

OPEN-MINT-Masters Münster 2016

Materialübersicht

Roboter-Plattformen

Der Markt ist mittlerweile schier unüberschaubar und entwickelt sich in Riesenschritten. Wir haben sechs verschiedene Robotermodelle aus unterschiedlichen Generationen „unter die Lupe“ genommen. Die Beschreibungen sind nicht zwingend vollständig sondern sollen nur einen Überblick geben bzw. den Vergleich erleichtern. Für Richtigkeit und Vollständigkeit wird keine Gewähr übernommen.

Die Preisspanne der Modelle bewegt sich zwischen 35 € und 700 € für einen „einsatzfähigen“ Roboter - also mit einer Grundausstattung an Sensoren und Motoren. Die Liste ist keineswegs vollständig – bei OPEN-MINT ist (fast) alles erlaubt. Neben der Tatsache, dass Weniger oftmals Mehr ist und die Roboter durch die Portale passen müssen halten wir ein Maximalgewicht („spielbereit“) von 500 g für angemessen. Schwerer darf ein Roboter nicht sein!

LEGO-NxT

Etablierte Plattform. Weit verbreitet. Teuer, aber als Systembaukasten sehr flexibel und nahezu beliebig erweiterbar. Breites Zubehörprogramm verschiedener Hersteller verfügbar. Breite Palette an Sensoren verfügbar. Wird bzw. wurde durch die EV3-Reihe abgelöst, ist aber nach wie vor weit verbreitet.

Programmierbar über die Windows-Software „NXT-G“ (symbolische Programmierung) vom gleichen Hersteller, die freie (Open-Source) Software Tuxminds (symbolische Programmierung), LeJos (Java, Textbasiert), BricxCC (C-ähnlicher Dialekt „NXC“, Textbasiert)

Akku und Ladegerät im Lieferumfang. Batteriebetrieb möglich.

Neupreis (als Lego-Set, Restbestände) ca. 700 € (derzeit deutlich über dem einstigen UVP)

Erweiterungen: Diverse

LEGO-EV3

Nachfolger der NxT-Plattform. Der Prozessor ist leistungsfähiger, das Design wurde verändert. Kompatibel zur LEGO-NxT Plattform und auch über die dort genannte Software programmierbar.

Akku und Ladegerät im Lieferumfang. Batteriebetrieb möglich.

Neupreis (als Lego-Set) ca. 350 €

Erweiterungen: Diverse

Fischertechnik „ROBOTICS“

Etablierte Plattform, ähnlich flexibel erweiterbar wie NxT und EV3.

Akku und Ladegerät im Lieferumfang.

Programmierbar über die Software „ROBO PRO“ (symbolische Programmierung) und in C (Textbasiert).

Akku und Ladegerät im je nach Baukasten Lieferumfang. Netzteil.

Neupreis (als Set) ca. 350 €

Erweiterungen: Diverse

ASURO

Seinerzeit vom DLF entwickelter Bausatz auf Basis des Atmel Mega8 Prozessors. Nur eingeschränkt erweiterbar. Der Zusammenbau (löten) erfordert Übung. Vorhanden sind ein Liniensensor, Radsensoren (Odometer) und sechs Taster als Kollisionssensoren.

Erweiterbar um Ultraschallsensor und Bluetooth-Interface. Die Erweiterung erfordert allerdings einiges an Geschick. Programmierbar über die freie (Open-Source) Software Tuxminds (symbolische Programmierung) und den C-Compiler „avr-gcc“ (Textbasiert). Zu dem Compiler existieren diverse integrierte Entwicklungsumgebungen (IDE). Abgelöst durch den AAR-04.

Batteriebetrieb 6V. Akkubetrieb eingeschränkt möglich (4,8 V!). Andere Batterien möglich. Neupreis (als Bausatz) ca. 50 €, fertig montiert ca 75 €

Erweiterungen (US + Bt) ab ca 40 € (Erweiterungen des 2WD können adaptiert werden)

Arduino Roboter AAR-04 (Firma Arexx)

Nachfolger des ASURO auf Basis des Atmel 328 Prozessors. Wird als Fertigerät in SMD-Bauweise geliefert. Vorhanden sind ein Liniensensor und Radsensoren. Erweiterbar um Ultraschallsensor, Bluetooth-Interface, WLAN und noch allerlei weiterer Sensoren. Die Erweiterung erfordert allerdings einiges an Geschick.

