

Marc Laporte

LEGO-Mindstorms

im Unterricht

*Anregungen
für den Einsatz im Unterricht*



Vorbemerkungen:

Der Lego-Mindstorms-Kasten eignet sich für Schüler ab der vierten Klasse. Durch vielseitige Einsatzmöglichkeiten kann damit bis in hohe Klassen, auch Oberstufe, gearbeitet werden.

Pro Kasten können **maximal 4 Schüler** arbeiten – je weniger, desto besser. Die vorliegenden Blöcke sind als **Anregungen** für Lehrkräfte zu verstehen und beziehen sich auf einen Einsatz in der vierten bis siebten Klasse. Sie sind angelehnt an die Vorgehensweise der Lehrer-CD-ROM von Lego. Bewusst sind einige Phasen besonders genau beschrieben, damit einzelne Prozesse im Gesamt Ablauf deutlicher werden.

Im Wesentlichen habe ich diese Blöcke wie unten beschrieben in einer vierten Klasse mit drei Kästen und 12 Schülern durchgeführt und mein ursprüngliches Script entsprechend überarbeitet.

Aus meinen Erfahrungen empfehle ich, den Roboter in der Bauweise des „**Robot Educator Modell**“ **vorzumontieren**.

Ebenso die Sensoren, die dann in der Schulstunde nur „angesteckt“ werden müssen. Das spart erheblich Zeit, verringert den „Schwund“ der Lego-Bausteine und fokussiert auf die Ansteuerung des Roboters.

Daran angelehnt sind auch die nachfolgenden Blöcke.



Wichtige TIPPS:

- Zur Umsetzung eignet sich am Besten eine **Projektwoche**.
- Versuchen Sie **Aufgabenstellungen möglichst stark einzugrenzen**, da komplexe Programme erfahrungsgemäß viele Fehlerquellen bergen, die dann nur mühsam zu finden sind.
- Probieren Sie im Vorfeld **selbst** die Programme zu programmieren!
- Benutzen Sie nur das vormontierte „**Robot Educator Modell**“ und geben Sie an den entsprechenden Stellen die vormontierten Sensorbaugruppen aus. Der Lego-Kasten mit den einzelnen Bausteinen bleibt in Verwahrung.
- Zur Besprechung einzelner Programme ist ein **Beamer** mit einem Computer (Laptop), auf dem die Software ebenfalls installiert ist, fast unverzichtbar.

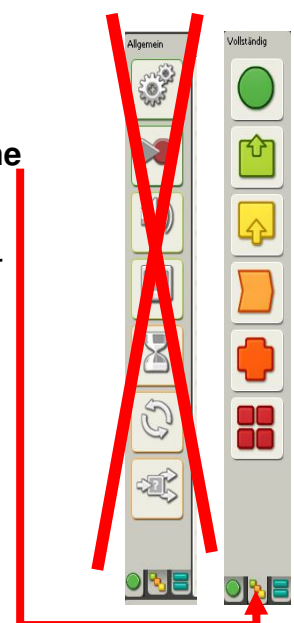
Block 1 - Einführung in Robotic

Ziel(e): Verstehen, dass „Bewegungsabläufe“ aus vielen einzelnen Schritten bestehen und jeder Schritt in einem „Programm“ vorher bestimmt werden müssen = der Roboter macht nur das, was man ihm (in einem „Programm“ vorher mitteilt.

- PowerPoint: Einführung (von Lehrer-CD-ROM)
 - *Sch. machen sich Gedanken, wie etwas oder jemand vom Ruhezustand in Bewegung kommt – welche „Schritte“ notwendig sind.*
- Demo-Programm (im „Robot Educator Modell“) starten
- UG¹: Beschreibung der Schritte (des „Programms“) / Robotertätigkeit
- *Impulsfragen:*
 - Was macht der Roboter?
 - Welche Einzelschritte sind zu erkennen?
 - Welche „Befehle“ erhält der Roboter?
- ggf. Gruppeneinteilung / Gruppenchef (wechselt jede Woche)
- ggf. Hinweise zur Benutzung des Lego-Kastens, bzw. „Robot Educator Modell“ (USB-Kabel oder Bluetooth-Übertragung, Software usw.)

