

# Multifunktionaler Roboter

Buchniev Danyil, Elektrotechnik und Informationstechnik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

**Zusammenfassung**—In diesem Beitrag wird das Projekt 'Multifunktionsroboter' vorgestellt. Der Roboter verfügt über zwei Hauptmodi, nämlich die Lichtsuche und die Fernbedienung, sowie vier Untermodi, die Vorwärts-, Rückwärts-, Rechts- und Linksbewegungen ermöglichen. Während des Projekts wurden Lego EV3 und Arduino Mega 2560 verwendet. Dank dieser Entwicklung kann der Roboter mittels IR-Steuerung in vier Richtungen gesteuert werden.

**Schlagwörter**—Arduino, Farbsensor, Infrarotsensoren (IR), LEGO Mindstorms EV3, Lichtsensor, Robotersteuerung, Schrittmotor

## I. EINLEITUNG

IM Zuge des modernen epochalen Übergangs zur Industrie 4.0 und dem aktiven Einsatz von Robotik in verschiedenen Branchen sind die Entwicklung und Implementierung multifunktionaler Robotersysteme zu einem integralen Bestandteil des technologischen Fortschritts geworden. In diesem Zusammenhang ist die Forschung an einem Roboter auf Basis des EV3-Boards von Lego Mindstorms von großer Bedeutung. Dieser Roboter ist ein bemerkenswertes Beispiel für eine innovative Synthese aus Technik und Programmierung mit erheblichem Potenzial zur Verbesserung von Produktionsprozessen, Steigerung der Effizienz und Einführung automatisierter Systeme in verschiedenen Branchen.

## II. VORBETRACHTUNGEN

Ursprünglich war geplant, den Roboter mithilfe eines Farbsensors und einer RGB-LED zu steuern. Hierbei sollte die LED durch einen Arduino-Mikrocontroller gesteuert werden, welcher mit einem Infrarotempfänger ausgestattet ist, um Signale von der Fernbedienung zu empfangen. Der LEGO EV3 sollte die Farbe der LED (Rot, Blau, Grün) interpretieren. Leider konnte der Farbsensor die Strahlen unserer LED nicht erkennen. Für die Stromversorgung des Arduino Mega 2560 wird empfohlen, ein Leistungselement wie die 9 V-Krona-Batterie zu verwenden.

### A. Fernsteuersystem

Das Handsteuersystem (siehe Abbildung 1) ist ein zentraler Aspekt der multifunktionalen Robotersteuerung. Es ermöglicht dem Bediener, den Roboter präzise in alle Richtungen zu bewegen, indem er ein drahtloses Steuergerät wie ein Pult verwendet. Der Roboter kann sich in alle vier Hauptrichtungen bewegen: vorwärts, rückwärts, nach links und nach rechts. Durch eine geschickte Integration von Motorsteuerungen und drahtloser Signalübertragung wird es ermöglicht, dass der Bediener den Roboter durch den Raum steuern kann, indem er die gewünschte Bewegungsrichtung präzise auswählt und das Handsteuersystem intuitiv bedient.

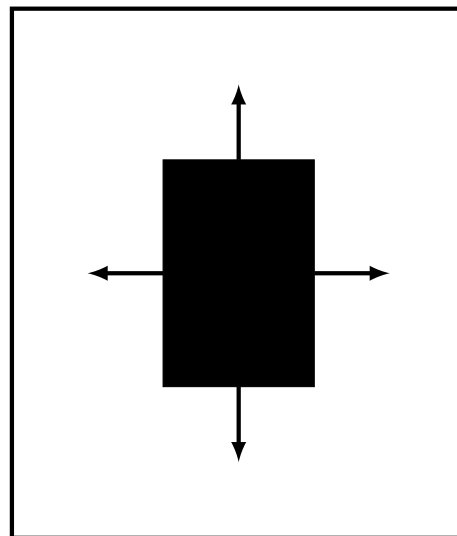


Abbildung 1: Vier Seiten zum Fahren

Es ergeben sich verschiedene Anwendungsszenarien und Nutzen:

- **Präzise Steuerung:** Das Handsteuersystem ermöglicht eine äußerst präzise Manövrierfähigkeit, was insbesondere in engen Räumen oder bei der präzisen Anfahrt spezifischer Positionen von großem Nutzen ist.
- **Das Handsteuersystem ermöglicht eine schnelle und flexible Steuerung** durch den Bediener, um auf unvorhersehbare Ereignisse in dynamischen Umgebungen zu reagieren. Wir sind überzeugt, dass dieses System eine schnelle Reaktion auf Veränderungen ermöglicht.