Programmierbar über die freie (Open-Source) Software Tuxminds (symbolische Programmierung) und die Arduino-Suite (integrierte Entwicklungsumgebung, textbasiert) Batteriebetrieb 6V. Akkubetrieb eingeschränkt möglich (4,8 V!). Andere Batterien möglich. Neupreis ca. 50 €

Erweiterungen (US + Bt) ab ca 40 € (Erweiterungen des 2WD können adaptiert werden)

Arduino 2WD Roboter – das preiswerteste Modell

Baukasten der selbst zusammengestellt wird.

Erforderliche Komponenten:

- Basis (Plexiglas, inkl. Motoren, Motorhalterungen und Batteriehalter)
- Odometriesatz
- Prozessorboard (diverse verschiedene verfügbar)
- Motorsteuerung (liefert gleichzeitig 5V Versorgung für das Prozessorboard)
- Kabelsatz
- Liniensensor in Selbstbau erforderlich

Erweiterungen:US-Sensor, Bt, diverse weitere verfügbar

Der Zusammenbau ist recht einfach. Für die Integration der Erweiterungen kann Löten erforderlich sein.

Einen fertig aufgebauten Liniensensor für dieses Modell konnten wir nicht auftreiben – allerdings ist ein solcher mit wenigen Handgriffen zusammengelötet. Eine Anleitung findet sich weiter unten.

Batteriebetrieb 6V. Akkubetrieb eingeschränkt möglich (4,8 V!) . Andere Batterien möglich.

Programmierbar über die freie (Open-Source) Software Tuxminds (symbolische Programmierung) [ab der neuesten Version] und die Arduino-Suite (integrierte Entwicklungsumgebung, textbasiert)

Preis (für die o.g. Komponenten) ca. 35 €

(US + Bt) ab ca 9 €.

Weitere Robotermodelle

Wie gesagt, der Markt ist vielfältig. Der Vollständigkeit halber seien hier noch der „C-Control“ und der „C't-Bot“ erwähnt die den oben Genannten in Nichts nachstehen aber von uns bislang noch nicht „unter die Lupe“ genommen worden sind.

Montage der Roboter

Bei OPEN-MINT ist (fast) alles erlaubt. Gummiband, Klettverbinder, Heißkleber, Doppelseitiges Klebeband, Cyanacrylat, Kontaktkleber, Gaffa-Tape ...

Beispielfotos montierter Roboter finden sind in der Dokumentensammlung.

Spieltisch

Wie empfehlen den Bau (oder Kauf) mindestens eines Spieltisches wie er auch für die LEGO-Wettbewerbe verwendet wird. Bei Selbstbau-Tischen empfehlen wir unbedingt auf das Gewicht der Tische bzw. Elemente zu achten. Verwenden Sie wenn möglich teilbare Tische oder modifizieren Sie den Aufbau entsprechend. Bei falt-Tischen kann man besser die Scharniere durch 8 – 10 gleichmäßig verteilte Holzdübel (10 mm) ersetzen und die Elemente dann zusammenstecken. Das vermindert die Quetschgefahr erheblich! Bei Verwendung von Spanplatten (19 mm) kommen schnell 10 kg für den kompletten Tisch zusammen. Sehen Sie wenn möglich einen Überbau vor, an dem eine Lampe befestigt werden kann (oder eine Kamera!).

Die Fahrspur

Häufig geht es darum, dass der Roboter einer vorgegebenen Linie folgen soll.

Damit die Linie für Roboter klar erkennbar ist wird die Linie durch einer weißen Rand beiderseits eingefasst. Die Linie ist schwarz und hat eine Breite von 25mm. Der weiße Rand ist auf beiden Seiten ebenso 25 mm breit. Beide Ränder und die Linie in der Mitte bilden die 75 mm breite Fahrspur.

Schwarz-Weiß-Übergänge außerhalb der Fahrspur werden vermeiden damit die Roboter die Möglichkeit haben zu erkennen, wenn sie die Fahrspur verloren haben.

Tischauflage bzw. Spielfläche

Wichtig ist, dass die Fläche EBEN ist. Selbst kleinere Kanten können die Roboter schnell aus der Bahn werfen.

Für die Wettbewerbsveranstaltungen haben wir quadratische „Kacheln“ aus 5mm Hartschaum mit einer Seitenlänge von 28,6 cm entworfen die zum einen auf die „Norm“-Wettbewerbstische passen.

Auf die Kacheln ist die Fahrspur in unterschiedlichen Formen aufgedruckt so dass die Kacheln zu verschiedensten Parcours zusammengelegt werden können.

Ein entsprechendes PDF findet sich in der Dokumentensammlung.

