

---

<b>Vorwort</b> .....	<b>9</b>
<b>Kapitel 1 • MQTT: Das Protokoll des Internets der Dinge</b> .....	<b>11</b>
Anforderungen an ein IoT-Protokoll .....	11
Ein erster Blick auf die MQTT .....	12
Architektur .....	12
Filterung .....	14
Qualitätssicherung .....	16
Sicherheit .....	18
Aufbewahrte Nachrichten .....	18
Letzter Wille .....	19
Und wer hat´s erfunden? .....	20
Positionierung zu HTTP .....	20
Broker und Klienten .....	21
<b>Kapitel 2 • Von der Theorie zur Praxis</b> .....	<b>25</b>
Ohne Broker-Installation mit mqtt-spy .....	25
Installation von Mosquitto auf PC .....	27
Starten des Mosquitto-Brokers .....	29
MQTT-Pub-Klient .....	30
MQTT-Sub-Klient .....	31
Einfache Pub/Sub-Session .....	32
Pub/Sub-Session mit Retain und QoS=2 .....	35
Letzter Wille .....	38
<b>Kapitel 3 • Kleines Praxisbeispiel</b> .....	<b>42</b>
Zunächst ein wenig Planung .....	42
Und das brauchen wir dazu .....	44
Viele Wege führen zur Firmware .....	46
Arduino-IDE .....	47
Eclipse und C .....	48
MQTT-Client auf ESP8266 .....	50
Mosquitto Broker auf Raspberry Pi .....	57
Und jetzt alles zusammen .....	63
Und was ist bisher erreicht? .....	67

<b>Kapitel 4 • Ein Blick ins MQTT-Innere</b> .....	<b>69</b>
Broker-Konfiguration am Beispiel Mosquitto .....	69
MQTT-Protokoll .....	72
Generelles Message-Format .....	73
Fixed-Header .....	74
Variable(r) Header .....	77
Payload .....	77
Meldungsbeispiele .....	77
Qualitätssicherung .....	79
Protokollmessung .....	81
MQTT über WebSockets .....	83
Broker-Info mit \$SYS .....	84
Persistent Sessions .....	85
<b>Kapitel 5 • Sicherheit zuerst!</b> .....	<b>88</b>
Warum Sicherheit im IoT? .....	88
MQTT-Sicherheitsarchitektur .....	89
Authentisierung mit Username und Passwort .....	89
Gesicherte Client-ID .....	94
TSL/PSK-Verschlüsselung .....	95
TLS/SSL-Verschlüsselung .....	99
TLS-Handshake .....	100
Ablauf einer TLS-Kommunikation .....	101
Autorisierung .....	102
Absicherung von MQTT-Systemen .....	105
<b>Kapitel 6 • Steigerung von Leistung und Verfügbarkeit</b> .....	<b>107</b>
Brücken zum Nachbarn .....	107
Brücke mit lokalem Broker .....	109
Brücke in die Cloud .....	114
Cluster mit Load-Balancer .....	118
Klient-Resilienz .....	121
<b>Kapitel 7 • Hacks</b> .....	<b>124</b>
<b>Hack#1: MQTT auf ESP8266</b> .....	<b>126</b>

---

Kurze Vorstellung des ESP8266. . . . .	126
NodeMCU . . . . .	127
MQTT-Aktor . . . . .	129
Entwicklungsumgebung Eclipse. . . . .	130
Aufbau und Anwendung des MQTT-Klienten in C . . . . .	132
Test-Programm . . . . .	136
<b>Hack#2: MQTT auf ESP8266 mit Arduino IDE . . . . .</b>	<b>145</b>
Installation Arduino IDE. . . . .	145
MQTT-PubSub-Klient . . . . .	146
Sensor-Hardware . . . . .	152
Sensor-Messungen . . . . .	153
<b>Hack#3: MQTT-Benchmark . . . . .</b>	<b>158</b>
Testprogramm in C . . . . .	158
Ergebnisse auf dem PC . . . . .	160
Ergebnisse auf dem Raspberry Pi . . . . .	161
Benchmark der Profis . . . . .	163
<b>Hack#4: MQTT-Klienten auf dem Raspberry Pi . . . . .</b>	<b>167</b>
Entwicklungssystem Geany . . . . .	167
Libmosquitto in C . . . . .	169
MQTT-Client in Python . . . . .	172
<b>Hack#5: Flow-Programmierung mit Node-RED . . . . .</b>	<b>177</b>
Was ist Node-RED? . . . . .	177
Start bei FRED . . . . .	178
Installation von Node-RED auf PC und Raspi. . . . .	182
MQTT-Beispiele . . . . .	183
Komfortable Benutzerschnittstelle: Das Dashboard . . . . .	189
<b>Hack#6: Boss aller Automaten: openHAB . . . . .</b>	<b>194</b>
Zielsetzung und Struktur von openHAB . . . . .	194
Wer angibt, hat mehr vom Leben:. . . . .	195
Komponenten von openHAB . . . . .	195
openHAB-Installation. . . . .	197
MQTT-Binding . . . . .	201

MQTT-Beispiel . . . . .	202
<b>Kapitel 8 • Projekt Gewächshaus . . . . .</b>	<b>206</b>
Aufgabenstellung . . . . .	206
Konfiguration Gewächshaus . . . . .	206
Mechanischer Aufbau . . . . .	209
Temperatur und Licht werden geregelt . . . . .	213
Ein kurzer Ausflug in die Regelungstechnik . . . . .	213
Test eines Node-RED PID-Reglers . . . . .	218
Ein erster Regelkreis über MQTT . . . . .	220
Manuelle Steuerung und Messung . . . . .	223
Gesamtlösung Gewächshaus . . . . .	226
Node-RED-Dashboard mobil . . . . .	234
Überlegungen für ein Großprojekt . . . . .	235
<b>Kapitel 9 • MQTT-Tools . . . . .</b>	<b>238</b>
MQTT.fx . . . . .	238
mqtt-spy . . . . .	242
MQTT-Zugang über Websockets . . . . .	245
Leistungstest mit SDKPerf . . . . .	247
Paho MQTT Utility . . . . .	251
Mobile MQTT-Klienten . . . . .	252
Was es sonst noch gibt . . . . .	253
<b>Kapitel 10 • Referenzprojekte und alternative Protokolle . . . . .</b>	<b>255</b>
MQTT-Referenzen . . . . .	255
Facebook Messenger . . . . .	255
Integrated Electronic Control Centre (IECC) . . . . .	255
EVRYTHING . . . . .	256
Amazon Web Services IoT . . . . .	257
Open_Geospatial_Consortium (OGC®) . . . . .	259
Andere Protokolle . . . . .	260
STOMP . . . . .	263
AMQP . . . . .	268
<b>Index . . . . .</b>	<b>275</b>