

LEGO-Gießroboter

Ihor Azovskyi, Elektrotechnik und Informationstechnik
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Zusammenfassung—Im Rahmen dieses Projekts wurde ein funktionsfähiger Gießroboter entwickelt, der mithilfe LEGO-Mindstorms-Sets gebaut wurde. Ziel war es, einen Roboter zu konstruieren, der das automatisierte Gießen von Getränken ermöglicht. Die Konstruktion umfasste drei Hauptkomponenten: das Fahrzeug, den Flaschenhalter mit Ausgleich und die Sensoren. Trotz technischer Schwierigkeiten wurde das Projekt erfolgreich abgeschlossen und demonstrierte die Möglichkeiten von LEGO Mindstorms im Bereich der Robotik und Automatisierung.

Schlagwörter—Automatisierung, Gießroboter, LEGO Mindstorms, MATLAB-Programmierung, Sensoren, LEGO-Praktikum

I. EINLEITUNG

IN der heutigen Gesellschaft ist der Fokus oft übermäßig auf Arbeit, Leistung, Produktivität und ähnliches gerichtet. Die ständige Beschäftigung und der hohe Stresslevel lassen den Menschen kaum noch Zeit für sich selbst und für die Ausübung von Aktivitäten, die Freude bereiten. Um diesem Trend entgegenzuwirken und das Leben zu erleichtern, sind zahlreiche Forschungsprojekte im Gange, die zur Entwicklung spezieller Geräte führen. Eine solche innovative Entwicklung wurde im Rahmen eines Projektseminars realisiert, bei dem ein Gießroboter mithilfe eines LEGO-Mindstorms-Sets und EV3-Kontrollsteins (Abbildung 1) konstruiert wurde. Dieser Roboter ist dazu bestimmt, den Alltag der Menschen zu erleichtern, indem er ihnen beim Trinken assistiert und somit den Prozess vereinfacht.



Abbildung 1. EV3-Kontrollstein [1]

II. VORBETRACHTUNGEN

Im folgenden Abschnitt wird der zentrale Gedanke des Konzepts ausführlich erklärt, um ein umfassendes Verständnis für die Umsetzung zu vermitteln. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die erforderlichen Bauteile gelegt, die für die Realisierung des Gießroboters notwendig sind.

A. Fahrzeug

Zunächst war es erforderlich, ein Fahrzeug zu konstruieren, das in der Lage ist, die Flasche zu einem Glas zu transportieren. Dies stellte sich jedoch nicht als größeres Problem dar, da bereits ein Standardfahrzeug aus "Mindstorms Education" [2] zur Verfügung stand. Diese Wahl wurde getroffen, da dieses Fahrzeug grundlegende Funktionen wie Fahren, Drehen und die Verfolgung des Winkels aufweist. Für diese Aufgabe werden zwei große Motoren, zwei Ultraschallsensoren, einen Tastsensor und einen Gyrosensor benötigt, die auf der Abbildung 2 betrachtet werden können. Diese Komponenten sind entscheidend für die Funktionalität des Fahrzeugs und ermöglichen es, weitere Aufgaben wie das Erfassen von Hindernissen mittels Ultraschallsensoren, das Erkennen von Berührungen durch den Tastsensor und die präzise Ausrichtung mithilfe des Gyrosensors auszuführen. Durch die Kombination dieser Sensoren und Motoren ist das Fahrzeug in der Lage, die Flasche sicher zum Ziel zu transportieren und dabei Hindernisse zu umgehen oder ihnen auszuweichen.

B. Flaschenhalter und Ausgleich

Die zweite Aufgabe bestand darin, einen Flaschenhalter und einen entsprechenden Ausgleich zu konstruieren. Eine Herausforderung bestand zunächst darin, die optimale Position für den Flaschenhalter zu finden, um sicherzustellen, dass die Flasche sich auf der idealen Höhe befindet. Hierfür wurden verschiedene Entwürfe ausprobiert, und schließlich wurde ein Design ausgewählt, das es ermöglicht, den Winkel der Flasche einfach anzupassen. Der Ausgleich wurde bewusst weit nach hinten verlagert, um eine maximale Effizienz zu gewährleisten und das Gleichgewicht des Fahrzeugs während des Transports zu erhalten.



