

# **Pflichtenheft im fachübergreifenden Projekt**

## **Saugroboter**

Teammitglieder: Leila Oppermann, Ala Al-Khazzan, Leon Wagner, Marc Zimmermann

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Christian Müller

Produkt: Saugroboter

Ort, Datum: Berlin, 24.05.2022

## Version Historie

*Tabelle 1: Versionshistorie*

Version	Datum	Verantwortlich	Änderung
0.1	10.05.2022	Marc	Überblick, Hauptziele
0.2	10.05.2022	Leon	Workflow A
0.3	10.05.2022	Leila	Kostenplanung
0.4	11.05.2022	Ala	Verzeichnis vorhandener Dokumente Annahmen und Abgrenzungen, Hardwareliste
0.5	17.05.2022	Ala Marc Leila	Use-Case-Diagramm Workflow B Modulabhängigkeiten
0.6	22.05.2022	Leon  Marc Leila Ala	Anpassung Workflow A Funktionalität 7 Funktionalität 1 und 2 Funktionalität 5 und 6 Funktionalität 3 und 4
0.7	22.05.2022	Leon	Projektplan
<b>1.0</b>	<b>24.05.2022</b>	<b>Leila, Ala, Leon, Marc</b>	<b>Abgabe</b>

## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	III
Abbildungsverzeichnis .....	III
Verzeichnis vorhandener Dokumente .....	IV
<b>1 Überblick .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Hauptziele .....</b>	<b>2</b>
<b>3 Annahmen und Abgrenzungen .....</b>	<b>3</b>
<b>4 Workflow .....</b>	<b>4</b>
<b>5 Funktionalität .....</b>	<b>6</b>
5.1 Überblick .....	6
5.2 Funktion 1 Auffangbehälter überprüfen .....	7
5.3 Funktion 2 Auffangbehälter leeren .....	7
5.4 Funktion 3 Akkustand überprüfen .....	8
5.5 Funktion 4 Akku aufladen .....	8
5.6 Funktion 5 Saugroboter einschalten .....	9
5.7 Funktion 6 Saugprozess starten .....	9
5.8 Funktion 7 Saugroboter ausschalten .....	10
<b>6 Offene Fragen .....</b>	<b>11</b>
<b>7 Modulabhängigkeiten .....</b>	<b>12</b>
<b>8 Hardwareliste .....</b>	<b>13</b>
<b>9 Wer hat was gemacht .....</b>	<b>17</b>

## Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Workflow für den Programmablauf .....	4
Abbildung 2: Workflow für den Gebrauch (vor und nach dem Saugen) .....	5
Abbildung 3: Use-Case Diagramm der Funktionen .....	6

## Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Versionshistorie .....	I
Tabelle 2: Verzeichnis vorhandener Dokumente .....	IV
Tabelle 3: Hauptziele für den Saugroboter .....	2
Tabelle 4: Fachliche und technische Annahmen an das Projekt .....	3
Tabelle 5: Abgrenzungen vom Projekt .....	3
Tabelle 6: Funktion 1 Auffangbehälter überprüfen .....	7
Tabelle 7: Funktion 2 Auffangbehälter leeren .....	7
Tabelle 8: Funktion 3 Akkustand überprüfen .....	8
Tabelle 9: Funktion 4 Akku aufladen .....	8
Tabelle 10: Funktion 5 Saugroboter einschalten .....	9
Tabelle 11: Funktion 5 Saugprozess starten .....	9
Tabelle 12: Funktion 7 Saugroboter ausschalten .....	10
Tabelle 13: Auflistung offener Fragen .....	11
Tabelle 14: Auflistung der Modulabhängigkeiten .....	12
Tabelle 15: Auflistung der Hardwarekomponenten .....	13
Tabelle 16: Aufteilung der bearbeiteten Kapitel .....	17

## Verzeichnis vorhandener Dokumente

Die hier angegebenen Unterlagen werden im Pflichtenheft referenziert.

