

Bachelorarbeit

Entwicklung und Bau eines Staubsaugroboter

Hochschule Furtwangen University

Fakultät: W

Studiengang: IEB

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Jörg Friedrich

Sommersemester 2023

Verfasser: Shili Zhang

Matrikel-nummer: 273195

• Abstract(Deutsch Version)

Staubsaugerroboter sind oft in Form eines etwa 30 cm großen flachen Zylinders oder einer daran angelehnten Geometrie ausgeführt. Mit steigender Komplexität verfügen die Modelle über eine Anzahl von Sensoren, mit denen sie sich orientieren können. Aufwändige Modelle speichern auch Informationen über Räume und die Basisstation, zu der sie selbstständig nach getaner Arbeit zurückkehren, um sich aufzuladen. Mit Hilfe aufwändiger Elektronik können diese Roboter verschiedene Programme ausführen, wodurch alle für den Staubsaugroboter zugänglichen Stellen in einem Raum und eine entsprechende Reinigungswirkung erreicht werden. Die meisten Geräte arbeiten jedoch nach dem Prinzip des Teppichreinigers kombiniert mit einer Staubsaugfunktion: Die Reinigung beruht auf verschiedenen rotierenden Bürsten oder Walzen mit Gummiwischern. Komplexe Staubsaugerroboter verwenden Ultraschall, Infrarot-Licht oder Laser, um durch Reflexionen die Entfernung zu einem Gegenstand zu ermitteln. Absturzsensoren ermöglichen das Erkennen von Treppen und Absätzen. Modelle mit aufwendiger Steuerungselektronik und Sensorik sind in der Lage, Kanten zu folgen oder sich im Raum zu orientieren. m technisch gehobenen Segment kartieren die meisten Modelle die Räume und reinigen die Flächen bzw. Räume systematisch. Dabei kommen modellspezifisch die vorhandenen Kollisionssensoren und verschiedene aus Trägheitsnavigationssystemen bekannte Techniken von der Odometrie bis hin zu Lidar-Sensoren zum Einsatz. Dies bietet den Vorteil eines kürzeren Reinigungsvorganges praktisch ohne Auslassungsstellen, was im Umkehrschluss zu einer höheren Flächenleistung führt. Einfachere Modelle reinigen bis zur Erschöpfung des Akkus. Andere Modelle richten ihre Reinigungsdauer an der intern eingestellten oder einer auf Basis von abgemessenen Strecken berechneten Reinigungszeit aus. Neben der normalerweise mitgelieferten Ladestation stellen Fernbedienungen und Vorrichtungen zu Begrenzung der Reinigungsfläche das häufigste Zubehör. Oft wird es auch bereits im Set angeboten.

· Abstract (English Version)

Vacuum cleaner robots are often designed in the form of an approximately 30 cm flat cylinder or a geometry based on it. With increasing complexity, the models have a number of sensors with which they can orientate themselves. Elaborate models also store information about rooms and the base station, to which they return independently to recharge after work is done. With the help of complex electronics, these robots can run various programs, which means that all areas in a room that are accessible to the vacuum cleaning robot and a corresponding cleaning effect can be achieved. However, most devices work according to the principle of the carpet cleaner combined with a vacuum cleaning function: The cleaning is based on various rotating brushes or rollers with rubber wipers. Complex vacuum cleaner robots use ultrasound, infrared light or lasers to determine the distance to an object through reflections. Fall sensors enable the detection of stairs and landings. Models with complex control electronics and sensors are able to follow edges or orientate themselves in space. In the technically sophisticated segment, most models map the rooms and clean the surfaces or rooms systematically. The existing collision sensors and various techniques known from inertial navigation systems, from odometry to lidar sensors, are used for this, depending on the model. This offers the advantage of a shorter cleaning process with practically no omissions, which in turn leads to a higher area performance. Simpler models clean until the battery is exhausted. Other models base their cleaning duration on the internally set cleaning time or a cleaning time calculated on the basis of measured distances. In addition to the charging station that is usually supplied, remote controls and devices to limit the cleaning area are the most common accessories. It is often offered as a set.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe.

Die verwendeten Literaturquellen sind im Literaturverzeichnis vollständig zitiert.

Villingen-Schwenningen,
Anschrift: Shili Zhang
Austraße 8 78056
Villingen-Schwenningen

Unterschrift:

Datum: 07.04.2023

Inhaltverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Entwicklung und Geschichte der Staubsauger.....	3
3. Aufgabenstellung	8
3.1 Zweck.....	8
3.2 Anforderungen an den Staubsaugroboter.....	8
4. Stand Technik.....	11
4.1 Robot Technik.....	11
4.1.1 Blockdiagramm.....	11
4.2 3D-Druck.....	12
4.2.1 3D-Druck Technik.....	12
4.2.2 Material.....	13
4.3 Bewegung.....	13
4.3.1 Spiralalgorithmus.....	13
4.3.2 s-förmiger Weg	14
4.3.3 Wand-folgender Weg.....	14
4.4 Steuerungssystem.....	15
4.4.1 Arduino.....	15
4.4.2 Die Vor- und Nachteile von Arduino.....	16
4.5 Ventilator.....	17
4.6 Sensor.....	18
4.6.1 Stoßsensor.....	18
4.6.2 Klippensensor.....	19
4.7 Betreibe.....	20
5. gekaufte Bauteile.....	21
6. Modulare Konstruktion.....	25
6.1 Fahrsystem.....	25
6.1.1 Antriebsrad.....	25

6.1.2	Zahnräder.....	25
6.1.3	Zahnräderkaste und Decke.....	27
6.1.4	Gehäuse des Radmoduls.....	27
6.1.5	Universal Rad.....	28
6.1.6	Problem und Versuch.....	28
6.2	Lüfter und Staubbehälter.....	28
6.2.1	Lüfter und Zubehörteile.....	28
6.2.2	Versuch.....	30
6.3	Elektrische Steuerungskomponente.....	30
6.3.1	Klippensensor.....	30
6.3.2	Kollisionssensor.....	32
6.3.3	Infrarot-Sensor.....	33
6.3.4	Motorantrieb.....	34
6.3.5	Arduino.....	35
6.4	Programm.....	35
6.5	Schaltplan.....	38
6.6	Bürste und Seitenbürste.....	38
6.6.1	Konstruktion.....	38
6.6.2	Fehler.....	39
6.7	Fahrgestell und Gehäuse.....	39
6.7.1	Konstruktion.....	39
6.7.2	Versuch.....	39
7.	Zukunft.....	41
7.1	Künftige Verbesserungen an meinem Projekt.....	41
7.2	Künftige Verbesserungen auf dem Gebiet der vierbeinigen bionischen Roboter.....	41
8.	Quelle.....	43

1. Einleitung

Ein Robotersystem in einer natürlichen öffentlichen Umgebung so zu betreiben, dass es einen nützlichen Dienst wie das Reinigen eines Bodens leistet, ist etwas völlig anderes als das Betreiben eines Industrieroboters in einer Arbeitszelle. Dies gilt insbesondere, wenn der Roboter über längere Zeit autonom arbeiten soll. Ein Industrieroboter, beispielsweise ein Schweißroboter, arbeitet normalerweise unter ziemlich kontrollierten Bedingungen. Der Roboter führt eine vorprogrammierte Abfolge elementarer Operationen aus. Eine vorprogrammierte Abfolge von Operationen erfordert nicht, dass der Roboter die Umgebung beobachtet, interne Modelle aufbaut oder über die Umgebung urteilt. Es erfordert nicht, dass der Roboter sein Verhalten an Änderungen anpasst der Umgebung, die während des Betriebs des Roboters auftreten können. Unbekannte oder unvorhergesehene Änderungen in der Umgebung eines Industrieroboters, die seinen programmierten Betrieb stören könnten, sind einfach nicht erlaubt; treten sie auf, führt dies zu einer sofortigen Abschaltung des Roboters. Der Roboter muss nicht über seine Aufgabe nachdenken und eine Vorgehensweise zu entwickeln oder zu planen, die Aufgabe lösen. Über mögliche Eingriffe und Interaktionen mit menschlichen Arbeitern muss nicht nachgedacht werden, da diese sich in der Regel außerhalb des Arbeitsbereichs des Roboters aufhalten müssen. Alle diese Fragen müssen nicht zu vernachlässigen, sobald ein Roboter einer natürlichen Umgebung ausgesetzt ist und dort ohne menschliche Kontrolle operieren soll. Ungeachtet der Tatsache, dass eine erstaunliche Anzahl von nicht-fertigungsbezogenen Aufgaben und Arbeitsgänge lassen sich nur durch sogenannte Serviceroboter automatisieren eine sehr bescheidene Anzahl dieser Serviceroboter hat jemals einen Entwicklungsstand erreicht, der einen regulären Betrieb ermöglichen würde. Das ist erstaunlich, da das prognostizierte Marktpotenzial dieser nicht-industriellen Anwendungen das von

Industrierobotern bei weitem übersteigt. Es gibt jedoch mindestens eine Anwendung, bei der die Situation definitiv anders ist: die Reinigung. [1]

Ein Staubsauger ist ein Reinigungsgerät, das mit einem Gebläse ausgerüstet ist, welches einen Unterdruck erzeugt. An der Saugseite des Staubsaugers ist eine Ansaugöffnung. Diese wird vom Anwender gezielt über die zu reinigenden Flächen geführt. Die angesaugte Luft fließt durch mehrere Filter oder einen Zyklon; diese filtern Staub und kleinere Schmutzteilchen aus dem Luftstrom heraus. Die Luft verlässt den Staubsauger weitaus sauberer, als sie in ihn hineingeströmt ist. [2]

2. Entwicklung und Geschichte der Staubsauger [3]

(1) 1860: Patent für den Carpet Sweeper

Bemerkenswert: Er integrierte ein System mit Wasserbehältern, in denen der Schmutz gesammelt und ausgespült werden konnte. Seine Erfindung gilt heute als wegweisend für die Staubsaugergeschichte, obwohl sie sich nicht durchsetzte.

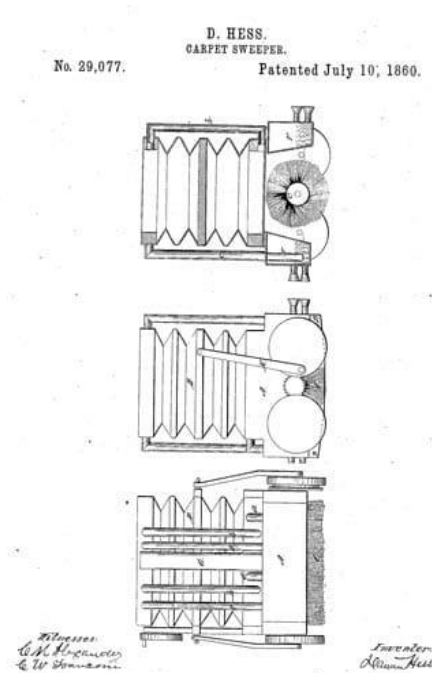


Abbildung1: Abbildung aus der Patentanmeldung von D. Hess

(2) 1899: der pneumatische Teppicherneuerer

Der US-Amerikaner **John S. Thurman** erfand Ende des 19. Jahrhunderts seinen pneumatischen Teppicherneuerer. Dabei handelte es sich um einen gasbetriebenen Staubbläser, der den Schmutz löste und wegblies. Die General Compressed Air Company bot eine Reinigung für 4 Dollar an. Das Gerät kam mit einem Pferdefuhrwerk zum Haus. Angebrachte Schläuche legten die Reinigungskräfte in das Haus.



