

Inhalt

Geleitwort	13
Vorwort	17

1	Einleitung: Was dieses Buch leistet und was Sie erwartet	19
----------	---	-----------

TEIL I Bauen Sie Ihr eigenes ferngesteuertes Roboter-Auto mit dem Raspberry Pi!

2	Das etwas andere Kfz-Praktikum: Einführung in die elektronischen Komponenten	23
2.1	Komponenten für ein ferngesteuertes Roboter-Auto	23
2.2	Raspberry Pi: Der Single-Board-Computer	25
2.2.1	Das Gehirn des Roboter-Autos: Warum der Raspberry Pi zum Einsatz kommt	25
2.2.2	Der Raspberry Pi 3 Modell B und seine Familienmitglieder	28
2.2.3	Das kleinste Familienmitglied: Der Raspberry Pi ZERO	28
2.3	Das Raspberry-Pi-Kameramodul	30
2.4	Motortreiber	32
2.5	Getriebemotoren	33
2.6	Step-Down-Converter	33
2.7	Batteriehalter und Akkus	34
2.8	Kabel	35
2.8.1	Jumper-Kabel	36
2.8.2	Zweiadriges Kupferkabel	36
2.8.3	USB-Kabel	37
2.9	Die richtige Mikro-SD-Karte	37
2.10	Optional, aber unabhängiger trotz Kabel: Ein Netzteil	38
2.11	Optional, aber gut für weite Strecken: Ein WLAN-USB-Modul	38

3	Schrauber aufgepasst: Eine Übersicht der benötigten Werkzeuge	41
3.1	Lötstation	42
3.2	Löten	43
3.2.1	Lötzubehör	43
3.2.2	Optionales Zubehör: Die »Dritte Hand«	45
4	Besseres Drehmoment? Der richtige Antrieb für das Roboter-Auto	47
4.1	Grundlagen zum Elektromotor	47
4.1.1	Gleichstrommotor	47
4.1.2	Bürstenloser Gleichstrommotor	49
4.1.3	Schrittmotoren	50
4.1.4	Elektromotoren und das Drehmoment	51
4.2	Gar nicht so banal: Räder	52
4.2.1	Rad-Typen	52
4.2.2	Radbefestigung	55
5	Damit es mit dem Blick unter die Haube klappt: Das Chassis	57
5.1	Ein Chassis aus Pappe	57
5.1.1	Cardboard-Chassis: Modellzeichnung	59
5.1.2	Einbau der Getriebemotoren und der Elektronik	62
5.2	Ein Chassis aus LEGO®-Bausteinen	64
5.2.1	Aufbau der Getriebemotorhalterung	65
5.2.2	Fahrgestell montieren	68
5.3	Ein Chassis mithilfe eines Acrylglas-Bausatzes	70
6	Benzin war gestern: Grundlagen der Elektrizitätslehre	75
6.1	Elektrische Gesetze und Formeln	75
6.1.1	Die Reihenschaltung	75
6.1.2	Die Parallelschaltung	76
6.1.3	Ohmsches Gesetz	77
6.1.4	Elektrische Leistung	77

6.2	Beispielrechnung zu den Grundlagen der Elektrizitätslehre	77
6.2.1	Beispiel Reihenschaltung	78
6.2.2	Beispiel Parallelschaltung	78
6.2.3	Beispiel LED-Vorwiderstand	79
7	Lange Leitung? Manchmal besser! Verkabelung der elektronischen Komponenten	81
7.1	Stromversorgung der elektronische Komponenten	82
7.2	Motortreiber und Raspberry Pi logisch verbinden	84
7.2.1	Die Ausrichtung der 40-Pin-Stiftleiste des Raspberry Pi	86
7.2.2	Übersicht über die Verkabelung des Motortreiber an die GPIO-Pins	87
7.3	Verkabelung der Getriebemotoren	90
7.4	Getriebemotoren mit dem Motortreiber verbinden	92
8	Das richtige Betriebssystem macht's! – Das Raspberry-Pi-Betriebssystem installieren	95
8.1	Das Betriebssystem auf Mikro-SD-Karte vorbereiten	96
8.1.1	Schritt 1: Download der Image-Datei	96
8.1.2	Schritt 2: Image installieren	97
8.2	Raspberry Pi booten	98
8.3	Das Dateisystem der Speicherkarte erweitern	99
8.4	Raspbian-Spracheinstellungen	100
8.5	WLAN einrichten	102
9	Nerds aufgepasst! Befehle und Programme im Terminal-Fenster	105
9.1	Das Terminal-Fenster	105
9.2	Temporäre Administratorrechte	106
9.3	Im Filesystem navigieren	107
9.4	Den Texteditor »Nano« kennenlernen	108
9.5	Zugriffsrechte ändern	110

