

# Farbsortierroboter für Socken

Kilian Borde, Elektromobilität  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

**Zusammenfassung**—Die folgende Arbeit beschäftigt sich mit der Planung, Konstruktion und Programmierung eines Farbsortierroboters, der mithilfe des LEGO Mindstorms EV3 gebaut wurde. Dieser soll in der Lage sein, die Farbe von Socken zu erkennen und diese zu einer entsprechenden Ablagefläche zu transportieren, sodass sie farbrein sortiert werden. Dazu werden verschiedene Sensoren zur Farberkennung und Programmausführung sowie Motoren zum Greifen und Bewegen benötigt. Die Programmierung erfolgt mit MATLAB.

**Schlagerwörter**—LEGO Mindstorms, EV3, Projektseminar, Farbsortierroboter, Socken

## I. EINLEITUNG

**D**IE Automatisierung schreitet immer weiter voran und hält in allen Bereichen Einzug. Besonders in der Industrie findet sie viele Anwendungen, wodurch Personal und Kosten eingespart werden können. Sie kann aber auch den Menschen unterstützen und somit eine Erleichterung im Alltag darstellen. Im Rahmen des Projektseminars wurde mithilfe eines LEGO-Mindstorms-Sets ein Roboter entwickelt, der den Menschen beim Sortieren von Strumpfwaren unterstützen kann. Außerdem kann er eine Hilfe für Menschen mit Sehbehinderung sein.

## II. VORBETRACHTUNGEN

### A. Farbsortierung

„Farbe ist ein subjektiver Eindruck. Er entsteht, wenn unser Sehsystem den Sinnesreiz verarbeitet, der durch Licht verschiedener Wellenlängen auf der Netzhaut des Auges ausgelöst wird.“ [1] Farben haben einen starken Einfluss auf das menschliche Gehirn. So können Farben wie Grün oder Blau eine positive Wirkung auf den Menschen haben und zu Entspannung führen. Rot hingegen kann bei längerer Betrachtung zu Aggression und Wut führen [2]. Auch in der Industrie ist die Sortierung nach Farben von großer Bedeutung. Zum Beispiel in der Kunststoffherstellung, wo die Aussortierung verschiedenfarbiger Granulatpartikel sehr wichtig ist, um besonders reine Ergebnisse zu erzielen. Das Projekt sollte die grundsätzliche Funktion eines industriellen Farbsortierers, zu sehen in Abbildung 1, nachbilden und dabei eine realistische Aufgabe bewältigen.

### B. Zielsetzung

Ziel des Projektes war es, einen automatisierten Farbsortierroboter zu bauen. Um die Aufgabe zielgerichteter lösen zu können, wurde die Sortierung eines bestimmten Gegenstandes gewählt. Aufgrund des Formfaktors wurden Socken ausgewählt. Das Ziel des Farbsortierroboters für Socken ist also die fehlerfreie Erkennung der Sockenfarbe und die darauf folgende



Abbildung 1. Industrieller Farbsortierer [3]

korrekte Ansteuerung der richtigen Ablagefläche. Darüber hinaus soll der Roboter in der Lage sein, diesen Vorgang beliebig oft zu wiederholen, ohne dass sich auftretende Fehler summieren und zu einem Ausfall der Automatisierung führen.

### C. Umsetzungsplan

Um das Projekt durchführen zu können, wurden im Vorfeld umfangreiche Recherchen und Programmierübungen mit dem Programm MATLAB durchgeführt. Dabei wurden auch die Kenntnisse über die Motoren und Sensoren des LEGO Mindstorms vertieft. Das zugrundeliegende Ziel war es, einen Roboter zu bauen, der die Anforderungen der Farberkennung und Bewegung erfüllt. Der Roboter sollte in der Lage sein, die Farbe von Socken zu erkennen, zum richtigen Ablageplatz zu fahren und die Socken dort abzulegen. Die Programmierung sollte sicherstellen, dass dieser Vorgang beliebig oft wiederholt werden kann. Zunächst beschränkte man sich auf die Auswahl von drei bis vier Farben, um den Aufwand gering zu halten, aber dennoch die Funktionsfähigkeit demonstrieren zu können.