Abbildung 2: Der Vacuumwagon mit pneumatischem Teppicherneuerer von John S. Thurman

(3) 1901: Booth erfindet den ersten Staubsauger

Alles andere als handlich war die erste Version des Vacuum Cleaners von Booth. Es bestand aus einer schweren, mit meterlangen Schläuchen ausgestatteten Konstruktion, deren Herz eine Saugpumpe war. Dieser erste motorbetriebene Staubsauger musste mit einem Pferdefuhrwerk transportiert werden. Die Folge: Betuchte Bürger bestellten das Gerät samt Arbeiter. Diese saugten Boden und Sitze ab. Es soll sogar zu Partys gekommen sein, bei denen die Hausherren mit Freunden dem Treiben genüsslich zusahen und die Technik bewunderten. Booth entwickelte seinen sogenannten Saugwagen weiter. Er platzierte den Sauger in Kellerräumen, von wo aus mit Schläuchen das Haus gesaugt werden konnte. Die zentral aufgestellte Konstruktion war jedoch ähnlich überdimensioniert wie sein fahrbarer Sauger. Dennoch war diese Konstruktion typisch für viele Modelle in den nächsten Jahrzehnten. Die Staubsauger waren häufig an zentral eingerichtete Rohrsysteme angeschlossen, über die der Schmutz in das eigentliche Gerät gesaugt wurde. Beim Bedienen wurde der Schlauchanschluss entsprechend immer wieder gewechselt.

(5) 1907: Hoover erfindet die Entstaubsaugpumpe

Trotz der extrem unhandlichen Größe feierte Booths Staubsaugervorrichtung in Europa Erfolge. Das blieb nicht unbemerkt. Der Lederfabrikant **William H. Hoover** versuchte, die Konstruktion von Booth deutlich kompakter zu gestalten. Gemeinsam mit seinem Mitarbeiter **Murray Spangler** – dem eigentlichen Erfinder

– gelang es ihm, die Entstaubsaugpumpe zu entwickeln, die bereits an den heutigen Staubsauger erinnerte.

(6)Entwicklung der Verschiedenen Modelle von Staubsaugern

1. Elektrolux bietet ersten Staubsauger im Jahr 1912 an



Abbildung 3: LUX 1 von Electrolux

2. 1920/1921 Model V von Electrolux : Dieser Staubsauger ähnelte bereits den heutigen Geräten des Konzerns und fand großen Zuspruch. Der Sauger lag auf einem Schlitten, nicht auf Rollen.

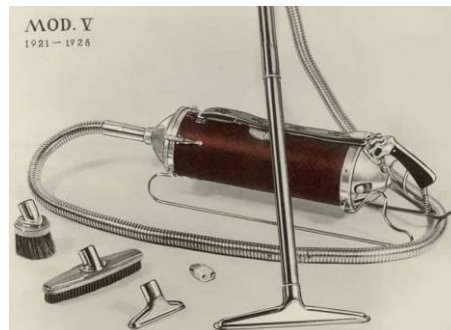


Abbildung 4: Electrolux Model V

3. Im 1993 Dyson bringt Zyklonstaubsauger DC01 auf den Markt: Erneut war es Dyson, der für eine Neuentwicklung sorgte. Der DC01 war der erste Zyklonstaubsauger mit einer Dual-Zyklon-Technologie. Beim Einsaugen der Luft wurde diese besser von Schmutz gereinigt, das Saugergebnis verbesserte sich. Das Gerät gilt heute als Vorbild für eine neue Generation von Zyklonsaugern



Abbildung 5: Der Dyson DC01 von 1993

4. Im 1996 Elektrolux revolutioniert den Markt mit Saugroboter: 1996 stellte Elektrolux

seinen Staubsauger Trilobite in einer BBC-Wissenschaftssendung vor. Das Gerät funktionierte völlig autonom und galt als erster serienreifer Staubsaugroboter in der Geschichte der Staubsauger. Die ersten Modelle waren allerdings fehleranfällig. Insbesondere kollidierten sie regelmäßig mit Möbeln und Gegenständen.



Abbildung 6: Der erste Saugroboter

5. Im 2002 iRobot bringt Roomba auf den Markt: Das Unternehmen iRobot stellte den Saugroboter Roomba vor. Das Gerät glich einer kleinen Diskusscheibe und war extrem niedrig. Es reinigte in seiner letzten Serienfertigung bis zu 80 qm Fläche. In rund 15 Jahren hatte das Unternehmen mehr als 15 Millionen dieser Geräte verkauft. Das ist bisherige Spitze bei den Saugrobotern.



Abbildung 7: Der iRobot Roomba der ersten Generation.

(7) Das Objekt der Aufgabe: Robrock S7

Der Robot Robrock S7 ist im 2021 beim Unternehmen Robrock ausgestellt, der viele Funktionen hat, sowie Seitenbürsten, Kollisionsschutz, Saugen, Bürsten, Fangbehälter herausnehmbar, Random fahren, Ladestation, Abstützschutz bei Treppen. Alle diese Anforderungen sind bei dieser Aufgabe benötigt, deshalb wird Robrock S7 als eine gut Referenzmaterial betrachtet.



Abbildung 8: Robrock S7

3. Aufgabenstellung

3.1 Zweck

Mittels 3D Drucktechnik wird ein Staubsaugroboter aufgebaut. Funktionen
Seitenbürsten, Kollisionsschutz, Saugen, Bürsten, Fangbehälter herausnehmbar,
Random fahren, Ladestation, Abstützschutz bei Treppen, Ersatzteile sollen von
gewerblich erhältlichen Staubsaugroboter bezogen werden können.

3.2 Anforderungen an den Staubsaugroboter

- (1) Alle Bauteile müssen bei 3D-Drucker aufgebaut
- (2) Der Staubsaugroboter muss mit Seitenbürsten ausgerüstet werden. Die
Seitenbürsten sind bei Motor angetrieben.



Abbildung 9: Robrock S7

- (3) Wenn das vordere Ende des Roboters ein Objekt wie Möbel berührt, fährt er
automatisch zurück und ändert die Richtung
- (4) Eine Vakuumpumpe muss ausgerüstet werden, dass der Staub am Boden angesaugt
wird



Abbildung 10: roborock-s7

- (5) Ein Fangbehälter ist gebraucht, um Staub zu sammeln.
- (6) Durch Arduino wird Programm aufgeschrieben, dass der Staubsaugroboter Random fährt.
- (7) Dank spezieller Sensoren erkennen Saugroboter ferner die Treppe als solche rechtzeitig und drehen dann ab. Das ist auch unumgänglich um einen Unfall und somit die Beschädigung oder sogar Zerstörung des Gerätes zu vermeiden.[4]



Abbildung 11: Abstützenschutz bei Treppen

- (8) Manche der Saugroboter merken, dass die Leistung des Akkus nahezu aufgebracht oder der Reinigungsvorgang abgeschlossen ist. Wenn dies eintritt, dann fahren sie zur Station zurück und laden den Akku an der Ladestation selbstständig wieder auf.
- (9) Ersatzteile sollen von gewerblich erhältlichen Staubsaugroboter bezogen werden können

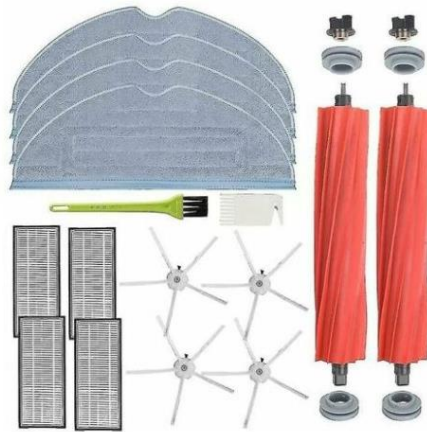


Abbildung 12: Ersatzteile von Robrock S7

4. Stand Technik

4.1 Robot Technik

Ein Roboter ist ein maschinelles Gerät, das automatisch Arbeiten ausführt. Es kann menschliche Befehle akzeptieren, vorprogrammierte Programme ausführen und nach Prinzipien handeln, die mit Technologie künstlicher Intelligenz formuliert wurden. Seine Aufgabe ist es, menschliche Arbeit zu unterstützen oder zu ersetzen. Der Roboter verfügt über ein unabhängiges Steuersystem, ein Mehrzweck-Automatikgerät, das den Arbeitsablauf und die Programmierung ändern kann. Der Roboter besteht hauptsächlich aus einem Aktuator, einem Maschinenkörper, einem Steuersystem und einem Erfassungssystem. Ein einfacher Roboter kann nur von einem Einplattcomputer gesteuert werden, während ein Roboter mit komplexeren Funktionen mehr Funktionsmodule und Steuerchips benötigt. Funktionsmodule können Informationen kommunizieren und übertragen. Die Funktionsrealisierung des Reinigungsroboters kann sich auf nur eine Steuerplatine stützen

4.1.1 Blockdiagramm

Der vorgeschlagene Roboter ist ein batteriebetriebenes elektronisches Gerät mit zwei verschiedenen Sensoren, das binäre Informationen erzeugt. Diese Informationen werden dann an die Steuereinheit gesendet, die als das Gehirn des Roboters gilt. Diese Einheit generiert anhand der von den Sensoren gelieferten Informationen automatisch Steuersignale. Schließlich werden diese Steuersignale an die Radmotortreiber weitergeleitet. [8]

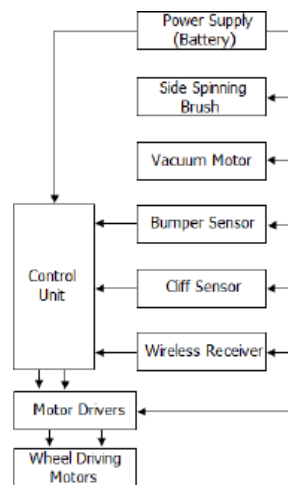


Abbildung 13: Block diagram

4.2 3D-Druck

4.2.1 3D-Druck Technik [5]

FDM heißt ausgeschrieben »Fused Deposition Modelling«, ins Deutsche übersetzt etwa »Schmelzschichtverfahren«. Auch gebräuchlich ist, dieses Verfahren als FFF zu bezeichnen, also »Fused Filament Fabrication«. Ein solcher Drucker – und bei den meisten Hobbydruckern handelt es sich um einen solchen – druckt ein 3D-Modell, indem er es mit flüssigem Kunststoff Schicht für Schicht aufbaut. Den schichtweisen Aufbau der Objekte können Sie gut in Abbildung 16 sehen. Achten Sie auf die Verschlussklappe des Teleskops

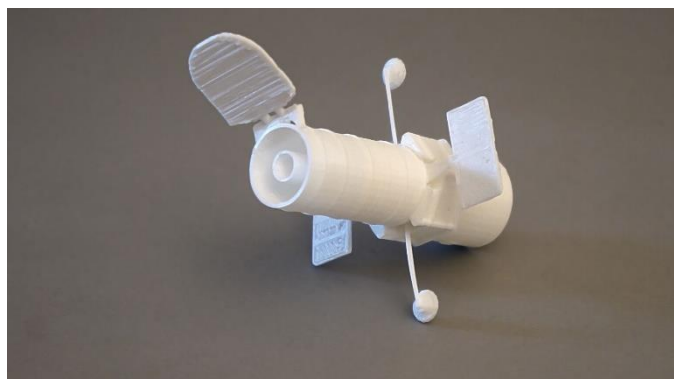


Abbildung 14: Das Hubble-Weltraumteleskop als 3D-Objekt

Der *Extruder* (die Druckdüse inkl. Heizelemente), der das 3D-Modell ausdruckt, muss in den drei räumlichen Achsen (X, Y und Z) bewegt werden können. Es

haben sich dazu verschiedene Techniken herausgebildet, von denen ich im Folgenden einige beschreibe.

