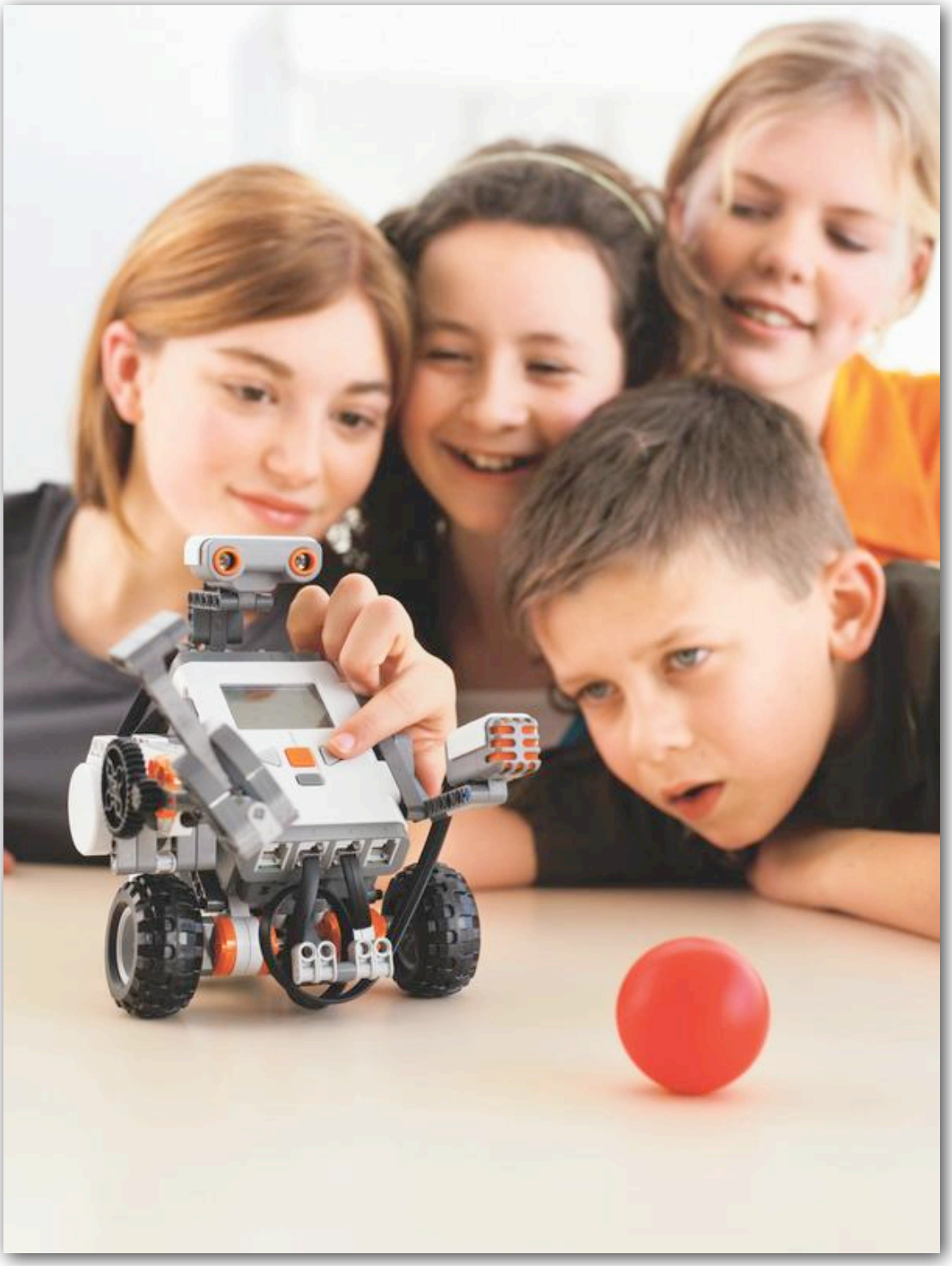
Technik veranschaulichen und begreifen mit LEGO MINDSTORMS Robotern



Innovation durch technische Kreativität

Technische Kreativität ist eine Voraussetzung für technische Innovation. Die LEGO MINDSTORMS Education Roboter-Bausätze öffnen den Zugang zu **Technologie und Informatik in der Schule**.

Anfassen, bauen, ausprobieren und damit gleichzeitig begreifen sind wichtige Prinzipien dabei.