*Tabelle 2: Verzeichnis vorhandener Dokumente*

Dokument	Autor	Datum
Lastenheft_Gruppe1.pdf	Leila, Ala, Leon, Marc	26.04.2022
Lastenheft_Gruppe1_CM.pdf (Kommentiert)	Leila, Ala, Leon, Marc + Christian Müller	05.05.2022
Projektplan_Gruppe1.mpp	Leon	24.05.2002
Backlog_Gruppe1.xlsx	Leila, Ala, Leon, Marc	24.05.2002

## **1 Überblick**

Es wird ein instandhaltungsfreundlicher Staubsaugerroboter realisiert. Folgende Funktionen umfasst das Produkt:

Der Saugroboter hat eine Hinderniserkennung, um Objekte zu umfahren. Dafür wird auch ein Bewegungsantrieb verwendet, welcher es ermöglicht auch die Fahrtrichtung des Staubsaugers gezielt zu ändern. Um den Saugmechanismus zu ermöglichen, wird mithilfe eines Ventilators Luft in einen austauschbaren Auffangbehälter gesaugt und anschließend durch einen Luftfilter wieder ohne den Staub hinausgelassen. All das wird durch einen Arduino-Mikroprozessor gesteuert.

Des Weiteren wird der Saugroboter einen Akku besitzen, welcher durch ein 230 V Stromnetz wieder aufladbar ist. Zudem soll auch das Gehäuse leicht zu öffnen sein, um die Instandhaltung zu erleichtern.

## 2 Hauptziele

Im Folgenden sind die Hauptziele des Projektes und deren Implementierung aufgeführt.

*Tabelle 3: Hauptziele für den Saugroboter*

#	Ziel	Beschreibung der Implementierung
1	Senkung der Instandhaltungskosten	<ul style="list-style-type: none"><li>- Standardisierte Bauteile, welche auch leicht verfügbar sind</li><li>- Gerät ist leicht zu öffnen</li><li>- Seltene Notwendigkeit von Reparaturen</li></ul>
2	Steigerung der Nutzungsdauer ohne Reparatur-aufwand	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verringerten Verschleiß bei Gebrauch durch qualitativen Bau des Saugroboters</li></ul>
3	Erarbeitung und Weitergabe von Wissen	<ul style="list-style-type: none"><li>- Durch selbstständiges Erforschen wie ein Saugroboter gebaut wird</li><li>- Eigenbau des Saugroboters</li></ul>

### 3 Annahmen und Abgrenzungen

Im Folgenden wird dargestellt, welche fachlichen und technischen Annahmen für die Umsetzung getroffen werden und was in der Lösung nicht abgebildet wird.

*Tabelle 4: Fachliche und technische Annahmen an das Projekt*

#	Annahmen (fachliche und technische Annahmen)
1	Falls der Akkustand des Saugroboters niedrig ist, sollte eine Person den Akku für den nächsten Gebrauch wiederaufladen.
2	Bei Verwendung des Saugroboters sollte der Boden trocken sein.
3	Eine Steckdose mit 230 V ist vorhanden für das Aufladen des Saugroboters.
4	Eine Person ist zum Ein- und Ausschalten des Saugroboters anwesend.
5	Es sind keine Abhänge oder Klippen vorhanden, bei denen der Saugroboter abstürzen kann.
6	Der Auffangbehälter wird händisch ausgetauscht.

*Tabelle 5: Abgrenzungen vom Projekt*

#	Abgrenzungen (Was ist in dieser Lösung nicht enthalten bzw. abgedeckt?)
1	Es gibt keine drahtlose Kommunikation wie z.B. Bluetooth.
2	Es gibt keine App-, Desktop- oder Webanwendung.
3	Das Vorseuchen bzw. die Einspeicherung des zu saugenden Bereiches ist nicht vorgesehen.
4	Der Saugroboter schaltet sich nicht automatisch ein oder aus.



## 4 Workflow

Die Workflows stellen dar, wie das Programm abläuft (siehe Abbildung 1), mithilfe dessen der Saugroboter den Raum reinigt und wie der Roboter vom User bedient wird (siehe Abbildung 2).