4.2.2 Material

PLA (Polylactide) gehört vor allem im privaten Sektor zweifelsohne zu den am Häufigsten verwendeten 3D-Druck-Materialien. Bevor es eingesetzt werden kann, muss es erst einmal geschmolzen werden. Während des Drucks wird das PLA Granulat mit Hilfe eines Extruders als gleichbleibend dicker Strang herausgepresst und im nächsten Schritt in dünnen Schichten auf die Druckfläche aufgetragen. Die meisten Nutzer entscheiden sich für einen Filamentdurchmesser von 1,75 bzw. 2,85 mm, auch 3 mm liegen im Bereich des Möglichen.

4.3 Bewegung

Der Roboter fährt Random, wenn er im automatischen Modus läuft, aber der Roboter bewegt nicht völlig zufällig. Die Fahrtrichtung des Roboters wird durch verschiedene Algorithmen des Steuersystems gesteuert. Einige Algorithmen sind folgend zum Beispiel.

4.3.1 Spiralalgorithmus [8]

Dieser Algorithmus ermöglicht es dem Roboter, einen vergrößerten Kreis zu erstellen.

Zunächst prüft der Roboter, ob genügend Platz vorhanden ist, um sich spiralförmig zu

bewegen. Wenn ja, krümmt sich der Roboter in Richtung der linken Seite (linke Seite),

wobei der Radius vom Mittelpunkt zunimmt, bis ein Hindernis erfasst wird. Wenn das Hindernis erkannt wird, stoppt der Roboter die Ausführung des Algorithmus. Dieser Algorithmus hilft bei der schnellen Abdeckung des Raumbereichs.

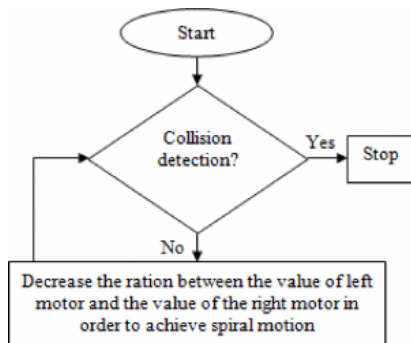


Abbildung 15: Flow chart of the spiral algorithm.

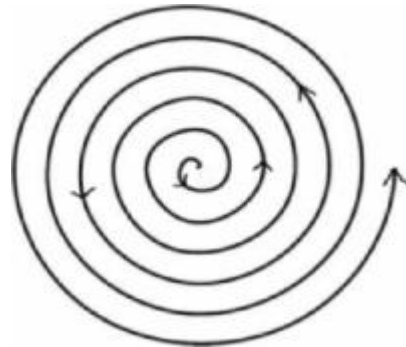


Abbildung 16: Motion path produced by spiral algorithm

4.3.2 s-förmiger Weg [8]

Die Routenkarte dieses Algorithmus ist wie der Buchstabe „S“. Dieser Algorithmus ist das schnellste Verfahren, um die gesamte Raumfläche abzudecken. Bei jeder Kollision mit einem Hindernis ändert sich in diesem Modus kontinuierlich die Drehrichtung des Roboters.

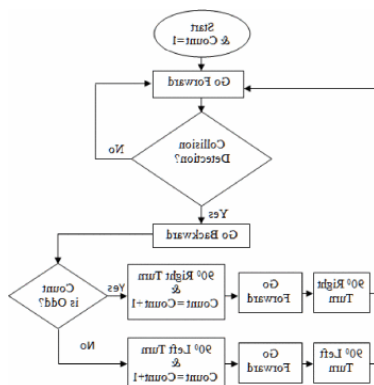


Abbildung 17: Flow chart of the 's' shape pattern algorithm.

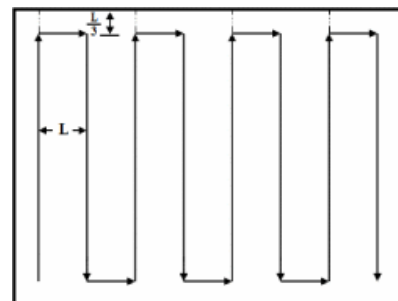


Abbildung 18: 's' shape pattern motion path.

4.3.3 Wand folgend [8]

Wall-Following-Algorithmen ermöglichen es dem Roboter, sich entlang von Wänden zu bewegen. Während er sich an der Wand entlang bewegt, sammelt er mit rotierenden Seitenbürsten Schmutz aus Ecken und Wänden. Der Algorithmus hilft auch dabei, den gesamten Bereich effizient abzudecken.

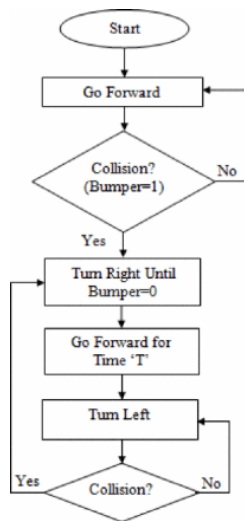


Abbildung 19: Wall follow algorithm flowchart

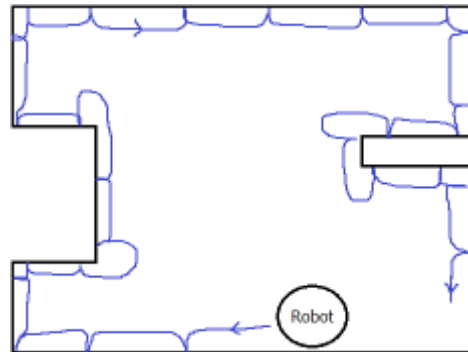


Abbildung 20: Robot moving along room boundary in wall follow

algorithm

4.4 Steuerungssystem

4.4.1 Arduino [6]

Einfach ausgedrückt, ist der Arduino ein winziges Computersystem, das Sie mit Anweisungen programmieren können, sodass es auf verschiedene Arten von Eingaben reagiert und verschiedene Arten von Ausgaben hervorruft. Das aktuelle Arduino-Modell, der Uno, ist kleiner als eine Handfläche, wie Sie in Abbildung 2–1 sehen.

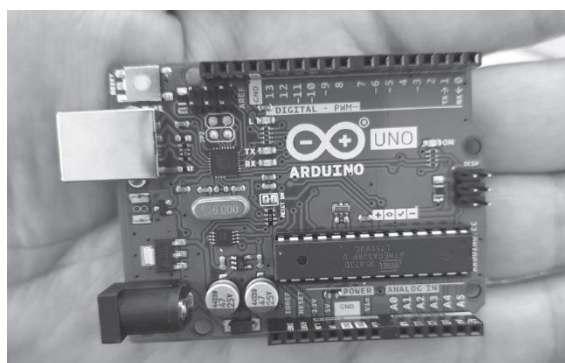


Abbildung 21: Der Arduino Uno ist ziemlich klein.

Für Uneingeweihte mag der Arduino nicht sehr beeindruckend aussehen, allerdings können Sie damit Geräte bauen, die mit der Umgebung in

Wechselwirkung treten. Sie können eine fast unbegrenzte Palette von Eingabe- und Ausgabegeräten wie Sensoren, Indikatoren, Anzeigen, Motoren usw. verwenden und genau die Art von Wechselwirkung programmieren, die Sie für ein funktionierendes Gerät benötigen.

4.4.2 Die Vor- und Nachteile von Arduino [7]

Arduino-Boards zeichnen sich insbesondere durch zwei Eigenschaften aus:

Einerseits liefern sie fertig eingebaute Prozessorleistung inklusive Peripherie (Ein-/Ausgänge sowie Schnittstellen), was sie für alle Nutzer interessant macht, die nur über geringe Elektronikkenntnisse verfügen. Andererseits – und damit sammeln die Mini-Plattformen aus Italien auch wertvolle Pluspunkte im „Arduino vs. Raspberry Pi“-Vergleich – liefert die auf die Hardware abgestimmte Entwicklungsumgebung eine Programmieroberfläche mit diversen fertigen Bibliotheken, die das Programmieren erheblich erleichtert. Ferner ist die IDE (da in Java geschrieben) plattformunabhängig und daher mit gleichem Erscheinungsbild sowohl in Windows als auch Linux und macOS verfügbar.

Die Simplizität der Arduino-Boards ist nicht ausschließlich mit Vorteilen verbunden: So ist die integrierte Entwicklungsumgebung zwar eine große Stütze bei der Ansteuerung der Hardware, allerdings lernen Programmierneulinge auf diesem Weg kaum etwas über das klassische Code-Schreiben. Allgemein droht die Gefahr, aufgrund der einsatzfertigen Bibliotheken gänzlich auf eigene Programmierungen zu verzichten und den möglichen Aktionsradius dadurch unnötigerweise einzuschränken.

Ein weiterer Nachteil von Arduino kommt zum Tragen, wenn die Standardausführung der Mikrocontroller-Boards durch zusätzliche Schnittstellen und Eingabe-/Ausgabe-Funktionen erweitert werden soll. Zwar erlaubt die standardisierte Hardware die unkomplizierte Aufrüstung über

sogenannte Shields – der Erwerb dieser Zusatzmodule für Ethernet, LED und Co. lässt die Projektkosten jedoch schnell in die Höhe schießen.

Vorteile	Nachteile
sofort einsatzbereites Hardware-/Software-Setup	geringer Lernfaktor in Sachen Elektronik und Programmierung (bei Nutzung der IDE)
eigene Entwicklungsumgebung mit diversen Bibliotheken (plattformübergreifend)	Aufrüstung mit Shields kann kostspielig werden

4.5 Ventilator

entilatoren sind elektrische Geräte, die Luft bewegen und dadurch eine kühlende oder belüftende Wirkung erzeugen. Sie bestehen aus einem Elektromotor, der die Rotorblätter antreibt, und einem Gehäuse, das die Luft ansaugt und wieder ausbläst. Das Grundprinzip eines Ventilators ist einfach: Ein Motor treibt ein sich drehendes Rotorblatt an, das die Luft bewegt und somit für eine Abkühlung sorgt. Dabei entsteht ein Luftstrom, der durch das Drehen der Blätter entsteht und über die stehende Nabe in die Umgebung gepumpt wird. Dabei wird die Luft angesogen, komprimiert und beschleunigt, wodurch ein kühlender Effekt entsteht. Das Drehen des Rotors wird durch den elektrischen Stromversorgungssatz erzeugt, der über eine Verbindung zum Motor verbunden ist. Der Unterdruck, der von einem Ventilator erzeugt wird, entsteht durch die schnelle Drehbewegung der Rotorblätter. Diese Bewegung führt dazu, dass die umgebende Luft in Bewegung gesetzt wird und von den sich drehenden Rotorblättern weggedrückt wird. Dadurch entsteht eine Druckdifferenz zwischen der Vorder- und Rückseite der Rotorblätter, welche den Unterdruck hervorruft. Der Widerstand hingegen ist eine Folge des Drucks, den der Ventilator auf die Luft ausübt. Durch die Bewegung der Rotoren wird die Luft beschleunigt, wobei sie sich stärker bewegt als die umgebende Luft. Dadurch nimmt der Druck auf die Luft zu und erzeugt einen Widerstand, der sich in Form von Reibung und Verwirbelungen bemerkbar

macht. Um die Luft zu bewegen, muss der Rotorblätter eines Ventilators einen Druckunterschied zwischen dem vorderen und hinteren Teil der Blätter schaffen. Durch die Bewegung der Blätter wird die Luft bewegt und gleichzeitig wird ein Unterdruck im hinteren Teil der Blätter erzeugt. Dieser Unterdruck zieht Luft hinter den Blättern an und bewegt sie in die Richtung der Blätter. Gleichzeitig verhindert der höhere Luftdruck vor dem Ventilator, dass die Luft einfach zurückströmt. Dieser Druckunterschied zwischen Vorder- und Rückseite der Blätter sorgt für den Widerstand, der die Bewegung der Luft kontrolliert. [10]