Damit technische Kreativität zustande kommen kann braucht es zwei Phasen:

1. Eine Phase um die **Bau-Blöcke kennenzulernen** und gründlich zu verstehen,
2. Eine Phase um die **Bau-Blöcke neu zu kombinieren**.

Aufgabe des Technikunterrichts ist es die Funktionsweise der Blöcke im Detail zu erklären. Anhand von Beispielen, lernt der Schüler die Blöcke Schritt für Schritt zu verstehen und kann dann später die Blöcke neu zusammensetzen und dabei seine technische Kreativität entwickeln.

Blöcke zum Bauen und Blöcke zum Programmieren

Die LEGO MINDSTORMS Roboter werden aus mechanischen und elektronischen Blöcken zusammengebaut. Der LEGO MINDSTORMS Education Bausatz enthält 431 mechanische Bauteile:

- Strukturelle Bausteine (LEGO Blöcke)
- Mechanische Elemente (Zahnräder, Achsen)
- Motoren
- Sensoren

Programmier-Blöcke

Das Programm das den Roboter steuert ist ebenfalls - analog zu den LEGO Bausteinen - aus Blöcken zusammengesetzt. Diese fallen in die Kategorien:

- Sensoren (Berührung, Licht, Geräusch, Distanz)
- Aktions-Blöcke (Motoren, Graphikanzeige, Lautsprecher)
- Strukturen (Schleife, Schalter)

Palette mit Programm-Blöcken

Auf der **Allgemeinen Palette** befinden sich sieben Programm-Blöcke aus denen ein Programm durch Ziehen mit der Maus hergestellt wird.

- Bewegungs-Block
- Aufnahme-Abspiel-Block
- Klang-Block
- Anzeige-Block
- Warte-Block
- Schleifen-Block
- Schalter-Block

In der **Gesamtpalette** befinden sich total 35 Programmier-Blöcke, die auch fortgeschrittene Programmieranwendungen zulassen (Dateien speichern, mathematische Operationen, Bluetooth, etc.).

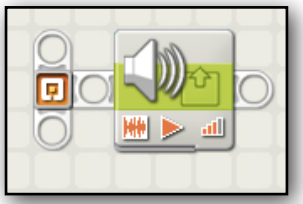
Zehn Grundsätze der Programmierung

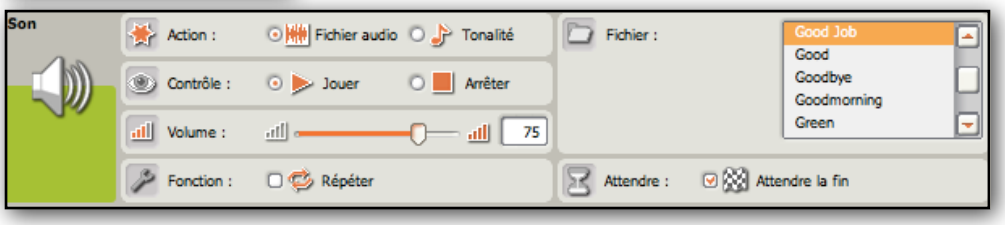
Im folgenden werden 10 Grundsätze der LEGO MINDSTORMS Programmierung erläutert, die sich auch in anderen Programmiersprachen der Informatik wieder finden lassen.

1. Alle Programme beginnen am **Ausgangspunkt**.
2. Der **zeitliche Ablauf** wird durch die Reihenfolge der Blöcke auf dem Ablauf-Träger bestimmt.
3. Mit **Parametern** lassen sich Programm-Blöcke konfigurieren.
4. Mit **Schleifen** können bestimmte Programm-Sequenzen wiederholt werden.
5. Die **Sensor-Blöcke** messen physikalische Grössen (Berührung, Licht, Geräusch, Distanz).
6. Mit **Aktions-Blöcken** (Bewegen, Anzeigen, Klang) agiert der Roboter auf seine Umwelt.
7. Mit **Warte-Blöcken** wird der Zeitablauf des Programms kontrolliert.
8. Mit **Schalt-Blöcken** wählt der Roboter aus zwischen zwei Optionen, basierend auf einem Vergleich mit einem **Auslösewert**.
9. Mit **Datenleitungen** können Information zwischen zwei Blöcken weitergeleitet werden.
10. Mit **Variablen** können Informationen zwischengespeichert werden.