Das Handsteuersystem erweitert die Einsatzmöglichkeiten des Roboters insgesamt. Es ermöglicht eine direkte und unmittelbare Steuerung durch den Bediener und deckt somit eine breite Palette von Anwendungsszenarien ab.

### B. Lichtsuchmodus

Der Lichtsuchmodus ist eine Hauptfunktion des Roboters (siehe Abbildung 2). Er erlaubt es dem Roboter, Lichtquellen autonom zu verfolgen. Sobald eine Lichtquelle erkannt wird, bewegt sich der Roboter selbstständig in deren Richtung. Der Prozess erfolgt durch die Auswertung der Daten des Lichtsensors, welcher die Lichtintensität misst. Dadurch ist es dem Roboter möglich, auf Veränderungen in der Umgebung zu reagieren.

#### Anwendungsszenarien und Nutzen:

- Der Roboter kann in unzugänglichen oder gefährlichen Umgebungen eingesetzt werden, in denen menschlicher Zugang schwierig ist. Der Roboter kann in unzugänglichen

oder gefährlichen Umgebungen eingesetzt werden, in denen menschlicher Zugang schwierig ist. Der Roboter kann in unzugänglichen oder gefährlichen Umgebungen eingesetzt werden, in denen menschlicher Zugang schwierig ist. Mit dem Lichtsuchmodus kann er autonome Lichtquellen verfolgen und Umgebungsdaten sammeln

- Unterstützung bei Such- und Rettungseinsätzen: Wir sind überzeugt, dass der Lichtsuchmodus eine wertvolle Ergänzung für Such- und Rettungseinsätze darstellt. Der Lichtsuchmodus des Roboters kann in begrenzter Sicht, Überlebende oder Gefahrenquellen autonom lokalisieren und verfolgen.

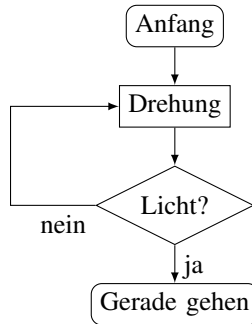


Abbildung 2: Programmablaufplan

C. Zusammenwirken des Motors und der Farbscheibe.

Für dieses Projekt wurden ein Schrittmotor (siehe Abbildung 3) und eine Farbscheibe (siehe Abbildung 4) als Verbindungsglieder zwischen LEGO und Arduino eingesetzt.

Durch die enge Koordination zwischen Motor und Farbscheibe kann der Roboter basierend auf Farberkennung präzise gesteuert werden. Die Farbscheibe ist mit verschiedenen Farben ausgestattet und rotiert in Verbindung mit dem Motor, wodurch unterschiedliche Farbsignale an den Farbsensor übermittelt werden. Der Farbsensor wertet die Signale aus und gibt präzise Steuerbefehle an den Roboter weiter.

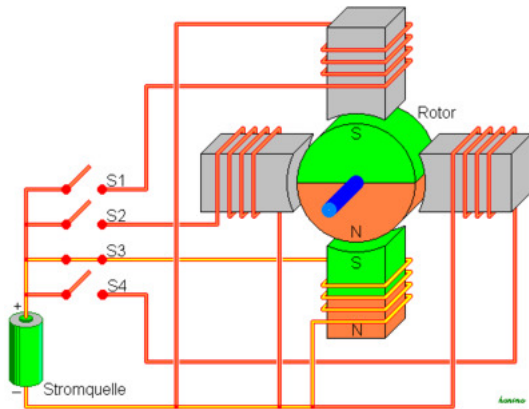


Abbildung 3: Schrittmotor [1]

