

Projekt-Dokumentation: Raspberry Pi Roboter-Auto

Teil 1: Benötigte Materialien und Werkzeuge

Bevor wir mit dem Bau des Roboter-Autos beginnen, müssen wir sicherstellen, dass wir alle erforderlichen Materialien und Werkzeuge zur Hand haben. Hier ist eine ausführlichere Liste:

Materialien

- Raspberry Pi 3 (bevorzugt Raspberry Pi 3 oder neuer): Der Raspberry Pi wird das Gehirn unseres Roboter-Autos sein. Er ist ein kleiner Einplatinencomputer, der über GPIO-Pins (General Purpose Input Output) verfügt, die es uns ermöglichen, elektronische Komponenten zu steuern.
- Micro-SD-Karte (mindestens 8 GB): Die Micro-SD-Karte wird als Speichermedium für das Betriebssystem und unsere Programme im Raspberry Pi verwendet.
- Roboter-Auto-Chassis-Kit (mit Rädern und Antriebsmotoren): Das Chassis-Kit bildet das Grundgerüst des Autos und enthält die Räder und Motoren, die für die Fortbewegung des Autos sorgen.
- M2 und M3 Abstandshalter: Mit den Abstandshaltern lassen sich viele der elektronischen Komponenten des Roboter-Autos vom Raspberry Pi über den Motortreiber bis hin zur Raspberry-Pi-Kamera sicher und vor allem ohne Beschädigung am Roboter-Auto befestigen.
- Dollatek Motor-Treiber-Board (z. B. L298N): Der Motor-Treiber ermöglicht es uns, die Motoren des Roboter-Autos zu steuern.
- RC-Akku 7,2 V, NiMh, 5000 mAh: Der Akku liefert die Energie für die Motoren und dem Raspberry Pi. Wir verwenden einen 5000mAh Akku, um eine längere Betriebszeit zu gewährleisten.
- Step-down Konverter-Modul: Den Step-down-Konverter benötigen wir, um den Raspberry Pi mit Strom zu versorgen. Der Konverter erzeugt aus der Versorgungsspannung der Batterie oder dem Netzteil (7V bis 24V) eine Spannung von 5Volt und bis zu 3Ampere. Wir empfehlen einen Konverter mit mehreren USB-Ausgängen, um weitere 5Volt-Komponenten wie z.B. USB Wlan-Adapter anzuschliessen.
- N8 NiMH Ladegerät: Dieses Ladegerät ist für NiMH-Akkus mit Standard- oder Mini-Tamiya-Anschluss geeignet.
- Netzteil für das Roboter-Auto: Der Raspberry Pi benötigt eine separate Stromquelle, um in der Testphase nicht die ganze Zeit über den Akku mit Strom versorgt zu werden.
- Mini-Tamiya-Kabel: Wir verwenden ein Tamiya-Kabel für die Stromversorgung des Roboter-Autos. Sie eignen sich mit ihren Anschlusssteckern und Buchsen sehr gut für Verbindungen, die immer wieder gelöst werden müssen. (Netzbetrieb oder Akkubetrieb)
- Freenove Breakout Board: Wir nutzen das Breakout Board, dass über verschiedene Anschlüsse und Steckplätze verfügt, um eine breite Palette von elektronischen Komponenten anzuschließen. Das Breakout Board ermöglicht ein einfaches Prototyping der Schaltungen. Außerdem erkennt man über die eingebauten LED's welcher GPIO-Pin an oder aus geschaltet ist.
- Jumper-Kabel: Wir nutzen die Jumper-Kabel, um den Motortreiber und sonstige Komponenten des Roboter-Autos mit dem Breakout Board zu verbinden. Die Kabel werden einfach auf die Pins gesteckt oder verschraubt. Das spart sehr viel Zeit und reduziert den Aufwand beim Verkabeln erheblich.