## III. PROGRAMMIERUNG UND KONSTRUKTION

### A. Programmierung der Farberkennung

Da bei der Entwicklung des Farbsortierroboters für Socken die richtige Programmierung von großer Bedeutung war, wurde zuerst das Programm geschrieben und dann die Konstruktion entsprechend angepasst. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die korrekte Ansteuerung des LEGO Mindstorms EV3 und das korrekte Einlesen der Sensordaten gelegt. Außerdem war es wichtig, sowohl die von MATLAB gespeicherten Werte und Parameter als auch die Rotationszustände der Motoren

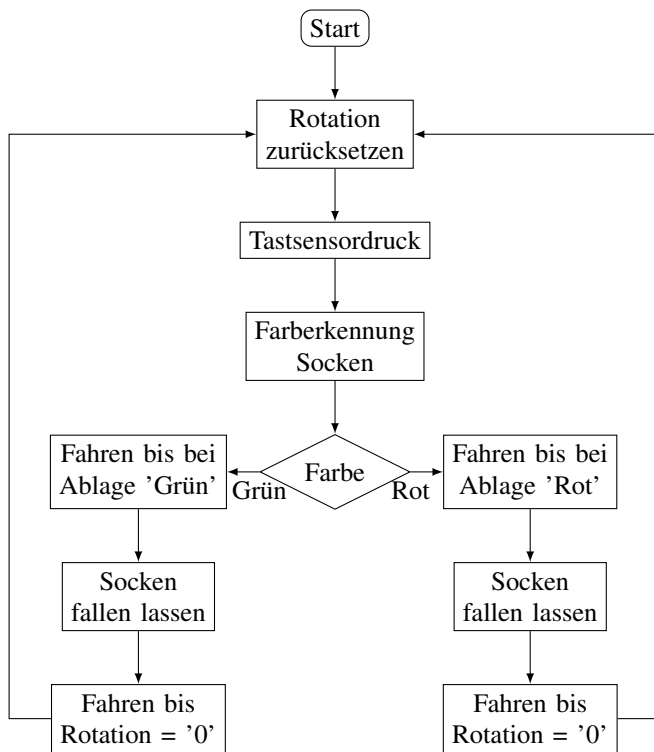


Abbildung 2. Programmablaufplan des Programmes für den Farbsortierroboter

bei jedem Programmstart zurückzusetzen. Um theoretisch zu gewährleisten, dass die Funktion der Sockensortierung unendlich oft wiederholt werden kann, wurde eine While-Schleife verwendet, die die gesamte Sortieraufgabe umschließt. Die Ausführung der Farberkennung mittels Farbsensor beginnt mit dem Druck auf den zuvor initialisierten Tastsensor. Anschließend speichert das Programm die erkannte Farbe, woraufhin mittels einer If-Abfrage an die entsprechende Stelle im Programm gesprungen wird, welche die Ansteuerung der richtigen Ablagefläche ausführt.

### B. Programmierung der Sockenablage

Anschließend fährt der Roboter linear zur richtigen Ablagefläche. Diese erkennt er mithilfe eines zweiten Farbsensors. Ist er an der richtigen Ablagefläche angekommen, stoppt er und der Greifarm öffnet sich. Dies wurde durch eine While-Schleife realisiert, die den Motor so lange bewegt, bis die Dreherkennung im Motor einen entsprechenden Wert erreicht hat. Danach fährt der Roboter linear in seine Ausgangsposition zurück. Dies wird ebenfalls durch eine While-Schleife gelöst, die so lange ausgeführt wird, bis der Rotationssensor im Motor den Wert '0' erreicht. Danach wird die gesamte While-Schleife zur unendlichen Wiederholung erneut gestartet, sodass das Programm durch erneutes Drücken des Tastsensors wieder gestartet werden kann. Das Programm ist in Abbildung 2 anhand eines Programmablaufplans grafisch dargestellt.

### C. Montage der Motoren

Die Konstruktion des Farbsortierroboters für Socken wurde an die Programmierung angepasst. Es wurde darauf geachtet,

