
Anleitung zur Inbetriebnahme des Modellautos

Robert Heise - Education4Industry GmbH



Zuletzt aktualisiert: 2022-03-18

Abbildungsverzeichnis

1.1	Übersicht Plattenkomponenten. Im Weiteren werden diese Plattenkomponenten mittels der in der Grafik dargestellten Nummer identifiziert.	2
1.2	Übersicht Servokomponenten für Lenkung. SunFounder SF006C Servo Set: (1) Servomotor, (2) Kipphebel, (5) kürzere Schraube, (6) 2 längere Schrauben. Die Komponenten (3) und (4) werden nicht benötigt, können aber als Ersatzteile dienen.	3
1.3	Übersicht Kleinteile. Gesamtheit und Anzahl aller Schrauben (engl. screws), Muttern (engl. nuts) und Abstandshalter (engl. standoff). (Senkkopfschraube engl.countersunk)	4
1.4	Übersicht Jumperkabel.	5
1.5	Übersicht Leiterplatten und Module. Am Bauteil Robots HATS befindet sich ein Schalter für die Stromversorgung für die Akkus. Das Bauteil Light Follower Module wird nicht benötigt.	6
1.6	Übersicht weiterer Komponenten. Vorderräder (front wheels) und Hinterräder (rear wheels) besitzen unterschiedliche Bauart! Das blaue Bändchen (engl. ribbon) dient der vereinfachten Entnahme der Akkus.	7
1.7	Übersicht Werkzeuge.	7
2.1	Schritt 1: Montage Vorderteil des Chassis.	8
2.2	Schritt 2: Montage der Vorderräder.	9
2.3	Schritt 2: Ansicht rechtes und linkes Vorderrad.	9
2.4	Schritt 3: Montage der Lenkstang.	10
2.5	Schritt 4: Montage der Abstandshalter auf der Basisplatte.	11
2.6	Schritt 5: Montage des Bandes für Batterienentnahme.	12
2.7	Schritt 5: Montage des Batterienfachs.	13
2.8	Schritt 6: Montage weitere Abstandshalter Basisplatte.	14
2.9	Schritt 7: Montage der Leiterplatten und Module.	15
2.10	Schritt 8: Montage des Antriebs 1.	16
2.11	Schritt 9: Montage des Antriebs 2.	17
2.12	Schritt 10: Montage der Hinterräder.	18
2.13	Schritt 11: Anschluss der Stromversorgung.	19
2.14	Schritt 11: Verbindung einzelner Module.	20
2.15	Schritt 11: Anschluss des Servomotors der Lenkung.	21

2.16	Schritt 11: Anschluss der Antriebsmotoren.	22
2.17	Schritt 11: Finaler Zustand aller Anschlüsse.	23
2.18	Schritt 14: Montage des Servomotors für die Lenkung.	25
2.19	Schritt 14: Montage der Lenkung am Servomotor.	26
2.20	Schritt 14: Aufsetzen der Vorderräder.	27
2.21	Schritt 14: Aufsetzen des Vorderteils des Chassis.	27
2.22	Schritt 14: Befestigen des Vorderteils des Chassis.	28
3.1	Montage und Anschluss des Ultraschallmoduls. (A,B) Montage des Moduls, (C) Anschluss an Robot HATS	31
4.1	Montage und Anschluss des Infrarotmodulsmoduls. (A,B) Montage des Moduls, (C) Anschluss an Robot HATS	33

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	i
Inhaltsverzeichnis	ii
1 Materialien	1
1.1 Lieferumfang	1
1.2 Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus	1
1.3 Komponentenliste Bausatz	2
2 Montage des Modellautos	8
2.1 Montage des Chassis	8
2.2 Montage der Lenkung und Vorderräder	23
2.3 Test und Kalibrierung der Motoren und der Lenkung	28
3 Ultraschall-Modul	30
3.1 Montage	30
3.2 Test	31
4 Infrarot-Modul	33
4.1 Montage	33
4.2 Test	34
5 Installation Software	35
5.1 Python 3	35
5.2 Python-Module	35
5.3 Optionales	35
5.4 Autostart eines Programms nach dem Booten des Raspberry Pi	36

1 Materialien

1.1 Lieferumfang

Für die Verwendung in der Projektphase stehen Ihnen folgende Materialien zur Verfügung. Bitte prüfen Sie die Vollständigkeit der Materialien.

- 1 x Modelauto Bausatz Sunfounder PiCar-S
- 1 x Kamera mit CSI-Flachkabel
- 1 x Ladegerät mit 2 Akkus (Lithium-Ionen-Akkus 18650 3.7V)
- 1 x Raspberry Pi Model 4
- 1 x Micro-SD-Karte
- 1 x Anschlusskabel micro-HDMI/HDMI
- Maus, Monitor, Tastatur

1.2 Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus

Gehen Sie bewusst und sorgsam mit den Lithium-Ionen-Akkus um. Bei sachgemäßer Handhabung ist der Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus sicher. Lithium-Ionen-Akkus sind jedoch brennbar und können giftige Gase oder Flüssigkeiten abgeben.

Entnehmen sie die Akkus dem Modelauto, wenn Sie es nicht verwenden und lagern sie diese sorgsam!

- Bei unsachgemäßer Benutzung und Lagerung können lithiumhaltige Batterien und Akkus Brände verursachen.
- Verwenden Sie keine defekten, beschädigten, verformten oder aufgeblähten Akkus.
- Batterien und Akkus gehören nicht in den Hausmüll. Entsorgen Sie Altbatterien und Altakkus sachgerecht in den Sammelboxen im Handel oder bei kommunalen Sammelstellen.

Weitere Hinweise finde Sie auf der Webseite der Bundesumweltamtes.

Link:([https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-für-den-alltag/elektrogeräte/lithium-batterien-lithium-ionen-akkus](https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/elektrogeraete/lithium-batterien-lithium-ionen-akkus))

1.3 Komponentenliste Bausatz

Die folgenden Abbildungen enthalten alle Bauteile und Werkzeuge des Bausatzes des Modellautos. Bitte prüfen Sie die Vollständigkeit. Kleinteile tragen teilweise eine Beschriftung.

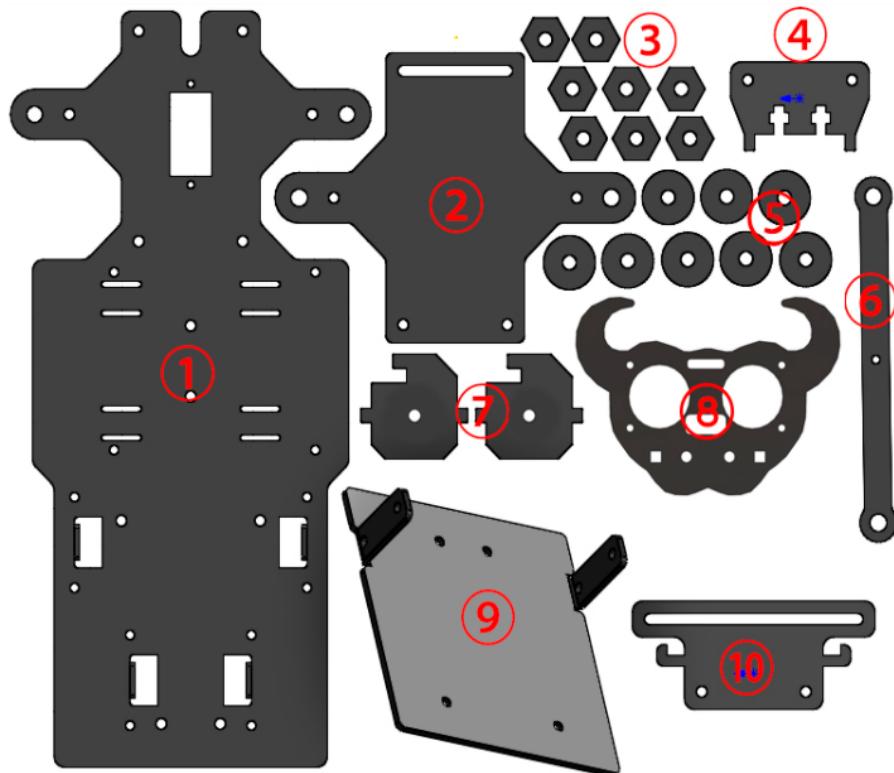


Abbildung 1.1: Übersicht Plattenkomponenten. Im Weiteren werden diese Plattenkomponenten mittels der in der Grafik dargestellten Nummer identifiziert.



Abbildung 1.2: Übersicht Servokomponenten für Lenkung. SunFounder SF006C Servo Set:

- (1) Servomotor, (2) Kipphebel, (5) kürzere Schraube, (6) 2 längere Schrauben.
Die Komponenten (3) und (4) werden nicht benötigt, können aber als Ersatzteile dienen.

Name	Component	Qty.
M2x8 Screw		2
M2.5x6 Screw		4
M2.5x12 Screw		8
M3x8 Screw		8
M3x8 Countersunk Screw		2
M3x10 Screw		9
M3x25 Screw		4
M4x25 Screw		2
M2 Nut		2
M2.5 Nut		12
M3 Nut		23
M4 Self-locking Nut		2
M2.5x8 Copper Standoff		8
M3x25 Copper Standoff		8
4x11x4 F694ZZ Flange Bearing		2

Abbildung 1.3: Übersicht Kleinteile. Gesamtheit und Anzahl aller Schrauben (engl. screws), Muttern (engl. nuts) und Abstandshalter (engl. standoff). (Senkkopfschraube engl.countersunk)

100mm 5-Pin Jumper Wire		1
50mm 4-Pin Jumper Wire		1
50mm 2-Pin Jumper Wire		1
100mm 2-Pin Jumper Wire		1
200mm 5-Pin Jumper Wire		1
200mm 4-Pin Jumper Wire		1
200mm 4-Pin Jumper Wire		1

Abbildung 1.4: Übersicht Jumperkabel.

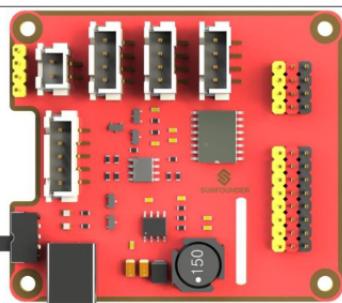
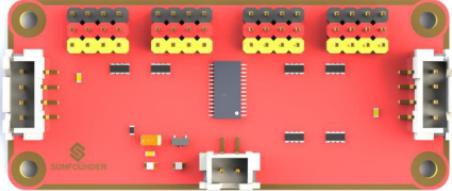
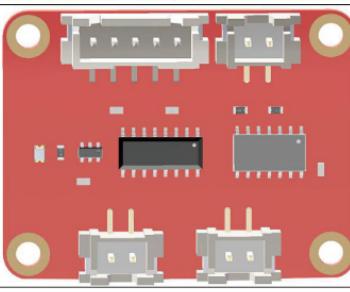
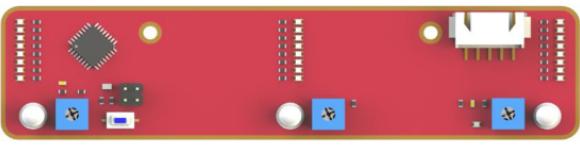
Robot HATS	 A red printed circuit board (PCB) with various electronic components, including a central microcontroller, several yellow header pins, and a small potentiometer labeled '150'.	1
PCA9685 PWM Driver	 A red printed circuit board (PCB) featuring a PCA9685 chip and numerous yellow header pins.	1
Motor Driver Module	 A red printed circuit board (PCB) with two large metal heat sinks, two motor driver chips, and two grey connectors at the bottom.	1
5-CH Line Follower Module	 A red printed circuit board (PCB) with a central microcontroller and several yellow header pins.	1
Ultrasonic Obstacle Avoidance Module	 A red printed circuit board (PCB) designed to look like a steering wheel, with two ultrasonic sensors mounted on it.	1
Light Follower Module	 A red printed circuit board (PCB) with a central microcontroller and several yellow header pins.	1

Abbildung 1.5: Übersicht Leiterplatten und Module. Am Bauteil Robots HATS befindet sich ein Schalter für die Stromversorgung für die Akkus. Das Bauteil Light Follower Module wird nicht benötigt.

