

# Aufbau eines Sortierroboters mit Lego Mindstorms

Thomas Bruckner, Elektromobilität  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

**Abstract—** Das Interesse von jungen Menschen auf Wissenschaft zu lenken gestaltet sich schwierig. Dennoch ist Forschung nötig, um den Alltag zu vereinfachen. Einfache jedoch zeitintensive Aufgaben werden oft mit Hilfe von technischen, programmierten Geräten erledigt. In diesem Artikel werden Erfahrungen im Lego Mindstorm NXT Robotics Project der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnologie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg dargestellt. Diese beziehen sich auf die Erstellung eines Sortierroboters.

**Schlagwörter—** Lego Mindstorm NXT, MatLab, Programmierung, Robot, Sortierung.

## I. EINLEITUNG

Eine dieser alltäglichen, zeitintensiven Aufgaben ist das Sortieren. Anwendung findet es in jedem Gebiet vom Strukturieren von Dokumenten bis hin zum Recycling. Eine gängige Situation in der das Sortieren scheitert ist die Müllentsorgung. Oftmals werden Abfälle, ohne Rücksicht auf die Umwelt zu nehmen, in Parks oder Besucherzentren nicht sachgerecht weggeworfen. Straßenverschmutzungen kosten Deutschland jährlich 800 000 000 Millionen Euro. Aus Bequemlichkeit wird das Recycling von vielen Menschen nicht mehr ernstgenommen. Kann diese Aufgabe von einem Roboter übernommen werden?

Während des NXT Seminars wurde ein Sortierroboter entworfen. Hierfür wurde der Lego Mindstorm NXT Roboter und das dazugehörige MatLab Programm verwendet. Das ursprüngliche Ziel war es den Roboter die Farben der Papierbälle erkennen zu lassen und diese in unterschiedliche Boxen zu legen. Außerdem sollte die Anzahl der zugeteilten Objekte pro Box angegeben werden. Das Ergebnis ist ein Sortierroboter, der lediglich Papierbälle findet und sie mit einem Greifarm in eine Schachtel legt. Das Paper zeigt die Umsetzung des Projekts, Limitationen und Funktionsweisen auf. Dabei wird es auch zusammen mit entsprechenden Ergebnissen vorgestellt.

## II. VORBETRACHTUNGEN

### A. MatLab

MatLab steht für „Matrizen Laboratory“ und ist ein Programm, welches mit Matrizen rechnet. Die Programmiersprache ist proprietär, sodass es variabel für verschiedene Geräte genutzt werden kann. Es wird zum Lösen von mathematischen und technischen Problemen verwendet, womit es ein sehr großes Anwendungsgebiet umfasst. Seine Software ist plattformunabhängig und somit vielseitig aufrufbar.

### B. Lego Mindstorms NXT



Abbildung 1: Der RGB Sensor



Abbildung 2: Farbsensor innen

Lego Mindstorms NXT ist ein Steuerungscomputer, der diverse Anschlüsse für Sensoren und Aktoren hat. Er hat einen ARM Prozessor. Auf dem Computer befinden sich drei Anschlüsse für Motoren, unterhalb vier weitere für die gegebenen Ultraschall-, Farb-, Tast-, und Tonsensoren. Für das Projekt wurden drei Motoren genutzt, was auch der maximal möglichen Anzahl entspricht.

Der Sensor, der ursprünglich verwendet wurde, war der Lego Mindstorms NXT-Farbsensor, mit dem der Roboter nicht nur zwischen schwarz und weiß, sondern auch zwischen verschiedenen hellen und pastellfarbenen Tönen unterscheiden konnte. Er verwendet drei verschiedenfarbige Leuchtdioden (LEDs), um die Zieloberfläche zu beleuchten und die Intensität jeder von der Oberfläche reflektierten Farbe zu messen. Unter Verwendung der relativen Intensität der jeweiligen Farbreflexion berechnet der Farbsensor eine Farbnummer, die an das NXT-Programm zurückgegeben wird.

Mit dem Ultraschallsensor kann der Roboter Objekte finden, Hindernissen ausweichen, Entfernungen messen und

Bewegungen erkennen. Er verwendet das gleiche wissenschaftliche Prinzip wie Fledermäuse: Er misst die Entfernung, indem er die Zeit berechnet, die eine Schallwelle benötigt, um ein Objekt zu treffen und als ein Echo wieder zurückkehren. Der Ultraschallsensor misst den Abstand in Zentimetern und Zoll. Er kann 0 bis 2,5 Meter mit einer Genauigkeit von +/- 3 cm messen.

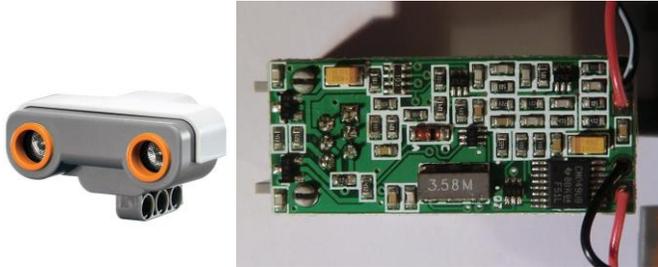


Abbildung 3: Der Ultraschallsensor  
Abbildung 4: Ultraschallsensor innen

### III. HAUPTTEIL

An den Roboter wurden 3 Motoren angeschlossen. Der erste ist für die 240°-Mobilität des Arms mit der Klaue verantwortlich. Ein zweiter Motor, so dass der Arm sich nach der gegebenen Höhe einstellt und sich zu erkannten Objekten bewegt. Der dritte und letzte Motor war für das Öffnen und Schließen der Klaue zuständig, um nach den Objekten, in diesem Fall farbige Papierbälle, greifen zu können. Der Ultraschallsensor wurde ebenfalls angeschlossen, um die Papierbälle in seiner Umgebung zu erkennen. Da es das Ziel war, die Bälle farblich in unterschiedliche Boxen sortieren zu lassen, kam der RGB-Sensor dazu, welcher die Farben erkennen musste. Zudem sollten die Objekte nach der „Entsorgung“ gezählt werden, sodass beispielsweise nach dem Weglegen des ersten Balls die Zahl „eins“ vom Computer ausgesprochen wird.

