

1. EINLEITUNG	5
2. DER MIKROCONTROLLER ESP32	15
ESP32: 32-Bit-Mikrocontroller	15
Einsetzbare Boards	17
ESP32-Development-Kit V4	18
Die erste Inbetriebnahme	20
Batterie- und Akkubetrieb	21
3. DIE IDE-ENTWICKLUNGSUMGEBUNG	22
Verfügbare Entwicklungsumgebungen	22
Arduino IDE installieren	22
Linux-Installation	23
Windows-Installation	24
Arduino IDE für ESP32 einrichten	25
Wichtige Voreinstellungen	27
Arbeiten mit der Arduino IDE	28
Bibliotheken administrieren	30
Einbinden mit dem Bibliotheksverwalter	30
Bibliothek als ZIP-Datei einbinden	31
Bibliothek mit dem Datei-Manager einfügen	32
Die Arduino IDE und ihre Eigenheiten	32
4. PROGRAMMIERERS FOKUS	33
Programmieren in C und C++	33
Ordentliche C-Codestruktur	33
Variablen- und Funktionsnamen	33
Gültigkeitsbereich von Variablen	34
Prägnante Kommentare	34
JavaScript Object Notation	35
Erste Hilfe im Problemfall	37

5. ERSTE SCHRITTE: LEDS ANSTEUERN	38
Einen LED-Blink-Sketch einsetzen	38
Touch-LED und serieller Monitor	41
Messung mit einem Hall-Sensor	43
ESP32-interner Temperatursensor	44
6. LED-HELLIGKEIT UND -FARBE MIT PWM STEuern	46
Pulsweitenmodulation (PWM)	46
Heartbeat mit ESP32-LED-PWM	47
RGB-LEDs gezielt ansteuern	49
RGB-LED-Zustandsanzeige	50
7. SENSOREN: ANALOG MEETS DIGITAL	53
ADC: Analog-Digital-Wandler	53
Smarter Dämmerungsschalter	53
Temperatursensor nutzen	56
Bodenfeuchtesensor YL-69	57
Der kapazitive Bodenfeuchtesensor	60
Ultraschallsensor HC-SR04	61
Klassiker: der Bewegungsmelder	64
Ein kleines Projekt	66
8. TEMPERATUR UND LUFTFEUCHTE MESSEN	67
Temperatur- und Luftfeuchtesensor DHT22	67
Die Schaltung	68
Der Sketch	68
9. 433-MHZ-GERÄTE SCHALTEN	71
Steuerbare Funksteckdosen	71
Die rc-switch-Bibliothek	72
433-MHz-Signale senden	73
433-MHz-Signale empfangen	75
Das Intertechno-Protokoll	78

10. ESP32 BEDIENT I2C	79
Das verbirgt sich hinter I2C	79
I2C-OLED-Display SSD 1306	80
Die Schaltung	81
Der Sketch	81
Funktionen der Bibliothek ESP32-SSD-1306	83
Andere Fonts einsetzen	84
Eigene Bilder anzeigen	86
Den I2C-Bus scannen	89
11. ESP32 KOMMUNIZIERT ÜBER SPI	91
Wie funktioniert SPI?	91
Der RFID-RC522	92
Die Schaltung	93
Der Analyse-Sketch	94
Sketch für die Zugangskontrolle	95
TFT-Display über SPI ansteuern	97
Die Schaltung	98
Die Header-Datei User_Setup.h ändern	99
Der Analyse-Sketch	100
12. ESP32-INTERRUPTS	101
Was sind Interrupts?	101
Der Timer-Interrupt	101
Externer Interrupt	105
13. ESP32 UND BLUETOOTH	108
Was ist Bluetooth?	108
Grundlegende Vorbereitungen	109
Nach Bluetooth-Geräten suchen	110
Mit BluetoothSerial schalten	112

14. ESP32 PER APP GESTEUERT	115
Blynk: die App für das IoT	115
Blynk-App installieren	116
Das LED-Blynk-Projekt	118
Blynk-Client auf dem ESP32 einrichten und starten	121
Funksteckdosen über Blynk steuern	122
Das DHT22-Blynk-Projekt	123
Blynk informiert via E-Mail	125
15. ESP32 ALS WEBSERVER	129
Webserver und Webclient	129
NTP: das Network Time Protocol	130
Grundlegende Vorbereitungen	130
DHT22-Datenausgabe mit Zeitstempel	131
LEDs über den Browser steuern	137
Eine einfache HTML-Ausgabe	139
16. WETTERDATEN ABRUFEN	142
OpenWeatherMap im Einsatz	142
Einzelne Wetterwerte isolieren	146
17. ESP32 VERSENDET E-MAILS	150
Benötigte Software installieren	150
Der Arduino-Sketch	152
Die Gsender_32.h-Datei	152
Gmail-Account überprüfen	154
18. MQTT BY CAYENNE	155
Was genau ist MQTT?	155
Und was ist Cayenne?	156
ESP32 mit Cayenne verbinden	157
Cayenne mit DHT22- und LED-Steuerung	160
Cayenne und Verlaufsdaten	165

19. ESP32 IN DEN SLEEP-MODUS VERSETZEN	167
Betriebszustände des ESP32	167
Deep-Sleep mit Touch-Wake-up	169
Deep-Sleep mit Timer-Wake-up	171
Deep-Sleep mit externem Wake-up	172
20. ESP32 ÜBER DAS WEB UPDATEN	174
So funktioniert das Web-Update	174
Der ArduinoOTA-OTAWebUpdater	174
Ein Software-Update vorbereiten	175
Übertragen der Binärdatei	176
21. ANHANG: SKETCH-REFERENZ	178
Webserver	178
MQTT	183
Deep-Sleep und Timer-Wake-up	187
INDEX	189