2x18650 Battery Holder		1
DC Gear Motor		2
Rear Wheel		2
Front Wheel		2
Ribbon (30cm)		1

Abbildung 1.6: Übersicht weiterer Komponenten. Vorderräder (front wheels) und Hinterräder (rear wheels) besitzen unterschiedliche Bauart! Das blaue Bändchen (engl. ribbon) dient der vereinfachten Entnahme der Akkus.

Cross Screwdriver		1
Cross Socket Wrench		1
M2.5/M4 Small Wrench		1
M2/M3 Small Wrench		1

Abbildung 1.7: Übersicht Werkzeuge.

2 Montage des Modellautos

Eine vollständige Beschreibung des Bausatzes Sunfounder PiCar-S und der Montage steht unter <https://docs.sunfounder.com/projects/picar-s/en/latest/> zur Verfügung oder kann alternativ dem Git-Repository unter https://github.com/sunfounder/SunFounder_PiCar-S entnommen werden. Dieses Kapitel fasst die für die Montage notwendigen Inhalte in deutscher Sprache zusammen.



Bitte beginnen Sie mit dem Ladevorgang der Batterien! Diese werden bereits während des Zusammenbaus des Modellautos benötigt.

2.1 Montage des Chassis

Mittels der folgenden Anleitung kann das Modellauto zusammengebaut werden. Bitte kontrollieren Sie jeden Einzelschritt nach dessen Beendigung sorgfältig.

2.1.1 Schritt 1: Vorderteil des Chassis

An die Plattenkomponente 2 werden unter Verwendung der Muttern M3 die Abstandshalter M3x25 montiert.

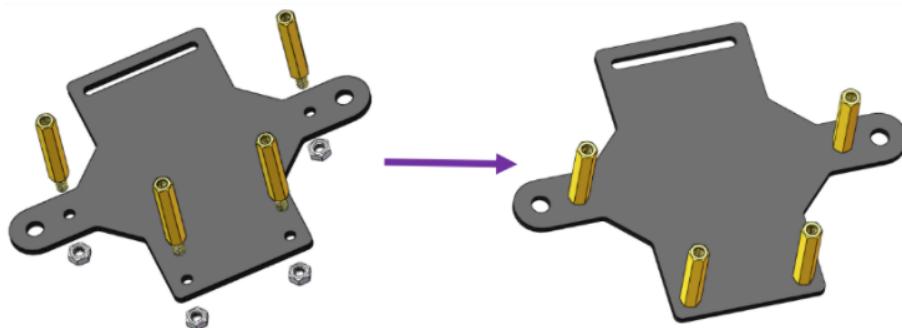


Abbildung 2.1: Schritt 1: Montage Vorderteil des Chassis.

2.1.2 Schritt 2: Vorderräder

Stecken Sie jeweils eine der Schrauben M4x25 durch ein Gleitlager, eine Plattenkomponente 7 sowie jeweils drei der Plattenkomponenten 3 und 5 (siehe Abbild.2.2). Stecken Sie nun ein Vorderrad auf und befestigen es mit einer Mutter M4. Vorderräder und Hinterräder haben unterschiedliche Bauart! Achten Sie auf die Orientierung der Plattenkomponenten 7. Die zwei Plattenkomponente 7 werden für das linke bzw. rechte Rad seitengerecht montiert!



Abbildung 2.2: Schritt 2: Montage der Vorderräder.

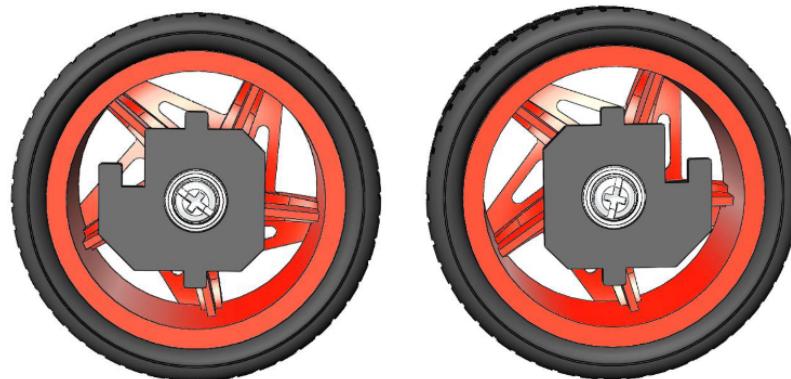


Abbildung 2.3: Schritt 2: Ansicht rechtes und linkes Vorderrad.



Achten Sie auf die Beweglichkeit der Räder. Die Schrauben M4 sollten vorerst leicht festgezogen werden und anschließend soweit gelockert werden, dass sich das jeweilige Rad ohne starken Widerstand gegen die jeweilige Plattenkomponente 7 drehen lässt! Überprüfen Sie die korrekte Orientierung der Plattenkomponente 7 am rechten und linken Vorderrad!

2.1.3 Schritt 3: Lenkung

Die Plattenkomponente 6 wird als Lenkstange mit einer der längeren Schraube der Servokomponenten am Kipphobel 2 (siehe Abbild.1.2) befestigt. Dabei wird das Loch des Kipphobels verwendet, welches am weitesten vom großen Loch des Hebels entfernt ist (siehe Abbild. 2.4). Achten Sie auf die Orientierung des Kipphobels!

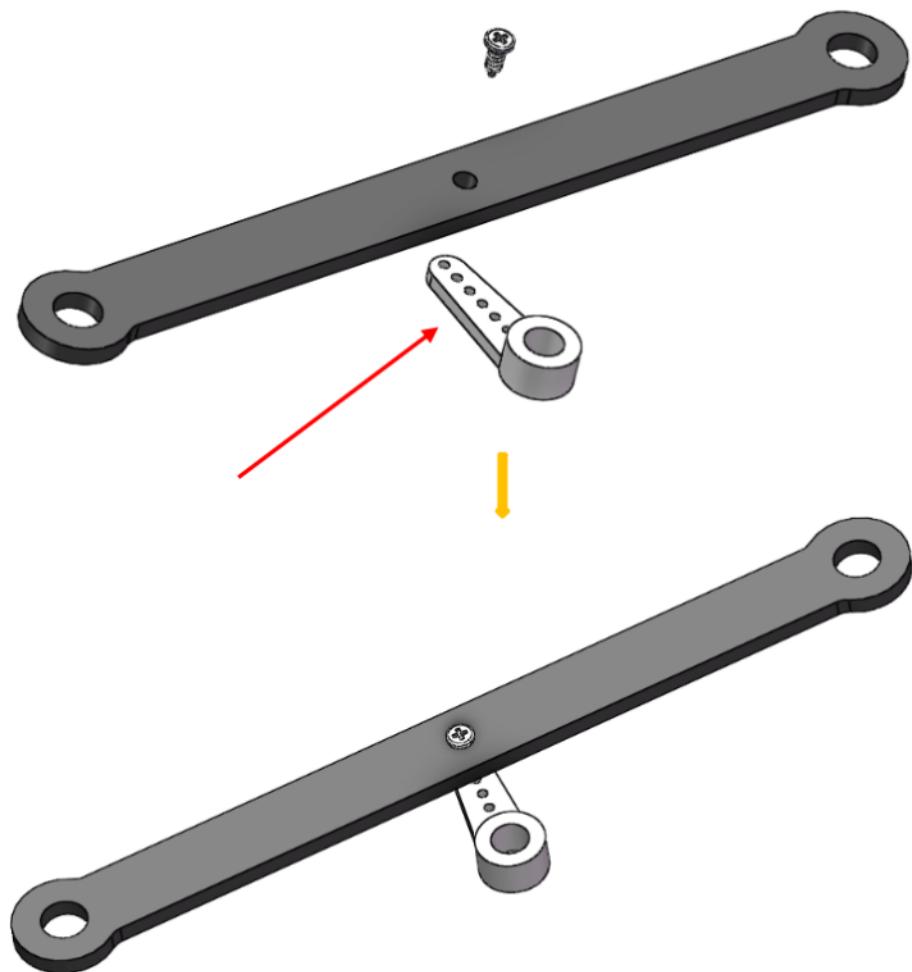


Abbildung 2.4: Schritt 3: Montage der Lenkstang.



Die Schraube sollte vorerst leicht festgezogen werden und anschließend soweit gelockert werden, ob sich der Kipphobel ohne starken Widerstand bewegen lässt! Prüfen Sie die Orientierung des Kipphobels entsprechend der Darstellung!

2.1.4 Schritt 4: Abstandshalter an der Basisplatte des Chassis

Die Abstandhalter M2.5x8 werden mit den Muttern M2.5 auf der Plattenkomponente 1 befestigt. Achten Sie auf die richtige Orientierung der Abstandshalter auf der Platte (siehe Abbild.2.5).

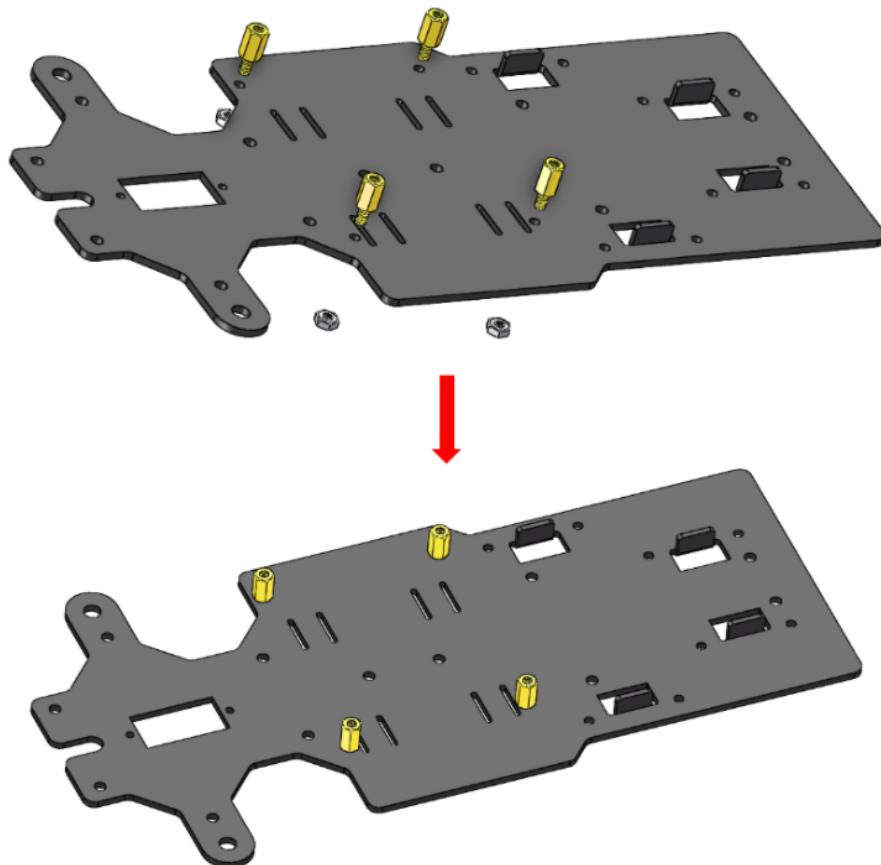


Abbildung 2.5: Schritt 4: Montage der Abstandshalter auf der Basisplatte.

