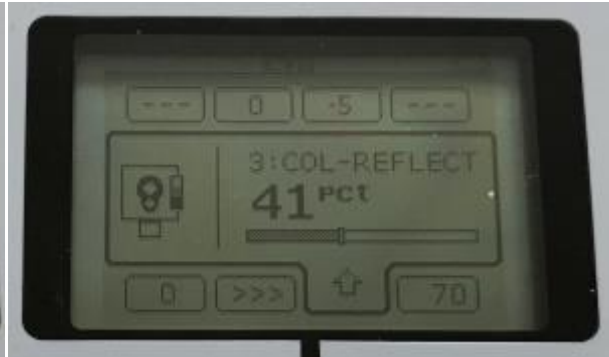


Abbildung 2: Aktueller Wert des Farbsensors an Port 3

Anzeige in der Programmierungsumgebung

Wenn du in der Programmierungsumgebung Lego® Mindstorms® Education EV3 Classroom die Verbindung zu deinem Roboter aufgebaut hast, werden dir die aktuellen Werte der angeschlossenen Sensoren auch dort am oberen Rand angezeigt (s. Abbildung 3). Wenn du auf das Symbol des EV3-Steins ganz links klickst, öffnet sich eine umfangreichere Ansicht der angeschlossenen Sensoren und Motoren. Da manche Sensoren verschiedene Werte liefern, kannst du hier einstellen, welcher Wert in der oberen Leiste der Programmierungsumgebung angezeigt werden soll. Beim Farbsensor kannst du z. B. zwischen der erkannten Farbe, der Stärke des reflektierten Lichts und der Stärke des Umgebungslichts wählen.

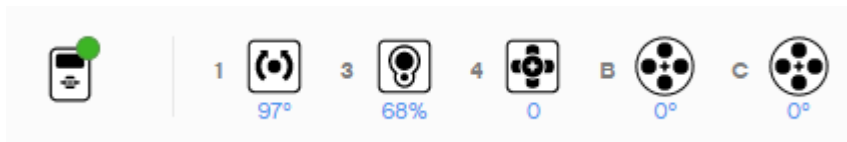


Abbildung 3: Anzeige der Sensorwerte in der Programmierungsumgebung EV3 Classroom

Beispiel „stoppe am Abgrund“

Sensorwerte interpretieren

Wenn wir unseren Roboter auf dem Tisch fahren lassen, sollte er nicht vom Tisch herunterfallen. Wenn der Tisch eine helle Oberfläche hat, kann der Abgrund mit Hilfe des Farbsensors daran erkannt werden, dass er dunkler erscheint.

Aufgabe 1: Lasse dir sowohl über der Tischplatte als auch über dem Rand und dem Abgrund die Helligkeitswerte anzeigen. Lege einen Schwellwert fest, ab dem die Sensorwerte als dunkel und damit als Erreichen des Abgrunds interpretiert werden sollen.

Für die Auswertung des Farbsensors steht der Block in Abbildung 4 zur Verfügung, der eine entsprechende Bedingung enthält. Der Block liefert den Wert „wahr“, wenn der gemessene Wert unter dem eingetragenen Schwellenwert liegt und sonst „falsch“. Achte darauf, dass du die richtige Nummer des Anschlusses angibst, an dem der Farbsensor angeschlossen ist.



Abbildung 4: Block zur Auswertung des Farbsensors

Auf Eingaben der Sensoren reagieren

Wir müssen den Roboter nun so programmieren, dass er je nach gemessener Helligkeit, also je nachdem ob der Block in Abbildung 4 „wahr“ oder „falsch“ zurückgibt, passend reagiert. In unserem Beispiel müssen die Motoren gestoppt werden, wenn die Werte, die der Farbsensor misst, unter dem Schwellenwert liegen, also der Block „wahr“ zurückgibt. Andernfalls darf der Roboter weiterfahren.

Für die Programmierung gibt es verschiedene Ansätze.

1. Die Bedingung aus Abbildung 4 kann in einen „wenn“-Block eingesetzt werden, der ein Ereignis auslöst, wenn die Bedingung erfüllt ist.
2. Die Bedingung kann in einen „warte bis“-Block eingesetzt werden, so dass die Ausführung der nachfolgenden Blöcke erst erfolgt, wenn die Bedingung erfüllt ist.
3. Die Bedingung kann in einer Verzweigung in einer „wiederhole fortlaufend“-Schleife immer wieder überprüft werden.