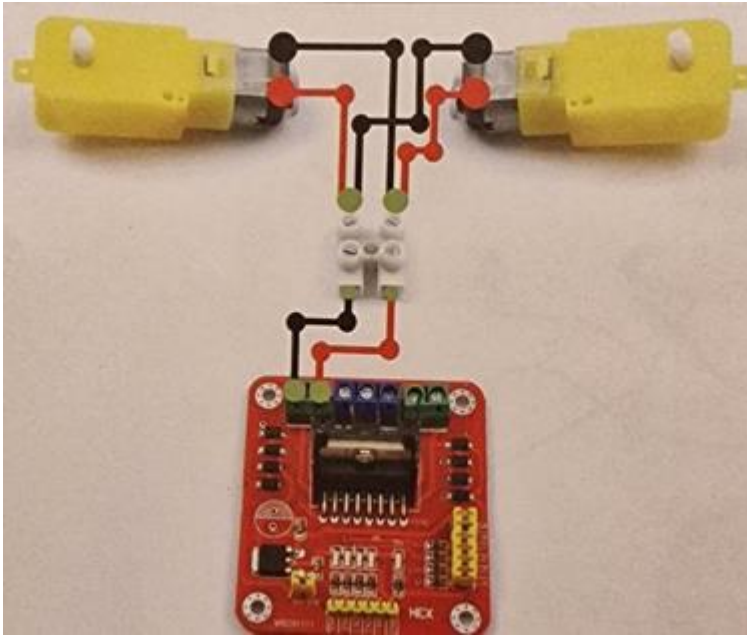
- **Angeek PCA9685 16 Kanal 12 Bit PWM Servocontroller:** Dem Servocontroller ist es mit seiner speziellen Hardware möglich, ein wesentlich exakteres PWM-Signal zu erzeugen, als es der Raspberry Pi selber kann, und das gleichzeitig für bis zu 16 Servomotoren. Daher empfehlen wir den Servocontroller zu verwenden, um eine exaktere Ansteuerung der Antriebsmotoren zu gewährleisten. Ein weiterer Vorteil des Servocontrollers ist, dass dieser über den I²C-Bus mit dem Raspberry Pi verbunden wird.
- **Seeed Studio Grove-I²C-Hub:** Für die Anbindung mehrerer I²C-Sensoren benutzen wir einen I²C-Hub. So können wir mehrere Sensoren komfortabel anschließen. (z.B. Time-of-Flight-Abstandssensoren.)
- **CQ Robot Ocean VL53L1X Sensor (ToF):** Wir haben uns für die ToF-Sensoren VL53L1X entschieden, da diese mit einem schwachen Laser ungefährlich für die Augen sind. Außerdem sind sie kostengünstiger als ein vergleichbarer I²C-Ultraschallsensor. Der Sensor verfügt über drei Modi für die Entfernungsmessung, die sich in der Reichweite und somit in der messbaren Entfernung unterscheiden.
- **I²C-Kabel Set:** Wird benötigt, um die Sensoren mit dem I²C-Hub zu verbinden.
- **Kamera-Modul V2 Noir:** Wir verwenden nicht die Original-Raspberry-Pi Kamera, sondern eine Weitwinkelkamera eines Drittanbieters z.B. von Noir wie in unserem Roboter-Auto.
- **USB-WLAN-Adapter:** Ein USB-WLAN-Adapter ist erforderlich, um den Raspberry Pi mit dem Internet zu verbinden, wenn er über keinen integrierten WLAN-Chip verfügt.

Werkzeuge

- **Computer mit SD-Kartenleser und Internetzugang:** Sie benötigen einen Computer mit einem SD-Kartenleser, um das Betriebssystem auf die Micro-SD-Karte zu schreiben. Der Internetzugang ist erforderlich, um die benötigten Softwarepakete herunterzuladen.
- **Computer Werkzeug Set:** Für die Verschraubungen.
- **Lötkolben:** Für den Fall, das doch etwas verlötet werden muss.
- **Dritte Hand mit Klemmen:** Zur Erleichterung der Lötarbeiten.
- **Heißklebepistole und Heißklebesticks:** Zur Befestigung von Komponenten die gegebenenfalls nicht verschraubt werden können.