2.1.5 Schritt 5: Batterienfach

In die Basisplatte wird nun das blaue Band, wie in Abbildung 2.6 dargestellt, eingeflochten. Es dient der späteren einfachen Entnahme der Batterien . Achten Sie auf die Orientierung der abstehenden Bänder. Sie zeigen nicht in die Richtung der im vorherigen Schritt befestigten Abstandshalter!

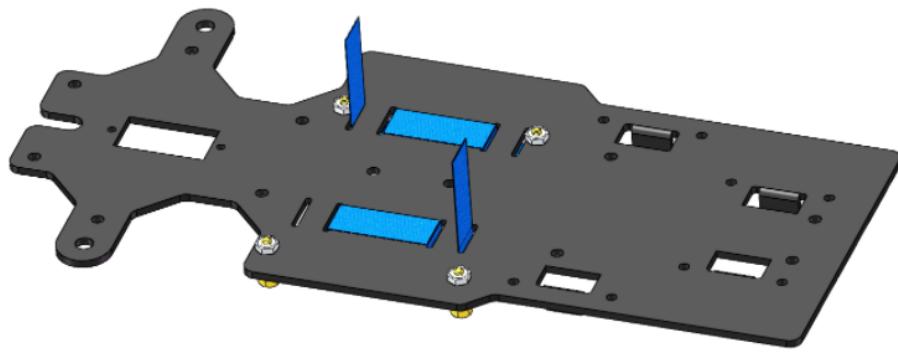


Abbildung 2.6: Schritt 5: Montage des Bandes für Batterienentnahme.



Prüfen Sie die Korrektheit der Austrittspunkte des Bandes! Prüfen sie ebenfalls, dass die herausragenden Bandende in etwa gleich lang sind!

Nun wird das Batteriefach unter Verwendung der Schrauben M3x8 (Senkkopf, engl. countersunk) und den Muttern M3 montiert. Das Batteriefach wird an der Unterseite des Chassis hängen (siehe Abbild.2.7). Achten Sie auf die richtige Orientierung des Anschlusskabels des Batteriefachs! Die bereits befestigten Bänder können nun jeweils in ein Fach für eine Batterie gelegt werden.

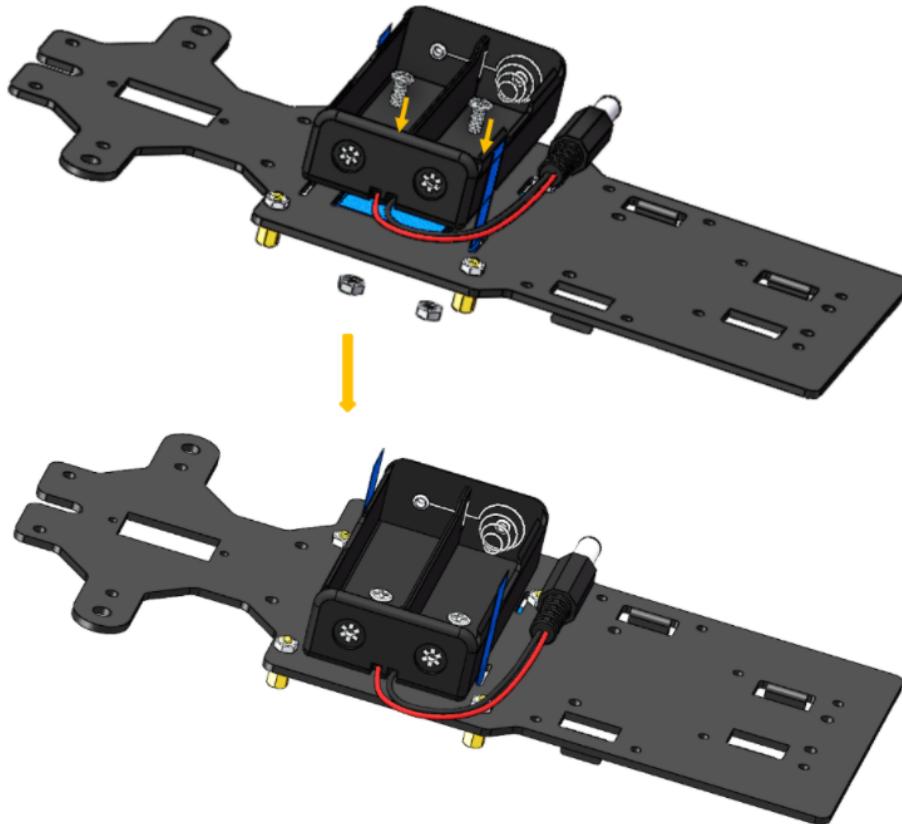


Abbildung 2.7: Schritt 5: Montage des Batterienfachs.



Prüfen Sie die Orientierung des Batteriefachs bezüglich des Kabels!

2.1.6 Schritt 6: Weitere Abstandshalter an der Basisplatte des Chassis

Als nächstes werden die Abstandhalter M3x25 mit den Schrauben M3x8 auf der Basisplatte befestigt. Achten Sie auf die richtige Orientierung der Abstandshalter auf der Platte (siehe Abbildung 2.8).

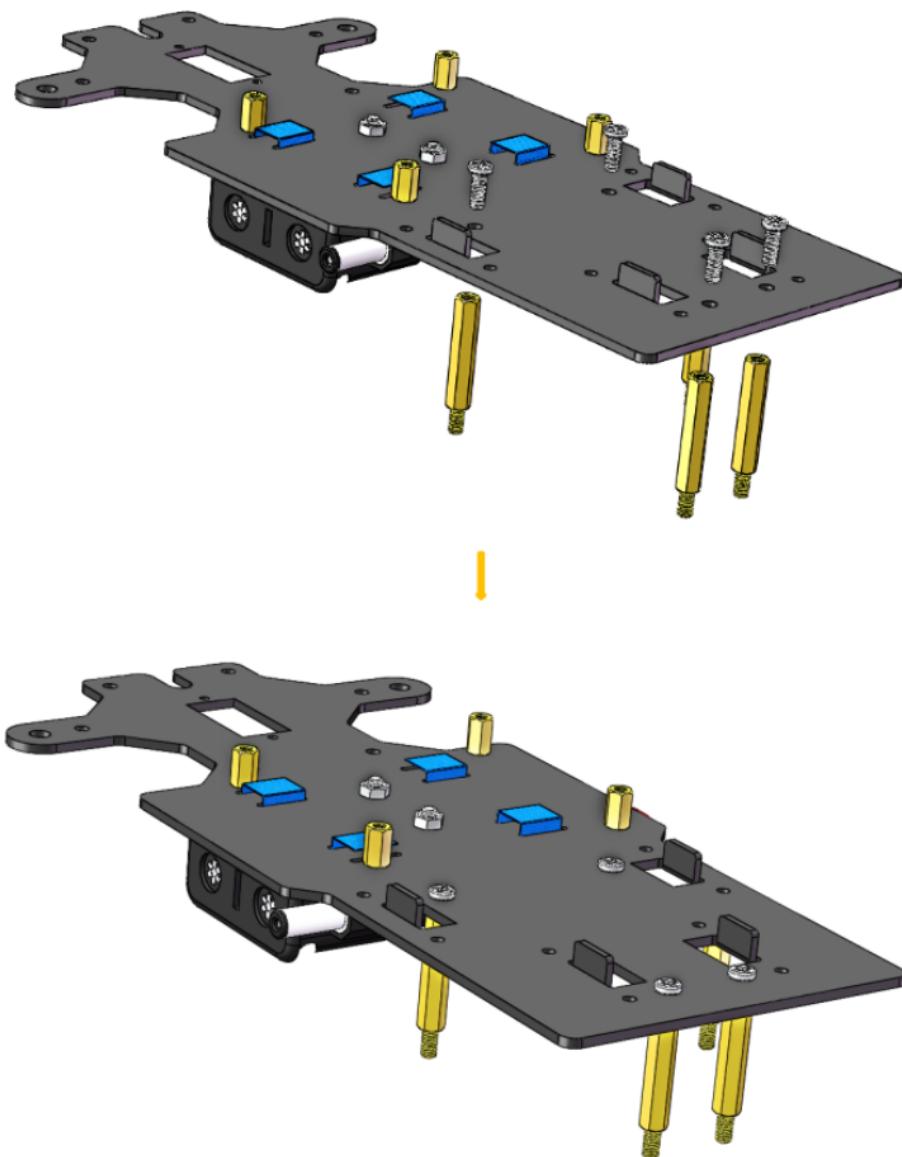


Abbildung 2.8: Schritt 6: Montage weitere Abstandshalter Basisplatte.



Prüfen Sie bitte anhand der Abbildung 2.8 die korrekte Montage aller bisher montierten Bauteile.

2.1.7 Schritt 7: Montage verschiedener Leiterplatten und des Raspberry Pi

Nun werden die Komponenten Raspberry Pi, Robot HATS, PCA9685 PWM Driver und Motor Driver entsprechend der Abbildung 2.9 auf die Oberseite der Basisplatte montiert. Achten Sie wieder auf die korrekte Orientierung! Als erstes wird der Raspberry Pi mittels der Abstandshalter

M2.5x8 auf die bereits montierten Abstandhalter geschraubt. Dann wird die Komponente Robot HATS auf die GPIOs des Raspberry Pi gesteckt und mit vier Schrauben M2.5x6 befestigt. Diese Komponente besitzt einen Schalter für die Stromversorgung durch die Batterien. Die Bauteile PCA9685 PWM und Motor Driver werden jeweils unter Verwendung der Schrauben M2.5x12 und Muttern M2.5 befestigt. Prüfen Sie die Montage anhand der Abbildung 2.9. Dabei sollten vorerst jede der Schrauben durch das jeweilige Loch gesteckt und mit einer Mutter leicht fixiert werden. Wenn alle Schrauben so in Position gehalten werden, können die Muttern sukzessiv fester geschraubt werden, so dass die jeweilige Leiterplatte parallel zur Basisplatte ausgerichtet wird. Ziehen Sie die Muttern nicht zu fest, um die Leiterplatten nicht zu beschädigen oder gar zu brechen!

