

Der Roboter reagiert auf seine Umwelt

Bislang kann sich unser Roboter¹ zwar bewegen. Er hat jedoch keine Möglichkeit dabei selbständig 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 dafür Sensoren zur Verfügung. Du kannst an deinem Roboter z. B. einen Farbsensor, einen Berührungssensor oder einen Ultraschallsensor befestigen. Die folgende Tabelle gibt dir einen kleinen Überblick, welche Sensoren 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 den Sensor werden die Zustände <i>gedrückt</i> und <i>losgelassen</i> (bei längerem Drücken) unterschieden. Ein kurzes Drücken wird als <i>angestoßen</i> erkannt.
	Ultraschallsensor Der Sensor misst die Entfernung bis zum nächsten Gegenstand oder einer Wand. MakeCode gibt den Wert in cm an.
	Kreiselsensor Der Sensor misst, um wie viel Grad er sich ausgehend von einem Startpunkt gedreht hat.

Auswertung eines Sensors am Beispiel Farbsensor

Die Sensoren liefern einen Zahlenwert. Je nach Sensor müssen wir diese Zahlen interpretieren. Welche Zahlen bedeuten beim Farbsensor z. B. hell und welche dunkel? Um das herauszufinden, können wir uns auf dem Display des Roboters den Sensorwert in verschiedenen Situationen anzeigen lassen. Gehe dazu auf der Anzeige des EV3-Steins in das Menü *Stein-Anwendung* (drittes Menü von links) 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 liefert auf dem Display. In Abbildung 2 wird zum Beispiel der aktuelle Wert eines Farbsensors angezeigt, der an Port 3 angeschlossen ist.

¹ Erprobt wurden die Materialien mit dem Roboter LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.



Abbildung 1: Menü Stein-Anwendung --> Port View

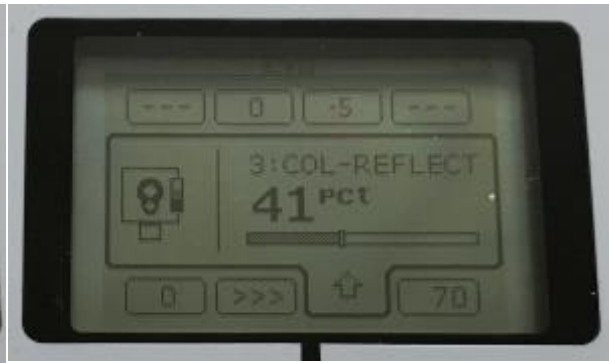


Abbildung 2: Aktueller Wert des Farbsensors an Port 3

Beispiel stoppe am Abgrund

Wenn wir unseren Roboter zum Beispiel auf dem Tisch fahren lassen, sollte er nicht vom Tisch herunterfallen. Wenn der Tisch eine helle Oberfläche hat, kann der Abgrund daran erkannt werden, dass er dunkler erscheint. 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 interpretiert werden sollen. Diesen Wert trägst du in den Block in Abbildung 3 ein. Damit legen wir fest, dass alle Werte kleiner oder gleich 30 als dunkel interpretiert werden. Du findest den Block im Bereich *Sensoren* ganz unten unter *Kalibrierung*. Achte darauf, dass du die richtige Portnummer ausgewählt hast



Abbildung 3: Block zur Kalibrierung des Farbsensors

Für unsere Fahrt auf der Tischplatte führen wir diesen Block beim Starten des Programms einmalig aus und schalten anschließend die Motoren an. Das entsprechende Programm siehst du links in Abbildung 4.

Auf Sensoreingaben reagieren

Auch wenn wir festlegen, welche Helligkeitswerte als dunkel gelten, würde unser Roboter am Abgrund noch nicht stehenbleiben. Wir müssen in unserem Programm zusätzlich festlegen, wie der Roboter in dem Fall, dass der Sensor einen dunklen Bereich erkennt, reagieren soll. In unserem Beispiel müssen die Motoren gestoppt werden, wenn die Werte, die der Farbsensor misst, im Bereich *dunkel* liegen. Dazu steht uns für jeden Sensor ein passender Ereignisblock (*wenn ...*) zur Verfügung. Die Aktionen in diesem Block werden ausgeführt, wenn der Sensor einen Wert in dem angegebenen Bereich misst. Für unser Beispiel verwenden wir den Ereignisblock in Abbildung 4.



Abbildung 4: Programm zum Beispiel „Stoppe am Abgrund“

Aufgabe 1:

- Lade das Programm aus Abbildung 4 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 Schwellwert für *dunkel* eventuell anders einstellen.
- Ändere dein Programm so, dass der Roboter am Abgrund nicht einfach stehen bleibt, sondern ein Stück zurückfährt und seine Richtung ändert.

Alternative Implementierungen zur Reaktion auf Sensorwerte

Neben den Ereignisblöcken gibt es noch zwei weitere Möglichkeiten, auf Sensorwerte zu reagieren.

Auf Sensorwerte warten

Für jeden Sensor gibt es einen *warte*-Block. Der Programmablauf wird bei diesem Block so lange unterbrochen, bis der Sensor den angegebenen Wert misst. Abbildung 5 zeigt ein Programm für den Roboter, der am Abgrund stoppen soll, das mit dem *warte*-Block arbeitet.

