

Inhalt

- Kapitel 1 • Vorwort 9**
- Kapitel 2 • Industrie 4.0 12**
- Kapitel 3 • Das Internet of Things (IoT) 14**
- Kapitel 4 • Die funkbasierten 0G-Netzwerke 18**
- Kapitel 5 • Das Sigfox-Netzwerk – Ein Überblick 21**
 - 5.1 Die Sigfox-Übertragungstechnik 25
 - 5.1.1 Uplink – Technik 27
 - 5.1.2 Uplink – Telegrammaufbau 32
 - 5.1.3 Downlink – Technik 35
 - 5.1.4 Downlink – Telegrammaufbau 36
 - 5.1.5 Die Datensicherheit 37
 - 5.2 Das Sigfox-Monarch-Konzept 40
 - 5.3 Die Geolokalisierung (Standortbestimmung) 46
 - 5.4 Die Sigfox-Geolokalisierung 49
 - 5.4.1 Sigfox und GPS 51
 - 5.4.2 Das Sigfox-Atlas-Konzept 53
 - 5.4.2.1 Atlas Native 54
 - 5.4.2.2 Atlas WiFi 57
 - 5.4.2.3 Atlas Bubbles 61
 - 5.5 Fazit: Die Universelle Sigfox-Test-, Mess- und Simulationsplattform 65
- Kapitel 6 • Das Sigfox-Backend, die Callbacks und die REST-API 67**
 - 6.1 Die Callbacks 77
 - 6.2 Die REST-API-Schnittstelle 78
- Kapitel 7 • Die universelle Sigfox-Test-, Mess- und Simulations-Plattform 83**
 - 7.1 Das Arduino Maker-Board MKR FOX1200 84
 - 7.2 Das Motherboard 91
 - 7.2.1 Die Spannungsstabilisierungsstufe 96
 - 7.2.2 Der lichtempfindliche Widerstand (LDR) 97
 - 7.2.3 Die akustische Ausgabe (Summer) 99
 - 7.2.4 Die digitalen I/O-Port-Pins 101
 - 7.2.5 Der Impedanzwandler 102
 - 7.2.6 Der Luftdrucksensor Bosch BMP280 103
 - 7.2.7 Die Displayeinheiten 105
 - 7.2.7.1 Das ePaper-Display 106
 - 7.2.7.2 Das Nextion-HMI-Display 108
 - 7.2.8 Die seriellen Schnittstellen 111
 - 7.3 Die Stromversorgung 113
 - 7.3.1 Der Solargenerator 113
 - 7.4 Das Gehäuse 117

Kapitel 8 • Die Grundsoftware	132
8.1 Die Installation der Arduino-IDE	132
8.2 Die Installation der benötigten Bibliotheken	138
8.2.1 Die Arduino-Bibliotheken	139
8.2.2 Die externen Bibliotheken	145
8.3 Betrieb der Komponenten des Motherboards	148
8.3.1 Blinken der LED an Port-Pin 6	148
8.3.2 Die Abfrage des lichtempfindlichen Widerstands (LDR)	150
8.3.3 Die Ansteuerung des Summers	151
8.3.4 Der Betrieb der digitalen I/O-Port-Pins	153
8.3.5 Der Betrieb der analogen I/O-Port-Pins	156
8.3.6 Der Einsatz der Real Time Clock (RTC) des SAMD21	166
8.3.7 Der Betrieb des I2C-Busses	172
8.3.8 Der Betrieb des Luftdrucksensors BMP280	180
8.3.9 Der SPI-Bus	185
8.3.10 Die Ansteuerung des ePaper-Displays	188
8.3.11 Die Sleep-Modi	202
Kapitel 9 • Die Arduino-Sigfox-Bibliothek und der Sigfox-Betrieb	204
9.1 Die Sigfox-Funktionen	205
9.2 Die Anmeldung bei der Sigfox-Cloud	210
9.3 Das Aussenden von 'Hello World!'	223
9.4 Das Aussenden von festen Zahlenwerten	231
9.5 Das Aussenden von realen Messwerten	241
Kapitel 10 • Die Callbacks - Der Datentransfer von der Sigfox-Cloud zum Anwender	248
10.1 Die Sigfox-Callbacks	249
10.2 Der E-Mail - Callback	250
10.3 Der Daten - Callback (Callback_0)	273
10.4 Die GeoLoc - Callbacks	283
10.4.1 Sigfox-Atlas-Koordinaten (Callback_1)	283
10.4.2 GPS-Koordinaten (Callback_2)	288
10.5 Tracking - 'Kühltransporter 47' (Callback_3)	292
10.6 Der einfache Downlink aus der Sigfox-Cloud	294
Kapitel 11 • Die Gestaltung der Dashboards	304
11.1 Die Dashboard-Plattform thinger.io	305
11.2 Die ersten Schritte in thinger.io	308
11.3 Die Parametrierung des Sigfox-Callbacks	317
11.4 Das Dashboard zum Daten-Callback (Callback_0)	323
11.5 Das Dashboard zum Sigfox-Atlas-Callback (Callback_1)	339
11.6 Das Dashboard zum GPS-Callback (Callback_2)	344
11.7 Das Dashboard zum 'Kühltransporter-Tracking' (Callback_3)	346
11.8 Weitere Dashboard-Widgets in thinger.io	350

Kapitel 12 • Externe Hardware-Erweiterungen für die Universelle Sigfox-Plattform . .	365
12.1 Der Betrieb des Nextion-HMI-Displays	365
12.2 Die I2C-Porterweiterung PCF8574(A)	398
12.3 Der DS18B20 Temperatur-Sensor	408
12.4 Das Grove-I2C-Thermoelementverstärker-Breakout (MCP9600)	417
12.5 Das Grove-Multichannel Gassensor-Breakout	427
12.6 Der Sensirion SPS30-Feinstaubsensor	434
12.7 Das BlueDot BME280+TLS2591 - Advanced Weather Station-Breakout	441
12.8 Das SparkFun GPS-Breakout XA1110	448
12.9 Das zweifach Relais-Modul mit Optokoppler	457
Kapitel 13 • Kommerzielle Sigfox-Module	462
Links und Literatur	470
Index	473