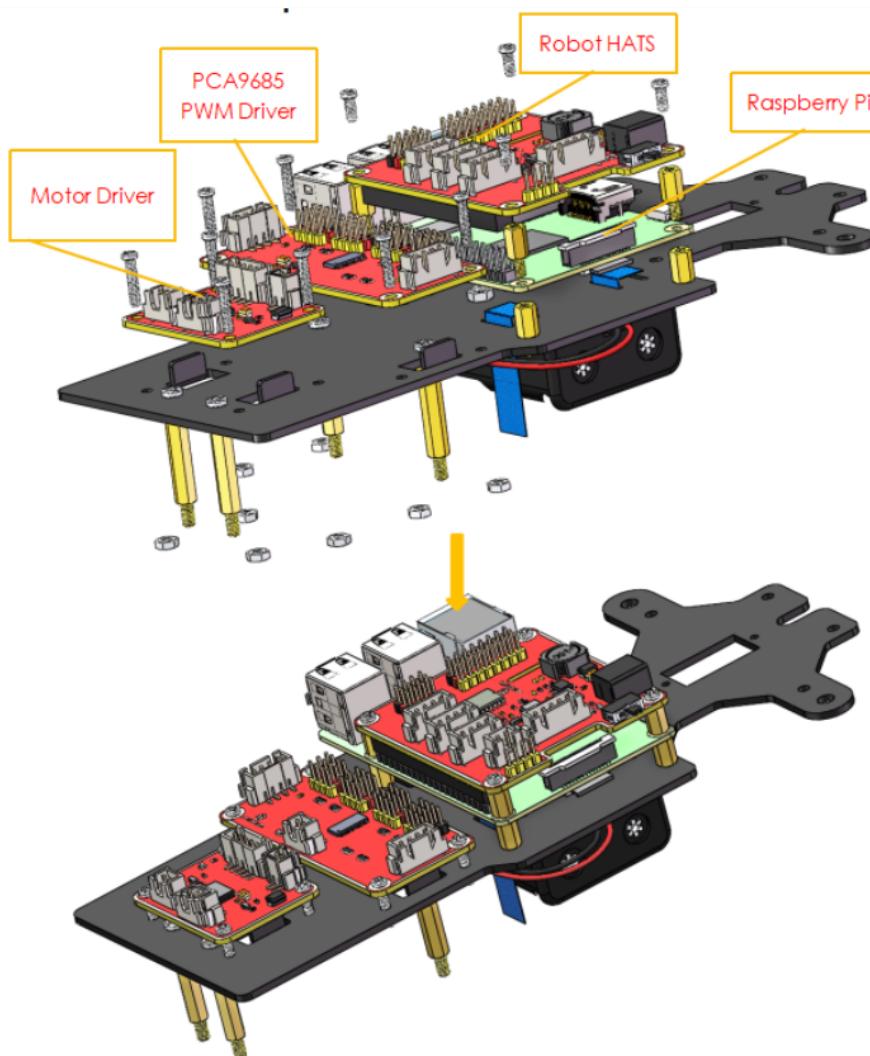


Abbildung 2.9: Schritt 7: Montage der Leiterplatten und Module.



Prüfen Sie bitte anhand der Abbildung 2.9 die korrekte Montage aller bisher montierten Bauteile. Prüfen Sie ebenfalls, ob eine der Leiterplatten oder die Basisplatte durch zu fest angezogenen Schrauben verbogen ist. Lockern Sie diese Schrauben gegebenenfalls.

2.1.8 Schritt 8: Antrieb

Montieren Sie die zwei Motoren jeweils mittels der Schrauben M3x25 und den Muttern M3 an die Plattenkomponente 9. Platzieren Sie die Anschlusskabel zwischen den Motoren.

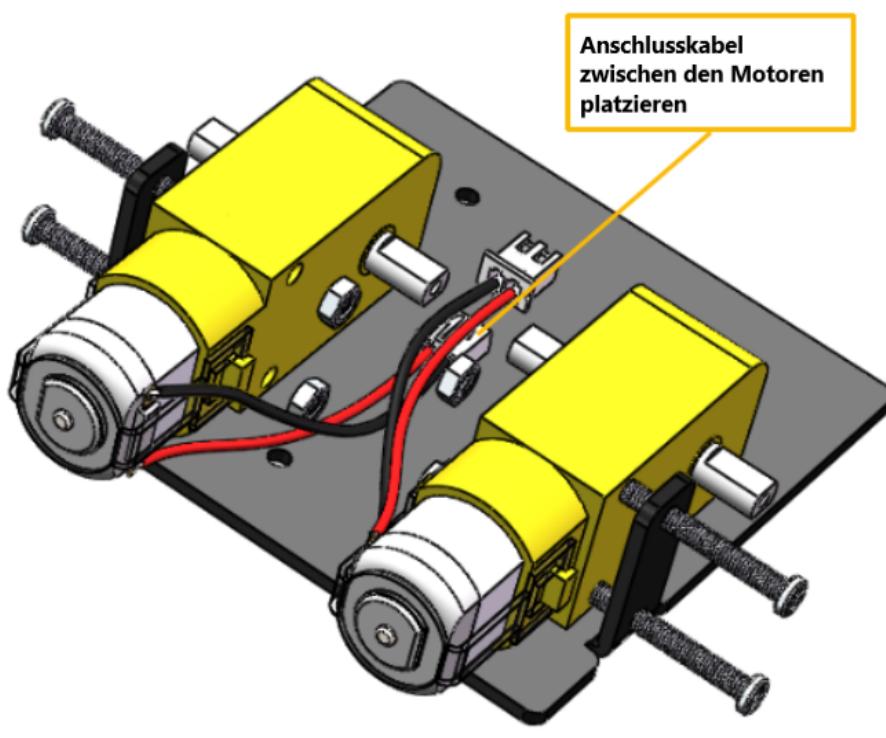


Abbildung 2.10: Schritt 8: Montage des Antriebs 1.

2.1.9 Schritt 9: Verbindung des Antriebs mit der Basisplatte

Die im vorherigen Schritt montierte Platte mit den Motoren wird nun mittels vier Muttern M3 unter der Basisplatte an Abstandshaltern befestigt (siehe Abbild.2.11). Achten Sie darauf, dass dabei die Anschlusskabel der Motoren zwischen den beiden enger zusammenstehenden Abstandshaltern (am hinteren Ende des Autos) wieder nach außen geführt werden und keine Kontakt zu den innenseitigen Wellen der Motoren haben.

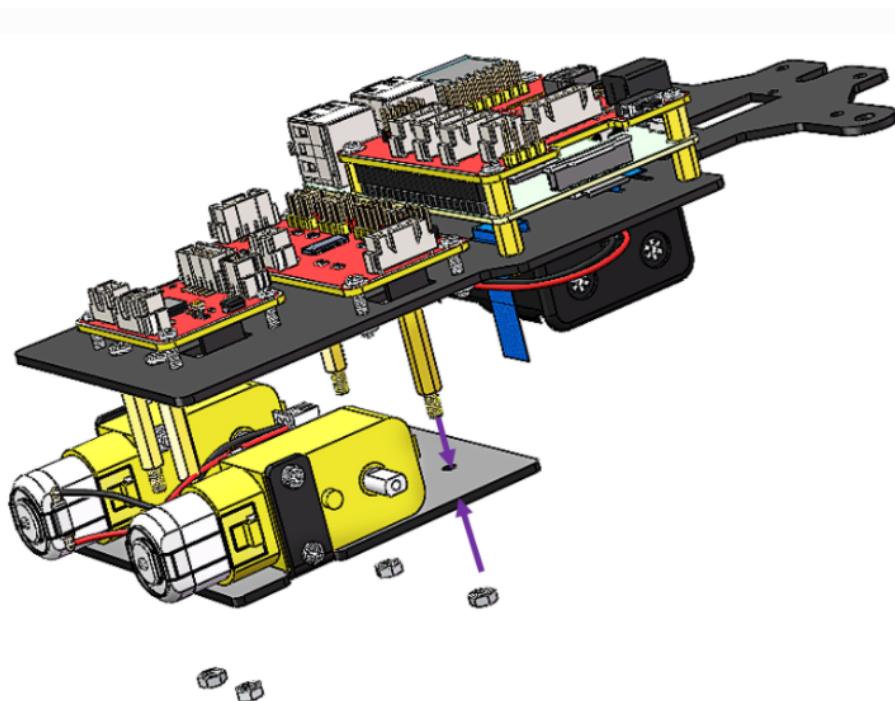


Abbildung 2.11: Schritt 9: Montage des Antriebs 2.

2.1.10 Schritt 10: Anstecken der Hinterräder

Die Hinterräder werden nun vorsichtig auf die Wellen der Motoren gesteckt (siehe Abbild.2.12).

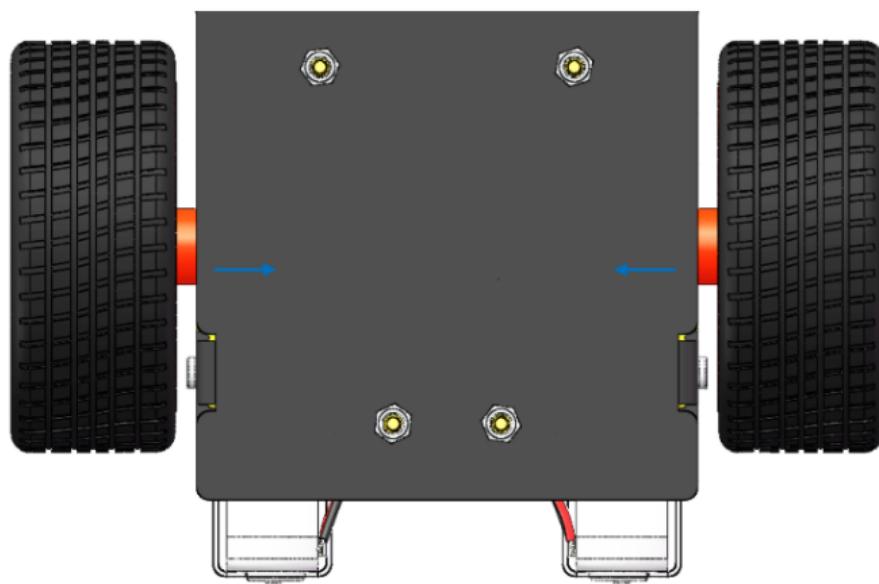


Abbildung 2.12: Schritt 10: Montage der Hinterräder.

2.1.11 Schritt 11: Anschluss der einzelnen Bauteile

Die einzelnen Bauteile werden nun mittels der Jumperkabel verbunden. Die Abbildungen 2.13 bis 2.16 zeigen diese Anschlüsse und die verwendeten Jumperkabel. Schließen Sie die Akkus noch nicht an!