Hinweise (vor dem ersten „Einsatz“ der Software / Lego-Kasten):

- ggf. Handhabung LEGO - Kasten (Bauteile) besprechen:
Grundmodell „Robot Educator Modell“ vormontiert – Änderungen müssen nach jeder Stunde wieder rückgängig gemacht werden!
- *Hinweise zur Benutzung NXT:*
 - Ein- und ausschalten / USB-Kabel richtig anschließen bzw. Bluetooth-Adapter (den richtigen „Robot Educator Modell“ auswählen!)
 - Klären: Eingänge / Ausgänge am „Robot Educator Modell“ (Eingang 1-4, Ausgang A-C)
- *Hinweise zur Benutzung des Laptops / Software:*
 - starten der Lego-Software, Programm-Name vergeben
 - **vollständige Auswahlpalette (nicht die vorgegebene „allgemeine“!)**
 - Prinzip „Drag and Drop, Anschluss an NXT –Symbol, einrasten, Parameter-Einstellungen im unteren Fenster erläutern.
 - löschen von Programmblöcken erklären (Entf-Taste)
 - speichern



¹ UG = Unterrichtsgespräch

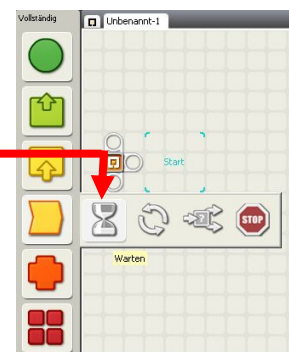
Block 2- Motoren I

Ziel(e): Kennen lernen des Motorblocks und erkennen, dass ein Programm aus „Abfolgen“ besteht. Notwendigkeit des Warteblocks verstehen.

- Erstes Programm:
Aufgabe: Geradeaus fahren – im *UG* erörtern, was dem Roboter „gesagt“ werden muss
- Lösung frontal erklären (dabei Hinweise zur Software)
- Lösung: Motorblock (Port B)
 + Einstellungen im unteren Fenster (2 Umdrehungen)



- Umsetzung durch die Schüler
- Beschreibung ihres Programms / Tätigkeit des „Robot Educator Modell“
- Impulsfragen:
 - Welcher Motor hat sich bewegt?
 - In welche Richtung? (= Kreisbewegung)
 - Ziel erfüllt (geradeaus fahren)? Nein.
- Aufgabe: Was muss noch gemacht werden? *UG*: Möglichkeiten überlegen
- Lösung:
 - Einen weiteren Motorblock (C) einfügen + Einstellung: 2 Umdrehungen
- Umsetzung durch die Schüler
- Beschreibung ihres Programms / Tätigkeit des „Robot Educator Modell“
- Impulsfragen:
 - Wie hat sich der Roboter bewegt? (= erst eine Drehung, dann Drehung in die andere Richtung) = Erkennen der „Abfolge“ = nacheinander
 - Ziel erfüllt (geradeaus fahren)? Nein.
- Was ist notwendig? = Eine „Abfrage“
- Frontal: Einführung: **Warteblock** (+ Einstellungen)
- Lösung:
 - Motorblock (B) starten (OHNE Einstellungen im unteren Fenster)
 - Motorblock (C) starten (OHNE Einstellungen im unteren Fenster)
 - Warteblock (Sensor: Drehsensor) (Einstellungen im unteren Fenster: Sensor: Drehsensor, Motor (B) = 2 Umdrehungen)



- Umsetzung durch die Schüler
- Ziel erreicht? Ja.

Block 3 - Motoren I / Vertiefung

Ziel(e): Erkennen, dass Motoren nach den zwei Umdrehungen „auslaufen“, d.h. der Roboter „rollt aus“. Kennen lernen der Stopp-Funktion der Motorenblöcke.