9.6	Neustarten und Herunterfahren des Raspberry Pi	111
9.7	Die IP-Adresse des Raspberry Pi anzeigen	112
9.8	Dateiverknüpfung setzen	113
9.9	Die Programmausgabe in eine .log-Datei umleiten	113
10	Nur so kommt das Ding ans Laufen: Software-Installation und Konfiguration	115
10.1	Das Betriebssystem und die Raspberry-Pi-Firmware aktualisieren	117
10.2	Den Midnight Commander installieren	119
10.3	TightVNC Server und Viewer installieren	121
10.4	PuTTY installieren	124
10.5	Notepad++ installieren	126
10.6	Samba Server installieren	126
10.7	Python installieren	128
10.8	Subversion-Client installieren	129
10.9	Video-Streaming-Server installieren	129
11	Einfacher geht's nicht: Programmieren mit Scratch	133
11.1	Die Scratch-Grundlagen	134
11.2	Ein Scratch-Programmbeispiel für Ihr Roboter-Auto	136
11.3	Steuerungsprogramm für das Roboter-Auto in Scratch	138
12	Fahren ohne Schlangenlinien: Programmieren mit Python	141
12.1	Kurze Einführung in Python	141
12.2	Das Steuerungsprogramm in Python	142
12.3	Die Roboter-Auto-Steuerung starten	154

13	Geisterfahrer aufgepasst! Wir sorgen für Durchblick	155
13.1	Das Google-Auto hat's – und unseres auch: Die Raspberry-Pi-Kamera installieren	155
13.1.1	Kameramodul aktivieren	155
13.1.2	Bilder aufnehmen	157
13.1.3	Videos aufnehmen	157
13.2	Mehr als eine bloße DashCam: Live-Video-Stream	157
13.2.1	Kernelmodul laden	158
13.2.2	mjpg-streamer konfigurieren	159
13.2.3	Die Video-Auflösung in mjpg-streamer anpassen	161
14	Kommuniziere, kommuniziere: Webinterface-Steuerung über WLAN	163
14.1	Das WebIOPi-Framework installieren	164
14.1.1	Erste Modifikation für Raspberry Pi 2 oder 3 Modell B	164
14.1.2	Zweite Modifikation für Raspberry Pi 2 oder 3 Modell B	165
14.2	Die Webinterface-Steuerung programmieren	166
14.3	Das Webinterface starten	175
15	Start-Automatik: Den Autostart der Programme konfigurieren	177
15.1	Ein Start-Skript für den mjpg-streamer anlegen	178
15.2	Den mjpg-streamer-Dienst einrichten	180
15.2.1	Den Service manuell starten	181
15.3	Den RobotControlWeb-Dienst einrichten	181
15.3.1	Das WebControlStart.sh-Skript erstellen	182
15.3.2	Den Cron-Daemon anpassen	182
16	Was Sie im ersten Teil des Buches erreicht haben	185