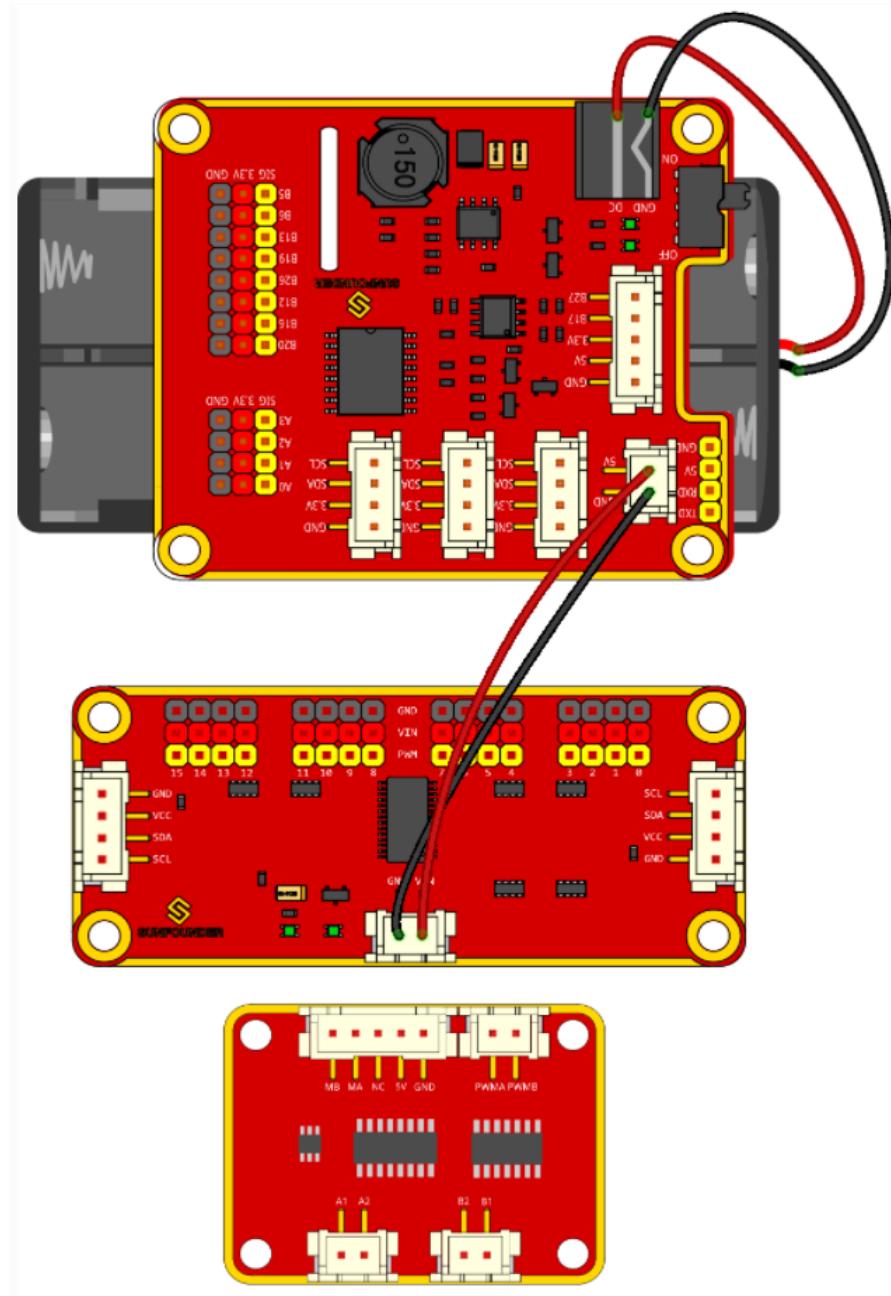


Abbildung 2.13: Schritt 11: Anschluss der Stromversorgung.

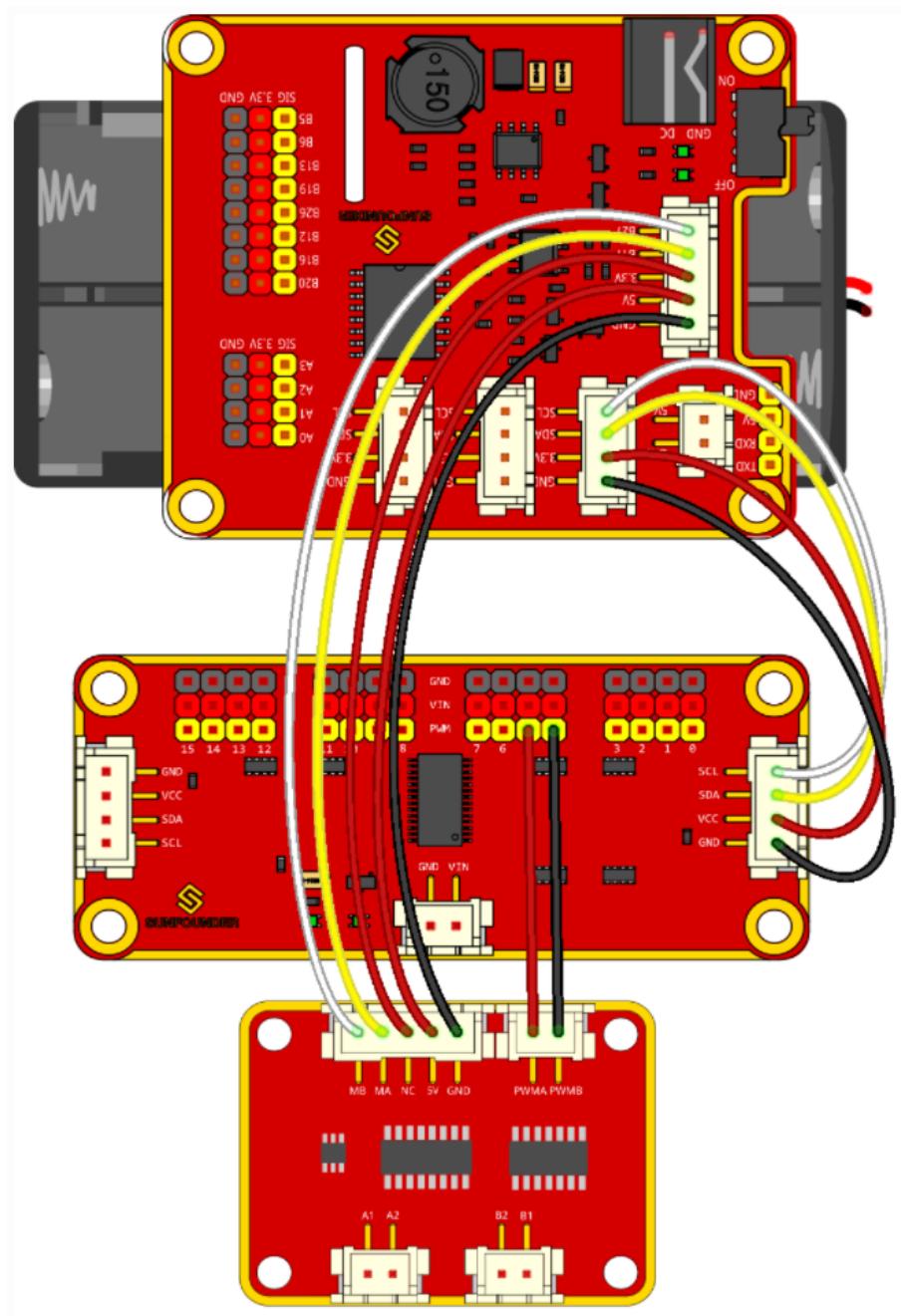


Abbildung 2.14: Schritt 11: Verbindung einzelner Module.

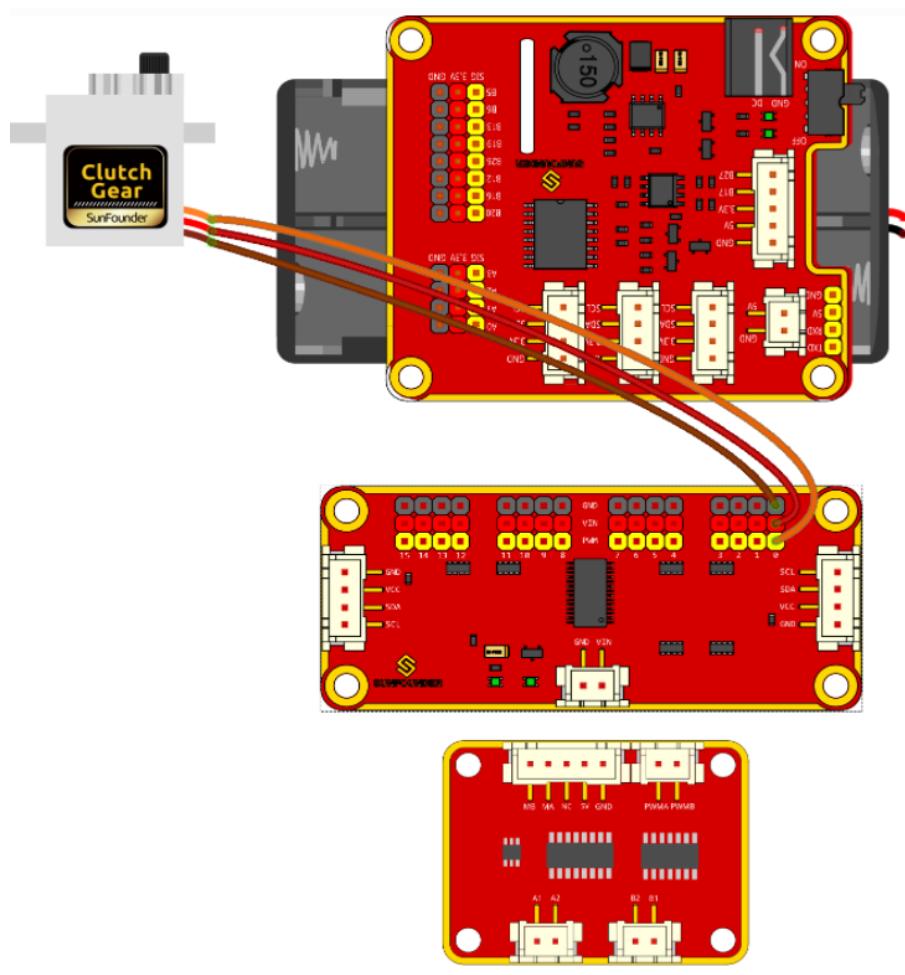


Abbildung 2.15: Schritt 11: Anschluss des Servomotors der Lenkung.