Abbildung 2. LEGO-Mindstorms-Komponenten [2-5]

III. UMSETZUNG

Im folgenden Abschnitt wird die Umsetzung des Gießroboters ausführlich diskutiert. Dabei wird zunächst eine Beschreibung des Aufbaus des Roboters gegeben, gefolgt von einer detaillierten Funktionsbeschreibung.

A. Aufbau und Komponente

Der Gießroboter in Abbildungen 3 und 4 besteht aus drei Hauptkomponenten, die jeweils unterschiedliche Funktionen erfüllen. Der erste Teil ist der eigentliche Roboter, das Fahrzeug, das für die Fortbewegung des gesamten Systems verantwortlich ist. Dieser Roboter ist mit einem Gyrosensor ausgestattet, um während der Fahrt Abweichungen zu messen und gegebenenfalls die Richtung anzupassen.

Der zweite Teil umfasst den Flaschenhalter und den Ausgleich. Diese Konstruktion ist äußerst robust und verfügt über einen hinteren Ausgleich, um eine optimale Stabilität zu gewährleisten, da das Fahrzeug aufgrund äußerer Störungen von seinem geraden Weg abweichen kann. Es gibt auch die Möglichkeit, den Winkel des Flaschenhalters anzupassen, um Flaschen verschiedener Größen aufnehmen zu können. Zusätzlich ist ein Gummiband vorhanden, um die Flasche noch sicherer zu halten. Ein kleiner Motor im Flaschenhalter wird beim Stoppen des Roboters aktiviert, um die Flasche präzise zu öffnen. Dies geschieht durch die horizontale Bewegung des Motors, die durch zwei Zahnräder in eine vertikale Bewegung umgewandelt wird. Durch das Einstechen von Zahnstochern in die Folie wird die Flasche geöffnet.

Der dritte Teil besteht aus zwei Ultraschallsensoren und einem Tastsensor. Diese Sensoren dienen dazu, die Entfernung zu einem Glas zu messen, und der Tastsensor erfasst, ob der Roboter mit einem Glas kollidiert ist. Die Ultraschallsensoren sind so positioniert, dass sie eine ausreichende Distanz voneinander haben, um zwischen verschiedenen Größen von Gläsern zu unterscheiden.

Das gesamte System ist über Kabel mit einem Laptop verbunden, der das Programm zur Steuerung des Roboters ausführt.