Aufgabe 2:

- a) Die Programme in den Abbildungen 5 bis 8 lösen alle die Aufgabe „stoppe am Abgrund“. Setze in einem der Programme in den blauen Block mit der Bedingung den Schwellenwert ein, den du in Aufgabe 1 ermittelt hast. Lade das Programm auf deinen Roboter und teste es. Pass gut auf, dass dein Roboter nicht herunterfällt. Halte ihn notfalls fest! Wenn der Roboter nicht rechtzeitig stoppt, musst du den Schwellenwert eventuell anders einstellen.
- b) Beschreibe den Ablauf der Programme in den Abbildungen 5 bis 8 in deinen eigenen Worten und entscheide jeweils, welcher Programmieransatz hier umgesetzt wurde. Diskutiert in der Klasse Gemeinsamkeiten und Unterschiede der vier Ansätze.
- c) Ändere eines der Programme so, dass der Roboter am Abgrund nicht einfach stehen bleibt, sondern ein Stück zurückfährt, seine Richtung ändert und dann weiterfährt. Das Programm soll erst enden, wenn die mittlere Taste gedrückt wird.



Abbildung 5: Programm A zum Beispiel „Stoppe am Abgrund“

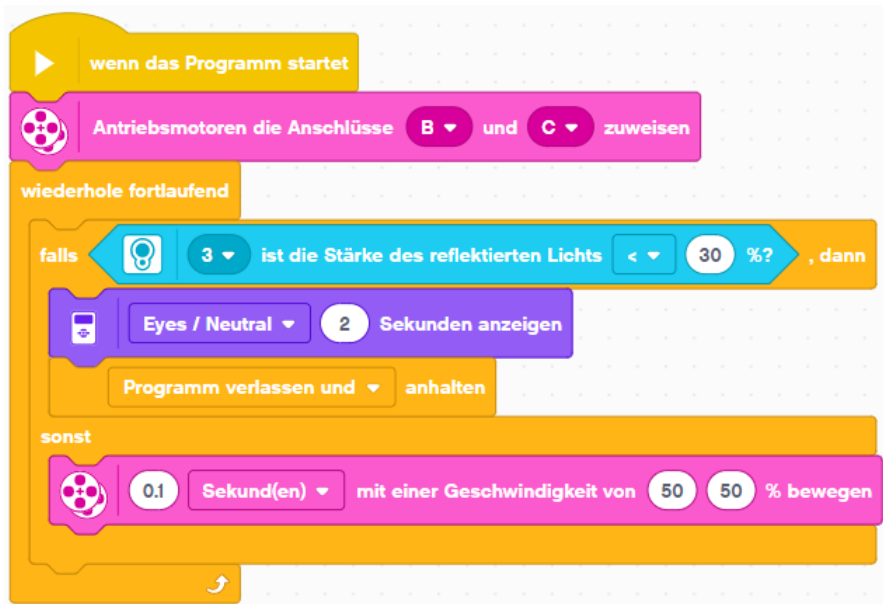


Abbildung 8: Programm B zum Beispiel „Stoppe am Abgrund“

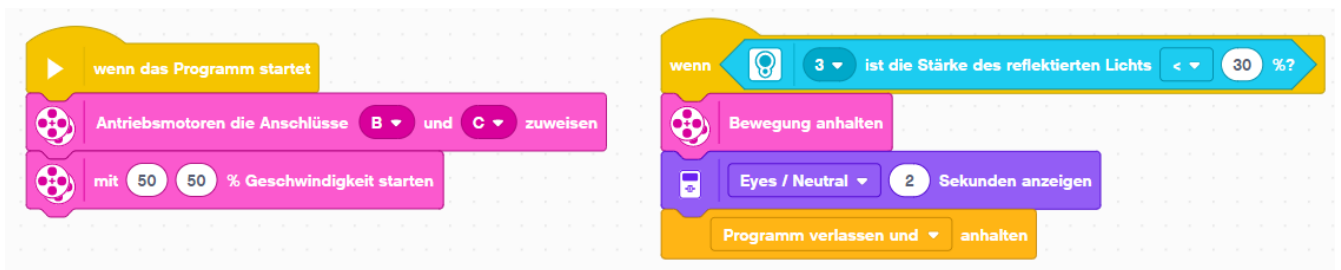


Abbildung 7: Programm C zum Beispiel "Stoppe am Abgrund"