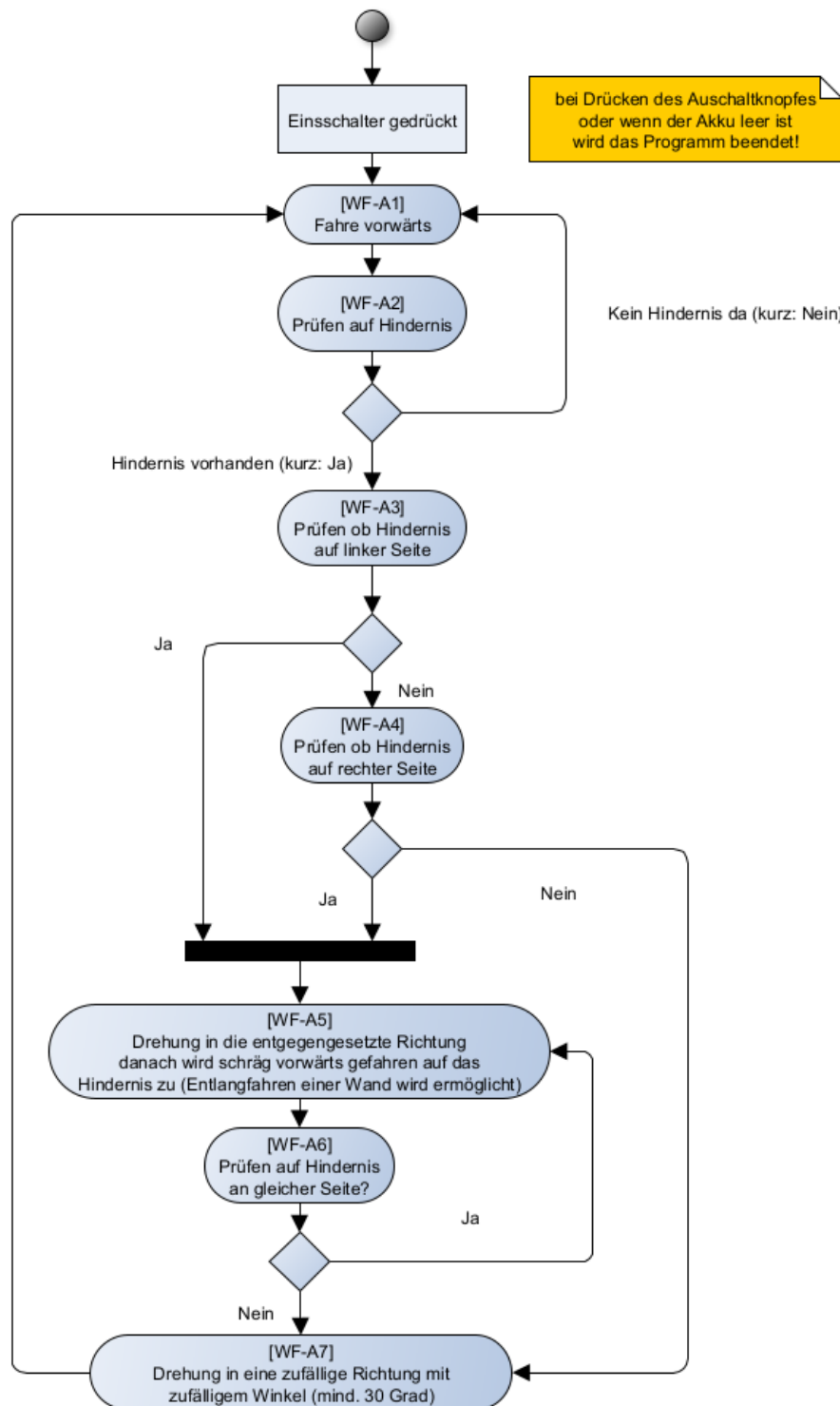


Abbildung 1: Workflow für den Programmablauf

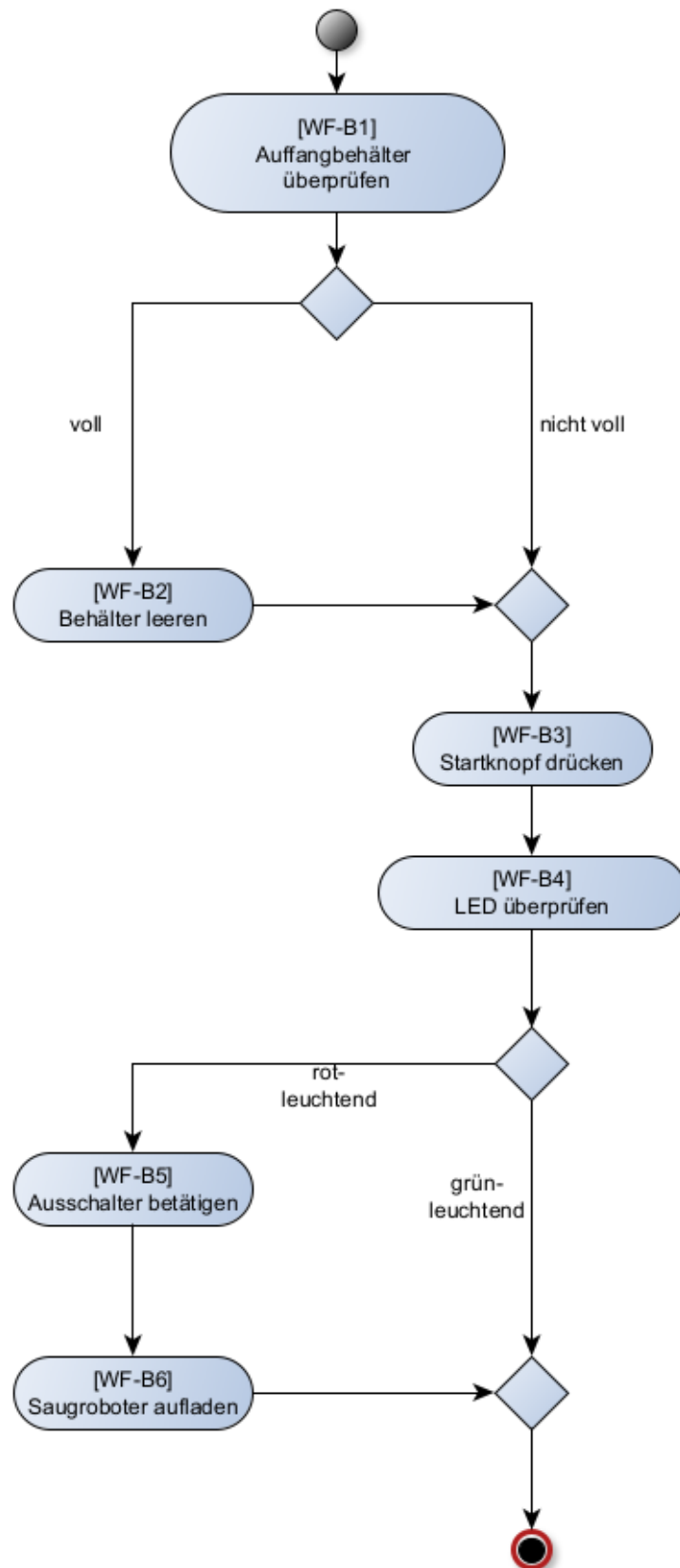


Abbildung 2: Workflow für den Gebrauch (vor und nach dem Saugen)

## 5 Funktionalität

### 5.1 Überblick

Hier werden die grundlegenden Funktionalitäten mittels Use-Case-Diagramm dargestellt und nachfolgend werden die einzelnen Use-Cases detaillierter beschrieben.

Im Diagramm (siehe Abbildung 3) interagiert der User mit dem Saugroboter, in dem er den Auffangbehälter und den Akkustand überwacht und den Roboter ein- oder ausschaltet. Nach dem der Auffangbehälter überprüft wurde, kann es sein, dass bei hoher Füllmenge dieser geleert werden muss. Ähnlich verhält es sich bei niedrigem Akkustand, denn dann muss der Akku geladen werden. Nach dem alles kontrolliert wurde wird nach Einschaltung des Roboters der Saugprozess gestartet.