TEIL II Hände weg vom Steuer: Lassen Sie Ihr Roboter-Auto autonom fahren

17	Pfadfinder elektronisch: Mit diesen Komponenten fahren Sie autonom	189
17.1	Komponenten für das autonome Fahren	189
17.2	Raspberry Pi Sense HAT	191
17.2.1	Gyroskop	192
17.2.2	Magnetometer	193
17.2.3	Beschleunigungssensor	193
17.2.4	Temperatursensor	193
17.2.5	Luftdrucksensor	193
17.2.6	Luftfeuchtesensor	193
17.2.7	LED-Matrix	193
17.2.8	Joystick	194
17.3	Einführung in den I2C-Datenbus	194
17.3.1	Der I2C-Bus des Raspberry Pi	195
17.3.2	I2C-bidirektionaler Pegelwandler	195
17.3.3	Aufbau des I2C-Erweiterungsboard	196
17.4	Ultraschallsensoren	201
17.4.1	Der Ultraschallsensor SRF08	203
17.5	GPS-Empfänger	204
18	Achtung, Kabelsalat: Anbau und Verkabelung der elektronischen Komponenten	207
18.1	Befestigung der elektronischen Komponenten am Roboter-Auto	207
18.1.1	Ultraschallsensoren am Chassis befestigen	208
18.1.2	Erweiterung für das Roboter-Auto-Chassis	211
18.1.3	Raspberry Pi, Kamera und Sense HAT befestigen	215
18.1.4	Das I2C-Erweiterungsboard befestigen	215
18.1.5	Den GPS-Empfänger befestigen	216
18.2	Die elektronischen Komponenten im Roboter-Auto verkabeln	218
18.2.1	Die Ultraschallsensoren an das I2C-Erweiterungsboard anschließen	219

18.2.2	Den Step-Down-Converter an das I2C-Erweiterungsboard anschließen	220
18.2.3	Den Raspberry Pi mit dem I2C-Erweiterungsboard verbinden	221
18.2.4	Das Sense HAT mit dem I2C-Erweiterungsboard und dem Raspberry Pi verbinden	223
18.2.5	Den GPS-Empfänger mit dem Raspberry Pi verbinden	226
19	Upgrade für Ihr Roboter-Auto: Neue Software für das autonome Fahren	227
19.1	I2C-Bus-Software installieren	227
19.1.1	Fehlersuche am I2C-Bus	229
19.2	Octave installieren	229
19.3	GPS-Software installieren und testen	230
19.3.1	Funktionstest des GPS-Empfängers	230
19.3.2	Gpsd-Dienst starten	231
20	Auslesen, verstehen und programmieren: Bringen Sie die Sensoren und Aktoren zum Laufen	233
20.1	Raspberry Pi Sense HAT auswerten und programmieren	233
20.1.1	Das Python-Programm für das Gyroskop	234
20.1.2	Das Python-Programm für das Magnetometer	238
20.1.3	Das Python-Programm für die LED-Matrix	243
20.2	Python-Programm zur Verarbeitung der GPS-Koordinaten	250
20.3	Python-Programme für den SRF08-Ultraschallsensor	252
20.3.1	Die I2C-Adresse des SRF08-Ultraschallsensors ändern	252
20.3.2	Grundlagen zum SRF08-Ultraschallsensor	257
20.3.3	Programm zur Entfernungsmessung mit dem SRF08-Ultraschallsensor	261
21	Auf die Überholspur: Einführung in die parallele Programmierung mit Python	265
21.1	Grundlagen der parallelen Programmierung mit Python	265
21.1.1	Ein Beispielprogramm mit zwei Threads	266
21.1.2	Ein Beispielprogramm mit zwei Threads und einem Lock	271

21.2	Drehen mit dem Gyroskop	276
21.3	Orientieren mit dem Kompass	282
21.4	Annäherung zwischen zwei Hindernissen	291
22	Machen Sie es sich einfach auf der Rückbank bequem: Programme für autonomes Fahren	299
22.1	Hindernissen autonom ausweichen	299
22.2	GPS-Wegpunkte abfahren	308
22.2.1	Berechnung der Entfernung zwischen zwei GPS-Koordinaten und dem Kurswinkel	308
22.2.2	Autonom eine GPS-Koordinate anfahren	316
23	Immer noch nicht genug? Weitere Ideen für Ihr Roboter-Auto	331
	Index	333