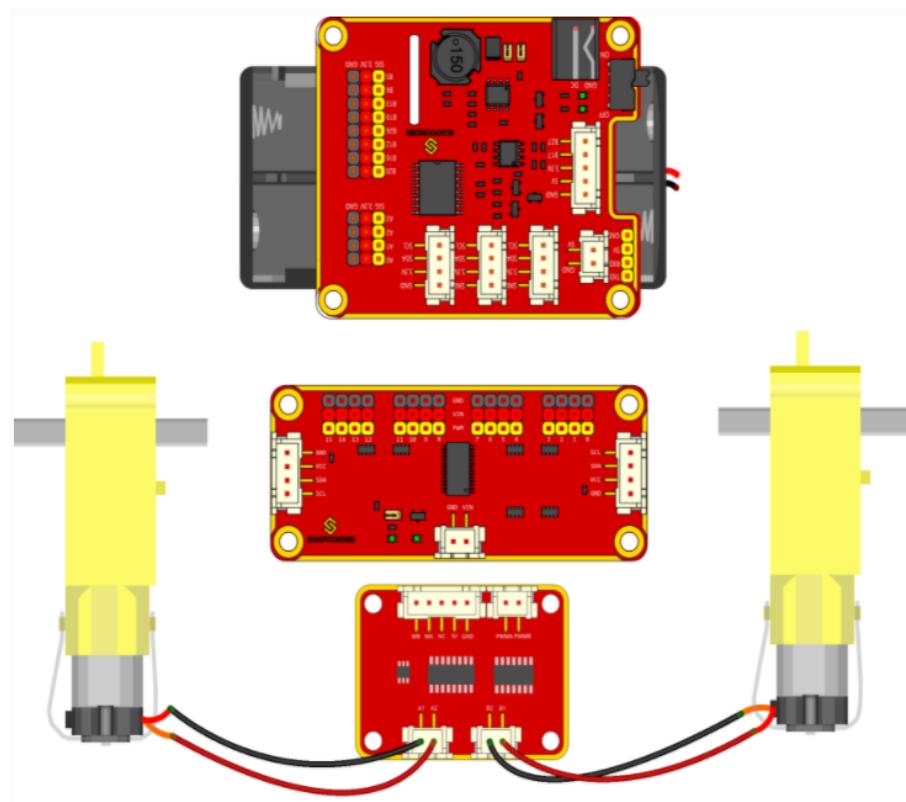


Abbildung 2.16: Schritt 11: Anschluss der Antriebsmotoren.

Die folgende Abbildung 2.16 zeigt die finalen Zustand aller Anschlüsse und dient der Kontrolle.

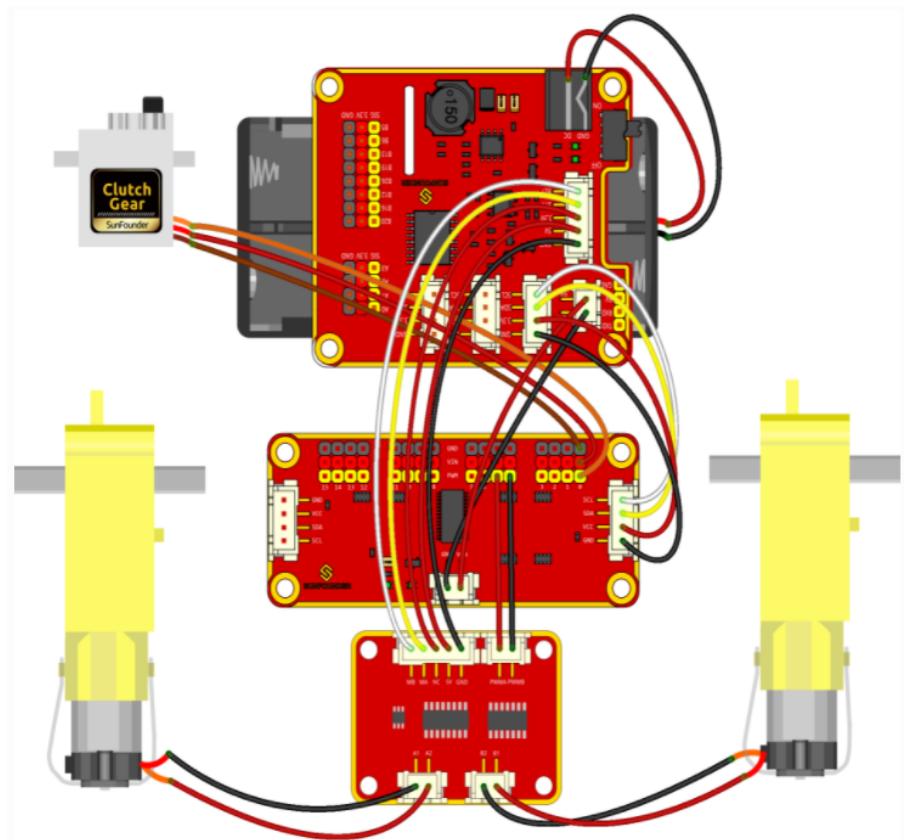


Abbildung 2.17: Schritt 11: Finaler Zustand aller Anschlüsse.

2.2 Montage der Lenkung und Vorderräder

Um das Auto fertigzustellen muss als nächster Schritt der Servomotor für Lenkung konfiguriert und kalibriert werden. Die Konfiguration der Servo erfolgt per Software. Hierfür wird eine Software auf dem Raspberry Pi installiert und verwendet. Zusätzlich müssen einige Konfigurationen am Raspberry Pi vorgenommen werden.

Nehmen sie den Raspberry Pi in Betrieb. Schließen Sie hierzu Maus, Tastatur und Monitor an. Der Raspberry Pi kann im Batteriebetrieb oder im Netzbetrieb betrieben werden. Nutzen Sie zur Schonung der Batterien vorerst den Netzbetrieb.

2.2.1 Schritt 12: Konfigurationen Raspberry Pi

Wählen Sie im Menü des Raspberry Pi den Punkt “Preferences” und klicken auf den Reiter “Raspberry Pi Configuration”. Klicken Sie auf den Reiter “Interfaces”. Aktivieren Sie die Punkte “Kamera”, “SSH” und “I2C”. Schließen Sie den Vorgang mit “Ok” ab.

Alternativ kann man den Befehl `sudo raspi-config` in ein Terminal eingeben, um die Einstellungen aufrufen.

2.2.2 Schritt 13: Installation der Software

Öffnen Sie ein Terminal und geben Sie folgende Befehle nacheinander ein.

```
1 sudo apt-get update  
2 sudo apt-get upgrade  
3 sudo apt-get install python-smbus
```

Die Konfiguration und Kalibrierung der Servo kann mittels zum Projekt gehörender Software erfolgen. Dazu muss diese Software auf den Raspberry Pi kopiert werden. Stellen Sie sicher, dass der Raspberry Pi mit dem Internet verbunden ist. Öffnen Sie ein Terminal und führen die folgenden Kommandos nacheinander aus.

```
1 cd /home/pi/  
2 git clone --recursive -b project_phase_2 https://gitlab.com/u4i/camp2code.git
```

Rebooten Sie den Raspberry Pi und warten Sie bis dieser Vorgang abgeschlossen ist.

Nun steht das Programm “basisklassen.py” zu Verfügung, welches für die weiteren Schritte benötigt wird.

2.2.3 Schritt 14: Montage des Servomotors, der Lenkung und der Vorderräder

Befestigen Sie den Servomotor auf der Basisplatte des Autos mittels der Schrauben M2x8 und der Muttern M2 (siehe Abbild.2.18). Der Servomotor wird von oben in die Basisplatte eingesetzt.

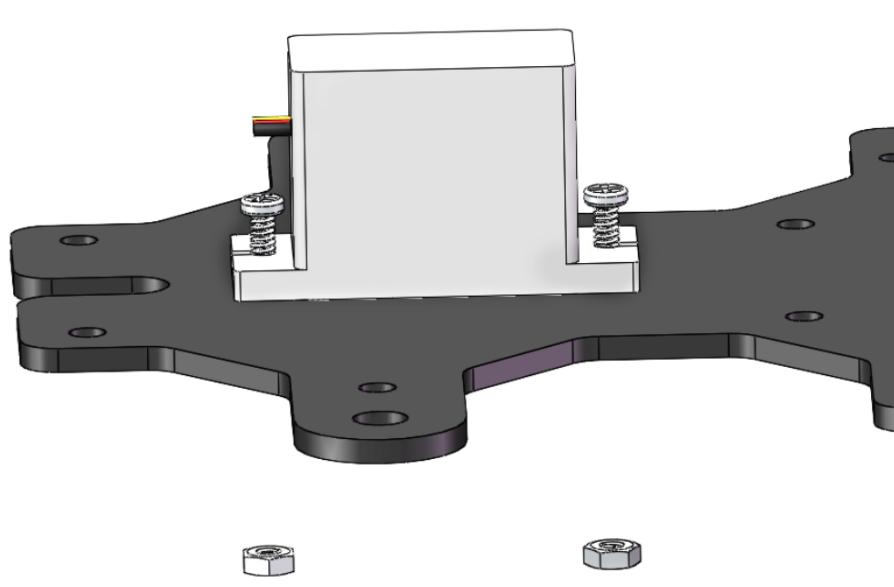


Abbildung 2.18: Schritt 14: Montage des Servomotors für die Lenkung.

Im Folgenden wird die Lenkstange mit dem Kipphebel (siehe Schritt 3) an der Welle des Servomotor befestigt. Dazu muss zuerst die Welle des Servomotor in die Position “geradeaus” gesetzt werden.

Da sowohl die Servo der Lenkung als auch die Antriebsmotoren nur im Batteriebetrieb mit Energie versorgt werden, muss nun der Batteriebetrieb aktiviert werden. **Legen Sie die Akkus in das Batteriefach und achten Sie dabei auf die Polung der Batterien!** Legen Sie zuvor die Bänder in das jeweilige Fach, um das jeweilige Akku später leichter entfernen zu können. **Schalten Sie den Batteriebetrieb mittels des Schalter am Bauteil Robot Hats ein.** Sie sollten nun zusätzliche leuchtende Diode sehen.

Nun wird folgenden Befehl ausgeführt. Der Befehl öffnet das Programm “basisklassen.py” und setzt den die Lenkung steuernden Servomotor auf die Fahrrichtung “geradeaus”.

```
1 cd ~/camp2code/Software/  
2 python3 basisklassen.py --modus 0
```

```
pi@raspberrypi:~/camp2code/Software $ python3 basisklassen.py --modus 0  
-- DEMO BASISKLASSEN-----  
Ausrichtung der Vorderräder  
Servo der Lenkung auf 90 Grad/geradeaus ausgerichtet! (CRTL-C zum beenden)  
[ ]
```

Beenden Sie das Programm erst wenn die Montage der Vorderräder abgeschlossen ist, da nur so garantiert ist, dass die Position des Servomotor beibehalten wird!



Während der Ausführung des Kommandos sollten der Servomotor nicht heiß werden, sich kontinuierlich bewegen oder seltsame Geräusche produzieren.

Als nächstes erfolgt die Montage des Kipphebels mit der Lenkstange, welcher in Schritt 3 bereits vorbereitet wurde. Platzieren Sie dazu den Kipphebel mit der Lenkstange auf dem Servomotor, sodass dieses gerade nach vorn zeigt und befestigen Sie den Kipphebel mit der kürzesten Schraube der Servokomponenten (siehe Abbild.2.19).