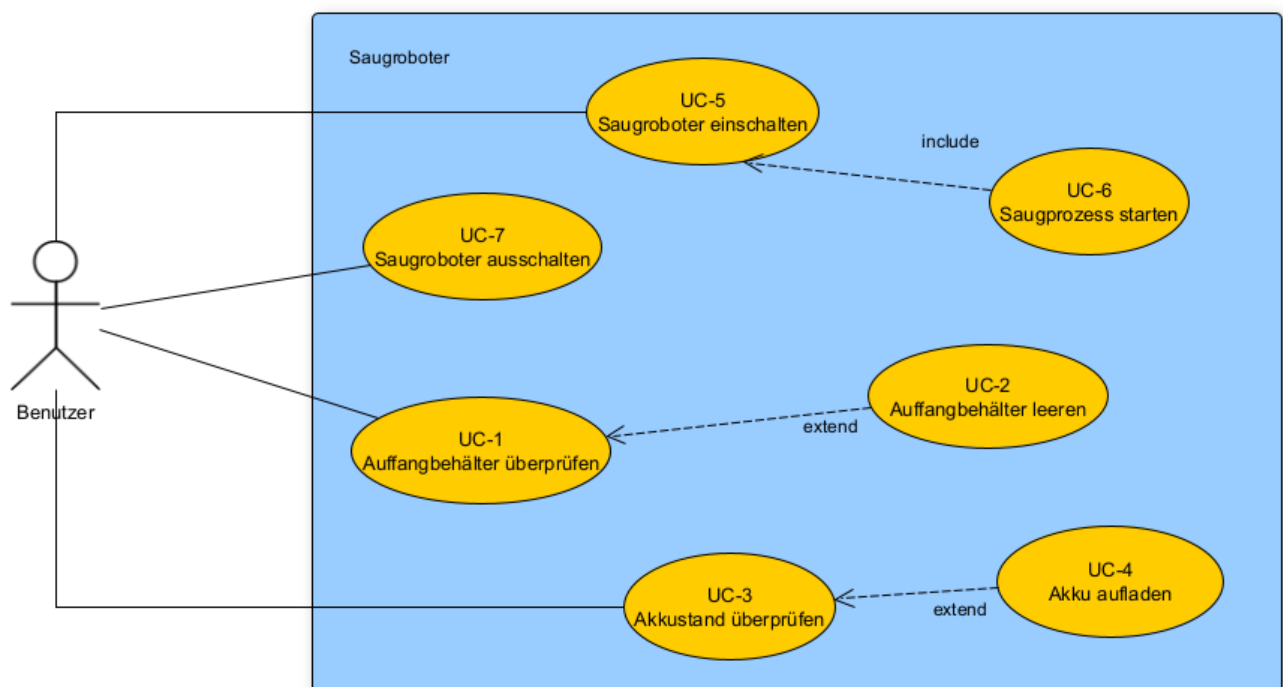


Abbildung 3: Use-Case Diagramm der Funktionen

## 5.2 Funktion 1 Auffangbehälter überprüfen

Tabelle 6: Funktion 1 Auffangbehälter überprüfen

<b>Zweck/Ziel</b>	Herausfinden, ob der Auffangbehälter geleert werden muss, um die Saugleistung optimal zu halten.
<b>Akteur/Auslöser</b>	User
<b>Berechtigung</b>	Der Saugroboter ist Eigentum des Users oder der User hat die Bedienungserlaubnis vom Eigentümer.
<b>UC-Referenz</b>	UC-1; WF-B1
<b>Vorbedingung</b>	Saugroboter ist ausgeschaltet.
<b>Daten-Input</b>	keine
<b>Verarbeitungsschritte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klappe öffnen</li> <li>2. Füllmenge des Auffangbehälters erfassen</li> <li>3. Entscheidung treffen, ob der Behälter voll ist oder nicht</li> </ol>
<b>Ergebnis</b>	Wenn der Auffangbehälter nicht voll ist, dann ist der Saugroboter bereit gestartet zu werden. Anderenfalls siehe UC-2.
<b>Fehlerhandling</b>	Keine
<b>Folgeprozess</b>	Saugroboter einschalten (UC-5) oder Auffangbehälter leeren (UC-2).
<b>Out of Scope</b>	Keine Anzeige, die Auskunft über die Füllmenge gibt.
<b>Anforderung</b>	FA-4.1, KA-1.1
<b>Release</b>	1.0
<b>Test-Cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Testen, ab welcher Füllmenge der Saugroboter noch mindestens 30 min "Saugzeit" leistet. Dabei soll es zu keinem Leistungsabfall in einem durchschnittlich staubigen Raum kommen.</li> </ul>

## 5.3 Funktion 2 Auffangbehälter leeren

Tabelle 7: Funktion 2 Auffangbehälter leeren

<b>Zweck/Ziel</b>	Saugleistung optimal halten.
<b>Akteur/Auslöser</b>	User
<b>Berechtigung</b>	Der Saugroboter ist Eigentum des Users oder der User hat die Bedienungserlaubnis vom Eigentümer.
<b>UC-Referenz</b>	UC-2; WF-B2
<b>Vorbedingung</b>	Bei dem UC-1 wurde bei der Überprüfung festgestellt, dass der Auffangbehälter voll ist.
<b>Daten-Input</b>	Auffangbehälter = voll
<b>Verarbeitungsschritte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Auffangbehälter herausnehmen</li> <li>2. Inhalt ausleeren</li> <li>3. Auffangbehälter wieder einsetzen</li> <li>4. Klappe schließen</li> </ol>
<b>Ergebnis</b>	Der Saugroboter ist bereit gestartet zu werden.
<b>Fehlerhandling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wenn der Behälter falsch eingesetzt wurde, dann kann der Saugroboter nicht gestartet werden.</li> </ul>
<b>Folgeprozess</b>	Saugroboter einschalten (UC-5).
<b>Out of Scope</b>	Kein automatisches Entleeren des Auffangbehälters.
<b>Anforderung</b>	KA-1.1, NA-1.6
<b>Release</b>	1.0
<b>Test-Cases</b>	keine