4.6 Sensor [8]

Grundsätzlich gibt es hauptsächlich zwei Arten von Sensoren, um die Umgebung für den Roboter zu erfassen. Sie sind

4.6.1 Stoßsensor

Der Stoßsensor wird anstelle des IR-Näherungssensors zum Erkennen von Hindernissen verwendet. Weil die IR-LEDs/Empfänger ziemlich richtungsweisend sind und daher scharfe Hindernisse wie Stuhlbeine oder scharfe Kanten nicht erkennen können. Da der Roboter keine eingebauten Näherungssensoren hat, kann er Hindernisse nur bei Kollisionen mit dem Stoßsensor erkennen. Der Stoßsensor ist im Grunde ein Kontaktsensorschalter. Die Schalter sind sehr zuverlässig und benötigen keine Filterung. Wenn der Roboter gegen etwas stößt, fährt sein Stoßfänger ein und aktiviert mechanische Objektsensoren, die die Maschine über ein Hindernis informieren. Es führt dann die aufeinanderfolgenden Aktionen des Rückwärtsfahrens, Drehens und Vorwärtsbewegens durch, bis es einen freien Weg findet. Die Information wird entweder auf „0“ oder „1“ gesetzt. Wenn der Wert „0“ ist, bedeutet dies, dass kein Hindernis angetroffen wurde, und „1“ bedeutet eine Kollision. Die vordere

Stoßstange befindet sich 2 cm über dem Boden, was bedeutet, dass der Roboter Hindernisse erkennen kann, die höher als 2 cm sind.

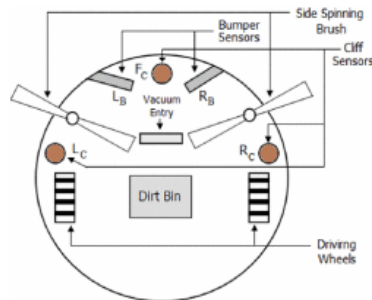


Abbildung 22 Wall follow algorithm flowchart

4.6.2 Klippensensor

Während der Roboter reinigt, vermeidet er Stufen oder andere Abgründe mithilfe von drei Infrarotsensoren an der vorderen Unterseite des Geräts. Der Sensor hat einen IR-Sender und einen Empfänger. Das IR-Licht wird mit 38 KHz moduliert, so dass keine Interferenzen durch Tageslicht auftreten. Diese Klippensensoren senden ständig Infrarotimpulsfolgen aus, wie in Abb. 2 gezeigt, und das Signal prallt sofort zurück. Wenn es sich einer Klippe nähert, gehen die Signale plötzlich verloren. So weiß der Roboter, dass er in die andere Richtung gehen muss. Die Ausgabe der Klippensensoren ist binär äquivalent, wobei „0“ das Fehlen einer Klippe und „1“ das Vorhandensein einer Klippe bedeutet.

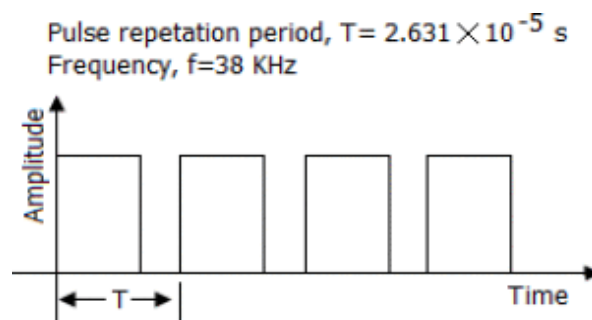


Abbildung 23: Modulierte 38-kHz-IR-Lichtwellenform

4.7 Betreibe

Die verwendete Batterie ist, 7.4V RC Lipo Akkus 4500mAh 60C LiPo Akku.

Die Arbeitsspannung der DC-Schnittstelle der Arduino-Steuerplatine beträgt 7-12 V.

Wählen Sie also zwei 7.4-V-Lithiumbatterie

5. gekaufte Bauteile

Die folgenden Bauteile sind nötig und werden im Internet gekauft

Komponenten	Modell	Menge
Akku	Youme 2S LiPo Akku, 7.4V RC Lipo Akkus 4500mAh 60C	1
Motortreiber	L298N	1
Einplatinencomputer	Arduino Uno	1
Seitenbürstenmotor	12 V DC 300 U/min	1
Walzenbürstenmotor	DC 12V 20mm 200RPM	1
Radmotor	DC-Getriebemotor 12 V 600 U/min	2
Brushless Lüfter	75mm x 30mm 7530 12V Doppelkugellager DC Brushless Lüfter Lüfter, 2pin	1
zubehör roborock s7	Ersetzliche Teile	1

(1) LiPo Akku



Abbildung 24: 7.4V RC Lipo Akkus

Basierend auf dem Strombedarf der oben genannten Komponenten werden zwei 7.4v Lipo-Akkus für die Stromversorgung der Arduino Uno, des PCA9685 Moduls, und der Motoren verwendet.

(2) Arduino Uno



Abbildung 25: Arudino Uno R3

Unter den Arduino-Entwicklungsboards ist das Uno-Entwicklungsboard das am besten geeignete Arduino-Entwicklungsboard für Einsteiger. Da es leicht zu erlernen, stabil und zuverlässig ist, ist das Uno-Entwicklungsboard auch das am weitesten verbreitete Entwicklungsboard mit den meisten Referenzmaterialien.[9]

(3) Motortreiber: L298N



Abbildung 26: L298N

L298N ist ein Motortreiber, der Hochspannung akzeptiert und sowohl Gleichstrommotoren als auch Schrittmotoren antreiben kann. Ein Treiberchip kann zwei Gleichstromgetriebemotoren steuern, um gleichzeitig unterschiedliche Aktionen auszuführen, einen Strom von 2 Ampere im Spannungsbereich von 6 V bis 46 V liefern und über Selbstabschalt- und Rückkopplungserkennungsfunktionen bei Überhitzung verfügen. Der L298N kann den Motor direkt steuern. Durch Einstellen seines Steuerpegels über den E/A-Eingang des Hauptsteuerchips kann er den Motor vorwärts und rückwärts fahren.

(4) Seitenbürstenmotor



Abbildung 27: 12V 300RPM

Übliche Kehrroboter haben im Allgemeinen 2 seitliche Kehrmotoren, die Leistung des Zahnradsatzes kann den Schmutz effektiv reinigen

(5) Radmotor



Abbildung 28: 12V 600rpm DC Motor

Berechnungen zufolge beträgt der Durchmesser des Rads etwa 60 mm und der Roboter bewegt sich mit einer Entfernung von 150 mm pro Sekunde vorwärts. Berechnungen zufolge beträgt die Radgeschwindigkeit etwa 57 Umdrehungen pro Sekunde, das Übersetzungsverhältnis des Zahnradsatzes beträgt 10. und die Motorwellengeschwindigkeit beträgt 600 Umdrehungen pro Sekunde.

(6) Walzenbürstenmotor



Abbildung 28: 12v 20mm 200RPM

Mit einem gedruckten Zahnrad wird der Motor verbunden, um Walzenbürste anzutreiben

(7) Brushless Lüfter



Abbildung 29: Brushless Lüfter

Es erhält einen Lufteingang und einen Luftausgang. Luft gehe in den Lufteingang hinein und produziert Unterdruck. Deshalb steht Luft auch als Vakuumsauger zur Verfügung.

6. Modulare Konstruktion

Heutzutage sind moderne Staubsaugroboter modular konstruiert. Sodass man kann einfach die problematischen Moduls durch die neuen gekauften Moduls ersetzen. Bei dieser These ist die modulare Konstruktion auch genutzt, und die wesentlichen Funktionsmoduls sind in folgende Gliederung unterteilt.

6.1 Fahrsystem

6.1.1 Antriebsrad

In einem Antriebsradmodul enthaltet es vier gedruckten Zahnrädern, einen Motor, eine gedruckte Welle, eines gedruckte Rad und eine gedruckte Gehäuse. Der Durchmesser des Rads beträgt C.A 60mm, welche Größe das Rad in dem modernen Produkt auch beträgt. Mit der Reduzierung der Geschwindigkeit von Zahnrädergruppe und mit der 600 Umdrehungen pro Minuten von dem Motor fährt das Rad vermutlich 188.4 mm pro Sekunde.

Um Reibungskraft zu erhöhen, ist das Rad mit vielen Beulen konstruiert und mit Gummimaterial gedruckt.

$$\text{Radumfang} = d \cdot \pi = 60\text{mm} \cdot 3.14 = 188.4\text{mm}$$

$$\text{Umdrehung/Sekunde} = 600/60/10 = 1\text{U/Sekunde}$$

$$\text{Fahrabstand/Sekunde} = \text{Radumfang} \cdot \text{Umdrehung/Sekunde} = 188.4 \cdot 1 = 188.4\text{mm/Sekunde}$$

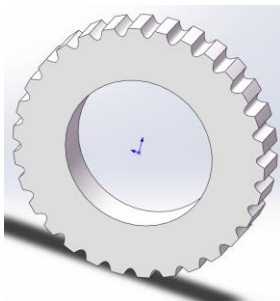


Abbildung 30: Radkonstruktion



Abbildung 31: Gedrucktes Rad

6.1.2 Zahnräder

Die Ziel der Zahnrädergruppe ist die ein zehnte Reduzierung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors. Und der Abstand zwischen dem ersten und dem letzten Zahnrad muss größer als 48.5mm sein, sonst stößt das Rad (60mm Durchmesser) an dem Motor (37mm Durchmesser). Aus Berechnung sind die Abstand 54mm bestimmt. Und der Abstand zwischen jeden zwei Zahnräder ist durchschnittlich 18mm.