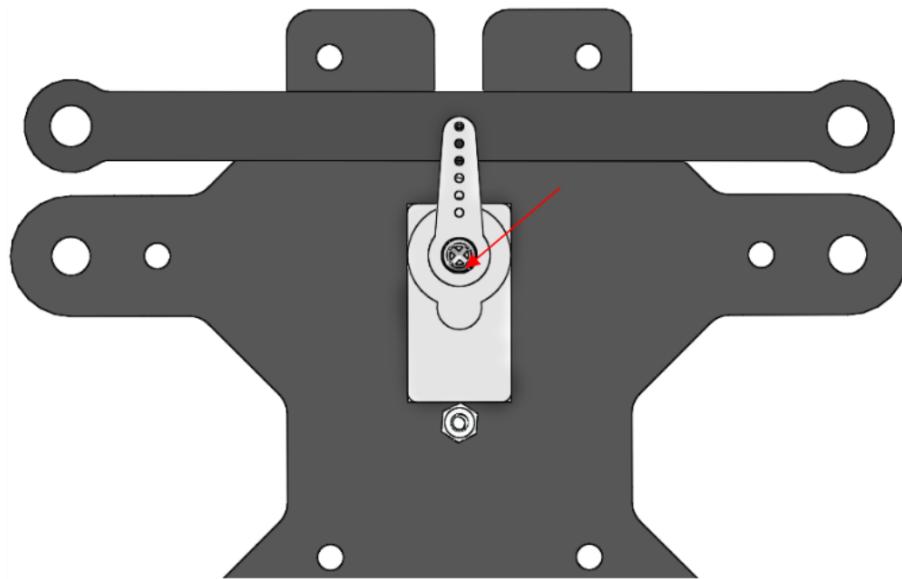


Abbildung 2.19: Schritt 14: Montage der Lenkung am Servomotor.



Lassen Sie den obigen Befehl "python3 basisklassen.py –modus 0" laufen bis die Vorderräder komplett befestigt wurden.

Nun werden die Vorderräder, wie in Abbildung 2.20 aufgezeigt, an Basisplatte und Lenkstange verankert und danach, wie in Abbildung 2.21 aufgezeigt, mit dem Vorderteil des Chassis aus Schritt 1 befestigt.

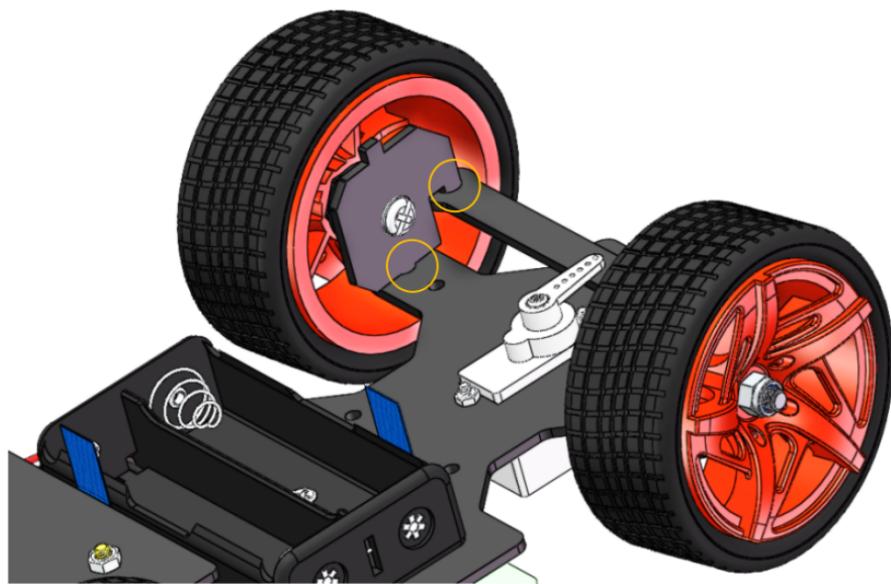


Abbildung 2.20: Schritt 14: Aufsetzen der Vorderräder.

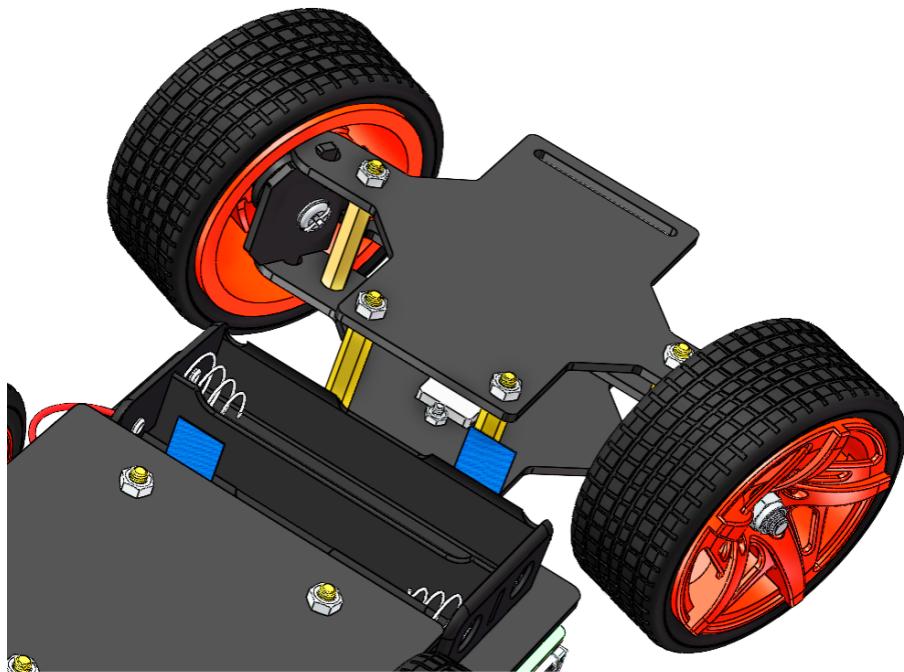


Abbildung 2.21: Schritt 14: Aufsetzen des Vorderteils des Chassis.

Drehen Sie nun das Auto vorsichtig und befestigen Sie das Vorderteil des Chassis mit den Schrauben M3x8 an den Abstandshaltern (siehe Abbildung 2.22).

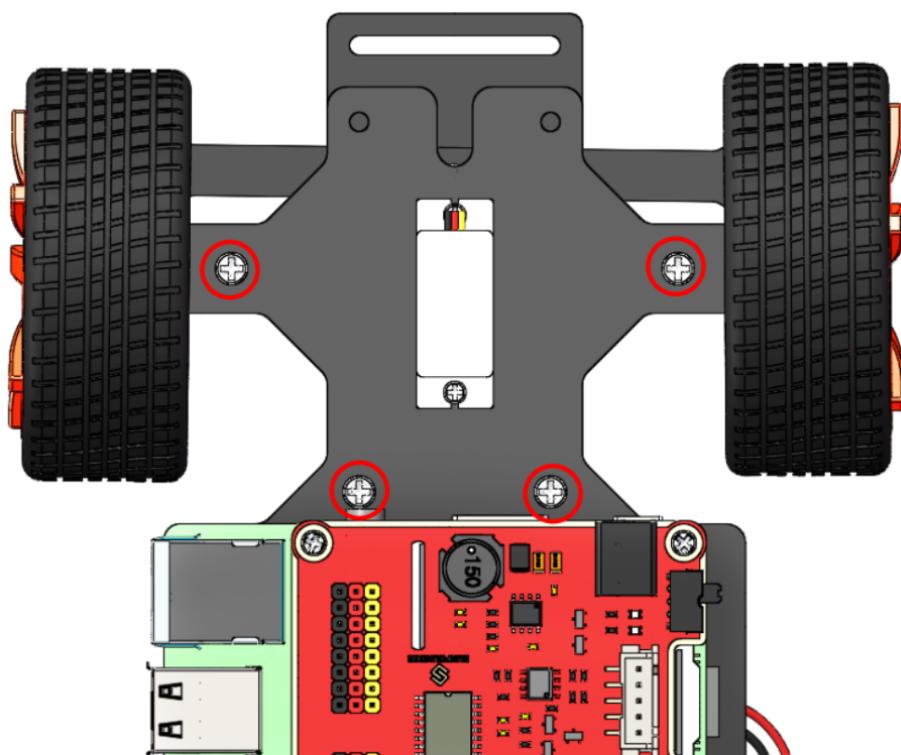


Abbildung 2.22: Schritt 14: Befestigen des Vorderteils des Chassis.

Beenden Sie nun das Programm “basisklassen.py” im Terminal.

2.3 Test und Kalibrierung der Motoren und der Lenkung

Nach der erfolgreichen Montage des Modellauto sollten, muss die Funktionsfähigkeit der Motoren und der Lenkung überprüft werden.

2.3.1 Schritt 15: Test der Lenkung

Führen Sie folgendes Kommando im Terminal aus.

```
1 cd ~/camp2code/Software/  
2 python3 basisklassen.py --modus 2
```

```
pi@raspberrypi:~/camp2code/Software $ python3 basisklassen.py --modus 2  
-- DEMO BASISKLASSEN-----  
Test Vorderräder
```

Das Modellauto führt nun, wie im Terminal angezeigt, Lenkmanöver aus. Überprüfen Sie, ob das Auto korrekt geradeaus lenkt und die eingeschlagenen Lenkwinkel (für rechts und links) gleich sind.



Sollten sich kleine Abweichungen im Lenkwinkel bis etwa 15 Grad zeigen, können diese durch die Software angepasst werden. Bearbeiten Sie hierzu die Datei 'config.json' im Pfad 'camp2code/Software' ihres Homeverzeichnisses und setzen den Wert 'turning_offset' auf eine Zahl im Intervall von -15 bis 15. Auf diese Weise lässt sich der Lenkwinkel der Servo anpassen. Positive Zahlen beschreiben eine starke Lenkung nach rechts, negative eine Lenkung nach links. Der voreingestellte Wert sollte 0 betragen. Sollten Sie diesen Schritt durchführen, so notieren bzw. merken Sie sich die verwendeten Werte und überprüfen Sie die Lenkeigenschaften erneut mittels des obigen Kommandos.

Sollte die Abweichung im Lenkwinkel über 15° liegen müssen Konfiguration und Montage des Servomotors wiederholt werden.

2.3.2 Schritt 16: Test des Hinterradantriebs

Führen Sie folgendes Kommando im Terminal aus.

```
1 cd ~/camp2code/Software/  
2 python3 basisklassen.py --modus 1
```

```
pi@raspberrypi:~/camp2code/Software $ python3 basisklassen.py --modus 1  
-- DEMO BASISKLASSEN-----  
ACHTUNG! Das Auto wird ein Stück fahren!  
Dücken Sie ENTER zum Start.
```

Die Räder des Autos müssen sich nun, wie im Terminal angezeigt, vorwärts und rückwärts drehen. Überprüfen Sie, ob die Drehrichtung mit den angezeigten Vorgaben im Terminal übereinstimmt.



Sollten sich die Räder in die falsche Richtung drehen, so kann die kann die Drehrichtung durch die Software geändert werden. Bearbeiten Sie hierzu die Datei 'config.json' im Pfad 'camp2code/Software' ihres Homeverzeichnisses. Die Parameter 'forward_A' und 'forward_B' können die Wert 0 oder 1 zugewiesen werden. Diese Werte kodieren die Drehrichtung. Führen Sie das obige Kommando erneut aus und überprüfen Sie ihre Einstellungen. Notieren Sie sich die verwendeten Werte.

3 Ultraschall-Modul

3.1 Montage

Stecken Sie das Ultraschallmodul in die Plattenkomponente 8. Verwenden Sie nun zwei Schrauben M3x10 und zwei Muttern M3, um dieses an der Plattenkomponente 4 zu befestigen (siehe Abbild.3.1). Versuchen Sie dabei die Schrauben mit den Fingern in Position zu halten. Befestigen Sie das Gesamtbauteil mit den Schrauben M3x10 und den Muttern M3 am Chassis. Schliessen Sie nun das Modul wie in Abbildung 3.1 gezeigt an das Bauteil Robot HATS an.