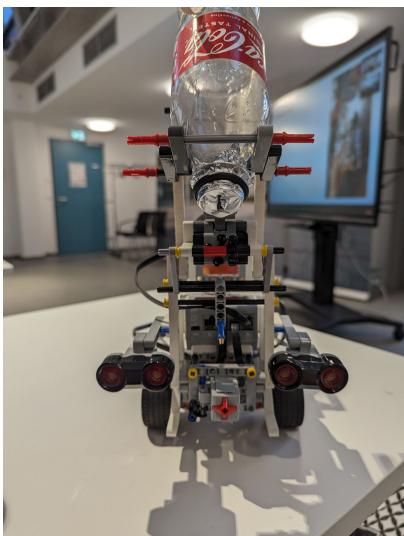


Abbildung 3. Roboter von vorn

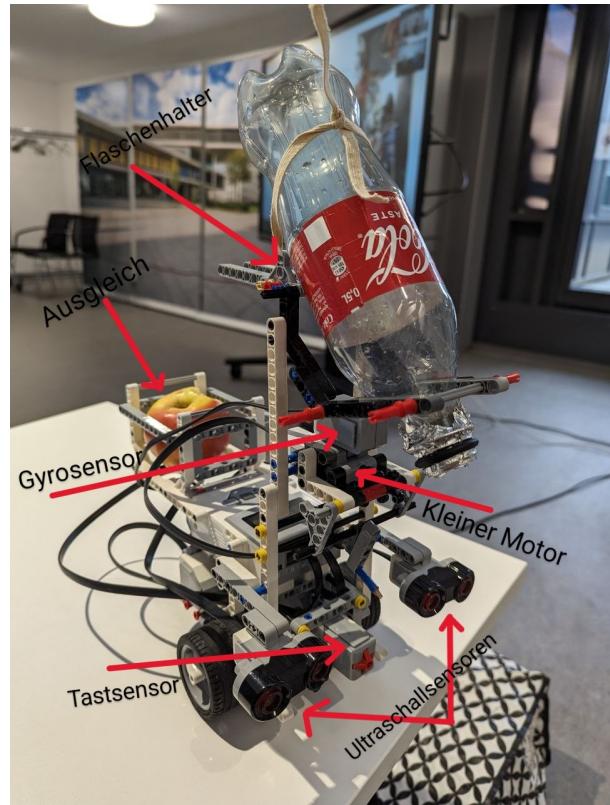


Abbildung 4. Aufbau

B. Funktionsweise

Zu Beginn des Programms wird das EV3-Modul initialisiert, falls dies noch nicht geschehen ist. Dies umfasst das Herstellen einer Verbindung zum Modul über USB und die Zuweisung der Motoren (B und C) sowie der Sensoren (1, 2, 3 und 4) für die Verwendung im Programm. Das sieht man im folgenden Programmierbeispiel:

```
if not(exist('brick', 'var'))
    brick = EV3();
    brick.connect('usb');
end
```

Die Motoren B und C werden entsprechend konfiguriert, um eine bestimmte Leistung, Geschwindigkeitsregelung und Begrenzungswerte für die Drehbewegungen festzulegen. Diese Einstellungen ermöglichen eine präzise Steuerung der Bewegungen des Roboters während des Gießvorgangs. Das sieht man im folgenden Programmierbeispiel:

```
motorB = brick.motorB;
motorC = brick.motorC;

motorB.setProperties('power',40,'limitValue',0);
motorC.setProperties('power',40,'limitValue',0);
```

Die Funktionsweise des Gießroboters wird im folgenden Programmablaufplan (PAP) veranschaulicht, der in Abbildung 5 grafisch dargestellt ist.

In der Hauptschleife des Programms wird kontinuierlich überprüft, ob der Stoppsensor aktiviert ist. Solange dieser nicht aktiviert ist, überwacht der Roboter die Sensoren 1 und 4, um Hindernisse zu erkennen und entsprechend zu reagieren.

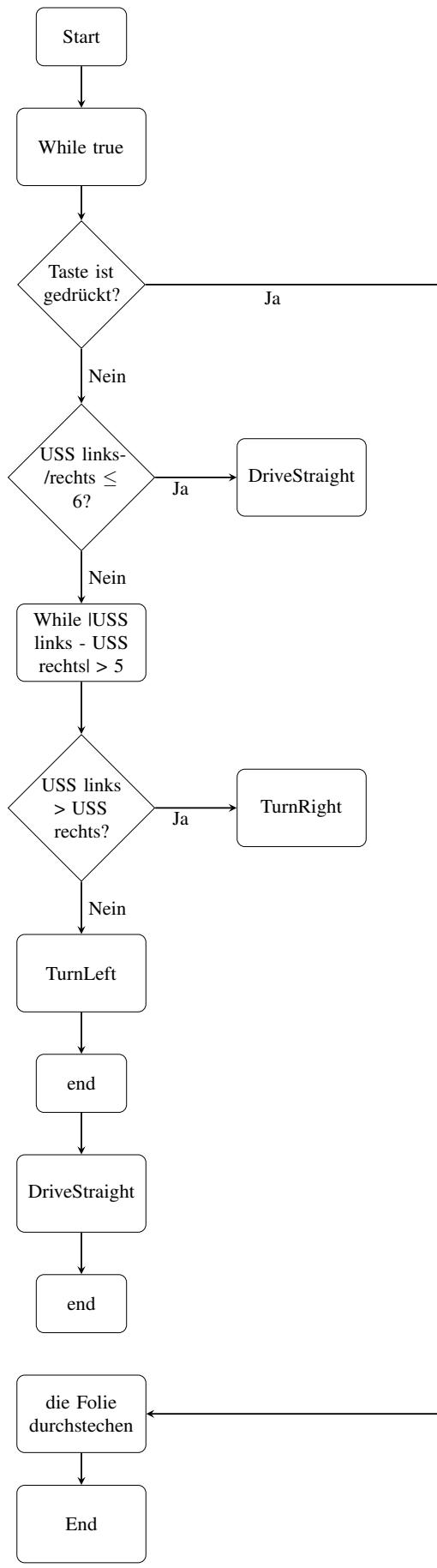


Abbildung 5. Programmablaufplan

Wenn der Roboter feststellt, dass er von seinem Kurs abweicht, führt er eine Korrektur durch, indem er entweder nach links oder rechts lenkt, um den ursprünglichen Fahrweg beizubehalten. Dies geschieht unter Berücksichtigung der aktuellen Werte der Sensoren und der Gyro-Sensordaten, um eine präzise Steuerung zu gewährleisten.