Alle Programme beginnen am Ausgangspunkt

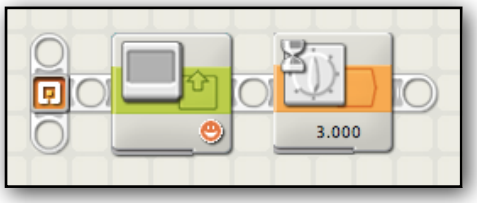
Ein Programm ist eine Sequenz von Programmier-Blöcken. Von der Palette wird ein Block mit der Maus an den Anfangspunkt gezogen und über den Ablauf-Träger verbunden - fertig ist das erste Programm. Der Klang-Block spielt auf dem NXT die Klang-Datei ***Good Job*** ab. Sobald das Programm geladen ist, wird es abgespielt. Mit dem Drücken des orangenen Knopfs lässt sich das Programm wiederholt abspielen.

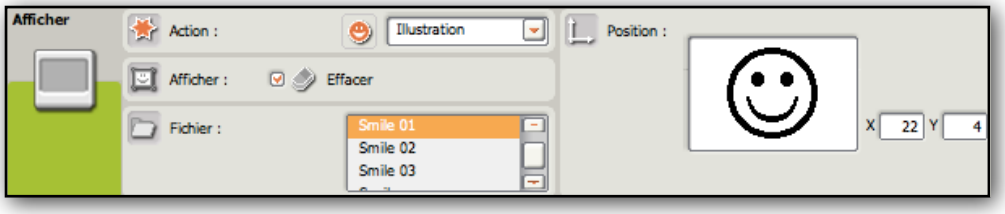




Graphikanzeige und Warte-Block

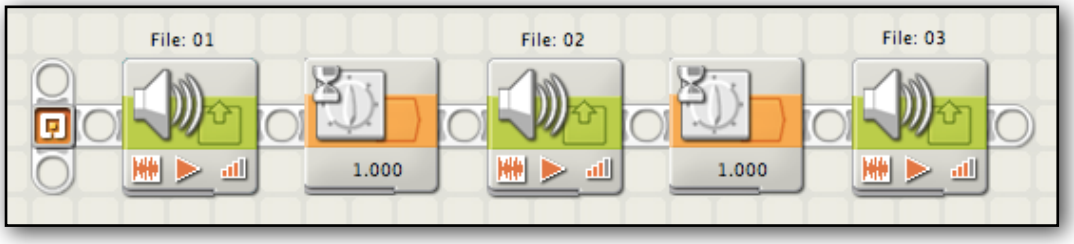
Mit dem Anzeige-Block wird eine Graphik-Datei auf die Anzeige des NXT geladen. Um die Graphik genügend lang sichtbar zu machen muss ein Warte-Block angehängt werden. Die Graphik-Datei ***Smile*** wird so während 3 Sekunden angezeigt.





Die Blocksequenz bestimmt den zeitlichen Ablauf

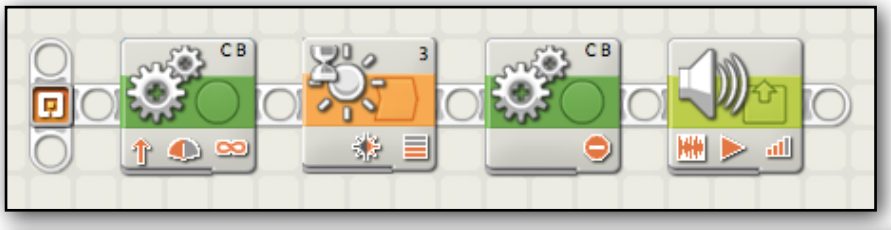
Die Programm-Blöcke werden in der Reihenfolge ausgeführt wie sie auf dem Ablauf-Träger erscheinen. Im folgenden Programm zählt der Roboter 1-2-3 auf Englisch: one – two – three, mit je einer Sekunde Pause zwischen jeder Klang-Datei.