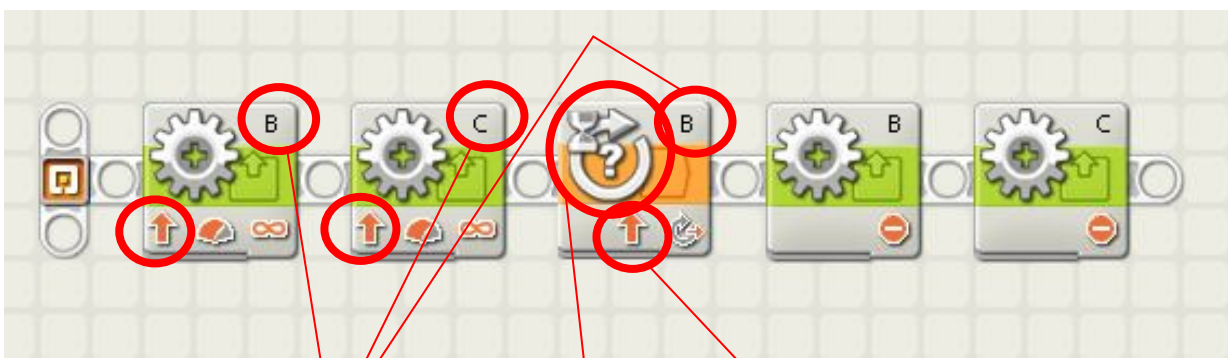
- Wiederholung
- **Aufgabe:** Überprüfen: Fährt der Roboter genau 2 Umdrehungen?
- *Hinweis:* Lösungshilfe, da beobachten schwierig: Klebestreifen am Rad befestigen
- *Lösung:* Nein, Roboter „rollt aus“.
- *UG:* Was muss dem Roboter „gesagt“ werden, damit er nach genau zwei Umdrehungen anhält?
- *Lösung:* Motoren müssen angehalten werden
 - Motorblock (B) starten (OHNE Einstellungen im unteren Fenster)
 - Motorblock (C) starten (OHNE Einstellungen im unteren Fenster)
 - Warteblock (Sensor: Drehsensor; Motor (B) = 2 Umdrehungen)
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): stopp
- Umsetzung durch die Schüler

Ggf. Vertiefung / Ergänzung:

- **Aufgabe:** Roboter rückwärts fahren lassen
- Umsetzung durch die Schüler
- Lösung:*
 - Motorblock (B) und Motorblock (C) beide rückwärts
- Hinweis:* ACHTUNG: Im Warteblock muss auch die Richtung geändert werden
=> „Dauerfahren“ (das Programm) mit grauem Knopf beenden

Hinweis:

Mit diesem einfachen Programm lassen sich alle anderen Sensoren mit entsprechenden Modifikationen ansteuern. Es ist eine Art „Universal-Programm“, von dem immer wieder ausgegangen werden kann.

Lösungsübersicht für das Programm:**Fehlerquellen:**

Achten Sie auf:

1. Immer den richtigen Port ausgewählt?
2. Richtiger Sensor abgefragt?
3. Stimmt die Richtung? (z.B. falls Motorblock B *rückwärts* eingestellt ist, muss auch der Warteblock auf *rückwärts* stehen!)

Block 4 - Motoren II / Drehung**Ziel(e): „Robot Educator Modell“ auf der Stelle drehen lassen.**

- *Wiederholung*
- *Impulsfrage / Aufgabe:*
 - Wie kann ich den Roboter auf der Stelle drehen lassen?
Keine Lösungen vorgeben! Im UG Vermutungen besprechen.
- Umsetzung durch die Schüler (ausprobieren lassen!)
- *Besprechung der Ergebnisse (a könnten einige Schüler als Lösung bringen)*
 - **a) Drehung um die Achse (aber nicht auf der Stelle = falsch)**
 - Motorblock (B): vorwärts
 - Warteblock (B): Drehsensor + 2 Umdrehungen
 - Motorblock (B): stopp
 - **b) Drehung auf der Stelle**
 - Motorblock (B): vorwärts
 - Motorblock (C): rückwärts
 - Warteblock (B): Drehsensor + 2 Umdrehungen (vorwärts)
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): stopp
- Möglicher Fehler: Motor B wird *rückwärts* eingestellt – Warteblock (für Motor B) steht aber auf *vorwärts*!

Block 5 - Sensoren I (Ultraschall-Sensor)

< vormontierter Ultraschallsensor

Anbau an das
Robot Educator Modell >

**Ziel(e): Einen Sensor und dessen Einstellungsoptionen kennen lernen.**

- *Impulsfragen:*
 - Was ist ein Sensor? Was macht ein Sensor?
 - Wie kann ein Sensor auf Funktion des Roboters Einfluss nehmen?
- *Erarbeitung „Ultraschall“ - Impulsfragen:*
 - Was ist Ultraschall?
 - Kennt ihr Tiere, die das benutzen? = Fledermäuse
 - Warum benutzen Fledermäuse Ultraschall? = Fliegen im Dunklen und müssen z.B. Hindernisse erkennen können.
 - Tafelbild: Funktion von Ultraschall (Reflektion von Schall)
- **Aufgabe: Ultraschallsensor an „Robot Educator Modell“ anschließen und so programmieren, dass er vor einem Hindernis stoppt.**
- *Hinweis / Lösungshilfe: Einstellungen im unteren Fenster beachten!*
- Umsetzung durch die Schüler
- *Lösung:*
 - Motorblock (B): start
 - Motorblock (C): start
 - Warteblock (Sensor: Ultraschallsensor / Distanz: ca. 15-25 cm)
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): stopp

