

# Roboter zum Flaschenöffnen

Oleksandr Vorontsov, Elektrotechnik und Informationstechnik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

**Zusammenfassung**—Im Rahmen des Projektseminars 2026 an der Otto-von-Guericke-Universität wurde ein Roboter-Flaschenöffner entwickelt. Dieser Roboter erkennt, wenn eine Flasche auf ihm steht, und schraubt im halbautomatischen Modus den Deckel ab. Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der Konstruktion des Roboters, dem Programmablauf, den während der Entwicklung aufgetretenen Problemen sowie den umgesetzten oder möglichen Lösungen.

**Schlagwörter**—Automatisierung, Flasche, LEGO Mindstorms, MATLAB, Roboter

## I. EINLEITUNG

ES gibt immer wieder Flaschen, deren Öffnen viel Kraft oder Zeit erfordert. Im Rahmen des Projektseminars 2026 an der Otto-von-Guericke-Universität wurde ein Roboter entwickelt, der dem Menschen bei der Öffnung von Plastikflaschen assistiert. Der hier beschriebene Mechanismus kann für Menschen mit eingeschränkter Mobilität, beispielsweise für Rentnerinnen und Rentner, von Nutzen sein. Auch in Situationen, in denen eine Vielzahl an Flaschen geöffnet werden muss, beispielsweise auf verschiedenen Veranstaltungen, kann er eine nützliche Funktion erfüllen.

## II. VORBETRACHTUNGEN

### A. Einschränkungen

Die Funktionalität dieses Roboters wurde auf das Öffnen von 0,5-Liter-Plastikflaschen beschränkt, um die Komplexität der Konstruktion und des Codes zu reduzieren. Im Rahmen der Testverfahren wurde eine Flasche mit einem standardmäßigen Deckel verwendet, dessen Höhe ca. 14 mm und Durchmesser ca. 28 mm beträgt.

### B. Technologische Grundlage

Als Basis wurde das LEGO-Mindstorm-Set mit dem EV3-Stein gewählt, das im Vergleich zu seinem Vorgänger, dem NXT-Stein, über eine erweiterte und verbesserte Funktionalität verfügt (vgl. [1]). Als Programmierumgebung wurde MATLAB gewählt, da es über eine einfache Syntax verfügt und eine Bibliothek für den EV3-Block von LEGO Mindstorms enthält (vgl. [2]). Für den Bau des Flaschenöffner-Roboters wurden LEGO-Teile aus dem LEGO-Mindstorms-Set, Tastsensoren, große und kleine Motoren sowie Gummibänder verwendet.

### C. Idee und Funktionsweise

Die ursprüngliche Idee bestand darin, einen vollautomatischen Roboter zu konstruieren und die Flaschenerkennung unter Verwendung eines Ultraschallsensors zu implementieren.