Nachdem alles an den Computer angeschlossen und die Aufgabe entsprechend programmiert wurde, kam es zu einem Versuchsdurchlauf. Hierfür wurden rote, grüne und blaue Papierbälle um den Roboter gelegt, die als solche erkannt und in verschiedene Boxen gelegt werden sollten. Allerdings erkannte der Farbsensor keine Farben, da die Funktion zu stark abhängig von Einflüssen, wie Licht, behindert wurde. So wurde bei MatLab nur die Farbe „schwarz“ ausgegeben. Nach mehreren Versuchen, das Problem zu beheben kam es zu einer neuen Zielsetzung, da die Farben nicht erkannt und somit auch nicht sortiert werden konnten. Jetzt soll der Roboter Papierbälle unabhängig von der Farbe in eine Box legen. Da der Ultraschallsensor funktioniert, hat der Greifarm bestehend aus den drei Motoren sich zu den Objekten bewegt, die Höhe an die Größe der Bälle angepasst und mit der Klaue nach ihnen

gegriffen. Danach wurden die Papierbälle nach Programm in die Box gelegt.

### IV. ERGEBNISDISKUSSION

Am Ende konnte der Roboter drei willkürlich verteilte Papierbälle in seiner Umgebung auffinden, weglegen und zählen.

Sie waren in der Nähe des Roboters und einer Box, in die der Roboterarm die Kugeln legen sollte. Dies ging mit Hilfe des Ultraschallsensors von links nach rechts, welcher nach einem Objekt suchte, bis eines gefunden wurde. Nachdem das Objekt gefunden worden war, wurde der Arm mit der Klaue in einer idealen Höhe positioniert, um dann den Papierball zu nehmen und ihn zur Box zu lenken. Nachdem der Roboter die 3 Bälle bereits an ihrem Platz abgelegt hatte, suchte er zum letzten Mal, ob sich ein Objekt in seiner Nähe befand, und als er nichts fand, gab er mithilfe eines an den Roboter angeschlossenen Computers die genaue Anzahl von Bällen in der Box an. Es wurde ein Roboter erstellt, der eine unterschiedliche Anzahl von Objekten verteilen und zählen kann.

Das größte Problem stellte der RGB-Sensor dar. Seine Präzision war so mangelhaft, dass die Zielsetzung verändert werden musste. Außerdem sind Papierbälle eher elastisch als kompakt und wurden teilweise so stark von der Klaue verformt, dass sie nicht mehr gegriffen werden konnten oder aus ihr rausrutschten.

Manchmal hat die Klaue nur nach einem Papierzipfel gegriffen, weil der Ultraschallsensor nicht nach dem größten Volumen sucht, sondern nur die Oberfläche des Objekts erkennt. Desweiteren stellte die Box für ihn auch ein Objekt dar, sodass die Klaue einige Male versuchte diese aufzunehmen.



Abbildung 5: Fertiger Roboter mit Greifarm

### V. ZUSAMMENFASSUNG

Trotz einiger Probleme und der nicht ganz vollständigen Erreichung des ursprünglichen Ziels, kann das abgeschlossene Projekt auf einige alltägliche und einfache Aufgaben übertragen werden. Mit präziseren Sensoren, könnte man noch komplexere Probleme lösen und die Anwendung im Alltag ausweiten. Trotzdem kann ein bereits so einfaches Programm bei Aufgaben wie der Müllentsorgung behilflich sein.

## LITERATURVERZEICHNIS

<https://www.welt.de/debatte/kommentare/article197197431/Abfall-in-Parks-und-Strassen-Vermuellung-der-Staedte-ist-typisch-deutsch.html>

Entnommen am 20.03.2021 10:05 Uhr

[https://de.wikipedia.org/wiki/Lego\\_Mindstorms\\_NXT](https://de.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms_NXT)

Entnommen am 20.03.2021 10:28 Uhr

<http://www.matlab.rwth-aachen.de/index.php?id=14>

Entnommen am 20.03.2021 11:43 Uhr

Abbildung 1: <https://www.steinlager.de/de/set/9694-1/mindstorms-nxt-farbsensor>

Entnommen am 03.03.2021 12:31 Uhr

Abbildung 2: <http://botbench.com/blog/2011/09/16/exposed-lego-colour-sensor/>

Entnommen am 03.03.2021 10:36 Uhr

Abbildung 3: <https://www.generationrobots.com/de/401180-ultraschallsensor-lego-mindstorms-nxt.html>

Entnommen am 03.03.2021 20:15 Uhr

Abbildung 4: <http://botbench.com/blog/2011/09/21/exposed-lego-ultrasonic-sensor/>

Entnommen am 03.03.2021 14:20 Uhr

Abbildung 5: Fotografiert am 18.02.21 um 23:07 Uhr