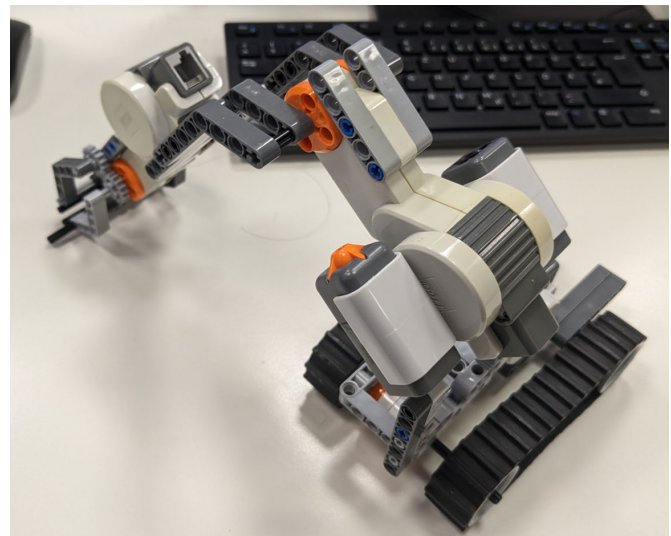


Abbildung 3. Greifarm mit Gleichgewichtsproblemen

den Roboter so kompakt wie möglich zu bauen. Um eventuelle Abweichungen in der Drehung des Motors zu vermeiden, wurde nur ein Motor für die Bewegung des Roboters verwendet, was möglich ist, da der Roboter sich nur linear vor- und zurückbewegen muss. Der Tastsensor für den Programmstart wurde an der Seite des Roboters angebracht und mit einer größeren Auflagefläche versehen, um einen besseren Druck zu erzielen. Ursprüngliche Pläne, den Farbsortierroboter mit einem von zwei Motoren gesteuerten Greifarm auszustatten, wurden wegen Gleichgewichtsproblemen verworfen. Dieser Greifarm ist in Abbildung 3 dargestellt. In der endgültigen Konstruktion wurde der Greifarm durch einen einfachen Greifer ersetzt, auf dem die Socken abgelegt werden können, woraufhin sie nur noch fallen gelassen werden müssen.

### D. Montage der Farbsensoren

Außerdem wurden zwei Farbsensoren benötigt, einer zur Erkennung der Sockenfarbe und ein zweiter zur Erkennung der Ablagefläche. Die Ablageflächen sind in Abbildung 4 dargestellt. Socken, deren Farbe der Farbsensor nicht eindeutig erkennen kann, werden auf der gelben Fläche abgelegt. Da die Farbsensoren nur auf sehr kurze Distanzen (ca. 0,1 cm bis 0,5 cm) zuverlässige Farbwerte liefern, mussten sie sehr nahe am zu erkennenden Objekt angebracht werden. Aus diesem Grund wurde der Farbsensor zur Farberkennung der Socken direkt unter dem Greifer montiert. Ein weiterer Vorteil dieser Konstruktion ist, dass der Farbsensor beim Herunterdrücken der Socken unterstützend wirkt. Die fertige Konstruktion ist in Abbildung 5 zu sehen.

## IV. ERGEBNISDISKUSSION

Am Ende des Projektes konnte ein weitgehend funktionsfähiger Farbsortierroboter für Socken präsentiert werden. Der angestrebte Funktionsumfang wurde fast vollständig erreicht, allerdings gibt es noch einige Probleme, die bei einer längeren Bearbeitungszeit hätten gelöst werden können. Zum einen ist die Zuverlässigkeit der Farberkennung teilweise