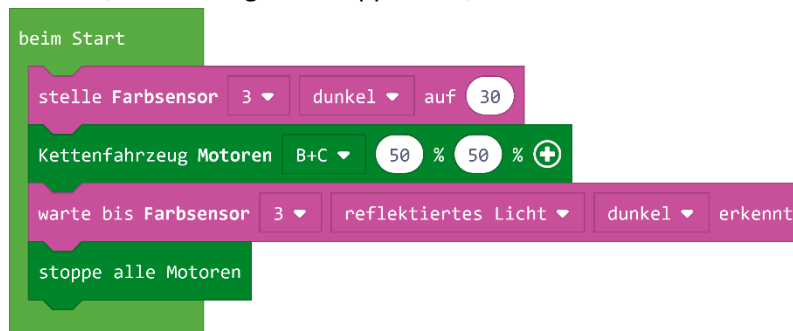


Abbildung 5: Programm zum Beispiel „stoppe am Abgrund“ mit *warte*-Block.

Sensorwerte in Bedingungen einsetzen

Zu jedem Sensor gibt es einen ovalen Block, der uns den aktuellen Wert des Sensors liefert. Diesen Block können wir verwenden, um eine eigene Bedingung für einen *wenn-dann*-Block (Verzweigung) zu formulieren. Das Programm in Abbildung 6 lässt den Roboter in einer *dauerhaft*-Schleife immer ein Stückchen vorwärtsfahren. Wenn der Sensor nach der Vorwärtsbewegung einen Helligkeitswert unter 30 misst, bleibt der Roboter stehen und das Programm wird beendet. Auch dieses Programm würde dafür sorgen, dass der Roboter nicht in den Abgrund stürzt.

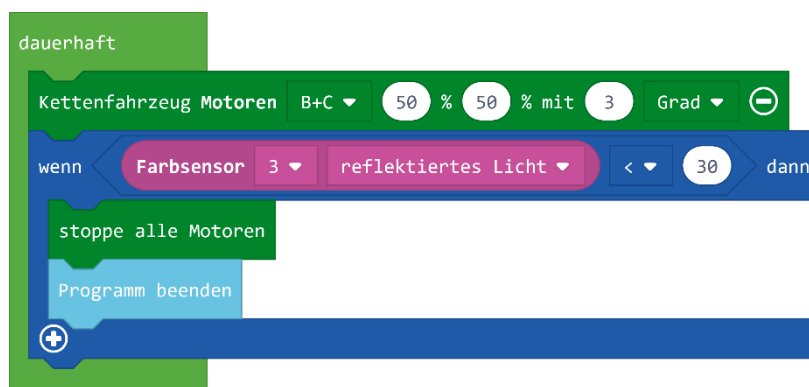


Abbildung 6: Programm zum Beispiel „stoppe am Abgrund“ mit Bedingung und *wenn-dann*-Block.

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-bis-Blocks oder einer fortlaufenden Überprüfung einer entsprechenden Bedingung erfolgen.

- a) Bildet eine Dreiergruppe und teilt die drei Möglichkeiten zur Umsetzung unter euch auf. Das heißt, jeder von euch verwendet einen anderen Block aus Abbildung 7. Implementiert und testet jeweils einen entsprechenden Algorithmus, der den Roboter rechtzeitig stoppen lässt.

Hinweis 1: Vergesst bei Verwendung der ersten beiden Blöcke aus Abbildung 7 nicht, den Schwellenwert für die Entfernung festzulegen, ab dem ein Objekt erkannt werden soll.

Hinweis 2: Der Wert, den der Ultraschallsensor liefert, gibt die Entfernung in cm an.

- b) Vergleicht eure Implementierungen und erläutert sie euch gegenseitig.

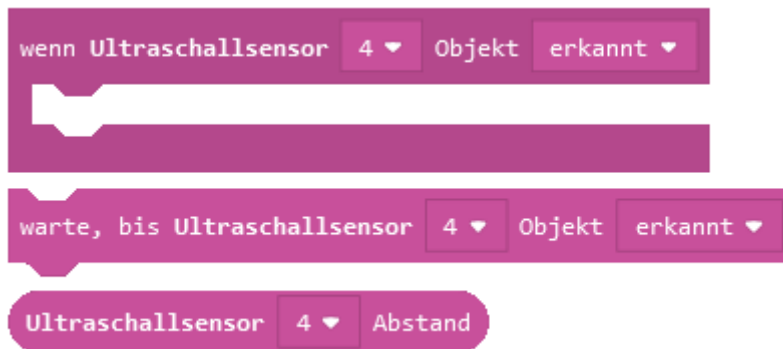


Abbildung 7: Verschiedene Blöcke zur Auswertung des Ultraschallsensors

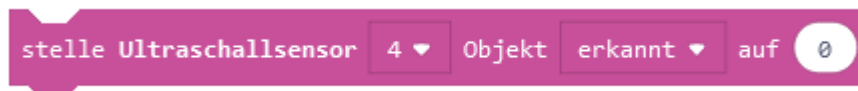


Abbildung 8: Block zur Kalibrierung des Ultraschallsensors

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