III. AUFBAU

Unser Projekt konzentriert sich auf die Entwicklung und Umsetzung eines vielseitigen Roboters, der durch die EV3 - Stein (siehe Abbildung 5) von Lego Mindstorms und Arduino

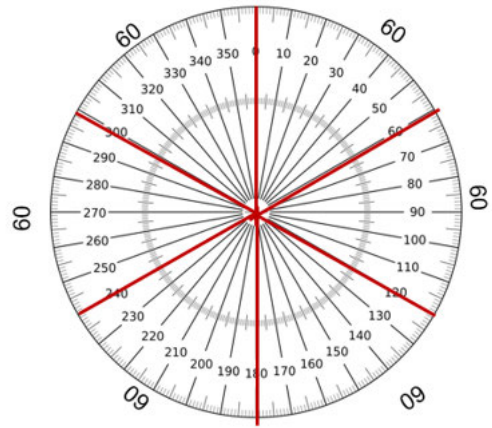


Abbildung 4: Kreis der Farbscheibe

Mega 2560 (siehe Abbildung 6) gesteuert wird. In dieser Hauptsektion werden die Kernelemente unseres Konzepts erläutert und die Umsetzung in der Realität beschrieben. Es wird ein Einblick in den Prozess der Schaffung dieses multifunktionalen Roboters gegeben.



Abbildung 5: EV3 [2]

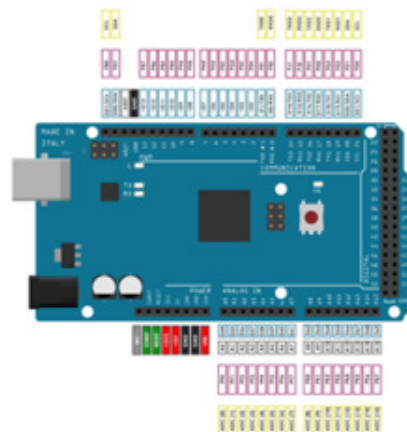
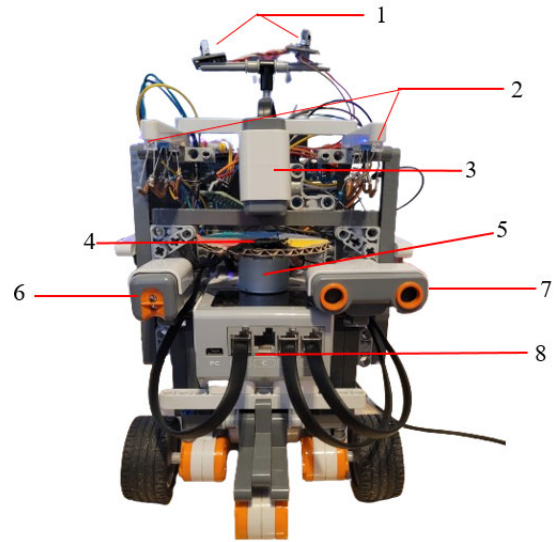


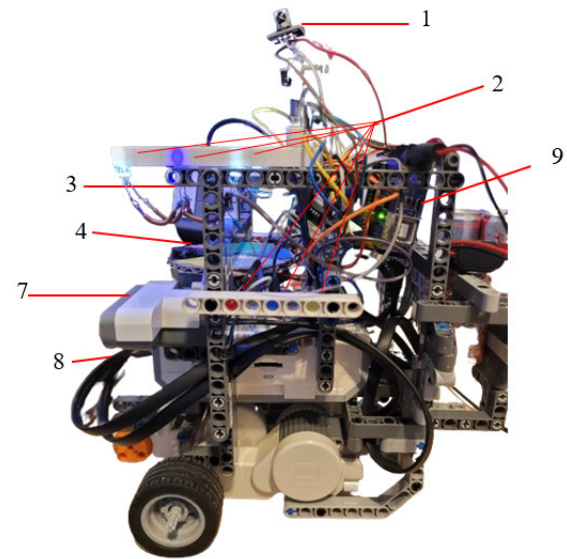
Abbildung 6: Arduino [3]