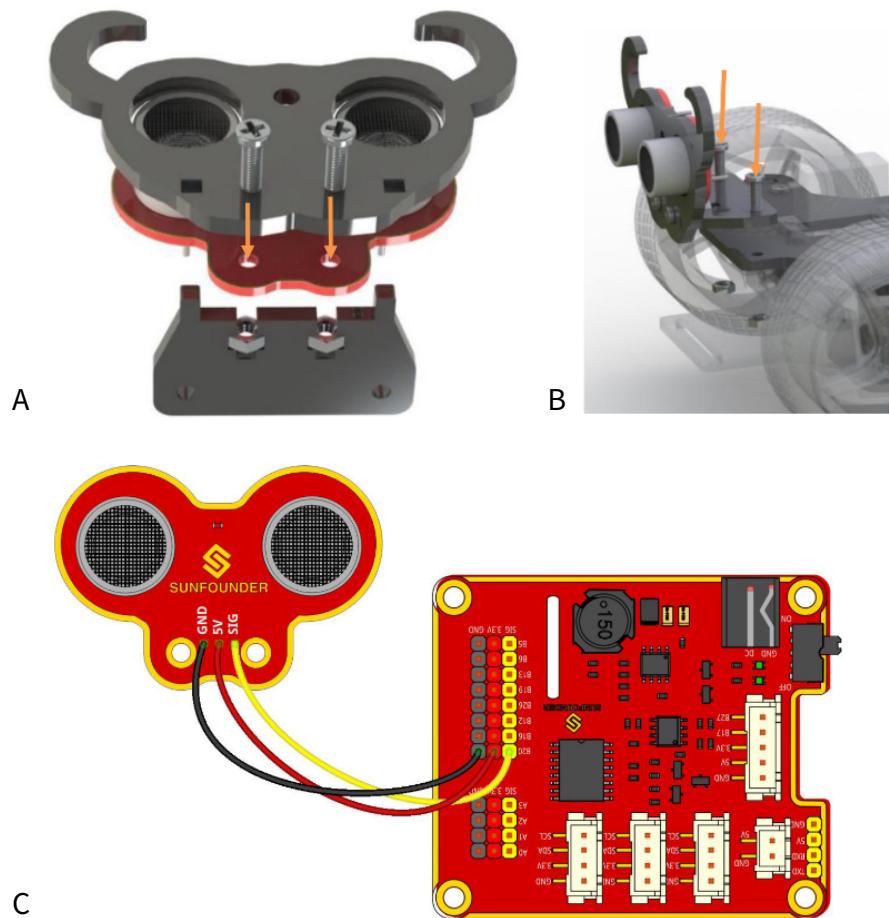


Abbildung 3.1: Montage und Anschluss des Ultraschallmoduls. (A,B) Montage des Moduls, (C) Anschluss an Robot HATS

3.2 Test

Zum Testen des Ultraschallmoduls führen Sie das Pythonprogramm “basisklassen.py” aus. Führen Sie dazu die folgenden Anweisungen in einem Terminal aus.

```
1 cd ~/camp2code/Software
2 python3 basisklassen.py --modus 3
```

```
pi@raspberrypi:~/camp2code/Software $ python3 basisklassen.py --modus 3
-- DEMO BASISKLASSEN-----
Test Ultrasonic
```

Prüfen Sie nun die Ausgaben des Programms im Terminal, indem Sie einen geeigneten Gegenstand in verschiedenen Abständen vor den Ultraschallsensor halten.



Sie werden womöglich feststellen, dass die Entfernungswerte nicht exakt stimmen.
Für die Zwecke des Projektes ist die Qualität der Messung jedoch ausreichend.

4 Infrarot-Modul

4.1 Montage

Montieren Sie das Infrarot-Modul (Line Follower Module) mit den Schrauben M3x10 und den Muttern M3 an die Plattenkomponente 10. Die Plattenkomponente im nächsten Arbeitsschritt mit den gleichen Schrauben und Muttern an der Vorderseite des Chassis befestigt. Die Abbildung 4.1 illustriert beide Arbeitsschritte.

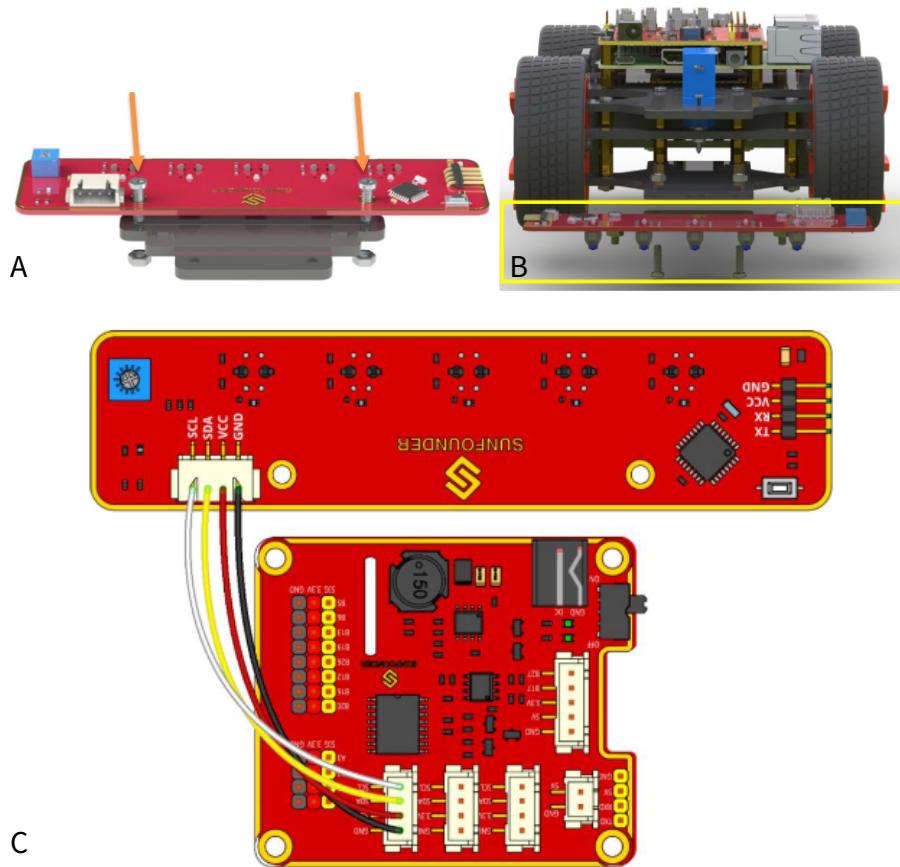


Abbildung 4.1: Montage und Anschluss des Infrarotmodulsmoduls. (A,B) Montage des Moduls, (C) Anschluss an Robot HATS

4.2 Test

Für einen Funktionstest des Moduls führen Sie das Programm “basisklassen.py” aus.

```
1 cd ~/camp2code/Software  
2 python3 basisklassen.py --modus 4
```

```
pi@raspberrypi:~/camp2code/Software $ python3 basisklassen.py --modus 4  
-- DEMO BASISKLASSEN-----  
Test Infrared
```

Prüfen Sie nun die Ausgaben des Programms im Terminal indem Sie schwarze und weiße Ge- genstände unter einzelne der fünf Sensoren halten.



Das Testprogramm gibt eine Liste von jeweils fünf Zahlen aus. Die Elemente der Listen ste- hen dabei für einzelne Infrotsensoren. Die Liste gibt analoge Messdaten wieder. Sie sollten sensibel auf die Helligkeit des Untergrundes unter einem Sensor reagieren.

5 Installation Software

5.1 Python 3

```
1 sudo apt-get update  
2 sudo apt-get install python3
```

5.2 Python-Module

Die Python-Module können mit pip3 installiert werden.

Numpy

```
1 pip3 install numpy
```

Falls ein Importproblem auftritt:

```
1 pip3 install -U numpy
```

Pandas

```
1 pip3 install pandas
```

Falls beim Import des Pakets Pandas die Bibliothek `libf77blas.so` fehlt:

```
1 sudo apt-get install libatlas-base-dev
```

Plotly

```
1 pip3 install plotly
```

5.3 Optionales

Matplotlib

```
1 pip3 install matplotlib
```

Jupyter Notebook

```
1 pip3 install jupyter
```

Falls das nicht klappt:

```
1 pip3 install --upgrade pip
2 pip3 install jupyter
```

Nach der Installation ist ein Neustart notwendig, damit es im Execute Path automatisch hinzugefügt wird und nicht nur .local Verzeichnis installiert ist.

Jupyter Notebook im Browser Falls ihr Raspberry Pi in einem lokalen Netzwerk erreichbar ist, kann ein auf dem Raspberry Pi laufendes Jupyter-Notebook mittels eines Browser eines anderen Computer im gleichen Netzwerk angesprochen werden. In folgendem Beispiel müssen die IP-Adresse und eventuell der Port angepasst werden. Im Beispiel wird Jupyter-Notebook ohne Verwendung eines Token und mit Verwendung des Passwortes ‘test’ gestartet.

```
1 jupyter-notebook --ip "192.168.178.54" --port 8888 --no-browser --NotebookApp.token='' \
2 --NotebookApp.password='test'
```

5.3.1 Jupyter Lab

```
1 pip3 install jupyterlab
```

5.4 Autostart eines Programms nach dem Booten des Raspberry Pi

Falls es Ihnen nicht möglich ist das Auto bzw. den Raspberry Pi remote (z.B. per Wlan) anzusprechen, ist es erforderlich Programme direkt nach dem Bootvorgang automatisch zu starten.

Das automatische Ausführen eines Programm nach Abschluss des Bootvorgangs kann unter Linux durch Einfügen des Kommandos in die Datei ‘/etc/rc.local’ erfolgen. Die letzte Zeile muss jedoch den Inhalt ‘exit 0’ aufweisen. In folgenden Beispielen müssen z.B. IP-Adressen, Port und Dateipfade angepasst werden. Im Beispiel wird das Pythonprogramm ‘start_after_boot.py’ mittels des Pythoninterpreters gestartet.

Autostart Python-Programm

Beispiel:

```
1 sleep 2
2 cd /home/pi/git/rpicar
3 sudo -u pi /usr/bin/python3 /home/pi/git/rpicar/start_after_boot.py
4
5 exit 0
```

Autostart Jupyter-Notebook

Beispiel:

```
1 sleep 10 #seems to be needed. maybe in order to wait for network connection
2 cd /home/pi
3 sudo -u pi /home/pi/.local/bin/jupyter-notebook --ip "192.168.178.54" \
4   --port 8888 --notebook-dir="/home/pi/rpicar" --no-browser &
5
6 exit 0
```

Passwort statt Token setzen für Jupyter-Notebook

```
1 jupyter notebook password
```

Man wird aufgefordert ein Passwort einzugeben. Dadurch wird die Konfiguration von Jupyter geändert und es wird statt eines Tokens ein Passwort verwendet.