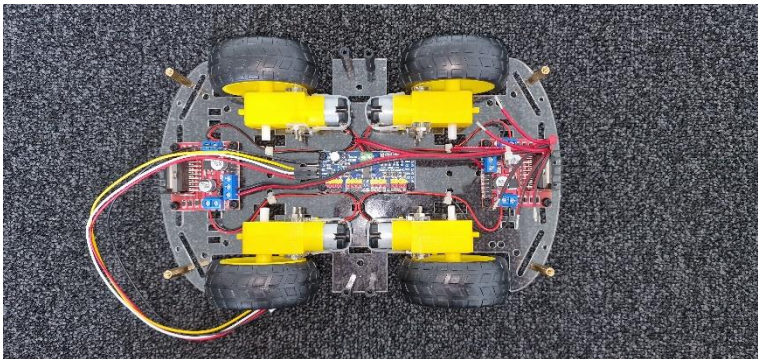
Teil 2: Hardware-Zusammenbau

- **Beginnen wir mit dem Zusammenbau des Roboter-Auto-Chassis-Kits.** Als erstes habe ich die Getriebemotoren an die dafür vorgesehenen Befestigungspunkte am Chassis verschraubt. Nachdem alle vier Motoren verschraubt sind, werden die Räder ganz einfach auf die Achsen der Getriebemotoren gesteckt.
- **Als nächstes habe ich das Motor-Treiber-Modul (L298N) an einem geeigneten Platz mit Abstandshaltern auf dem Chassis verschraubt.** (ggf. müssen wie in meinem Fall noch extra Löcher gebohrt werden)
- **Danach habe ich die Getriebemotoren an das Motor-Treiber-Board (L298N) gemäß dem Schaltplan des Boards angeschlossen.** Beachten Sie die Anschlüsse für die Motoren: Normalerweise M1 für die rechten und M2 die linken Motoren. Dabei ist darauf zu achten, dass jeweils die Motoren der rechten sowie auch die der linken Seite, parallel zueinander an M1 oder M2 angeschlossen werden. Bei falscher Verkabelung kann es passieren das die Räder entgegengesetzt drehen.



Schemabild der Motorverkabelung

- Als weiteres Bauteil, habe ich den Servocontroller ebenfalls mit Abstandshaltern auf dem Chassis verschraubt. Hiermit ist die erste Ebene unseres Roboter-Autos erst einmal fertig, wie auf dem unteren Bild zu sehen ist.



- Um mehr Platz für weitere Komponenten wie den Raspberry Pi 3 etc. zu haben, habe ich eine zweite und dritte Ebene aufgebaut.



- Den Motor-Treiber habe ich an den Raspberry Pi wie folgt angeschlossen:
 1. IN1 = GPIO-Pin 6
 2. IN2 = GPIO-Pin 13
 3. IN3 = GPIO-Pin 19
 4. IN4 = GPIO-Pin 26

- Die Anschlüsse ENA und ENB vom Motortreiber werden an den Kanal 0 und 1 des Servocontrollers angeschlossen (ENA auf Kanal 0 und ENB auf Kanal 1), diese sind später für das PWM-Signal, um die Getriebemotoren des Roboter-Autos anzusteuern. Beachten Sie die Belegung in der Anleitung des Motor-Treibers und stellen Sie sicher, dass Sie die richtigen Pins verwenden.

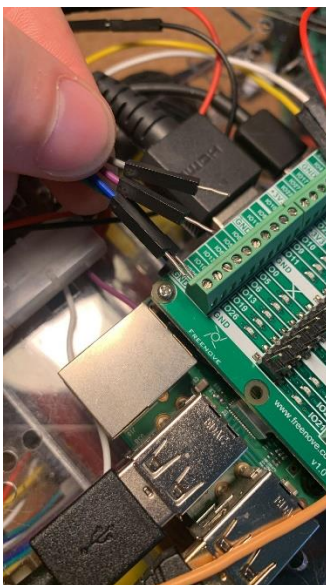
Innenseite	PIN	PIN	Außenseite
3,3 V Power	1	2	5 V Power
GPIO 2 (SDA)	3	4	5 V Power
GPIO 3 (SCL)	5	6	GND
GPIO 4 (GPCLK0)	7	8	GPIO 14 (TXD)
GND	9	10	GPIO 15 (RXD)
GPIO 17	11	12	GPIO 18 (PCM_CLK)
GPIO 27	13	14	GND
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3,3 V Power	17	18	GPIO 24
GPIO 10 (MOSI)	19	20	GND
GPIO 9 (MISO)	21	22	GPIO 25
GPIO 11 (SCLK)	23	24	GPIO 8 (CE0)
GND	25	26	GPIO 7 (CE1)
GPIO 0 (ID_SD)	27	28	GPIO 1 (ID_SC)
GPIO 5	29	30	GND
GPIO 6	31	32	GPIO 12 (PWM0)
GPIO 13 (PWM1)	33	34	GND
GPIO 19 (PCM_FS)	35	36	GPIO 16
GPIO 26	37	38	GPIO 20 (PCM_DIN)
GND	39	40	GPIO 21 (PCM_DOUT)