Block 6 - Sensoren IIa (Geräusch)

< vormontierter
Geräuschesensor (Mikrofon)

Anbau an das
Robot Educator Modell >



Ziel(e): „Robot Educator Modell“ reagiert über einen Sensor. „Mikrofon“ als „Geräuschesensor“ kennen lernen. Schwellwerte kennen lernen, ermitteln und in Verbindung mit einem Programm verwenden, um den Roboter zu steuern.

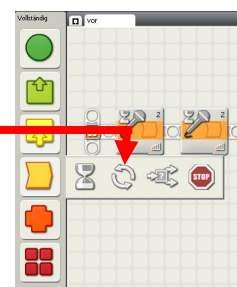
- Wiederholung/Vertiefung: PowerPoint: Einführung Sensor (Lehrer CD-ROM)
- UG: Was ist ein Schwellenwert? / Beispiel an Tafel vorrechnen
- Schwellenwert am NXT ermitteln (ggf. mit Videokamera Display abfilmen)
- Erklären (frontal):
 - Pfeiltasten + Auswahl mit orangener Taste = Untermenü
 - suchen: „view“ + orangene Taste
 - suchen: „sound db“ + orangene Taste
 - Port auswählen (an dem der Sensor angeschlossen ist; i.d.R. „2“)
 - Wert für „leise“ notieren
 - Klatschen + Wert für „laut“ notieren
 - zurück (graue Taste)
- **Aufgabe:** auf „Klatschen“ soll „Robot Educator Modell“ vorwärts fahren
- Lösungshinweis:
 - Beginnen mit Warteblock
 - Einstellungen im Warteblock: richtigen Port auswählen; Sensor: Geräuschesensor; Schwellwert einstellen (< und > beachten!)
- Umsetzung durch die Schüler
- Lösung:
 - Warteblock (Sensor: Geräuschesensor / Schwellenwert einstellen)
 - Motorblock (B): vorwärts
 - Motorblock (C): vorwärts
 - Warteblock (B): 2 Umdrehungen
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): stopp

Block 7 - Sensoren IIb (Geräusch)**Ziel(e): Kombination von zwei Warteblocken. Ggf. Schleifen kennen lernen.**

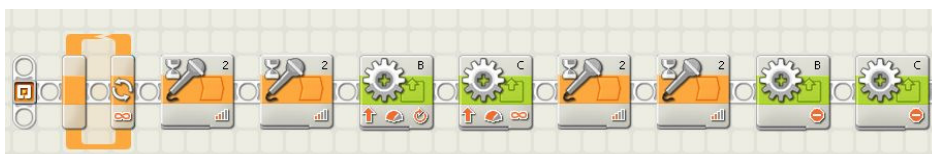
- **Wiederholung:**
 - Was ist ein Sensor? Was ist ein Schwellenwert?
- **Aufgabe:** „Robot Educator Modell“ fährt auf „Klatschen“ los und hält bei erneutem „Klatschen“ wieder an.
- mögliche Lösungen besprechen
- Umsetzung durch Schüler
Vermutete Lösung: Warteblock – Motor (B) und (C) starten – Warteblock (für 2. Klatschen) – Motor (B) und (C) stoppen
HINWEIS: Vermutlich wird der Roboter nicht fahren!!! Denn der zweite Warteblock reagiert auch schon auf das „erste“ Klatschen! Deshalb müssen zwei zusätzliche Warteblocks (mit umgekehrter Schwellwerterfassung eingefügt werden – siehe Lösung!)
- **Lösung (frontal)**
 - Warteblock
(Sensor: Geräuschsensor / Schwellenwert einstellen >)
 - Warteblock
(Sensor: Geräuschsensor / Schwellenwert einstellen <)
 - Motorblock (B): vorwärts
 - Motorblock (C): vorwärts
 - Warteblock
(Sensor: Geräuschsensor / Schwellenwert einstellen >)
 - Warteblock
(Sensor: Geräuschsensor / Schwellenwert einstellen <)
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): stopp
- **Erklärung**
 - Das Programm ist „so schnell“, dass der erste und zweite Warteblock auf das Klatschen reagieren. Deshalb muss (jeweils) eine zweite Schwellenwertabfrage eingebaut werden.
- Umsetzung durch die Schüler