Sobald der Stoppsensor aktiviert wird, stoppt der Roboter den Gießvorgang und führt gegebenenfalls weitere Bewegungen aus, um die Flasche zu positionieren oder einen Signalton abzugeben.

Am Ende des Programms führt der Roboter einige zusätzliche Bewegungen aus, wie das Hin- und Herbewegen des Motors A, um sicherzustellen, dass die Flüssigkeit vollständig ausgegossen wurde.

Zusätzlich zu den Hauptfunktionen des Programms gibt es spezielle Funktionen wie "Turn" und "driveStraight", die verwendet werden, um den Roboter zu lenken und geradeaus zu fahren, basierend auf den Werten der Sensoren und der aktuellen Gyro-Sensordaten.

Insgesamt arbeitet der Gießroboter kontinuierlich daran, die Flasche sicher zu positionieren und die Flüssigkeit präzise auszugeßen, während er Hindernisse erkennt und umfährt, um einen reibungslosen Ablauf des Gießvorgangs zu gewährleisten.

IV. ERGEBNISDISKUSSION

Als Ergebnis entstand ein funktionsfähiger Roboter, der in der Lage ist, eine Reihe von Befehlen auszuführen. Die größte Herausforderung bestand darin, die Ultraschallsensoren so zu programmieren, dass sie das Zielglas zuverlässig erkennen können und nach der Identifizierung nicht mehr von anderen Objekten gestört werden. Ein weiteres Problem bestand darin, dass als die Entfernung zwischen dem Roboter und dem Glas sehr gering wird, etwa 5 cm, dann das dazu führte, dass die Sensoren möglicherweise ein weiteres Objekt erkannten. Aus diesem Grund wurde ein Tastsensor eingebaut, der bei mechanischem Kontakt das Fahrzeug stoppt, um Kollisionen zu vermeiden. Es war auch wichtig sicherzustellen, dass das Glas selbst ausreichend schwer ist, damit der Tastsensor beim Stoßen gedrückt wird und nicht das Glas weggeschoben wird.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Entwicklung eines Gießroboters mithilfe von LEGO-Mindstorms-Sets war ein aufschlussreiches Projekt, das verschiedene technische Herausforderungen mit sich brachte. Ziel war es, einen Roboter zu konstruieren, der in der Lage ist, das Gießen von Getränken zu automatisieren. Der Roboter wurde in drei Hauptkomponenten unterteilt: das Fahrzeug, den Flaschenhalter mit Ausgleich und die Sensoren. Während des Projekts wurden zahlreiche Konstruktions- und Programmieraspekte berücksichtigt. Die Programmierung der Ultraschallsensoren stellte eine besondere Herausforderung dar. Die Konstruktion des Flaschenhalters und des Ausgleichs erforderte sorgfältige Überlegungen zur Stabilität und Anpassungsfähigkeit an verschiedene Flaschengrößen. Die Integration eines Motors zur Öffnung der Flasche erwies sich ebenfalls als wichtiger Schritt, um den Gießvorgang zu automatisieren.

Insgesamt war das Projekt eine erfolgreiche Demonstration der Fähigkeiten von LEGO Mindstorms im Bereich der Robotik und Automatisierung. Für künftige Optimierungen besteht die Möglichkeit, die Konstruktion weiter zu verbessern. Ein Ansatz wäre beispielsweise, den Flaschenhalter so zu gestalten, dass er biegbar ist. Dadurch könnte dieselbe Flasche mehrmals verwendet werden, was die Effizienz des Geräts erhöhen würde.

LITERATURVERZEICHNIS

1) **Amazon:** EV3 Intelligent brick

<https://www.amazon.de/-/en/45500-EV3-Intelligent-brick/dp/B00E1P3ACK>

- 2) **Amazon:** EV3 Servo Motor Large
<https://www.amazon.de/-/en/MINDSTORMS-Education-Servo-Motor-Large/dp/B00E1QDP4W>
- 3) **Amazon:** EV3 Ultraschallsensor
<https://www.amazon.de/-/en/7645504/dp/B00E1PTRAE>
- 4) **Amazon:** EV3 Touch Sensor
<https://www.amazon.de/-/en/45507-EV3-Touch-Sensor/dp/B00E1PRQ48>
- 5) **Amazon:** EV3 Gyro Sensor
<https://www.amazon.de/-/en/45505-EV3-Gyro-Sensor/dp/B00E1QLPXK>