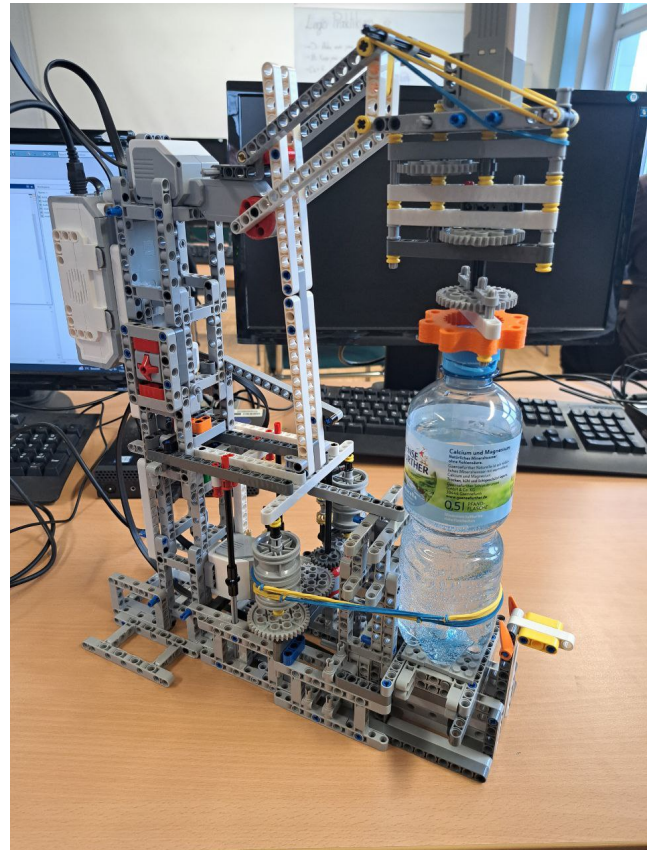


Abbildung 1. Flaschenöffner-Roboter

Aufgrund der Eigenschaften des Sensors, wie einem großen Detektionswinkel, der Unfähigkeit des Sensors, Objekte in einer Entfernung von weniger als 3 cm bis 5 cm zu erkennen [3], und dem Platzmangel in der Konstruktion, wo dieser Sensor in größerer Entfernung angebracht werden könnte, um Objekte ungehindert zu erkennen, wurde er jedoch durch eine Plattform ersetzt, die mit einem Tastsensor ausgestattet ist. Um eine versehentliche Aktivierung des Mechanismus und damit eine Verletzung des Benutzers oder eine Beschädigung des Mechanismus zu vermeiden, wurde eine Aktivierungstaste am Korpus angebracht. Das Endergebnis ist in Abbildung 1 dargestellt.

Der zugrundeliegende Mechanismus ist wie folgt: Die Plattform identifiziert das Vorhandensein einer Flasche und fixiert diese, sobald die Aktivierungstaste betätigt wird. In der Folge senkt sich ein Drehmechanismus auf den Deckel und schraubt diesen ab. Nach Abschluss des Vorgangs wird der obere Teil angehoben und die Flasche wird gelöst, sodass eine geöffnete Flasche auf der Plattform verbleibt. Es besteht die Möglichkeit, den Vorgang mehrfach zu wiederholen. Das

vollständige Blockdiagramm ist in Abbildung 2 dargestellt.

### III. KONSTRUKTION UND PROGRAMMVERLAUF

Die Konstruktion besteht aus vier Teilen: dem Körper, dem Heber, dem Drehmechanismus und dem Greifmechanismus.

#### A. Körper

Der Körper ist das Hauptelement, an dem alle anderen Komponenten befestigt sind. Ein signifikantes Problem während des Entwicklungsprozesses stellte der freie Lauf der LEGO-Teile in der Konstruktion, was zu großen Ungenauigkeiten in der Arbeitsausführung führte. Zur Lösung des Problems wurden zahlreiche zusätzliche Verstärkungen und Stützen installiert.

Der Körper besteht aus einem Turm und einem Boden. Auf dem Turm sind der EV3-Stein, der Heber und der Aktivierungsknopf befestigt. Die Plattform und der Greifmechanismus sind auf dem Boden installiert.

Die Plattform ist mit einem Tastsensor ausgestattet, der zweimal pro Sekunde den Druckzustand überprüft. Wird seitens des Sensors in der Plattform eine logische 1 registriert, führt das Betätigen der Taste an der Seite des Korpus zur Aktivierung des weiteren Mechanismus. Wird seitens der Plattform kein Objekt erkannt, führt das Drücken der zweiten Taste zum Ausschalten des EV3-Steins und zum Stoppen des Programms.

#### B. Heber

Dieser Teil der Konstruktion ist dafür zuständig, den Drehmechanismus auf die Flasche abzusenken und nach Beendigung des Programms wieder in die ursprüngliche obere Position anzuheben.

Der Heber besteht aus einem großen Motor, an dem der Drehmechanismus mit einer Parallelogrammverbindung befestigt ist, um die Parallelität über den Boden sicherzustellen. Zur Gewährleistung einer erhöhten Stabilität wurden Gummibänder verwendet. Um unerwünschte seitliche Schwankungen zu reduzieren, wurde entlang der Bewegungsrichtung eine Führung hinzugefügt.

Ein großes Problem während der Entwicklung war, dass dieser Motor das an ihn angehängte Gewicht nicht selbstständig halten kann. Um den gesamten Mechanismus in der oberen Position im ausgeschalteten Zustand zu halten, wurde ein Safety Pin hinzugefügt. Nach dem Einschalten des EV3-Steins wird der Motorparameter `brakeMode` aktiviert und der Safety Pin kann entfernt werden.

#### C. Drehmechanismus

Dieser Teil des Mechanismus wird in der unteren Position des Hebers aktiviert.

Die Hauptaufgabe bestand darin, die Einschränkungen der LEGO-Teile zu überwinden, nämlich die mangelnde Motorleistung und die geringe Reibung zwischen den LEGO-Teilen und dem Flaschenverschluss.

Zur Steigerung der Ausgangsleistung und des Drehmoments wurde der Motor mit einem Reduktionsgetriebe mit einer Übersetzung von 25:1 gekoppelt.