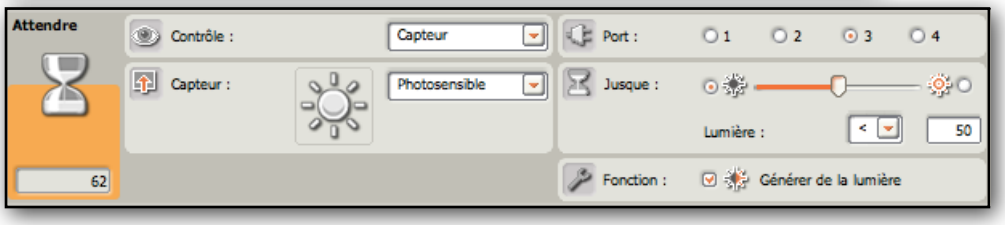


Eine dunkle Linie entdecken und anhalten

Der nach unten gerichtete Lichtsensor kann benützt werden um den Roboter beim Erreichen einer dunklen Linie anzuhalten. Der Roboter fährt so lange vorwärts bis er die Linie findet.

1. Der Roboter bewegt sich vorwärts, Leistung = 50%, Dauer = Unbegrenzt.
2. Warten bis der Lichtsensor die dunkle Linie entdeckt : Gemessener Lichtwert KLEINER (<) als der Auslösewert.
3. Die Motoren B und C bremsen.
4. Sound-Datei : ***Object Detected.***

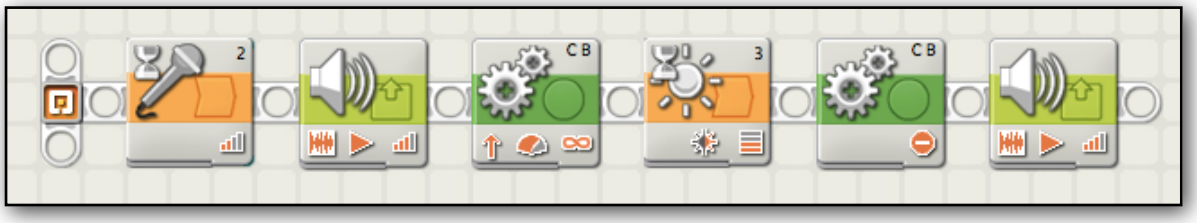




Auf Hände-Klatschen losfahren

Der Roboter wartet bis in die Hände geklatscht wird und fährt dann los. Wenn er auf die dunkle Linie trifft, sagt er ***Stop*** und hält an.

1. Warten bis der Geräuschpegel 50% überschreitet.
2. Die Klangdatei ***Start*** abspielen.
3. Mit 50 % Leistung losfahren, Dauer=Unbegrenzt.
4. Warten bis der Lichtsensor weniger als 50% misst.
5. Beide Motoren stoppen.
6. Die Klangdatei ***Stop*** abspielen.



Bewegung aufnehmen und wieder spielen

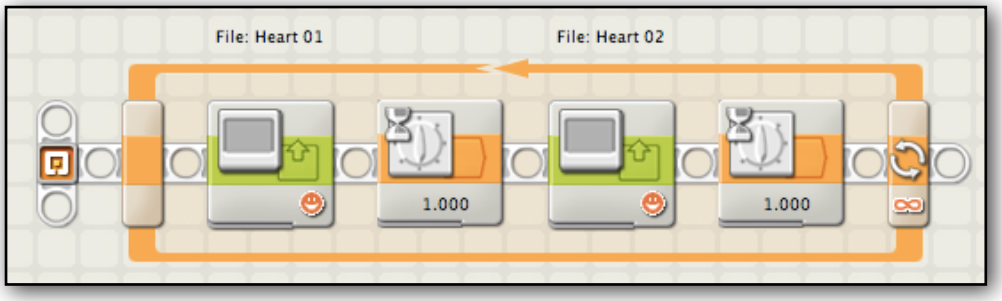
Mit dem Block Aufnehmen-Abspielen kann die Position der zwei Motoren aufgezeichnet, in einer Datei gespeichert und später wieder abgespielt werden. Die folgenden fünf Blöcke werden zusammengefügt:

1. Der Klang-Block mit der Klang-Datei ***Record***.
2. Der Aufnahme-Block ist eingestellt für 10 Sekunden Aufnehmen.
3. Der Klang-Block mit der Klang-Datei ***Play***.
4. Der Abspiel-Block liest die Datei während zehn Sekunden und spielt die Bewegung wider ab.
5. Zum Schluss noch einmal ein Klang-Block mit ***Game Over***.

Zum Testen bewegen wir den Roboter in der Form des Buchstabens R - die Initiale von Roboter. Da die Räder wegen dem Getriebe einen hohen Widerstand haben, muss der Roboter an den Rädern bewegt werden. Nach zehn Sekunden sagt der Roboter ***Play*** und spielt die Sequenz ab.