齿轮公式模板				
Modul	m	0.6		
Anzahl der Zähne	z (中心距z1)	20	10	中心距z2
Eingriffswinkel	$\alpha = \pi/9$	$\pi/9$		
Profilverschiebungsfaktor	$ha^* = 1$	1		
Headspace-Koeffizient	$c^* = 0.25$	0.25		
Teilkreisdurchmesser	$d = m \cdot z$	$0.6 \cdot 20$		
Kopfkreisdurchmesser	$ha = (z + 2ha^*) \cdot m$	$(20 + 2) \cdot 0.6$		
Fußkreisdurchmesser	$hf = (z - 2ha^* - 2c^*) \cdot m$	$(20 - 2 - 0.5) \cdot 0.6$		
Grundkreisdurchmesser	$db = d \cdot \cos(\alpha)$	$0.6 \cdot 20 \cdot \cos(\pi/9)$		
Grundkreisradius	$rb = db/2$	$0.6 \cdot 20 \cdot \cos(\pi/9) / 2$		
gleichung (t braucht 0	$xt = rb \cdot \sin(t) - rb \cdot t \cdot \cos(t)$	$6 \cdot 20 \cdot \cos(\pi/9) / 2 \cdot \sin(t) - 0.6 \cdot 20 \cdot \cos(\pi/9) / 2 \cdot t \cdot \cos(t)$	0	
	$yt = rb \cdot \cos(t) + rb \cdot t \cdot \sin(t)$	$6 \cdot 20 \cdot \cos(\pi/9) / 2 \cdot \cos(t) + 0.6 \cdot 20 \cdot \cos(\pi/9) / 2 \cdot t \cdot \sin(t)$	$\pi/3$	
Achsabstand	$a = m \cdot (z1 + z2) / 2$	$0.6 \cdot (20 + 10) / 2$		
Winkel der Spiegela	$360/z/4$	$360/20/4$		
Spiegelachse 2	$360/z/4 \cdot 3$	$360/20/4 \cdot 3$		

Abbildung 32: Großes Zahnrad

齿轮公式模板				
Modul	m	0.6		
Anzahl der Zähne	z (中心距z1)	10	10	中心距z2
Eingriffswinkel	$\alpha = \pi/9$	$\pi/9$		
Profilverschiebungsfaktor	$ha^* = 1$	1		
Headspace-Koeffizient	$c^* = 0.25$	0.25		
Teilkreisdurchmesser	$d = m \cdot z$	$0.6 \cdot 10$		
Kopfkreisdurchmesser	$ha = (z + 2ha^*) \cdot m$	$(10 + 2) \cdot 0.6$		
Fußkreisdurchmesser	$hf = (z - 2ha^* - 2c^*) \cdot m$	$(10 - 2 - 0.5) \cdot 0.6$		
Grundkreisdurchmesser	$db = d \cdot \cos(\alpha)$	$0.6 \cdot 10 \cdot \cos(\pi/9)$		
Grundkreisradius	$rb = db/2$	$0.6 \cdot 10 \cdot \cos(\pi/9) / 2$		
gleichung (t braucht 0	$xt = rb \cdot \sin(t) - rb \cdot t \cdot \cos(t)$	$6 \cdot 10 \cdot \cos(\pi/9) / 2 \cdot \sin(t) - 0.6 \cdot 10 \cdot \cos(\pi/9) / 2 \cdot t \cdot \cos(t)$	0	
	$yt = rb \cdot \cos(t) + rb \cdot t \cdot \sin(t)$	$6 \cdot 10 \cdot \cos(\pi/9) / 2 \cdot \cos(t) + 0.6 \cdot 10 \cdot \cos(\pi/9) / 2 \cdot t \cdot \sin(t)$	$\pi/3$	
Achsabstand	$a = m \cdot (z1 + z2) / 2$	$0.6 \cdot (10 + 10) / 2$		
Winkel der Spiegela	$360/z/4$	$360/10/4$		
Winkel der Spiegela	$360/z/4 \cdot 3$	$360/10/4 \cdot 3$		

Abbildung 33: Kleines Zahnrad

Aus Versuchen und Berechnungen mithilfe der Formel ist das Maß der Zahnräder bestimmt.

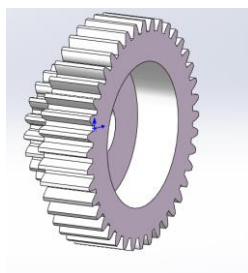


Abbildung 34: Zahnrad 1

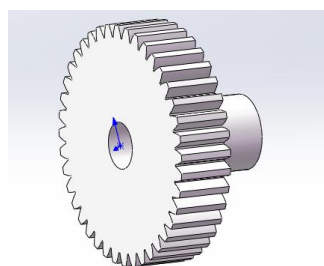


Abbildung 35: Zahnrad 2

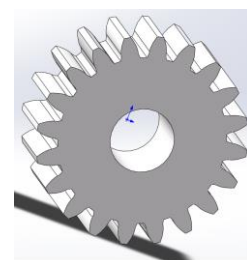


Abbildung 36: Zahnrad 3

Zahnrad 1 ist mit dem Kugellager an dem Getriebe festgelegt, und Zahnrad 2 und Zahnrad 3 sind direkt mit der Welle verbunden.



Abbildung 37: Zahnräder im Getriebe

6.1.3 Zahnräderkaste und Decke

Zahnräderkaste muss nicht so groß sein. Und die Radachse ist mit Kugellagern, die an der Kiste und der Decke sind, festgelegt. Unter der Kiste gibt es noch eine Bohrung. Damit kann Kiste mithilfe eines Stabs mit Gehäuse verbunden werden.

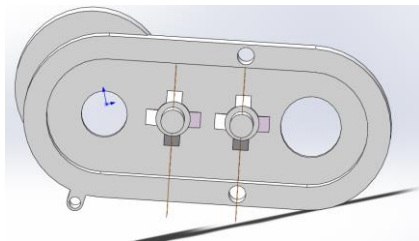


Abbildung 38: Zahnräderkaste



Abbildung 39: Modul

6.1.4 Gehäuse des Radmoduls

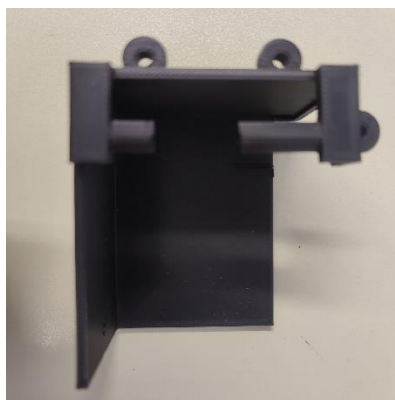


Abbildung 40: Gehäuse

Das Gehäuse des Radmoduls verfügt über drei Schraubenlöcher gegenüber den Schraubenlöchern am Chassis und wird mit Bolzen befestigt. Am Gehäuse befindet sich ein Stiftloch zur Verbindung mit dem Getriebe und zum Drehen. Durch Versuche wird Gehäuse verkleinert und auf eine Seite geöffnet, um genug Raum für Motor zu bieten.

6.1.5 Universal Rad

Universal Rad muss nicht dem Roboter antreiben und ist nur für Ablenkung.

Universal Rad wird in 3 Teile unterteilt und konstruiert.

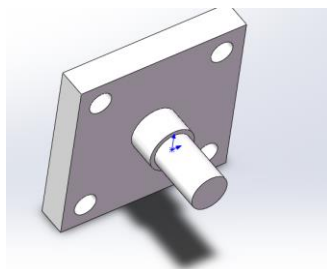


Abbildung 41: Teil1

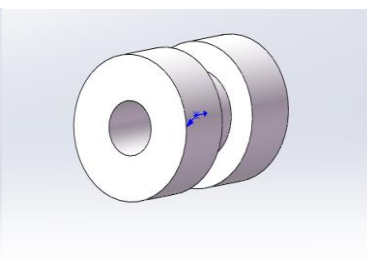


Abbildung 42: Teil 2

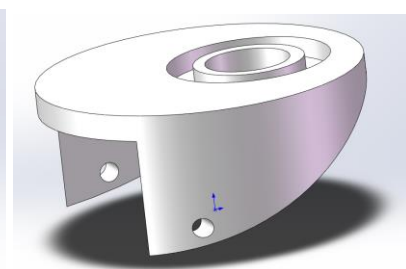


Abbildung 43: Teil43

Teil 1 ist mit den Schrauben am Fahrgestell festgelegt. Ein Kugellager wird in der Bohrung des Teils 3 angelegt. Und mit Kugellager wird Teil 3 mit Teil1 verbunden und sich drehen können.

6.1.5 Problem und Versuch

- Universal Rad muss nicht zu hoch ist, oder das Fahrgestell schräg wird.
- Zahnrad 2 muss nicht sehr groß sein, sonst es mit Getriebekiste stoßen kann.
- Die Radachse kann nicht mit nur einem Lager am Getriebe befestigt werden. Die Radachse vibriert. Daher habe ich den Getriebedeckel entworfen und auch ein Lager am Getriebedeckel angebracht, um die Radachse mit zwei Lagern zu befestigen.
- Die Reibung zwischen der Getriebewelle und der Radachse ist zu gering und das Zahnrad treibt die Welle nicht zum Drehen an, wenn das Rad läuft. Für die Welle und das Zahnrads wurde ein konzentrisches Loch gebohrt und dann verschraubt.

6.2 Lüfter und Staubbehälter

6.2.1 Lüfter und Zubehörteile

Der Unterdruck, der von einem Ventilator erzeugt wird, entsteht durch die schnelle Drehbewegung der Rotorblätter. Diese Bewegung führt dazu, dass die umgebende Luft in Bewegung gesetzt wird und von den sich drehenden Rotorblättern weggedrückt wird. Dadurch entsteht eine Druckdifferenz zwischen der Vorder- und Rückseite der Rotorblätter, welche den Unterdruck hervorruft. Durch die Bewegung der Blätter wird die Luft bewegt und gleichzeitig wird ein Unterdruck im hinteren Teil der Blätter erzeugt. Dieser Unterdruck zieht Luft hinter den Blättern an und bewegt sie in die Richtung der Blätter.



Abbildung 44: Lüfter

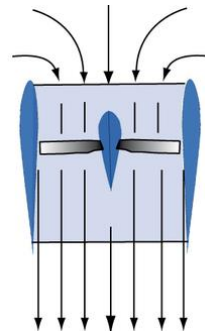


Abbildung 45: Ventilator Prinzip

Der Lüfter verfügt über einen Lufteinlass und einen Luftauslass. Wenn sich die Lüfterblätter mit hoher Geschwindigkeit drehen, wird am Einlass Luft mit Unterdruck erzeugt. Daher ist es notwendig, ein Zubehörteil zu drücken, um die Richtung und Größe des Einlasses zu ändern. Je kleiner der Einlass, desto größer der Unterdruck am Einlass und desto stärker die Saugkraft.

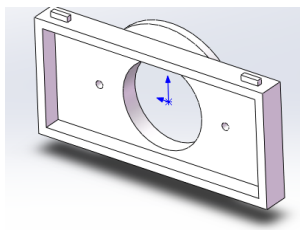


Abbildung 46: Zubehörteil 1

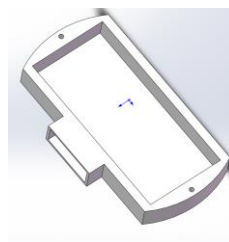


Abbildung 47: Zubehörteil 2

Zubehörteil 1 ist direkt durch Schraube mit Lüfter verbunden. Zwischen Lüfter und Zubehörteil 1 gibt es auch eine Gummi O-Ring, um Dichtheit zu verstärken. Auf der anderen Seite ist einer Filter. Es behindert den Staub vor Eintritt nach Lüfter.

Zubehörteil 1 ist durch Toleranz mit Zubehörteil 2 verbunden. Und Zubehörteil 2 ist als Lufteingang und Staubbehälter zur Verfügung und durch Schraube an Fahrgestell festgelegt.

