

Inhaltsverzeichnis

Einleitung6

Kapitel 1 • Der Mikrocontroller ESP32.....14

 1.1 Einige Begriffe.14

 1.2 Module und Boards im Vergleich14

 1.2.1 Die Module der ESP32-Serie.....14

 1.2.2 ESP32-Boards16

 1.3 Der ESP32-NodeMCU16

 1.3.1 Die Stromversorgung des ESP3217

 1.3.2 Das Pinout18

 1.4 Erste Inbetriebnahme19

Kapitel 2 • Die Software entwickeln21

 2.1 Installation der Arduino-IDE22

 2.2 PlatformIO22

 2.2.1 VSC Installation22

 2.2.2 Erweiterung PlatformIO hinzufügen.....26

 2.2.3 Der VSC-Bildschirm mit der PlatformIO-Erweiterung27

 2.2.4 Bibliotheken einbinden31

 2.2.5 Arduino Projekte importieren35

 2.3 Mit PlatformIO programmieren36

 2.3.1 Die Programmiersprachen C / C++36

 2.3.2 Vom Quelltext zum ausführbaren Programm38

 2.3.3 Den Mikrocontroller flashen40

 2.4 Fehlersuche40

 2.5 JTAG-Debugging41

 2.5.1 Die Voraussetzungen für den JTAG-Debugger schaffen42

 2.5.2 Den Debugger einsetzen47

 2.6 Die API des ESP-IDF nutzen50

 2.6.1 LED-Blink mit FreeRTOS-Befehlen50

 2.6.2 Beide Kerne des ESP32 nutzen51

 2.6.3 Kommunikation zwischen den Tasks53

Kapitel 3 • Die Stromversorgung des Roboterautos	62
3.1 Batteriebetrieb	62
3.2 Eine Powerbank	63
3.3 Akkubetrieb	63
3.3.1 Akkumulatortypen	63
3.3.2 Das Ladegerät	66
3.4 Unverträgliche Nennspannungen anpassen	67
Kapitel 4 • Rund um die Hardware	68
4.1 Das Chassis	68
4.1.1 Der Acrylglas-Bausatz	68
4.1.2 Ein fertiges Fahrzeug umwidmen	69
4.1.3 Ein LEGO®-Auto	69
4.1.4 Ein Auto aus Pappe	70
4.2 Werkstatt	70
4.3 In der Entwicklungsphase	71
4.4 Der endgültige Aufbau	73
4.5 Löttechnik	74
Kapitel 5 • Der Gleichstrommotor und die Steuerung	75
5.1 Der Gleichstrommotor	75
5.2 Die H-Brückenschaltung	76
5.3 Der Motortreiber L298N	77
5.4 Fullspeed für den Gleichstrommotor	79
5.5 Die Geschwindigkeit regeln	81
5.5.1 Pulsweitenmodulation	81
5.5.2 PWM beim ESP32	82
5.5.3 Das praktische Beispiel	82
5.6 ESP32-MCPWM	86
Kapitel 6 • Kabellose Steuerung über WiFi	88
6.1 Die Client-Server-Architektur	88
6.2 WiFi-Basics	89
6.2.1 Station-Mode	89
6.2.2 Accesspoint-Mode	102

6.3 Over-The-Air Update (OTA) 104

Kapitel 7 • Steuerung über Infrarotsignale 107

7.1 Die IR-Komponenten 108

7.2 Mit IR steuern 108

Kapitel 8 • Mit Sensoren Hindernisse erkennen. 114

8.1 Die Sensoren 114

8.1.1 Der Kontaktsensor 114

8.1.2 Der Ultraschallsensor HC-SR04. 114

8.2 Hindernissen ausweichen 115

Kapitel 9 • Steuerung mit einer App 124

9.1 MIT App Inventor 124

9.2 Die App erstellen. 128

9.3 Steuerung per Sprachbefehl 135

Kapitel 10 • Autonomes Fahren I. 137

10.1 Der Servo 137

10.2 Der Lichtsensor 143

10.3 Autonomes Fahren. 147

10.4 Das Auto 151

Kapitel 11• GPS nutzen 153

Kapitel 12 • Autonomes Fahren II. 162

12.1 Der Farbsensor TCS230 162

12.2 Rohdatenausgabe 164

12.3 Liniengeführtes autonomes Fahren 171

Kapitel 13 • Mit Accelerometer und Gyroskop arbeiten. 176

13.1 Der Sensor LSM6DS3 176

13.2 Einfache Datenausgabe 178

13.3 Das Roboterauto balanciert. 181

13.4 LSM6DS3 Back Stage. 184

13.5 Kalibrierung 190

13.6 Die LSM6DS3-Daten umfassend nutzen 192

13.6.1 Messung mit dem Accelerometer 192

13.6.2 Messung mit dem Gyroskop 193

13.6.3 Accelerometer und Gyroskop in der Elektronik	193
13.6.4 Die "fortgeschrittene" Lagebestimmung	195
13.6.5 "Fortgeschrittene" Lagebestimmung mit dem Accelerometer	196
13.6.6 Lagebestimmung mit dem Gyroskop	200
13.6.7 Der Komplementärfilter	202
13.6.8 Das Beispiel – eine selbst stabilisierende Plattform	203
Kapitel 14 • Steuern mit dem PS3-Controller	210
14.1 Die Voraussetzungen schaffen	210
14.1.1 Die MAC-Adresse ermitteln	210
14.1.2 Die Bibliothek besorgen	212
14.2 Einfacher Funktionscheck	212
14.3 Die PS3-Konsole steuert das Auto	213
14.4 Die PS3-Konsole steuert einen Servo	220
Kapitel 15 • Roboterauto und Kamera	222
15.1 Das Board ESP32-CAM AI-Thinker	222
15.2 Mit der Kamera fotografieren	227
15.3 Mit der Kamera Videos streamen	232
15.3.1 ESP32-CAM als Webserver	232
15.3.2 Ein Fahrwegensystem für Inspektionen bauen	234
Anlage	248
I. Roboterauto – Schaltplan - Programm - Bauteile	248
II. Umgang mit LiPo-Akkus	263
Stichwortverzeichnis	264