Eine Programm-Sequenz in einer Schleife wiederholen

Der Schleifen-Block ermöglicht es eine Teilsequenz eine beliebige Anzahl Male zu wiederholen. Um den Eindruck eines schlagenden Herzens zu machen zeigen wir zwei verschieden grosse Herzen ***Heart 01*** und ***Heart 02*** im Abstand von je einer Sekunde.

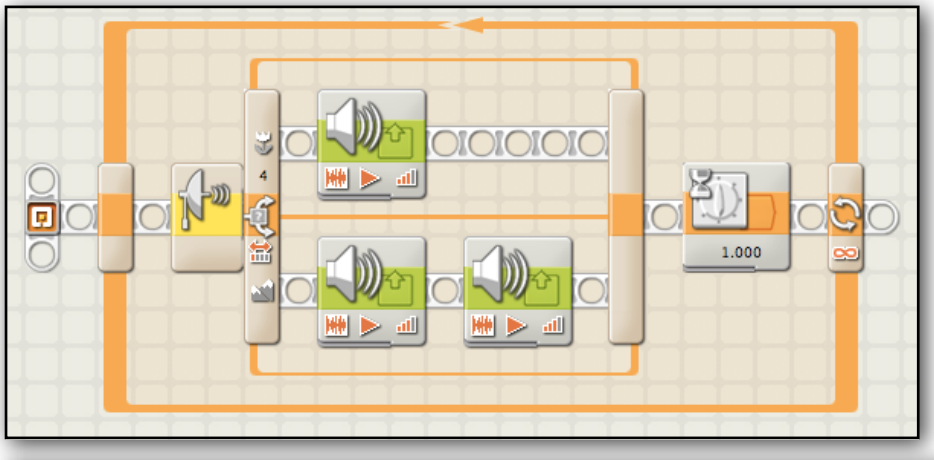


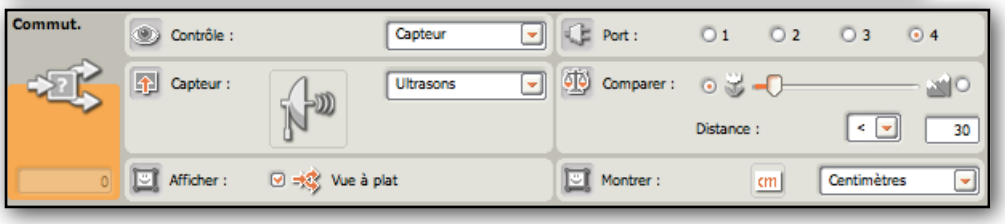
Schalter-Block mit zwei verschiedenen Reaktionen

Der **Schalter-Block** macht eine Distanzmessung mit dem Ultraschall-sensor.

- Wenn der Messwert kleiner ist als der Auslösewert (30 cm) dann wird die obere Programmsequenz ausgeführt. Die Klang-Datei ***Object detected*** ertönt.
- Wenn der Messwert grösser ist der Auslösewert, wird die untere Programmsequenz ausgeführt. Die zwei Klang-Dateien ***No*** und ***Object*** ertönen nacheinander.

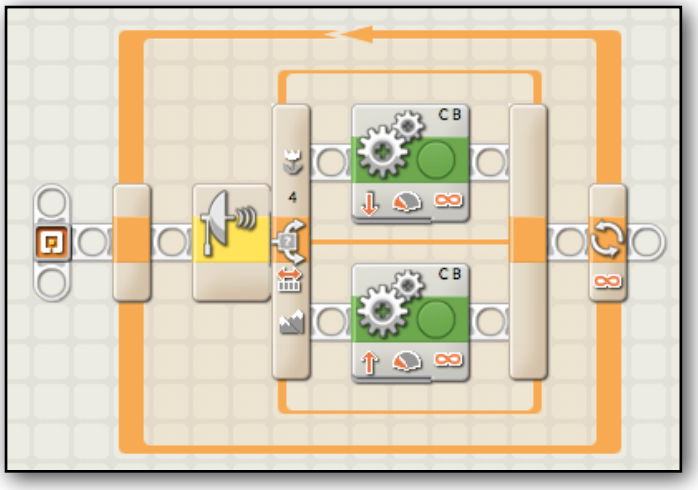
Nach dem Test wartet das Programm eine Sekunde bevor die Messung wiederholt wird.