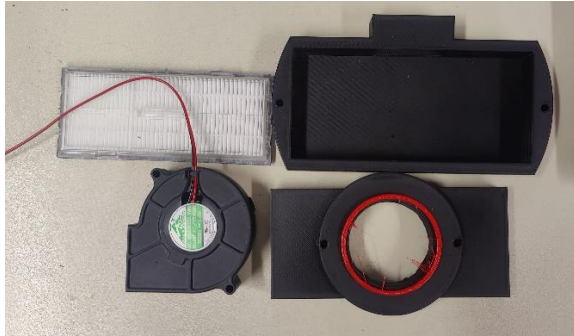


Abbildung 48: Komponenten

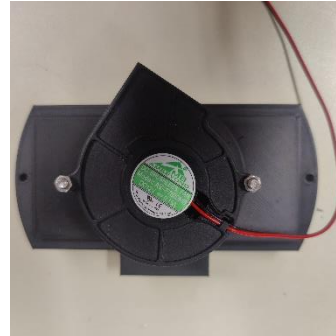


Abbildung 49: Montage

6.2.2 Versuch

Bei diesem Versuch sind die Zubehörteile wie folgender Bild konstruiert. Aber bei diesem Fall gibt es keinen Staubbehälter. Und der zupassende Filter und Lufteingang sehr groß ist, deshalb wird der Unterdruck auch kleiner ist. Und es ist auch schwer, eine gute Lösung für Dichtheit zu treffen.

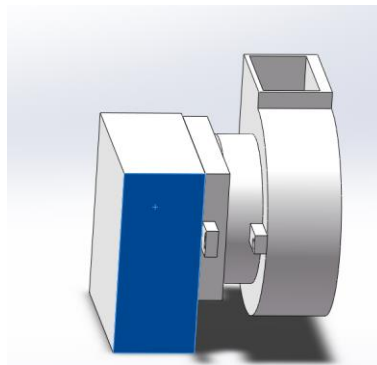


Abbildung 50: Filter, Zubehör und Lüfter

6.3 Elektrische Steuerungskomponente

6.3.1 Klippensensor

1. HC-SR04

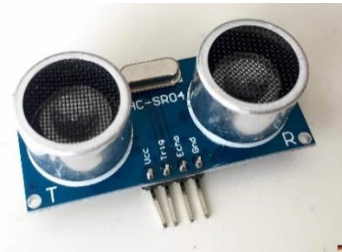


Abbildung 51: Ultraschall-Sensor

Klappensensor ist tatsächlich Abstandssensor. Bei dieser These wird Ultraschall-Sensor eingesetzt. Das Herzstück des Ultraschall-Abstandssensors HC-SR04 sind zwei Ultraschallsensoren. Einer fungiert als Sender und wandelt elektrische Signale in 40-kHz-Ultraschallimpulse um. Der Empfänger wartet auf den gesendeten Impuls. Wenn es sie empfängt, erzeugt es einen Ausgangsimpuls, dessen Breite sich zur Bestimmung der Distanz des Impulses verwenden lässt. Die geringe Größe des Sensors erleichtert den Einsatz in jedem Robotikprojekt und bietet eine hervorragende berührungslose Bereichserkennung zwischen 2 cm und 400 cm (ca. 1 Zoll bis 13 Fuß) mit einer Genauigkeit von 3 mm. Da es mit 5 Volt betrieben wird, kann es direkt an einen Arduino oder einen anderen 5-V-Logik-Mikrocontroller angeschlossen werden.

Alles beginnt, wenn ein Impuls von mindestens 10 μ S (10 Mikrosekunden) Dauer an den Auslösestift angelegt wird. Acht Ultraschallimpulse wandern durch die Luft, weg vom Sender. Gleichzeitig geht der Echo-Pin auf High und der Beginn des Echosignals beginnt sich zu bilden.

Wenn diese Impulse nicht zurückreflektiert werden, läuft das Echosignal ab und kehrt nach 38 Millisekunden (38 Millisekunden) auf Low zurück. Ein Impuls von 38 ms zeigt also an, dass im Bereich des Sensors keine Blockade vorliegt. Wenn diese Impulse zurückreflektiert werden, geht der Echo-Pin auf Low, wenn das Signal empfangen wird. Dadurch entsteht ein Impuls, dessen Breite zwischen 150 μ S und 25 mS variiert, je nachdem, wie lange es dauert, das Signal zu empfangen. Aus der Breite des empfangenen Impulses wird dann die Entfernung zum reflektierenden Objekt berechnet.

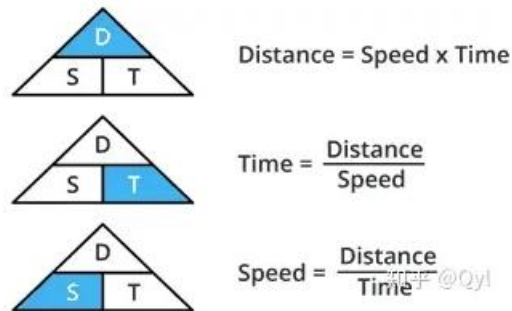


Abbildung 52: Formel der Abstand

2. Festlegung

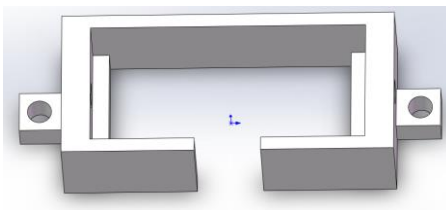


Abbildung 53: Zubehör



Abbildung 54: Montage

Der Sensor wird durch Toleranzen am gedruckten Teil befestigt und gemeinsam mit der Schraube an Fahrgestell festgelegt.

6.3.2 Kollisionssensor



Abbildung 55: v-156-1c25

Mikroschalter sind häufig verwendete elektronische Komponenten, die auch als „Mikroschalter“, „Endschalter“ oder „Kontaktschalter“ bekannt sind. Es besteht normalerweise aus einem Federkontakt und einem beweglichen Kontakt. Wenn der Kontakt einer äußeren Kraft ausgesetzt wird, wird der bewegliche Kontakt verschoben und dadurch der Zustand des Schalters geändert. Mikroschalter werden in elektronischen Geräten, mechanischen Geräten, Automobilen, Haushaltsgeräten und anderen Bereichen eingesetzt. Es zeichnet sich durch geringe Größe, geringes

Gewicht, hohe Zuverlässigkeit, feinfühligem Betrieb, lange Lebensdauer usw. aus und kann die Schaltersteuerungsaufgabe auf kleinem Raum erledigen.

An der Vorderseite des Fahrgestells befinden sich zwei drehbare Crash-Schallwände, die durch Schraube miteinander verbunden sind. Wenn die Schallwand auf ein Objekt trifft, kann ein Mikroschalter gedrückt werden, um ein Signal zu senden.

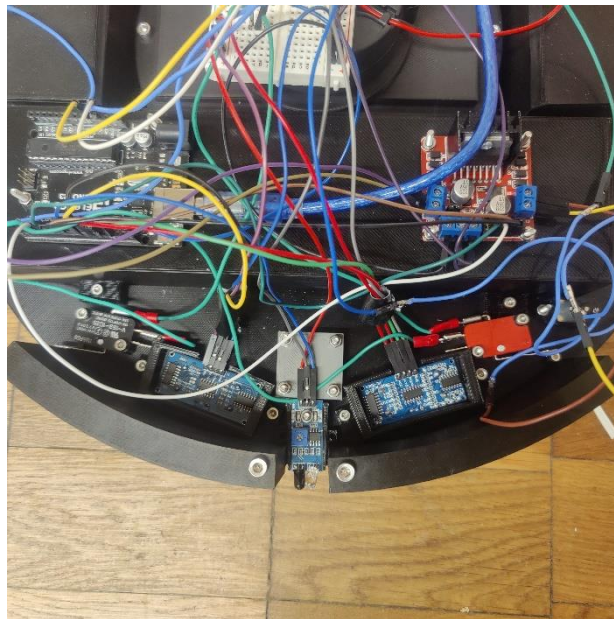


Abbildung 56: Festlegung der Sensoren

6.3.3 Infrarot-Sensor

Das Hauptarbeitsprinzip des Infrarot-Hindernisvermeidungssensors besteht darin, die Eigenschaften von Infrarotstrahlen zur Erkennung der Umgebung zu nutzen. Unter normalen Umständen sendet der Sensor Infrarotsignale an die Umgebung. Wenn sich in der Nähe Hindernisse befinden, reflektieren die Hindernisse einen Teil der Infrarotsignale und senden sie zurück an das Empfangsrohr des Sensors. Nachdem der Sensor das reflektierte Signal empfangen hat, wird es erzeugt ein entsprechendes Spannungssignal.

Es wird an der Vorderseite des Roboters installiert. Hindernisse direkt vor Ihnen drücken den Anfahrschutz möglicherweise nicht im richtigen Winkel zusammen.

Wenn sich direkt vor ihm ein Hindernis befindet, kann es im Voraus ein Signal empfangen, um eine Kollision zu vermeiden.



Abbildung 57: Infrarot-Sensor

6.3.4 Motorantrieb

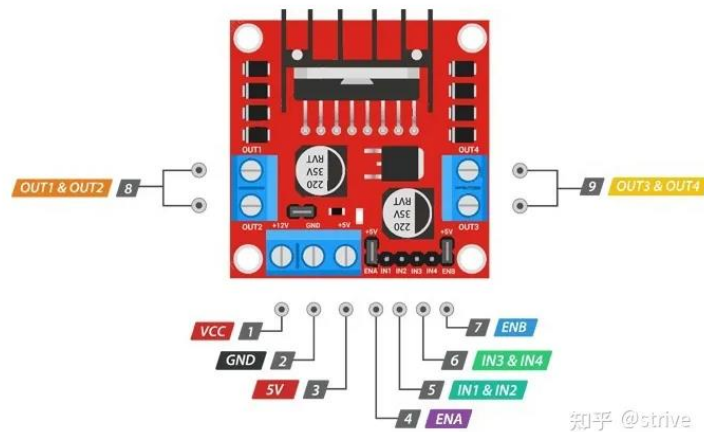


Abbildung 58: L298N

Durch die Steuerung des E/A-Eingangsanschlusses am Hauptsteuerchip passt der L298N die Ausgangsspannung direkt über das Netzteil an, um die Vorwärtsdrehung, Rückwärtsdrehung und den Stopp des Motors zu realisieren. Er verfügt über eine integrierte 5-V-Stromversorgung, Es ist also nicht erforderlich, einen 5-V-Eingang von außen anzuschließen. Dann wird der 5-V-Anschluss zu einem 5-V-Ausgang

1 Schnittstelle ist 12-V-Eingang, 2-Schnittstelle ist Masse, 3-Schnittstelle ist 5-V-Ausgang. Die Schnittstellen 8 und 9 können jeweils einen Gleichstrommotor steuern, die Schnittstellen 4 und 5 steuern den Gleichstrommotor von Schnittstelle

8 und die Schnittstellen 6 und 7 steuern den Gleichstrommotor von Schnittstelle 9.

Die Motorgeschwindigkeit kann auch per PWM angepasst werden.

Motor	Drehung	IN4	IN5	IN6	IN7
M1	Uhrzeigersinn	HIGH	LOW	/	/
	Nicht Uhrzeigersinn	LOW	HIGH	/	/
	Stop	LOW	LOW	/	/
M2	Uhrzeigersinn	/	/	HIGH	LOW
	Nicht Uhrzeigersinn	/	/	LOW	HIGH
	Stop	/	/	LOW	LOW

6.3.5 Arduino

Die Arduino-Steuerplatine kann Sensorsignale empfangen und Hoch- und Tiefpegelsignale ausgeben, um den Motorantrieb zu steuern.