Ein Set aus 40 beliebigen Kacheln in 5 mm Hartschaum kostet so um die 50 €.

28,6 cm kann man aber auch auf einem A3-Drucker ausdrucken. Allerdings ist die Handhabung von Kacheln aus Papier sehr mühselig.

Es geht allerdings auch „preiswert & gut“ :

Als „best practice“ hat sich das Aufmalen einer Schwarzen Linie auf einen möglichst hellen Untergrund bewährt. Klebeband (Isolierband) funktioniert auch, ist aber anfälliger. Für das Aufmalen haben wir 25 mm „Squeeze“-Stifte aus dem Graffiti-Zubehör verwendet

– tief schwarz, nachfüllbar, mit Isopropanol entfernbar (auf manchen Materialien bleibt nach dem Entfernen ein leichter Schatten zurück) und sehr wischfest. (ca 6 -7 €). Mit etwas Übung erzielt man eine sehr gleichmäßige Linie.

Als Untergrund ist weiße LKW-Plane ideal. In der entsprechenden Größe für ca 20 € zu haben und beliebig oft verwendbar.

Noch preiswerter ist Malerpappe als Untergrund. Obwohl in der Regel „naturbraun“ ist der Kontrast absolut ausreichend. Allerdings muss man bedenken, dass die Pappe „im Schulbetrieb“ eine deutlich eingeschränkte Lebensdauer hat. Vorsicht beim Bemalen: Squeeze-Maler färben hier gerne mal durch! Umkleben der Kanten mit Gaffa-Tape verlängert die Lebensdauer erheblich, ist aber nicht ganz einfach.

Beide Lösungen haben den Nachteil, dass die Fahrspur „randlos“ ist und Roboter die Grenze der Fahrspur folglich nicht „sehen“ können.

Items (Gegenstände „mit Bedeutung“)

Wir verwenden als Items alltägliche (Spiel-)Gegenstände. Gerne Bauklötze, DUPLO-Steine, Papprollen oder Spielfiguren. Kiesel und andere Steine sind eher ungeeignet.

Aktionspunkte

Häufig sind Aufgaben an fest definierten Positionen entlang der Fahrspur zu lösen (z.B. kurz anhalten). Ein Aktionspunkt wird durch einen schwarzen Kreis über die gesamte Spurbreite gekennzeichnet. Auf dem Aktionspunkt können sich weitere Designelemente befinden die nur Dekozwecken dienen oder dem Roboter eine Erkennung der Aktion ermöglichen. Wir verwenden als Aktionspunkte Aufkleber (z.B. von Zweckform oder die flexibel angeordnet werden können. (Beispiele finden sich in der Dokumentensammlung.)

Portale

Die Portale dienen zum einen dazu die Roboter auf einen bestimmten Kurs zu „zwingen“ und zum anderen dazu die Baugröße der Roboter zu beschränken.

Die Portale haben eine lichte Weite von 28,6 cm – also genau die Abmessungen einer Kachel.

Wir drucken die Portale auf einem 3D-Drucker aus. Allerdings ist 3 mm Sperrholz genauso geeignet. Konstruktionen aus entsprechend starkem Zaundraht, Kupferkabel oder Schweißdraht sind schnell zurechtgebogen und können auf die Spielfläche geklebt werden oder auch mit Füßen (z.B. angegossene Gipsfüße) versehen aufgestellt werden. Ganz ohne Befestigung muss man die Positionen auf der Spielfläche genau markieren und die Portale nach jedem „Rempler“ wieder an der exakten Position ausrichten.

Das kann auf Dauer ganz schön nerven.

Liniensensor im Selbstbau

Das Internet ist voll von entsprechenden Schaltungen und Anleitungen - allerdings funktioniert lange nicht jede davon an den Robotern.

Wir haben folgende Schaltung ausprobiert und halten folgende Dimensionierung der Bauteile für gut geeignet:

Die angegebenen Werte gelten bei einer Versorgungsspannung von 5V.

Widerstände R1 u. R2 : 220kΩ. Fototransistoren: SFH 300

Wer entsprechend flexibel sein möchte kann ein 250kΩ Mini-Poti in Reihe zu einem 20kΩ Widerstand verwenden - dann kann man die Grundempfindlichkeit des Liniensensors mit dem Poti einstellen.

Bei Verwendung einer 3,8 V Weißlicht-LED empfehlen wir für den Widerstand R3 einen Wert von 57Ω. Dabei nimmt die LED einen Strom von ca. 25 mA auf.

Bei Verwendung einer 2,0 V LED (häufig in Rot verwendet) empfehlen wir für den Widerstand R3 einen Wert von 150 Ω. Die Stromaufnahme beträgt dabei ca. 20 mA.