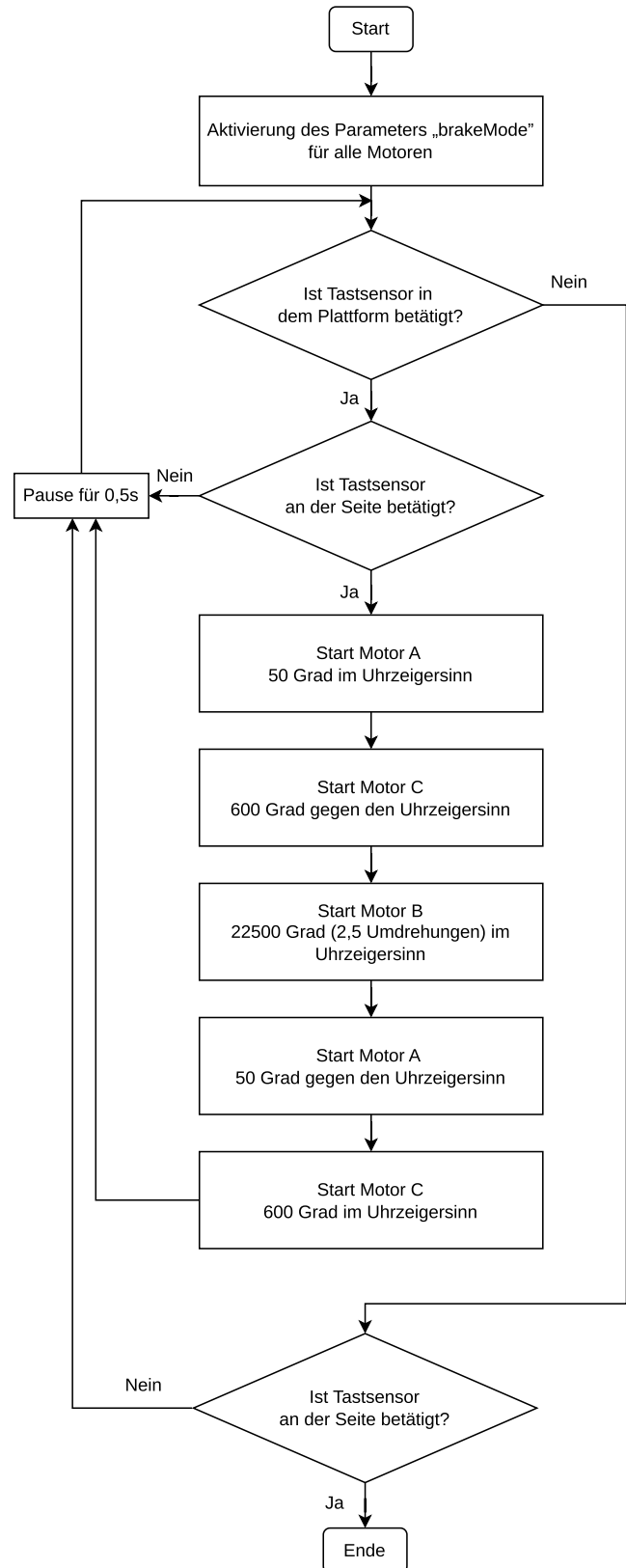


Abbildung 2. Blockdiagramm des Programmverlaufs. Motor A – Hebermotor, Motor B – Drehmechanismus, Motor C – Greifmechanismus

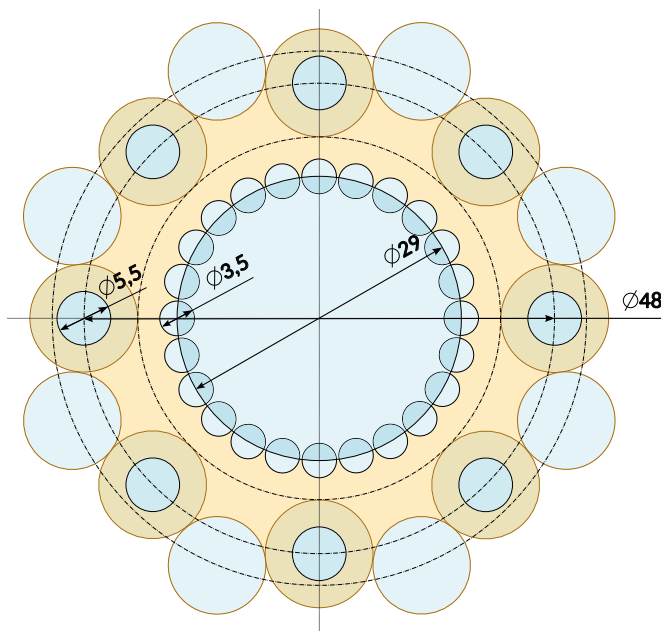


Abbildung 3. Modell des gedruckten Teils mit Abmessungen (in mm)

Zur Herstellung der Verbindung mit dem Deckel und Übertragung des Drehmoments wurde ein Teil mittels eines 3D-Druckers gefertigt (vgl. Abbildung 3). Die Abmessungen und die Form des Teils wurden speziell auf die Kompatibilität mit anderen LEGO-Teilen abgestimmt.