6.4 Programm

```
void setup() {
    pinMode(2, INPUT_PULLUP);
    pinMode(3, INPUT_PULLUP); //Kollisionssensor
    pinMode(4, OUTPUT);
    pinMode(5, OUTPUT);
    pinMode(6, OUTPUT);
    pinMode(7, OUTPUT); //Motorantrieb
    pinMode(8, INPUT); //Infrarot-Sensor
    pinMode(trigPin1, OUTPUT);
    pinMode(echoPin1, INPUT);
    pinMode(trigPin2, OUTPUT);
    pinMode(echoPin2, INPUT); // Ultraschall-Sensor
}
```

Abbildung 59: Pinmode

Insgesamt wird ein Pin verwendet, vier Pins werden für die Motorsteuerung verwendet, vier Pins werden für Ultraschallsensoren verwendet, zwei Pins werden für Mikroschalter verwendet und ein Pin wird für Infrarot-Hindernisvermeidungssensoren verwendet.

```
if(1){digitalWrite(trigPin1, LOW);
delayMicroseconds(5);
// Nachdem das Potenzial des Trigger-Pins stabil ist,
//geben Sie 10 Mikrosekunden lang ein Triggersignal mit hohem Pegel
digitalWrite(trigPin1, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin1, LOW);

pinMode(echoPin1, INPUT);
//Dauer=Dauer des Echosignals mit hohem Pegel
// Die mit der PulseIn-Methode gemessene Zeit wird in Mikrosekunden angegeben
duration1 = pulseIn(echoPin1, HIGH);

// Messentfernung = (Zeit * Schallgeschwindigkeit) / 2
cm1 = (duration1*0.034) / 2;
```

Abbildung 60: Programm für Ultraschall-Sensor

Wenn der Pin trigpin1 auf High-Pegel geht, gibt der Sensor ein Impulssignal aus. Es stoppt nach 10 Mikrosekunden und kehrt auf den niedrigen Pegel zurück. Wenn der Pin echopin1 das vom Kollisionsobjekt zurückreflektierte Impulssignal empfängt, wird es auf einen niedrigen Pegel gesetzt. Pin echopin1 misst die Dauer des High-Pegel-Signals bis zum Low-Pegel, also die Zeit vom Impulssignal bis zur Rückkehr.

```
cm2 = (duration2*0.034) / 2;}
if(cm1>=20)
{digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(6, HIGH);//zurücktreten
delay(1500);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(6, LOW);//Ablenkung
delay(2500);
}
```

Abbildung 61: Programm ausführen

Wenn die Klippenhöhe mehr als 20 cm beträgt, fährt der Roboter zurück und dreht sich.

```
if(K2==LOW){
    digitalWrite(4, HIGH);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(7, HIGH);
    digitalWrite(6, LOW); //zurücktreten
    delay(1000);
    digitalWrite(4, HIGH);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, HIGH);
    digitalWrite(7, LOW); //Ablenkung
    delay(1500);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW); //kurzer Stopp
    delay(500);
}
```

Abbildung 62: Programm ausführen

Wenn der Kollisionssensor, also der Mikroschalter, gedrückt wird, wird der Schaltkreis so angeschlossen, dass er ein Low-Level-Signal an Arduino überträgt. Der Roboter fährt zurück, dreht sich und bleibt kurz stehen, wodurch die Radstabilität verbessert wird.

```
if(K3==LOW){
    digitalWrite(4, HIGH);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(7, HIGH);
    digitalWrite(6, LOW); //zurücktreten
    delay(1000);
    digitalWrite(5, HIGH);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(7, HIGH);
    digitalWrite(6, LOW); //180°-Drehung
    delay(2500);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    delay(500);
}
```

Abbildung 63: Programm ausführen

Nachdem das Infrarot-Empfangsende des Infrarotsensors die zurückgegebenen Infrarotstrahlen empfängt, wechselt das Ausgangsende auf einen niedrigen Pegel und der Arduino empfängt das Signal mit niedrigem Pegel. Der Roboter fährt zurück und dreht sich um 180° .

6.5 Schaltplan

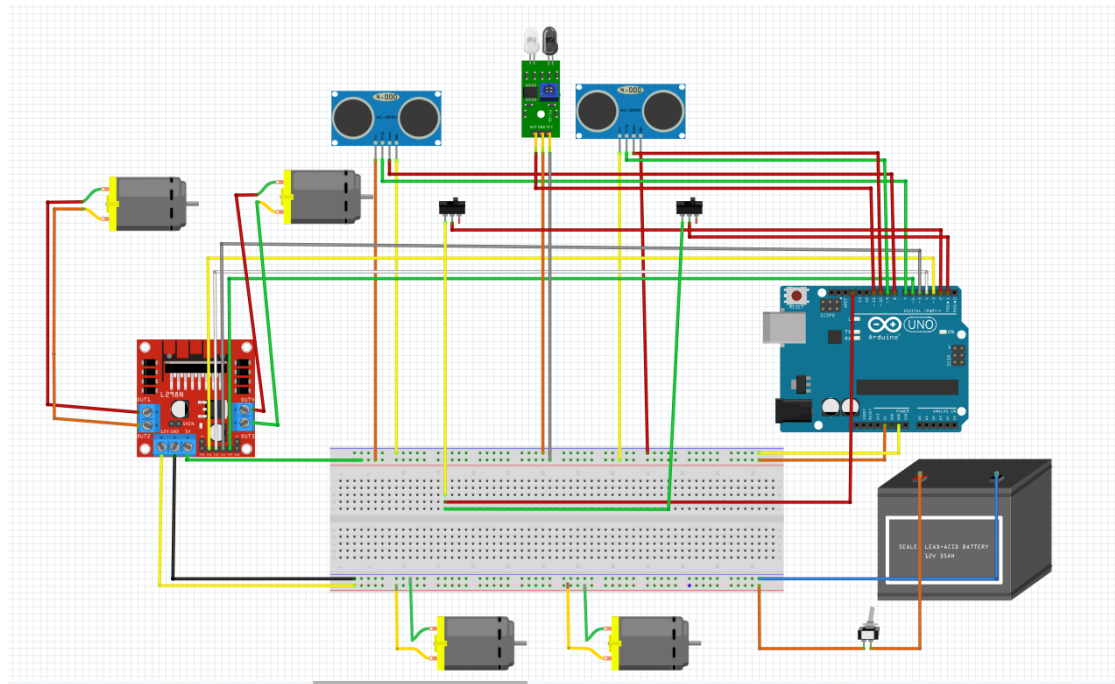


Abbildung 64: Schaltplan

Die 12-V-Batterie versorgt den Motorantrieb und die beiden Motoren mit Strom. Der Motortreiber steuert zwei 12-V-Motoren und gibt 5 V aus, um den Arduino und den Sensor mit Strom zu versorgen. Arduino und der Motortreiber benötigen eine gemeinsame Masse. Arduino empfängt den Signaleingang vom Sensor und gibt das Motorsteuersignal an den Motortreiber aus. Der Mikroschalter empfängt das Low-Level-Signal von Arduino und gibt es zurück an Arduino.

6.6 Bürste und Seitenbürste

6.6.1 Konstruktion

Die Seitenbürsten werden über gedruckte Anschlussstücke direkt mit dem Motor verbunden. Die Walzenbürste ist über Lager an zwei Zubehöerteilen befestigt, und

die Zubehörteile sind mit Schrauben am Fahrgestell befestigt. Der Antrieb der Walzenbürste erfolgt durch das Zahnrad am Zubehör.

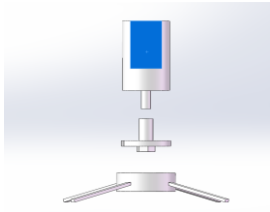


Abbildung 65: Seitenbürste

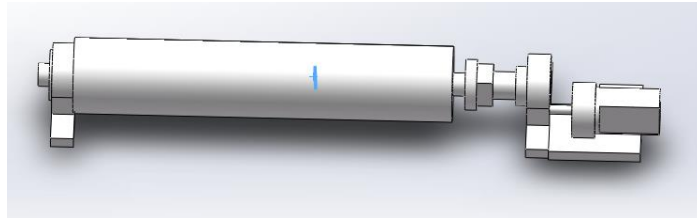


Abbildung 66: Walzenbürste

6.6.2 Fehler

Die Walzenbürstenbaugruppe darf nicht vibrieren und manchmal kann die Walzenbürste nicht am Boden haften, wenn der Roboter fährt

6.7 Fahrgestell und Gehäuse

6.7.1 Konstruktion

Um die Druckzeit zu verkürzen, werden die meisten Module zur Montage in kleine Teile zerlegt. Wenn eine Komponente geändert oder nachgedruckt werden muss, müssen nur kleine Teile nachgedruckt werden. Die meisten Module werden mit Schrauben an den Schraubenlöchern des Chassis befestigt, sodass das Design des Chassis relativ einfach ist und nur die Schraubenlöcher in der richtigen Position und Größe belassen werden müssen.

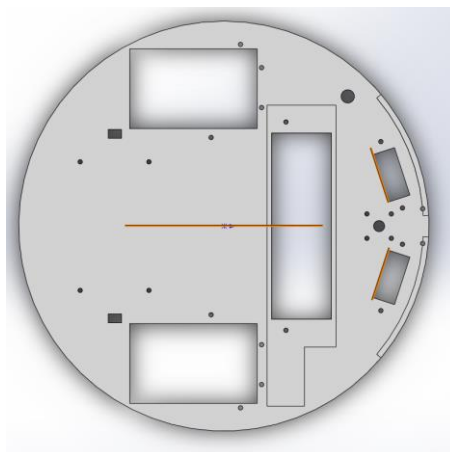


Abbildung 67: Fahrgestell

6.7.2 Versuch

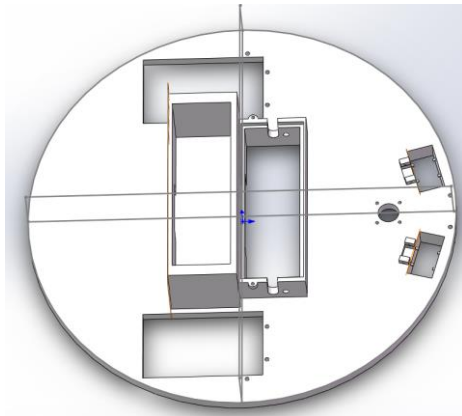


Abbildung 68: Versuch 1

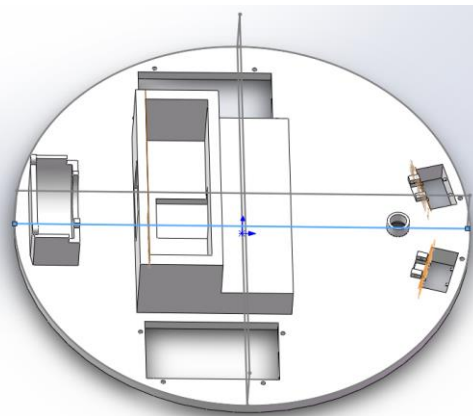


Abbildung 69: Versuch 2

Im alten Design gibt es viele Vorsprünge am Fahrgestell des Wagens. Viele Komponenten, wie zum Beispiel die Staubbehälter und die Komponenten, die den Lüfter halten, sind am Gehäuse befestigt. Dies verlängert nicht nur die Druckzeit erheblich, sondern ist auch für spätere Änderungen und Nachdrucke unpraktisch. Das Design des Fahrgestells sollte einfach sein, um eine einfache Umgestaltung und den Austausch von Komponenten zu ermöglichen.