## 5.4 Funktion 3 Akkustand überprüfen

Tabelle 8: Funktion 3 Akkustand überprüfen

<b>Zweck/Ziel</b>	Herausfinden, ob der Roboter genug Energie zum Staubsaugen hat.
<b>Akteur/Auslöser</b>	User
<b>Berechtigung</b>	Der Saugroboter ist Eigentum des Users oder der User hat die Bedienungserlaubnis vom Eigentümer.
<b>Referenzen</b>	UC-3; WF-B4
<b>Vorbedingung</b>	Der Startknopf wurde betätigt und die Batterie-LED ist nicht defekt.
<b>Daten-Input</b>	Spannungs- und Stromwert
<b>Verarbeitungsschritte</b>	1. Die Farbe der leuchtenden LED überprüfen
<b>Ergebnis</b>	LED leuchtet entweder grün oder rot.
<b>Fehlerhandling</b>	keine
<b>Folgeprozess</b>	Wenn die LED grün leuchtet, dann wird der Saugprozess gestartet (UC-6). Wenn die LED rotleuchtet, dann wird der Akku geladen (UC-4).
<b>Out of Scope</b>	Anzeige vom genauen Akkustand z.B. 45%
<b>Anforderung</b>	FA-1.2, FA-1.4, KA-1.2
<b>Release</b>	1.0
<b>Test-Cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– LED bei voller Ladung des Akkus überprüfen</li> <li>– LED bei fast leeren Akkustand überprüfen</li> </ul>

## 5.5 Funktion 4 Akku aufladen

Tabelle 9: Funktion 4 Akku aufladen

<b>Zweck/Ziel</b>	Dem Roboter Energie für das Staubsaugen zur Verfügung stellen.
<b>Akteur/Auslöser</b>	User
<b>Berechtigung</b>	Der Saugroboter ist Eigentum des Users oder der User hat die Bedienungserlaubnis vom Eigentümer.
<b>Referenzen</b>	UC-4; WF-B6
<b>Vorbedingung</b>	Der Akkustand wurde geprüft und der Saugroboter ist ausgeschaltet
<b>Daten-Input</b>	Spannungs- und Stromwert
<b>Verarbeitungsschritte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Akku mit Ladegerät, welches an 230 V Stromnetz angeschlossen ist, über die Akkuanschlussöffnung im Gehäuse verbinden</li> <li>2. Akku angeschlossen lassen, bis er vollgeladen ist</li> <li>3. Nach Aufladung, das Ladegerät vom Akku trennen</li> </ol>
<b>Ergebnis</b>	Akku ist vollgeladen.
<b>Fehlerhandling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kann der Akku nicht aufgeladen werden, so muss dann möglicherweise ein neuer Akku bestellt werden.</li> </ul>
<b>Folgeprozess</b>	Saugroboter einschalten (UC-5)
<b>Out of Scope</b>	Anzeige vom genauen Akkustand z.B. 45%.
<b>Anforderung</b>	FA-1.2, FA-1.4, KA-1.2, KA-1.6
<b>Release</b>	1.0
<b>Test-Cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die LED leuchtet grün, nachdem 80% des Akkus geladen wurde.</li> <li>– Akku wird aufgeladen und Saugroboter kann daraufhin gestartet werden.</li> </ul>

## 5.6 Funktion 5 Saugroboter einschalten

Tabelle 10: Funktion 5 Saugroboter einschalten

<b>Zweck/Ziel</b>	Stromversorgung des Saugroboters und seiner Komponenten.
<b>Akteur/Auslöser</b>	User
<b>Berechtigung</b>	Der Saugroboter ist Eigentum des Users oder der User hat die Bedienungserlaubnis vom Eigentümer.
<b>Referenzen</b>	UC-5; WF-B3
<b>Vorbedingung</b>	Der Akkustand ist nicht zu niedrig und die Hardware ist nicht defekt.
<b>Daten-Input</b>	Stromkreis geschlossen
<b>Verarbeitungsschritte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ein-Schalter durch User betätigt</li> <li>2. Stromkreis geschlossen</li> <li>3. Stromversorgung von Arduino, Sensoren &amp; Aktoren durch Akku</li> <li>4. Einschalten der grünen Kontrollleuchte</li> </ol>
<b>Ergebnis</b>	Arduino, Sensoren & Aktoren sind bereit, selbstständig den Raum abzufahren & zu saugen.
<b>Fehlerhandling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bei niedrigem Akkustand leuchtet LED rot, dadurch bleibt der Saugroboter nicht lange eingeschaltet.</li> <li>– Leuchtet keine LED beim Einschalten, so muss der Akkustand oder die Hardwareverbindung geprüft werden.</li> </ul>
<b>Folgeprozess</b>	Saugprozess starten (UC-6).
<b>Out of Scope</b>	Kein automatisches oder remote ein- und ausschalten.
<b>Anforderung</b>	FA-1.1, FA-1.2, KA-1.5
<b>Release</b>	1.0
<b>Test-Cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Start mit geladenem Akku und mit fast leerem Akku</li> <li>– Start mit losem Verbindungskabel an Sensor oder Arduino</li> </ul>