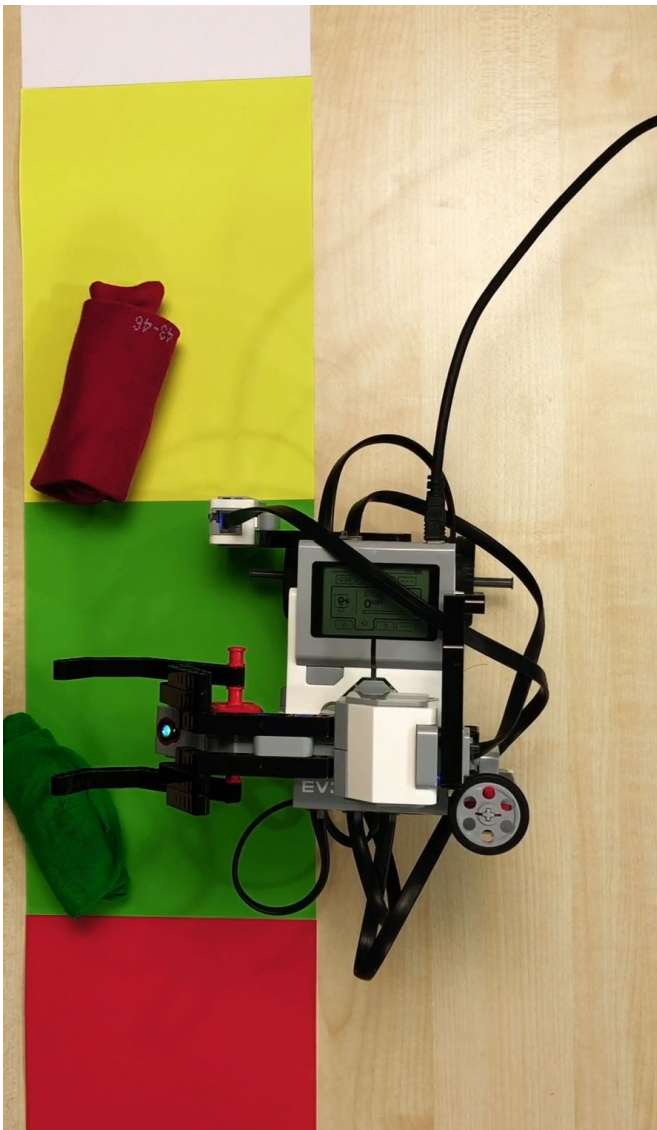


Abbildung 4. Farbsortierroboter mit Ablagefläche [4]

eingeschränkt. So kann der Roboter aufgrund der Nähe des ersten Farbsensors zum Boden zwar die exakte Ablagefläche anfahren, jedoch wird die Farbe der Socken nicht immer korrekt erkannt. Dies liegt vor allem an der Entfernung des Farbsensors zu den Socken. In einer zukünftigen Version des Roboters könnte dies durch bessere Sensoren oder durch das Einlesen der Farben mithilfe einer Webcam behoben werden. Außerdem können nur einfarbige Socken sortiert werden. Des Weiteren ist es in der aktuellen Version des Roboters nur möglich, eine begrenzte Anzahl von Farben zu sortieren. Diese sind: Blau, Rot und Grün. Alle nicht erkannten Farben werden auf einem weiteren gelben Lagerplatz abgelegt. Die Anzahl der Ablageflächen könnte jedoch in Zukunft beliebig skaliert werden. Ein weiteres Problem ist, dass der Roboter aufgrund der Schwerpunktverlagerung in Richtung Greifer nicht perfekt geradeaus fährt. Dies könnte in einer zukünftigen Version durch eine Schiene gelöst werden, auf der sich der Roboter geradeaus und rückwärts bewegt. Schließlich gibt es noch die Einschränkung, dass der Roboter nur einzelne Socken



Abbildung 5. Farbsortierroboter mit reduziertem Greifer

einsortieren kann, da der Greifer nur eine kleine Auflagefläche hat. Dieses Problem kann leicht gelöst werden, indem in Zukunft ein größerer Greifer gebaut wird.

## V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Während des Projektseminars wurde ein Roboter entwickelt, der Strumpfwaren nach Farben sortieren kann. Diese Funktion wurde grundlegend erfüllt, sodass ein funktionierender Roboter präsentiert werden konnte. Dabei wurde viel über die Programmierung mit MATLAB gelernt und Kenntnisse über die Konstruktion konnten erworben und gefestigt werden. Unter idealen Bedingungen ist der Roboter in der Lage, die Farbe von Socken zu erkennen, diese auf eine zugewiesene Ablagefläche zu befördern und diesen Vorgang zu wiederholen. Mit leichten Anpassungen könnte der Roboter in einer zukünftigen Version jedoch noch in Bezug auf Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit verbessert werden.

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] *Was ist Farbe und wie entsteht sie?* Wissenschaft im Dialog, 2023.02.21 <https://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wieso/artikel/beitrag/was-ist-farbe-und-wie-entsteht-sie-warum-ist-beispielsweise-eine-tomate-rot/>
- [2] *Einrichten in Rot: Was muss ich beachten?* Pharao24.de, 2023.02.21 <https://www.pharao24.de/magazin/einrichten-in-rot-was-muss-ich-beachten/>
- [3] *Ehexianwiki*. CC BY-SA 4.0, 2023.02.22 [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Color\\_Sorter.jpg?uselang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Color_Sorter.jpg?uselang=de)
- [4] *LEGO-Praktikum 2023 Abschlusspräsentationen live aus dem Speicher B*. mathiasmagdowski, 2023.02.23 <https://www.twitch.tv/mathiasmagdowski>