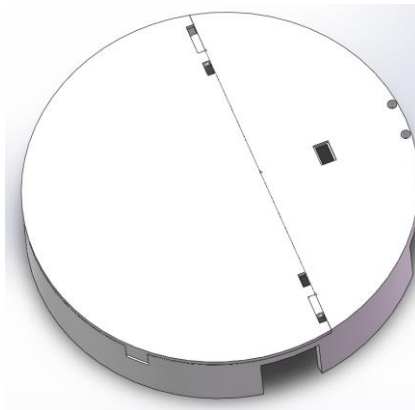


Abbildung 70: Gehäuse

9. Zukunft

9.1 Künftige Verbesserungen an meinem Projekt

- (1) Fügen Sie der Walzenbürste eine Vibrationsfunktion hinzu, damit sie besser mit dem Boden in Kontakt kommt.
- (2) Verwenden Sie mehrere Arduino-Boards statt einem. Eine Steuerplatine steuert einen Sensortyp und die Steuerplatinen können miteinander kommunizieren. Da ein Arduino nur ein Hauptprogramm ausführen kann, erhöht sich die Reaktionszeit des Sensors, wenn der gesamte Empfang und die Rückmeldung aller Sensorsignale in ein Arduino-Hauptprogramm geschrieben werden.
- (3) Der Radbaugruppe wird ein Federungssystem hinzugefügt und die Stabilität des Radsystems wird erhöht.
- (4) Die Komponentengröße wird optimiert, um die interne Struktur kompakter zu gestalten. Ordnen Sie die Kabel an, um die Kabel ordentlicher zu gestalten.

9.2 Künftige Verbesserungen auf dem Gebiet der vierbeinigen bionischen Roboter

1 – Neue Industrien übernehmen Roboter

Der relativ neue Bereich der Automatisierung setzt zunehmend auf Roboter. Das Verbraucherverhalten veranlasst Unternehmen dazu, ihre Produkte und Lieferungen zu personalisieren.

Um dem Arbeitskräftemangel entgegenzuwirken, werden Unternehmen, die zuvor nicht über Automatisierung nachgedacht haben, noch einmal darüber nachdenken. Unternehmen, die auf Servicemitarbeiter angewiesen sind, wie etwa Einzelhandel und Restaurants, können offene Stellen nicht besetzen. Daher erwarten wir von ihnen, dass sie in Automatisierung investieren, um der Kundennachfrage gerecht zu werden. Relativ neue Robotik-Kundenbranchen wie Lieferung und Logistik, Baugewerbe, Landwirtschaft usw. profitieren von der ständig fortschreitenden Technologie.

2 – Bots sind einfacher zu verwenden

Die Implementierung eines Roboters kann eine komplexe Aufgabe sein, aber die neue Generation von Robotern ist einfacher zu bedienen. Ein klarer Trend bei Benutzeroberflächen besteht darin, eine einfache symbolgesteuerte Programmierung und manuelle Steuerung von Robotern zu ermöglichen. Robotikunternehmen und einige Drittanbieter bündeln Hardwarepakete mit Software, um die Implementierung zu vereinfachen. Dieser Trend mag einfach erscheinen, aber Produkte, die sich auf ein vollständiges Ökosystem konzentrieren, bieten einen enormen Mehrwert, indem sie den betrieblichen Aufwand und die Zeit reduzieren.

Der Trend in der kostengünstigen Robotik geht auch in Richtung einfacher Einrichtung und Installation, in einigen Fällen vorkonfiguriert für bestimmte Anwendungen. Lieferanten bieten Standardprogramme in Kombination mit Vorrichtungen, Sensoren und Steuerungen an. Der App Store stellt Programmroutinen für verschiedene Apps bereit und unterstützt den kostengünstigeren Robotereinsatz.

4-Roboter-Sicherheitsproduktion

Dieses rekordverdächtige Wachstum betrifft nicht nur die Robotik – auch Bildverarbeitung, Bewegungssteuerung und Elektromotoren verzeichneten große Zuwächse.

5 – Roboter unterstützen die digitale Automatisierung

Im Jahr 2022 und darüber hinaus werden wir Daten als Schlüsselfaktor für die Zukunft der Fertigung hervorheben. Produzenten werden die von intelligenten automatisierten Prozessen gesammelten Daten analysieren, um fundiertere Entscheidungen zu treffen. Mit der Fähigkeit von Robotern, Aufgaben zu teilen und durch künstliche Intelligenz zu lernen, können Unternehmen intelligente Automatisierung auch einfacher in neue Umgebungen einführen.

Die künstliche Intelligenz von Robotern ist ausgereift und lernende Roboter werden zum Mainstream. [11]

7. Quelle

1. Leitungsverzeichnis

- [1] Erwin Prassler, Arno Ritter, Christoph Schaeffer & Paolo Fiorini "A Short History of Cleaning Robots" Published: December 2000
- [2] <https://de.wikipedia.org/wiki/Staubsauger#Geschichte>
- [3] <https://staubsaugertest.org/geschichte-staubsauger-entwicklung/>
- [4] <http://bester-saugroboter-test.de/saugroboter-fuer-treppen-im-test/>
- [5] "3D-Druck : Praxisbuch für Einsteiger / Thomas Kaffka"
- [6] Boxall, John, 1975- "Arduino-Workshops : Eine praktische Einführung mit 65 Projekten"
- [7] Arduino vs. Raspberry Pi: Einplatinencomputer im Vergleich – IONOS
<https://www.ionos.de/digitalguide/server/knowhow/arduino-vs-raspberry-pi/>
- [8] K. M. Hasan, Abdullah-Al-Nahid and K. J. Reza, "Path planning algorithm development for autonomous vacuum cleaner robots," 2014 International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV), Dhaka, Bangladesh, 2014
- [9] <http://www.taichi-maker.com/homepage/reference-index/arduino-hardware-reference/arduino-uno/>
- [10] <https://www.dein-produkt-berater.de/kueche-haushalt/heizen-kuehlen/ventilatoren/wie-funktioniert-ein-ventilator.html#:~:text=Das%20Grundprinzip%20eines%20Ventilators%20ist%20ein%20fach%3A%20Ein%20Motor,die%20stehende%20Nabe%20in%20die%20Umgebung%20gepumpt%20wird.>
- [11] <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/top-5-robot-trends-2022>

2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <https://staubsaugertest.org/geschichte-staubsauger-entwicklung/>

Abbildung 2: <https://edu.glogster.com/glog/john-thurman/2966b4povw4>

Abbildung 3: electroluxgroup.com

Abbildung 4: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>

Abbildung 5: <https://www.dyson.co.uk/support/journey/guides/00800-01.html>

Abbildung 6: <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0>

Abbildung 7: <https://staubsaugertest.org/geschichte-staubsauger-entwicklung/>

Abbildung 8: <https://de.roborock.com/pages/roborock-s7/>

Abbildung 9: <https://www.youtube.com/watch?v=lcODPSn1lwM&t=318s>

Abbildung 10: <https://de.roborock.com/pages/roborock-s7>

Abbildung 11: <http://bester-saugroboter-test.de/saugroboter-fuer-treppen-im-test/>

Abbildung 12: <https://www.manomano.de/catalogue/p/zubehr-fr-roborock-s7-s7-s7-plus-s7-max-t7s-t7s-plus-roboter-67664179>

Abbildung 13: "3D-Druck : Praxisbuch für Einsteiger / Thomas Kaffka"

Abbildung 14: 3D-Druck - Praxisbuch für Einsteiger, 2. Auflage

Thomas Kaffka

Abbildung 15: K. M. Hasan, Abdullah-Al-Nahid and K. J. Reza, "Path planning algorithm development for autonomous vacuum cleaner robots," 2014

Abbildung 16: K. M. Hasan, Abdullah-Al-Nahid and K. J. Reza, "Path planning algorithm development for autonomous vacuum cleaner robots," 2014

Abbildung 17: K. M. Hasan, Abdullah-Al-Nahid and K. J. Reza, "Path planning algorithm development for autonomous vacuum cleaner robots," 2014

Abbildung 18: K. M. Hasan, Abdullah-Al-Nahid and K. J. Reza, "Path planning algorithm development for autonomous vacuum cleaner robots," 2014

Abbildung 21: Boxall, John, 1975- "Arduino-Workshops : Eine praktische Einführung mit 65 Projekten"

Abbildung 22: K. M. Hasan, Abdullah-Al-Nahid and K. J. Reza, "Path planning algorithm development for autonomous vacuum cleaner robots," 2014

Abbildung 23: K. M. Hasan, Abdullah-Al-Nahid and K. J. Reza, "Path planning algorithm development for autonomous vacuum cleaner robots," 2014

Abbildung 24: [https://www.amazon.de/Youme-Dean-Style-Quadcopter-Hubschrauber-Multi](https://www.amazon.de/Youme-Dean-Style-Quadcopter-Hubschrauber-Multi-Motor/dp/B07Z4SB5FL/ref=sr_1_3?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=2TZ22NX9SIF6I&keywords=7%2C4V+Lipo-Akkus&qid=1680963684&sprex=7+4v+lipo-akkus%2Caps%2C114&sr=8-3)

[Motor/dp/B07Z4SB5FL/ref=sr_1_3?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=2TZ22NX9SIF6I&keywords=7%2C4V+Lipo-Akkus&qid=1680963684&sprex=7+4v+lipo-akkus%2Caps%2C114&sr=8-3](https://www.amazon.de/Youme-Dean-Style-Quadcopter-Hubschrauber-Multi-Motor/dp/B07Z4SB5FL/ref=sr_1_3?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=2TZ22NX9SIF6I&keywords=7%2C4V+Lipo-Akkus&qid=1680963684&sprex=7+4v+lipo-akkus%2Caps%2C114&sr=8-3)

Abbildung 25: https://www.amazon.de/ELEGOO-Mikrocontroller-Hauptplatine-KompatibelEntwicklungsumgebung/dp/B0BJKDQ1VY/ref=sr_1_4?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=22E551RVS3P8Q&keywords=Arduino+uno+R3&qid=1688934231&sprex=arduino+uno+r3%2Caps%2C88&sr=8-42

Abbildung 26: https://www.amazon.de/Youmile-5-Pack-H-Br%C3%BCcke-DC-Schrittmotor-Controller-Modul-Arduino/dp/B07PVYWCXN/ref=sr_1_4_sspa?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=32JTM9ZBXJ2PB&keywords=l298N&qid=1688934756&sprex=l298n%2Caps%2C118&sr=8-4-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&psc=1

Abbildung 27: https://www.amazon.de/dp/B07G26QX98/ref=sspa_dk_detail_3?psc=1&pd_rd_i=B07G26QX98&pd_rd_w=NBZkM&content-id=amzn1.sym.ae2317a0-2175-4285-af64-66539858231f&pf_rd_p=ae2317a0-2175-4285-af64-66539858231f&pf_rd_r=01YG1GFJ507MMH7YBGQA&pd_rd_wg=m1YEO&pd_rd_r=43411b4a-2699-4e80-af42-b55b71f1a789&s=diy&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhZWw

Abbildung 28: https://www.amazon.de/Getriebemotor-Hochdrehmoment-elektrische-Geschwindigkeitsreduzierung-Au%C3%9Fendurchmesser/dp/B07KC7FGJQ/ref=sr_1_2_sspa?__mk_de_DE=%C

3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=3FOJZJR2PI2XZ&keywords=1
2v+dc+motor+20mm&qid=1688935997&s=diy&sprefix=12v+dc+motor+20mm%2Cd
iy%2C88&sr=1-2-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&psc=1
Abbildung 44: <https://de.wikipedia.org/wiki/Ventilator>