Ggf. zur Vertiefung / Ergänzung:

- **Aufgabe:** Wie ist nun eine **ständige Wiederholung** des Programms möglich?
- **Erklärung der Schleife:**
 - Bedeutung einer Schleife (Vor- und Nachteile)
 - Schleifenblock zu Beginn des Programms einfügen (a)
 - restlichen Blöcke markieren (gedrückte Maustaste)
 - und in Schleife verschieben (b)
 - Hinweis: Beenden des Programms nur am NXT (graue Taste)
- Umsetzung durch die Schüler



(a)



(b)



Block 8 - Sensoren IIIa (Taster / Berührungssensor)

< vormontierter Taster

Anbau an das
Robot Educator Modell >

**Ziel(e): Berührungssensor („Taster“) kennen lernen.**

- **Impulsfragen:**
 - Was könnte ein Berührungssensor sein?
 - Wie kann man den Berührungssensor im Zusammenhang mit dem „Robot Educator Modell“ einsetzen?
- **Aufgabe: Berührungssensor an den „Robot Educator Modell“ anschließen (Port beachten!) und so programmieren, dass er sofort stoppt, wenn er gegen ein Hindernis stößt.**
- Umsetzung durch die Schüler
- **Lösung:**
 - Motorblock (B): start (rückwärts!)
 - Motorblock (C): start (rückwärts!)
 - Warteblock (Sensor: Berührungssensor; Aktion: Druck)
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): stopp
- **Aufgabe: Bei Programmstart steht der Roboter und „wartet“. Erst wenn man auf den Taster drückt, fährt der Roboter (5 Umdrehungen) los.**
- Umsetzung durch die Schüler
- **Lösung:**
 - Warteblock (Sensor: Berührungssensor; Aktion: Druck)
 - Motorblock (B): start
 - Motorblock (C): start
 - Warteblock (Sensor: Drehsensor; 5 Umdrehungen)
- Optional:**
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): stopp

Block 9 - Sensoren IIIb (Taster / Berührungssensor und Geräuschsensor)**Ziel(e): Zwei verschiedene Sensoren in Kombination benutzen.**

- **Wiederholung:**
 - Wie funktioniert ein Berührungssensor?
 - Was funktioniert ein Geräuschsensor?
- **Aufgabe: Berührungssensor an den „Robot Educator Modell“ anschließen (Port beachten!) und so programmieren, dass er startet (los fährt), wenn er gedrückt wird. Der Roboter soll stoppen, wenn geklatscht wird.**
- Umsetzung durch die Schüler
- **Lösung:**
 - Warteblock (Berührungssensor, Aktion Druck)
 - Motorblock (B): start (vorwärts)
 - Motorblock (C): start (vorwärts)
 - Warteblock (Sensor: Geräuschesensor; Schwellwert >)
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): Stopp
 -

Ggf. zur Vertiefung / Ergänzung:

- **Aufgabe: Wie ist nun eine ständige Wiederholung des Programms möglich?**

Lösung: Einfügen einer Schleife (siehe 7IIb und Grafik unten)

Lösung für die zweite Aufgabe:

Block 10 - Sensoren IVa (Licht)

< vormontierter Lichtsensor

Anbau an das
Robot Educator Modell >

**Ziel(e): Lichtsensor kennen lernen und anwenden.**

- Wiederholung
- *Impulsfragen:*
 - Was könnte ein Lichtsensor sein?
 - Was erkennt ein Lichtsensor?
 - Auf „was“ reagiert ein Lichtsensor? (Schwellenwert?)

Lösung: bester Unterschied des Sensorwertes bei schwarz / weiß
- **Aufgabe: Formuliert ein Ziel, was euer „Robot Educator Modell“ mit Hilfe des Lichtsensors machen soll!** (Möglichst einfach!)
- Besprechung in der Kleingruppe
- *UG:* Vorstellung der Ergebnisse; ggf. reduzieren
- ggf. Skizzieren des Programms auf Papier
- *mögliche Lösung:*
 - Der Roboter fährt auf weißem (schwarzem) Papier solange vorwärts, bis er auf schwarzes (weißes) Papier stößt
- **Aufgabe: Ermitteln des Schwellwertes am NXT (siehe 6IIa)**
- *Lösungshinweis:*
 - über **view / reflected light*** / **Port (3)**
- Umsetzung durch die Schüler
- *mögliche Lösung:*
 - Motorblock (B): vorwärts
 - Motorblock (C): vorwärts
 - Warteblock (Sensor: Licht + Schwellenwert**) einstellen)
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): stopp

^{*)} bei diesem Modus schaltet sich die kleine Lampe im Sensor ein. Die Ergebnisse sind genauer!