- Auf die zweite Ebene des Roboter-Autos habe ich als erstes den I²C-Hub verschraubt, wo ich mittels der I²C-Kabel den Servocontroller und die ToF-Sensoren (Abstandssensoren) angeschlossen habe. Hierbei ist auf die richtige Verkabelung zu achten. (Servocontroller und ToF-Sensoren zum I²C-Hub)
 - Schwarz = GND
 - Rot = Versorgungsspannung
 - Weiß = SDA
 - Gelb = SCL
- Sowie die Verkabelung des I²C-Hub zum Raspberry Pi 3
 - Schwarz = GND
 - Rot = Versorgungsspannung (3,3V)
 - Weiß = GPIO 2 (SDA)
 - Gelb = GPIO 3 (SCL)
- Die ToF-Sensoren haben jeweils noch weiteres Kabel, welche allerdings an den Raspberry Pi 3 angeschlossen werden müssen. Das sogenannte XSHUT-Kabel. Das XSHUT-Kabel des vorderen ToF-Sensors habe ich an den GPIO-Pin 23 und das Kabel des hinteren ToF-Sensors an den GPIO-Pin 24 angeklemmt.
- Als nächstes habe ich ebenfalls auf der zweiten Ebene ein Fach für den Akku konstruiert und den Akku mit dem Mini-Tamiya-Kabel an den Motor-Treiber angeschlossen, um die Motoren mit Strom zu versorgen. Richtige Polarität beachten.

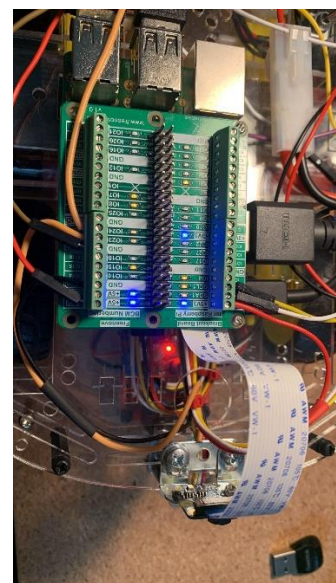


Kabelklemmen für den erleichterten Anschluss einzelner Module.

- Für die Stromversorgung des Raspberry Pi 3 haben ich zusätzlich das Step-down Konverter-Modul auf der dritten und letzten Ebene verbaut. Dieses regelt die zu hohe Stromversorgung des Akkus auf die gewünschten 5 Volt für den Raspberry Pi 3.
- Nachdem wir das alles angeschlossen haben, testen wir das erste mal die Funktion der schon verbauten Komponenten. Dafür setzen Sie die vorbereitete Micro-SD-Karte in den Raspberry Pi ein.
- Dann Verbinden wir den Raspberry Pi mit dem Bildschirm, der Tastatur und der Maus.



Breakoutbord für die Pinerweiterung des Raspberry Pi's.



LED-anzeige für das GPIO-Signal I/O

- Danach haben wir das Roboter-Auto, entweder über den Akku oder das Netzteil mit Strom versorgt um mit ersten Tests zu beginnen.
Verbinden Sie den Raspberry Pi mit dem Internet entweder über den integrierten WLAN-Chip oder mit dem USB-WLAN-Adapter, falls Sie einen verwenden.

Teil 3: Fertigstellung des Projekts

- Stellen Sie sicher, dass alle Kabel ordnungsgemäß verlegt sind und das Auto stabil auf seinen Rädern steht.

- Testen Sie das Roboter-Auto in einem sicheren Bereich, um sicherzustellen, dass alles wie erwartet funktioniert. Überprüfen Sie die Richtungen und Geschwindigkeiten des Autos, um sicherzustellen, dass es reibungslos und korrekt reagiert.
- Falls gewünscht, können Sie das Projekt erweitern, indem Sie beispielsweise eine Kamera hinzufügen, um das Auto ferngesteuert zu sehen, oder Sensoren, um es autonom navigieren zu lassen. Es gibt unzählige Möglichkeiten, wie Sie Ihr Roboter-Auto verbessern und anpassen können.