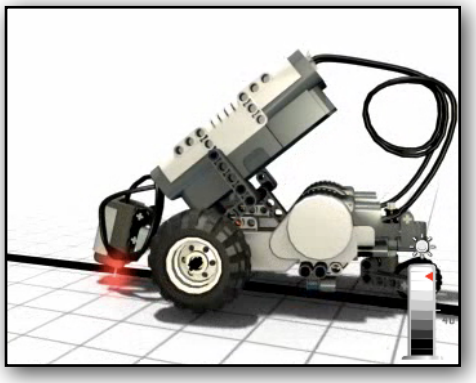
Der Roboter folgt einem Objekt

Der Roboter wird so programmiert dass er vorwärts fährt wenn seine Distanz kleiner ist als die Auslösedistanz (30 cm) und rückwärts wenn er zu nahe ist. Die Leistung der Motoren muss auf 30% herabgesetzt werden.

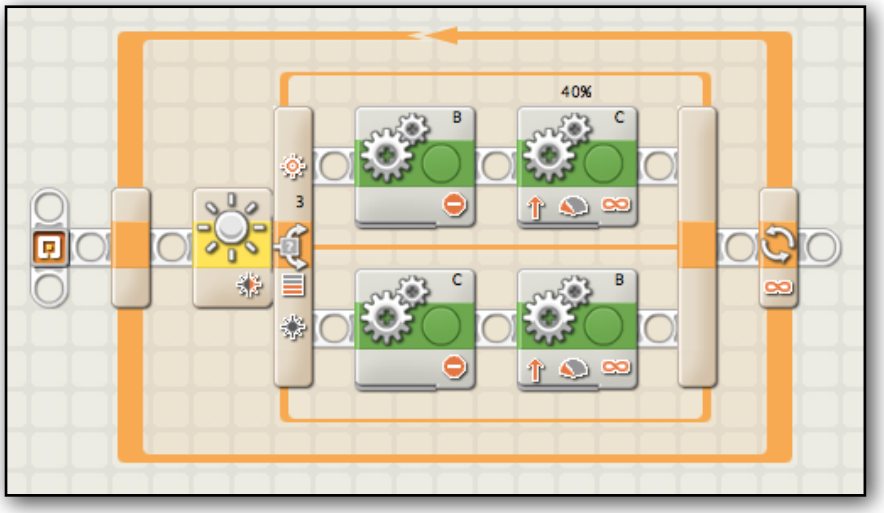


Roboter folgt einer Linie dunklen Linie

Ausgerüstet mit einem Lichtsensor kann der Roboter einer dunklen Linie auf Boden folgen. Dazu braucht er einen Schalter-Block der die Licht-Reflexion am Rand der Linie misst.

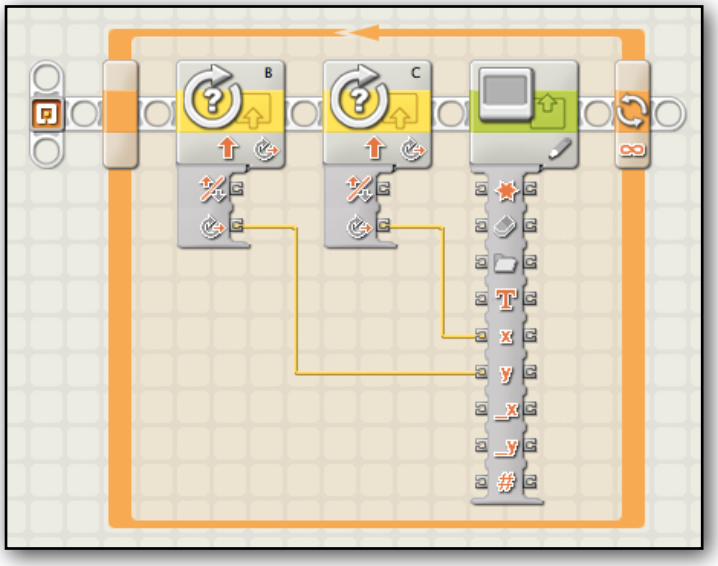


Das Programm bewegt wechselweise den rechten oder linken Motor um den Lichtsensor jeweils wieder an den Rand der Linie zu bringen. Die Motoren-Leistung muss auf 40 % gedrosselt werden und die Dauer auf Unbegrenzt sein.