^{**)} entweder fährt der Roboter auf weißem Papier und stoppt, wenn er auf „schwarzes Papier stößt“, oder umgekehrt. Entsprechend muss der Schwellwert (< oder >) eingestellt werden!

Block 11 - Sensoren IVb (Licht) – Vertiefung**Ziel(e): Logische Verknüpfungen aufgrund der Werte des Lichtsensors in ein komplexes Programm (mit einer Schleife) erstellen.**

- Wiederholung
- **Aufgabe:** Auf einem weißen Papier (mind. DIN A3 oder größer) ist am äußeren Rand ein schwarzer Streifen (rundum) geklebt. Innerhalb dieses Feldes soll der Roboter fahren – stößt er auf eine Line, dreht er sich (um 90 Grad) und fährt wieder vorwärts.
- **Impulsfrage:**
 - Welche Befehle sind notwendig? Skizze an der Tafel: Grundprogramm, das immer wieder wiederholt wird. Zunächst erst das Grundprogramm erstellen, dann die Schleife!
- Umsetzung durch die Schüler
- **Lösung Grundprogramm:**
 - Motorblock (B): vorwärts
 - Motorblock (C): vorwärts
 - Warteblock (Sensor: Licht + Schwellenwert einstellen)
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): stopp
 - Motorblock (B): vorwärts
 - Motorblock (C): rückwärts
 - Warteblock (Sensor: Drehsensor (B) = 180 Grad^{*)})
- Umsetzung durch die Schüler
- Wenn das Grundprogramm läuft, wird die Schleife hinzugefügt
- **Lösung:**
 - das Grundprogramm in eine Schleife ziehen
- **Optional:** Schleife beenden, wenn sie z.B. acht Mal durchlaufen wurde



^{*)} ggf. muss erklärt werden, dass eine Umdrehung 360 Grad entspricht

Block 12 - Sensoren IVc (Licht) – Vertiefung

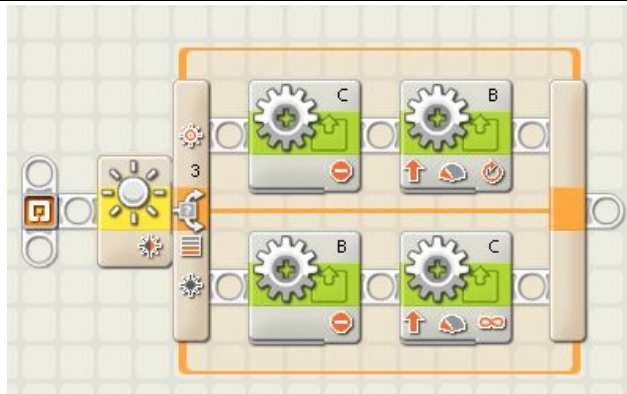
Ziel(e): Unter Verwendung des Lichtsensors und einer Schleife die Wenn-Dann-Funktion („Schalter“) kennen lernen.

- Wiederholung (Funktion des Lichtsensors; Schleife)
- **Aufgabe:** „Robot Educator Modell“ soll an einer schwarzen Linie entlang fahren
- **Impulsfrage:**
 - Welche Befehle sind notwendig? Skizze an der Tafel!
- **Erklären:**
 - Schaltblock (Ablaufpalette)
 - Verzweigung (Wenn – dann)
- **Lösung (ggf. frontal - (siehe a))**
 - Schaltblock
(Sensor: Licht / Schwellenwert einstellen)
 - oben
 - Motorblock (C): stopp
 - Motorblock (B): start (**Leistung: 25%**)
 - unten
 - Motorblock (B): stopp
 - Motorblock (C): start (**Leistung: 25%**)

Hinweis: ggf. Motorblöcke vertauschen (oben/unten), je nach dem, welcher Motor an welchem Port angeschlossen ist!
- Umsetzung durch die Schüler
- **Problem:** „Robot Educator Modell“ fährt nur ein kleines Stück!
- **Lösung:** Schleife (siehe b)
- **Optional:** Schleife beenden, wenn der Wert des Lichtsensors gleich dem Wert von hell ist, oder über Zeiteinheit (z.B. 10 Sekunden)



(a)



(b)