**A. Idee und Konzept:**

Unsere Ausgangsidee war die Entwicklung eines Roboters, der nicht nur über eine Fernbedienung gesteuert werden kann, sondern auch autonom auf Lichtquellen reagiert. Der Kernmechanismus besteht darin, dass der Roboter nach Lichtquellen sucht, sich zu ihnen ausrichtet und ihnen folgt, wenn das Licht ausreichend intensiv ist. Allerdings konnte der Farbsensor (siehe Abbildung 7a aufgrund reflektierender Lichtstrahlen die Farbveränderungen vor dem EV3-Sensor nicht zuverlässig erkennen. Zunächst musste die Steuerung der RGB-LEDs des Roboters implementiert werden. Die Farbveränderungen, die durch einen drehbaren Farbkreis (siehe Abbildung 7b gesteuert werden, beeinflussen die Bewegungsrichtung und den Modus des Roboters. Dadurch entsteht ein vielseitiger Einsatzbereich, sei es durch manuelle Steuerung oder autonomes Verhalten aufgrund von Lichtveränderungen. Im Folgenden werden unsere Realisierung dieses Konzepts gezeigt (siehe Tabelle I, Abbildung 8a und Abbildung 8b).



(a) Vorderseite



(b) Seite nansicht des Roboters

Abbildung 8: Aussehen

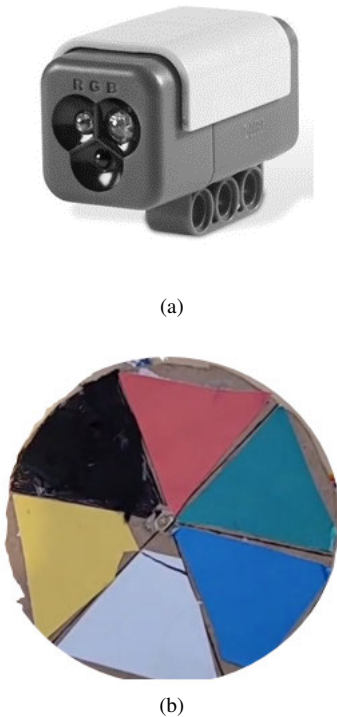


Abbildung 7: Farbsensor und Farbkreis

Nº	Bezeichnung
1	Infrarotsensoren (IR)
2	LEDs
3	Farbsensor
4	Farbkreis
5	Schrittmotor
6	Lichtsensoren
7	Ultraschallsensoren
8	LEGO EV-3
9	Arduino Mega 2560

Tabelle I: Passende Nummern und Details

**B. Hardware und Mechanik:**

Die Konstruktion umfasst zwei Rädermotoren sowie drei Sensoren: einen Annäherungssensor, einen Lichtsensor und einen Farbsensor. Zusätzlich gibt es 9 Lichtdioden, um eine Bewegung klar zu zeigen. Die Umsetzung beinhaltet auch die Integration eines Schrittmotors, der über eine Arduino-Platine gesteuert wird. Die Stromversorgung erfolgt durch drei parallel geschaltete Batterien (siehe Abbildung 9) mit der Gesamtkapazität = 1,5 Ah (siehe Formel 1), die jedem Arduino-Element (siehe Abbildung 10) die notwendige Energie liefern. Dies ermöglicht eine effiziente und mobile Stromversorgung.

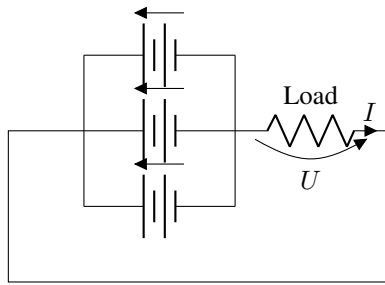


Abbildung 9: Batterieverteilung [5]

$$C_{gesamt} = \sum_{i=1}^n C_i = 0,5 \text{ Ah} + 0,5 \text{ Ah} + 0,5 \text{ Ah} = 1,5 \text{ Ah} \quad (1)$$