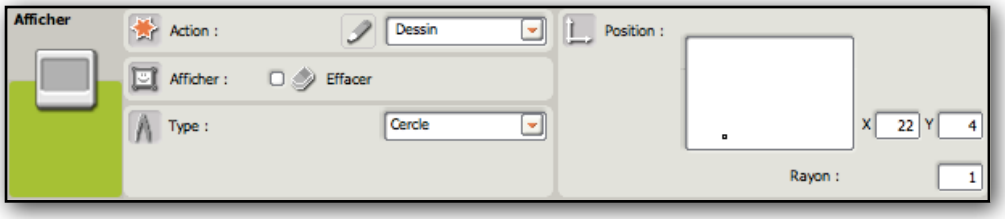


Datenleitungen transportieren Informationen

Die Programm-Blöcke können untereinander mit Datenleitungen verbunden werden. Die Rotationssensoren in den Motoren können die Winkelposition der Motoren-Achse auslesen und diesen Datenwert einem anderen Block weiterführen. Mit den zwei Knöpfen und dem graphischen Bildschirm mit 100 x 64 Pixeln können wir nun das mechanische Zeichnungs-Spiel **Etch-A-Sketch** programmieren. Das Drehen der zwei Knöpfe verändert die Koordinaten des kleinen Kreises das auf den Bildschirm gezeichnet wird und wir können ein Bild zeichnen.

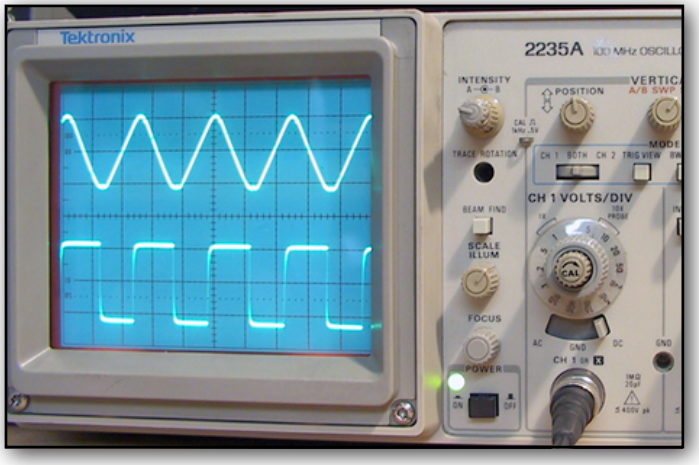


Der Anzeige-Block ist dazu konfiguriert an der Position x-y einen kleinen Kreis mit Radius 1 zu zeichnen. Der Parameter Löschen muss deaktiviert werden, sonst wird der Bildschirm jedes mal vor dem Anzeigen des Kreises gelöscht. Man hat dann einen Punkt der sich bewegt anstatt einer Linien-Zeichnung.

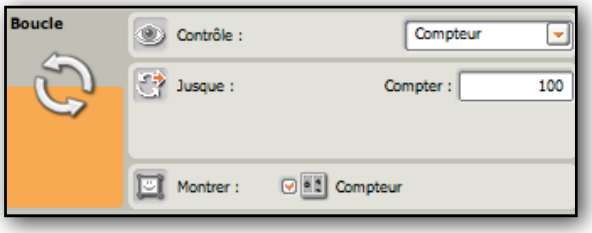


Das Oszilloskop - Daten visualisieren

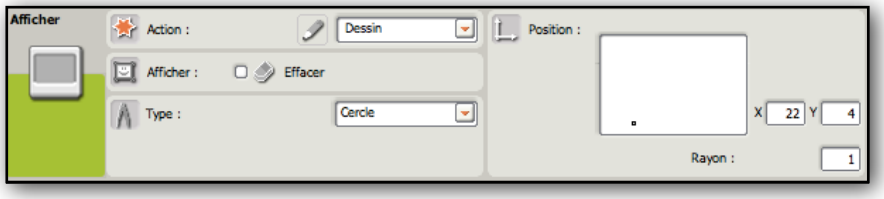
In der Elektronik ist das Oszilloskop ein vielgebrauchtes Gerät um den zeitlichen Verlauf von Signalen darzustellen. Mit zwei verschachtelten Schleifen-Blöcken, kann auch auf dem NXT ein simples Oszilloskop programmiert werden. Wir benutzen hier das Mikrofon-Signal um es auf dem Bildschirm graphisch darzustellen.