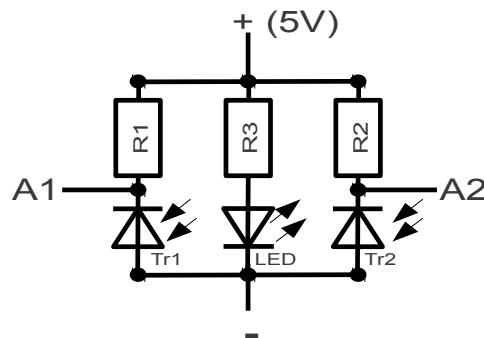
Eine weiße LED verbraucht nicht wesentlich mehr Strom – ist aber viel heller.

EinTrick: Mit Schleifpapier die LED oben matt schleifen verbessert die Ausleuchtung.

Da es eine Unmenge von LED am Markt gibt kann man den Wert des Widerstands mit dieser Formel selbst abschätzen:

$$R [\Omega] \approx 1000 \times (5 [V] - \text{LED Spannung [V]}) / \text{LED Strom [mA]}$$

LED Spannung und LED Strom entnehme man den Angaben des Herstellers.



Die Punkte „A1“ und „A2“ werden mit beliebigen Analogeingängen des Prozessors verbunden. „+“ wird mit dem Plus-Pol der Batterie und „-“ mit dem Minus-Pol verbunden. Die LED leuchtet im Dauerbetrieb.

Bitte beachten Sie unbedingt Anschlüsse und die Einbaurichtung der Fototransistoren (Tr) und der LED! Verwechseln Sie die LED und die Transistoren nicht!

Die LED bleibt sonst dunkel – die Fototransistoren sind meist dahin.

Obwohl die LED und die Transistoren ein kurzes und ein langes Beinchen haben, kann man die Anschlüsse besser an der „Abplattung“ des ansonsten runden Gehäuses erkennen. Bei den LED zeigt die „flache“ Seite in Richtung des Minus-Pols, bei Transistoren in Richtung des Plus-Pols. (Fotos in der Dokumentensammlung)

Bei der Programmierung ist zu beachten, dass der gelieferte Wert umgekehrt proportional zur Helligkeit ist. Will man dies nicht, kann man die Position von R1 mit Tr1 und R2 mit Tr2 tauschen. Allerdings ist dann die LED nicht mehr in einer Linie mit den Transistoren.

Bezugsquellen

Alle Spielmaterialien sind natürlich über über die großen Internethandelsplattformen zu bekommen aber um die Suche zu erleichtern haben wir wenn möglich konkrete Bezugsquellen angegeben. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

| | | |
|-------------------------|--|---|
| LEGO-NXT | mit etwas Glück als Restbestand im Einzelhandel | |
| LEGO-EV3 | im Spielwarenhandel oder z.B. bei | |
| | Toys R Us | http://www.toysrus.de |
| | MyToys | http://www.mytoys.de |
| Fischertechnik Robotics | siehe LEGO | |
| ASURO | bei einschlägigen Elektronikversendern wie z.B. | |
| | Conrad | http://www.conrade.de |
| | Reichelt | http://www.reichelt.de |
| | Völkner | http://www.voelkner.de |
| Arduino Bot AAR-04 | siehe ASURO | |
| Arduino 2WD | bei o.g. Elektronikversendern und z.B. bei | |
| | Marotronics | http://www.marotronics.de |
| | Raspduino | http://www.raspduino.de |
| Prozessorboards | bei o.g. Elektronikversendern und z.B. bei | |
| | RS | http://de.rs-online.com |
| | Watterott | http://www.watterott.com |
| Widerstände | bei o.g. Elektronikversendern | |
| Fototransistoren | bei o.g. Elektronikversendern | |
| Spieltisch | Fertig aufgebaut: Bauanleitung: Auf den Seiten der FLL | |
| Squeeze-Stifte | in Kunstlergeschäften, Bastelbedarf oder z.B. bei | |
| | Graffitiboxshop | http://www.graffitiboxshop.de |
| | ThirdRail | http://www.thirdrail.de |
| | Graffitilager | http://www.graffitilager.de |
| LKW-Plane | z.B. bei | |
| | Planenmacher | http://www.planenmacher.com |
| | Planen Stöber | http://www.lkwplane-abdeckplane.de |
| Hartschaumkacheln | WIRmachenDRUCK | http://www.wir-machen-druck.de |
| | 360DPI | http://www.360dpi.de |