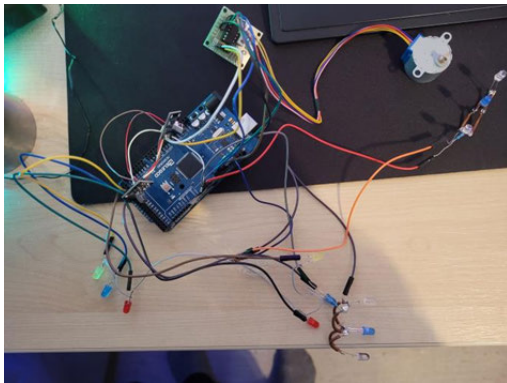


Abbildung 10: Arduino und Teile

### C. Software und Programmierung:

Die Programmierung wurde sowohl in MatLab als auch in der Programmiersprache C für die Arduino-Platine durchgeführt. Die Kommunikation zwischen dem Roboter und der Fernbedienung erfolgt über Infrarotsignale, die von einer Antenne empfangen werden. Bestimmte Bewegungsrichtungen werden durch Farbänderungen vor dem Farbsensor ausgelöst, wobei der schwarze Farbzustand den Ruhezustand des Roboters markiert (siehe Abbildung 11).

## IV. ERGEBNISDISKUSSION

Der multifunktionale Roboter wurde erfolgreich entwickelt und realisiert. Er wird durch die EV3-Platine von Lego Mindstorms gesteuert und verfügt über vielseitige Steuerungsoptionen. Dazu gehört die Möglichkeit, per Fernbedienung bewegt zu werden und autonom auf Lichtquellen zu reagieren. Die Integration von Hardwarekomponenten wie Motoren und Sensoren sowie einer Arduino-Platine ermöglicht eine reibungslose Zusammenarbeit und vielfältige Funktionalität. Eine sorgfältige Softwareprogrammierung ist von großer Bedeutung.

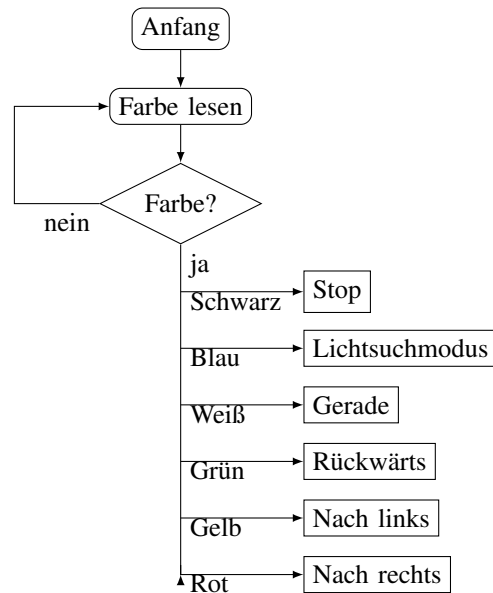


Abbildung 11: Programmablaufplan

## V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Das Projekt hat wertvolle Lernerfahrungen in den Bereichen Robotik, Elektronik und Programmierung auf zwei Programmiersprachen gebracht. Die Herausforderungen während des Prozesses haben zu einem besseren Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Hardwarekomponenten und Softwaresteuerung geführt.

## LITERATUR

- [1] Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/wiki/Schrittmotor>. 2023.
- [2] Brickmerge. *LEGO® Mindstorms 45500 Intelligenter EV3-Stein*. [https://www.brickmerge.de/45500-1\\_lego-mindstorms-intelligenter-ev3-stein](https://www.brickmerge.de/45500-1_lego-mindstorms-intelligenter-ev3-stein)
- [3] ElectronicsHub. *Arduino Mega Pinout | Arduino Mega 2560 Layout, Specifications*. <https://www.electronicshub.org/arduino-mega-pinout/>
- [4] Steinelager. *LEGO® Mindstorms MINDSTORMS® NXT Farbsensor 9694*. <https://www.steinlager.de/de/set/9694-1/mindstorms-nxt-farbsensor>
- [5] DigiKey. *Reihen- und Parallelschaltung von Batterien*. <https://www.digikey.de/de/blog/series-and-parallel-battery-circuits>
- [6] Vishay. *DataIR Receiver Modules for Remote Control Systems*. Vishay Semiconductors, 2017.