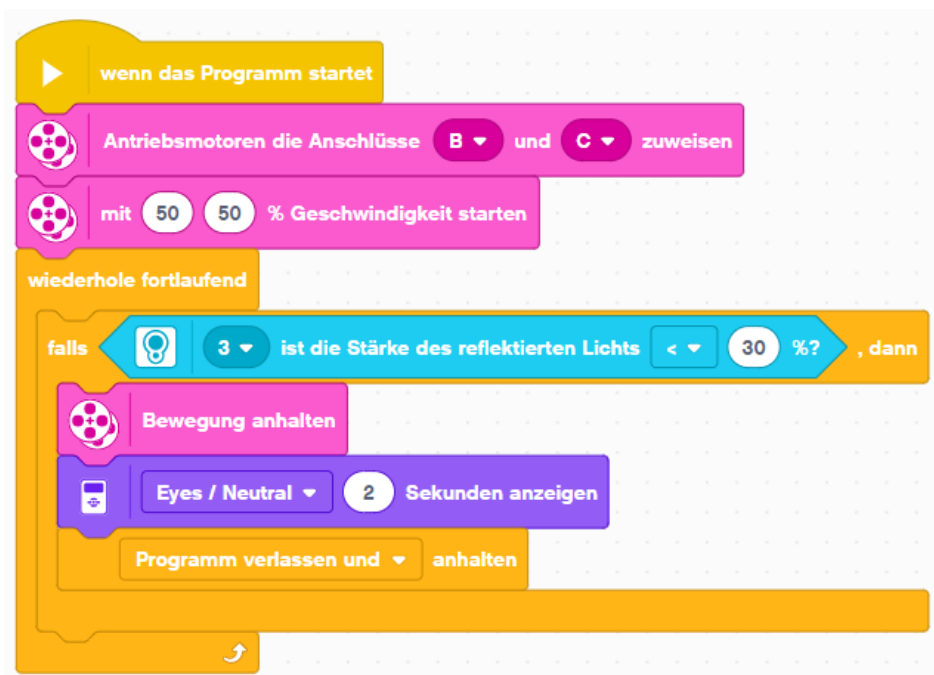


Abbildung 6: Programm D zum Beispiel "stoppe am Abgrund"

Auswertung weiterer Sensoren

Die Ansätze zur Auswertung des Farbsensors im Beispiel „stoppe am Abgrund“ kannst du auf andere Sensoren übertragen. Für jeden Sensor gibt es entsprechende Blöcke. Tabelle 2 gibt eine Übersicht am Beispiel des Ultraschallsensors.



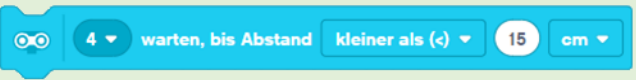
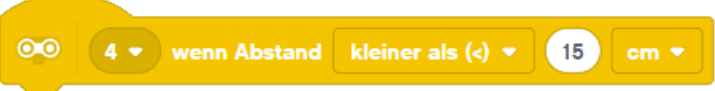
Block	Bedeutung
	liefert den aktuellen Wert des Sensors
	vergleicht den aktuellen Wert des Sensors mit einem Schwellenwert liefert „wahr“, wenn die Bedingung erfüllt ist, sonst „falsch“
	Es wird mit der Ausführung der folgenden Blöcke gewartet, bis die Bedingung erfüllt ist.
	löst ein Ereignis aus, wenn die Bedingung erfüllt ist

Tabelle 2: Übersicht über die Blöcke zur Auswertung von Sensorwerten

Wenn für einen Sensor kein passender „warte“-Block oder Ereignisblock zur Verfügung steht, kannst du einen entsprechenden Block konstruieren, indem du in die Blöcke in Abbildung 9 eine geeignete Bedingung einsetzt. Diese wurden auch in den Programmen in Abbildung 5 bzw. 7 verwendet.



Abbildung 9: Blöcke zur Konstruktion individueller Ereignis- bzw. „warte“-Blöcke

Aufgabe 2: Mithilfe des Ultraschallsensors kann der Roboter z. B. eine Wand erkennen und rechtzeitig anhalten, um eine Kollision zu vermeiden. Auch hier kann die Reaktion des Roboters mithilfe eines Ereignisblocks, eines „warte“-Blocks oder einer fortlaufenden Überprüfung einer entsprechenden Bedingung erfolgen.

- Wähle eine Strategie aus und erstelle ein entsprechendes Programm. Verwende dazu geeignete Blöcke aus Tabelle 2.
- Vergleiche eure Implementierungen untereinander und erläutere sie euch gegenseitig.

Dieses Werk ist lizenziert unter einer **Creative Commons Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz**. Von der Lizenz ausgenommen ist das InfSI-Logo.

Für die korrekte Ausführbarkeit der Quelltexte in diesem Arbeitsblatt wird keine Garantie übernommen. Auch für Folgeschäden, die sich aus der Anwendung der Quelltexte oder durch eventuelle fehlerhafte Angaben ergeben, wird keine Haftung oder juristische Verantwortung übernommen.

Bildnachweis: Die Fotos wurden selbst erstellt. Die Abbildungen der Blöcke sind Screenshots der Programmierumgebung Lego® Mindstorms® Education EV3 Classroom in der Version 1.5.2. der Lego Gruppe: <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software#downloads> [Datum des Zugriffs: 27.01.2022]

Die vorliegenden Materialien werden nicht von der LEGO Gruppe gesponsert, genehmigt oder unterstützt.