## 5.7 Funktion 6 Saugprozess starten

Tabelle 11: Funktion 5 Saugprozess starten

<b>Zweck/Ziel</b>	Saugen des Raumes bis der Saugroboter ausgeschaltet wird.
<b>Akteur/Auslöser</b>	User
<b>Berechtigung</b>	Zugang zum Saugroboter
<b>Referenzen</b>	UC-6; WF-A1 bis WF-A7
<b>Vorbedingung</b>	Saugroboter eingeschaltet
<b>Daten-Input</b>	Sensoren übersenden Informationen über mögliche Hindernisse an Arduino
<b>Verarbeitungsschritte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programm startet auf Arduino</li> <li>2. Starten der Hardwarekomponenten</li> <li>3. Hinderniserkennungs-Algorithmus ausführen</li> </ol>
<b>Ergebnis</b>	Raum wird bis zum Ausschalten gesaugt, Staub wird in Auffangbehälter gesammelt.
<b>Fehlerhandling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bei niedrigem Akkustand leuchtet die LED rot</li> <li>– Ist der Akku leer, stoppt der Saugroboter</li> </ul>
<b>Folgeprozess</b>	Saugroboter ausschalten
<b>Out of Scope</b>	Kein Scannen des Raumes
<b>Anforderung</b>	FA-1.3, FA-2.1, FA-2.2, FA-3.1, FA-3.2, FA-4.1, FA-4.2, FA-4.3
<b>Release</b>	1.0
<b>Test-Cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 30 Minuten in einem ca.15m<sup>2</sup> Raum saugen lassen.</li> <li>– Saugroboter fahren lassen bis Akku leer.</li> <li>– Saugroboter vorne, rechts und links Hindernisse in unterschiedlichen Höhen und Breiten in den Weg stellen.</li> </ul>

## 5.8 Funktion 7 Saugroboter ausschalten

*Tabelle 12: Funktion 7 Saugroboter ausschalten*

<b>Zweck/Ziel</b>	Akku sparen zwischen Saugvorgängen und Verschleiß minimieren.
<b>Akteur/Auslöser</b>	User
<b>Berechtigung</b>	Der Saugroboter ist Eigentum des Users oder der User hat die Bedienungserlaubnis vom Eigentümer.
<b>Referenzen</b>	UC-7; WF-B5
<b>Vorbedingung</b>	Der Saugroboter muss vorher eingeschaltet worden sein.
<b>Daten-Input</b>	keine
<b>Verarbeitungsschritte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausschaltknopf betätigen</li> <li>2. Stromfluss wird unterbrochen</li> </ol>
<b>Ergebnis</b>	Der Saugroboter bleibt bis zum erneuten Einschalten des Saugroboters ausgeschaltet.
<b>Fehlerhandling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Obwohl der Ausschaltknopf gedrückt wurde, bleibt der Saugroboter eingeschaltet. Dann schaltet sich der Saugroboter aus (nachdem der Akku leer ist). Daraufhin sollte der Ausschaltknopf ausgetauscht oder durch Öffnen der Karosserie nach der Ursache des Problems gesucht werden.</li> </ul>
<b>Folgeprozess</b>	Ende des Programms.
<b>Out of Scope</b>	Der Saugroboter kann sich nicht von selbst ausschalten, sondern muss händig ausgeschaltet werden. Ausnahmefall: Der Akku wird leer.
<b>Anforderung</b>	FA-1.1, KA-1.5
<b>Release</b>	1.0
<b>Test-Cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Während des Betriebes des Saugroboters den Ausschaltknopf betätigen.</li> </ul>

## 6 Offene Fragen

*Tabelle 13: Auflistung offener Fragen*

#	Problem	Status	Betreuer	Deadline
1	keine	-	Müller	-



## 7 Modulabhängigkeiten

Die Abhängigkeiten der Hardwaremodule voneinander sind im Folgenden tabellarisch dargestellt. Es wird das Modul benannt, die Anzahl der Abhängigkeiten angegeben sowie die Module genannt, zu denen die Abhängigkeit besteht. Des Weiteren wird die Art der Abhängigkeit kurz benannt.


