Kapitel 1 • Vorwort 9

Kapitel 2 • LoRa 13

2.1 LoRa-Grundlagen 13

2.2 LoRa-Reichweite 19

2.3 LoRa-Kommunikation 22

Kapitel 3 • LoRaWAN 24

3.1 LoRaWAN-Grundlagen 24

3.2 LoRaWAN-Geräteklassen 25

3.2.1 Class A 25

3.2.2 Class B 26

3.2.3 Class C 26

3.3 LoRaWAN-Kommunikation 26

3.4 LoRaWAN-Service Provider 27

3.5 LoRaWAN-Gateway 28

3.6 LoRaWAN-Endgeräte 28

Kapitel 4 • The Things Network (TTN) 30

4.1 TTN-Infrastruktur 30

4.2 The Things Stack Community Edition TTS (CE) 32

4.3 Eigenes LoRaWAN-Gateway 33

4.3.1 Heltec HT-M00 Dual Channel LoRa Gateway 34

4.3.2 Dragino LPS8 38

4.4 LoRaWAN-Endgeräte anmelden 41

4.5 Duty Cycle & TTN Fair Use Policy 46

4.6 Payload 48

4.7 Integrations 52

4.7.1 MQTT 53

4.7.2 Node-Red 55

4.7.2.1 Node-Red Installation unter Windows 56

4.7.2.2 Node-Red Installation auf Raspberry Pi 58

4.7.2.3 Node-Red Anwendung 61

4.7.3 Cayenne 65

4.7.4 ThingSpeak 68

4.7.5 Datacake 69

Kapitel 5 • LoRa-Transceiver 75

5.1 Semtech LoRa-Transceiver 75

5.2 LoRa-Transceiver Module 75

5.2.1 HopeRF RFM95/96/97/98(W) 76

5.2.2 Olimex LoRa868 76

5.2.3 Microchip RN2483 77

5.2.4 Murata CMWX1ZZABZ 78

Kapitel 6 • Reduzierung des Strombedarfs 80

Kapitel 7 • LoRaWAN-Knoten 84

7.1 Fertiggeräte 84

7.1.1.Elsys ERS Lite - LoRaWAN Raumsensor 84

7.1.2 Dragino LHT65 Temperatur- & Feuchtigkeitssensor 92

7.1.3 Dragino LDS01 Tür- & Fenstersensor 100

7.1.4 Dragino LDS02 Tür- & Fenstersensor 106

7.1.5 Dragino GPS Tracker LGT-92 106

7.1.6 tabs Healthy Home Sensor IAQ 111

7.1.7 Big Clown LoRaWAN Monitor 120

7.1.8 CleverCity Greenbox 124

7.2 Boards 128

7.2.1 M5Stack ENV.II Unit 129

7.2.2 The Things Uno 135

7.2.3 Seeeduino LoRaWAN 143

7.2.4 Arduino MKR WAN 1300 149

7.2.5 Heltec WiFi LoRa 32 158

7.2.6 Heltec CubeCell 169

7.2.6.1 Heltec CubeCell DevBoards 170

7.2.6.2 Heltec CubeCell Capsule Sensors 176

7.2.7 M5Stack COM.LoRaWAN 184

7.2.8 M5Stack LoRaWAN868 Unit 191

7.2.9 PaperiNode 198

7.2.10 ATmega1284 TTN/LoRa Board V3.1 202

Kapitel 8 • Glossar 215

8.1 Allgemeine Begriffe 215

8.2 LoRaWAN-spezifische Begriffe 216

Kapitel 9 • Index 218

Kapitel 10 • Referenzen 223