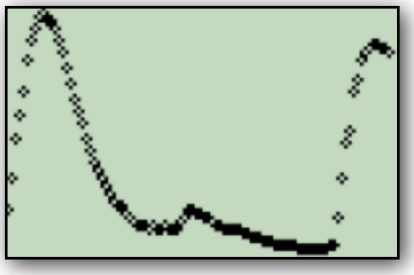
1. Ein äusserer Schleifen-Block wiederholt die Messungen für immer.
2. Der Anzeige-Block löscht den Bildschirm jeweils bevor einen neue Kurve angezeigt wird.
3. Der innere Schleifen-Block ist auf 100 Wiederholungen eingestellt. Das Zähler-Datenleitung ist sichtbar gemacht und liefert die jeweilige Schleifen-Nummer im Bereich 0 bis 99 die als x-Koordinate für die Darstellung des Datenpunkts verwendet wird.

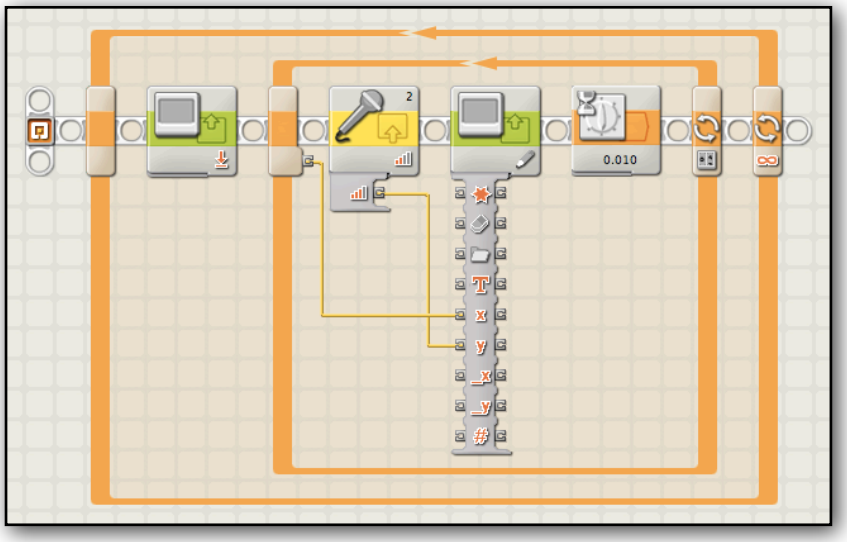


4. Der Block Klang-Sensor liefert ein Signal im Bereich 0 bis 100 welches als y-Koordinate zur Darstellung des Datenpunktes verwendet wird. Da der Bildschirm in der Höhe nur 64 Pixel anzeigt, wird der obere Bereich des Signals gekappt.
5. Der Anzeige-Block ist auf Zeichnen eingestellt und zeigt den Datenpunkt als kleinen Kreis an der Stelle (x, y) an. Der Bildschirm wird nicht gelöscht, um die vorhergehenden Datenpunkte auf dem Bildschirm zu lassen und so eine Kurve anzuzeigen.



6. Der Warte-Block ist of 10 Milli-Sekunden eingestellt. Diese Wartezeit zwischen zwei Messungen bestimmt die Anzeige-Geschwindigkeit auf der Zeit-Achse. Die 100 Datenpunkte werden ungefähr jede Sekunde angezeigt.





Schlussfolgerung

Die LEGO MINDSTORMS Roboter erlauben mit strukturellen Blöcken einen technisch anspruchsvollen Roboter zu bauen und ihn mittels Programm-Blöcken zu programmieren. Die mechanischen Blöcke sowohl als auch die Programmier-Blöcke lassen sich sehr einfach in verschiedensten Variation zusammensetzen und lassen so der technischen Kreativität freien Lauf.

Mit dem LEGO MINDSTORMS Roboter-Baukasten kann **Technik und Informatik** in die Schule gebracht werden und zwar auf konkrete Weise zum **Anfassen und Experimentieren**.

Die Robotik ist ein attraktiv für junge Menschen und bietet praktische Anwendungen für Projekte in Mathematik, Physik, Mechanik, Elektronik und Informatik. Unsere Gesellschaft braucht Menschen die Technik verstehen und mit der Informatik vertraut sind um die technische Umwelt in der wir leben besser zu verstehen.