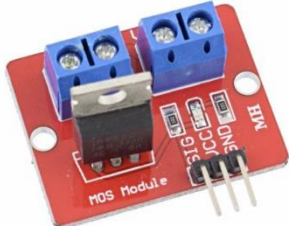
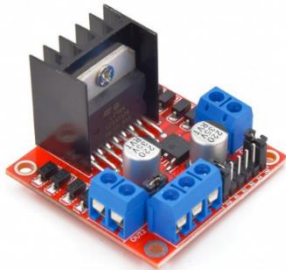


*Tabelle 14: Auflistung der Modulabhängigkeiten*

#	Name	Anzahl Abhängigkeiten	Abhängig von
1	Arduino Uno Board	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromversorgung der Module</li> <li>• Stromversorgung durch Akku</li> <li>• steuert und regelt die Sensoren &amp; Aktoren</li> <li>• Ein- und Ausschalter aktiviert /deaktiviert Arduino</li> </ul>
2	IRF520 MOSFET Driver Module	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuert MOSFET für Motor über Arduino an</li> </ul>
3	H-bridge L298 Dual Motor Driver	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansteuerung des Motors über Arduino</li> </ul>
4	Micro Metall Getriebemotor HP	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MOSFET &amp; Motortreiber regeln Strom &amp; Spannung &amp; Kommunikation mit Arduino</li> <li>• Arduino gibt Signale zu Start, Stopp &amp; Geschwindigkeit</li> </ul>
5	Ventilator AVC BA10033B12G	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino versorgt mit 3 V &amp; gibt Signal zum Ein- und Ausschalten</li> </ul>
6	IR-Bereichs Sensor GP2Y0A41SK0F (4 – 30 cm)	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino versorgt mit 3 V und nimmt Daten entgegen</li> </ul>
7	ZIPPY Compact 1.300 mAh Lipo Pack	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzteil versorgt mit Strom</li> </ul>
8	Filter / Auffangbehälter	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilator erzeugt Luftstrom, der Partikel in Filter gibt, User (zum Wechseln des Filters)</li> </ul>
9	Pushbutton	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akku, Arduino -&gt; registriert Hindernisse, die Infrarot-Sensor nicht sehen kann &amp; gibt Information an Arduino</li> </ul>
10	Ein/Aus Schalter	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akku aufgeladen</li> </ul>


## 8 Hardwareliste

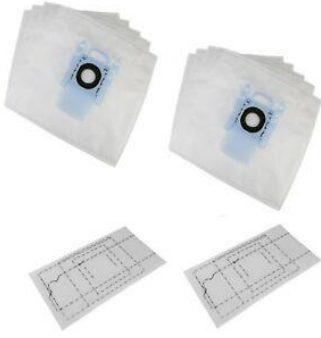



Hier werden die einzelnen Hardwarekomponenten tabellarisch aufgelistet.

*Tabelle 15: Auflistung der Hardwarekomponenten*

#	Name	Anzahl	Bild
1	Arduino Uno Board	1	
2	IRF520 MOSFET Driver Module	1	
3	H-bridge L298 Dual Motor Driver	1	
4	Micro Metall Getriebemotor HP	2	
5	Micro Metall Getriebemotor Halterung Paar	1	

6	Rad-Paar 42x19 mm	1	
7	Ventilator AVC BA10033B12G	1	
8	IR-Bereichs Sensor GP2Y0A41SK0F (4 – 30 cm)	2	
9	ZIPPY Compact 1.300 mAh Lipo Pack	1	
10	LiPo Batterie Ladegerät 3s	1	
11	1k Ohm Widerstand	1	

12	2k Ohm kleiner Potentiometerdrehpot	1	
13	PLA Filament	1	
14	M3 Schrauben mit (3 mm Durchmesser)	20	
15	M3 Muttern	20	
16	Schrauben #8-32 x 2 IN mit Muttern und Unterlegscheiben	2	

17	Filter	1	
18	Kugelroller mit 3/4" aus Plastik oder Metall	1	
19	Pushbutton	2	
20	Ein/Aus Schalter	1	

## 9 Wer hat was gemacht

*Tabelle 16: Aufteilung der bearbeiteten Kapitel*

Autor	Aufgabe/Kapitel	Anteil
Leila	Kap 5 + Kostenplanung	25%
Ala	Kap 3 + Hardwareliste	25%
Marc	Kap 1 & 2	25%
Leon	Kap 4 & Projektplan	25%