#### D. Greifmechanismus

Dieses Gerät befindet sich zwischen der Plattform und dem Turm. Die Konstruktion besteht aus einem großen Motor, der zwei Zylinder in entgegengesetzte Richtungen rotiert, sowie einer Wand, an der die Flasche anliegt. An den Zylindern sind zwei Seile aus miteinander verflochtenen Gummibändern befestigt. Im betriebsbereiten Zustand müssen sich die Gummibänder auf einer speziell dafür vorgesehenen Erhebung befinden, die sich auf der gegenüberliegenden Seite der Plattform befindet. Diese Erhebung ermöglicht die Vorbereitung der Gummibänder für einen stabileren Kontakt mit der Flasche.

Der Mechanismus wird nach dem Heber in Betrieb genommen, wobei dieser die Gummibänder um die Flasche zieht und sie gegen die Wand drückt. Nach Abschluss des Programms rotieren die Zylinder in entgegengesetzte Richtungen und befreien die Flasche.

Der Fokus zukünftiger Optimierungen könnte auf der Greifbarkeit der Flasche als initialem Schritt des Programms liegen, mit dem Ziel, die Flasche stets in die gleiche Position zu bringen und die Präzision der übrigen Programmschritte zu erhöhen. Die Lösung dieses Problems bedingt jedoch die Lösung zweier weiterer Probleme, nämlich der Ausrichtung der Flaschenmitte und des Drehmechanismus.

#### IV. ERGEBNISDISKUSSION UND VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE

Die für den Roboter gesetzten Ziele wurden erreicht. Der Roboter ist nun in der Lage, eine Plastikflasche zu identifizieren und zu öffnen. Es besteht jedoch noch Optimierungspotenzial hinsichtlich der Genauigkeit und Qualität der meisten Mechanismen.

Zukünftige Optimierungen sollten sich auf den Hebermechanismus und das Festhalten der Flasche konzentrieren. Für den Heber ist es ratsam, alternative Konfigurationen in Erwägung zu ziehen, die eine präzisere und stärkere Bewegung des Drehmechanismus ermöglichen. Die Handhabung der Flasche sollte dahingehend optimiert werden, dass der Vorgang des Greifens autonomer gestaltet wird.

Eine potenzielle Optimierung der Funktionalität des Roboters könnte in der Erkennung der Höhe der Flasche und der Modifikation der Form des mit einem 3D-Drucker gefertigten Teils liegen. Ziel dieser Anpassung ist die Erweiterung des Bereichs geeigneter Durchmesser der Deckel und die Erleichterung des Aufsetzens des Teils auf den Deckel. Darüber hinaus wäre es sinnvoll, während der Programmausführung eine Sensorprüfung in die Plattform zu implementieren, um im Falle der Abwesenheit einer Flasche sämtliche Mechanismen anzuhalten.

#### V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Im Rahmen des Projektseminars 2026 wurde erfolgreich ein Roboter entwickelt, der Menschen bei der Öffnung von Flaschen assistiert. Der Mechanismus wurde unter Verwendung von Standard-LEGO-Teilen, drei Motoren, zwei Drucksensoren und einem EV3-Stein konstruiert. Bei Betätigung des entsprechenden Bedienelements öffnet er eine Plastikflasche mit einem Volumen von 0,5 Litern und erfüllt somit die ihm gestellte Aufgabe.

Die primäre Herausforderung bestand in der Optimierung der Stabilität der Konstruktion und des Programms, um die autonome Ausführung aller Schritte durch den Roboter zu gewährleisten. Zukünftige Verbesserungen sollten sich auf diesen Aspekt sowie auf die Erweiterung der Funktionalität des Roboters konzentrieren.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- [1] LEGO MINDSTORMS: *HELP / FAQ*. <https://web.archive.org/web/20150224035959/http://service.lego.com/en-us/helptopics/products/themes/mindstorms/mindstorms-ev3/ev3-and-nxt-differences>. – Archived February 24, 2015, at the Wayback Machine
- [2] ATORF, L. ; SONDERMANN, B. ; STADTMANN, T. ; ROSSMANN, J.: *RWTH - Mindstorms EV3 Toolbox*. <https://git.rwth-aachen.de/mindstorms/ev3-toolbox-matlab>. Version: 2018
- [3] LEGO MINDSTORMS: *Using the Ultrasonic Sensor*. [https://ev3-help-online.api.education.lego.com/Education/en-gb/page.html?Path=editor%2FUsingSensors\\_Ultrasonic.html](https://ev3-help-online.api.education.lego.com/Education/en-gb/page.html?Path=editor%2FUsingSensors_Ultrasonic.html). Version: February 2026