

Ausgangspunkt (TRL 4):

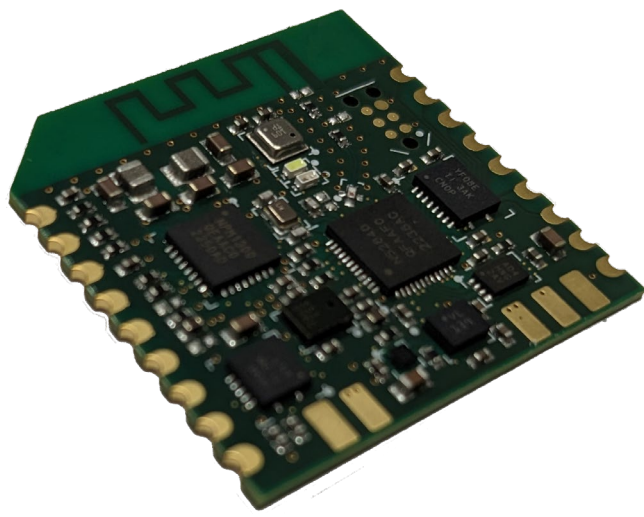
- Sensorknoten kommunizieren über feste Zugangspunkte
- Erweiterung des Netzwerkes benötigt neue Gateways
- Es werden Rohwerte kommuniziert



Hardware-Entwicklung

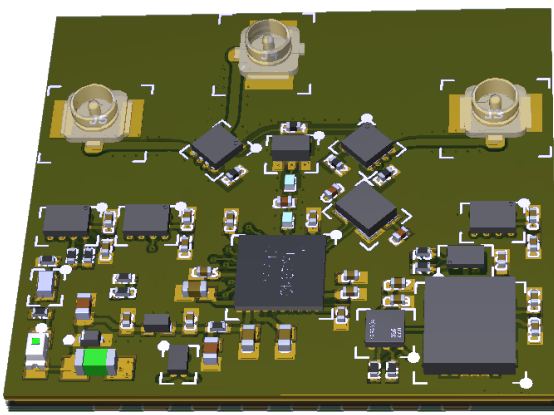
S³EM – Gen 1:

- High Density Interconnect – 30.5 x 30.5 x 1.0 mm³
- 4 Lagen Multilayer/spezieller Lagenaufbau
- Briefmarkendesign/Castellation/Kantenmetallisierung
- Mikro-Vias (100µm Drill)/Blind-Vias/Via in Pad



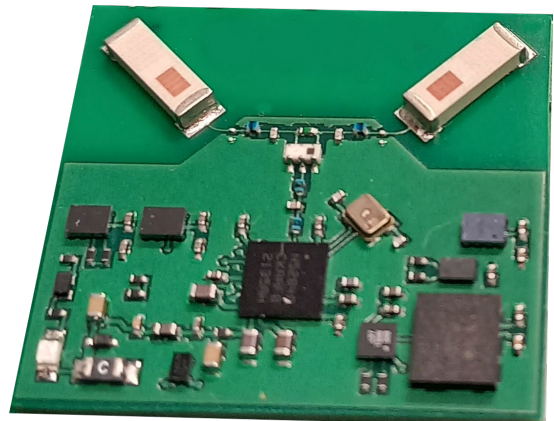
S³EM – Gen 2:

- 2.4 GHz RF Design mit 3 schaltbaren Antennen



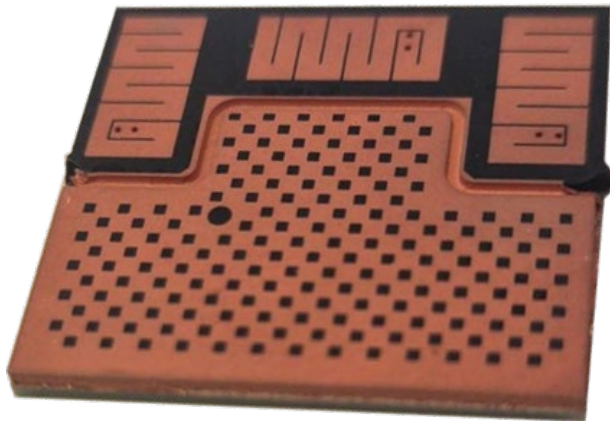
S³EM – Gen 2.5:

- 2.4 GHz RF Design mit 2 Chip-Antennen



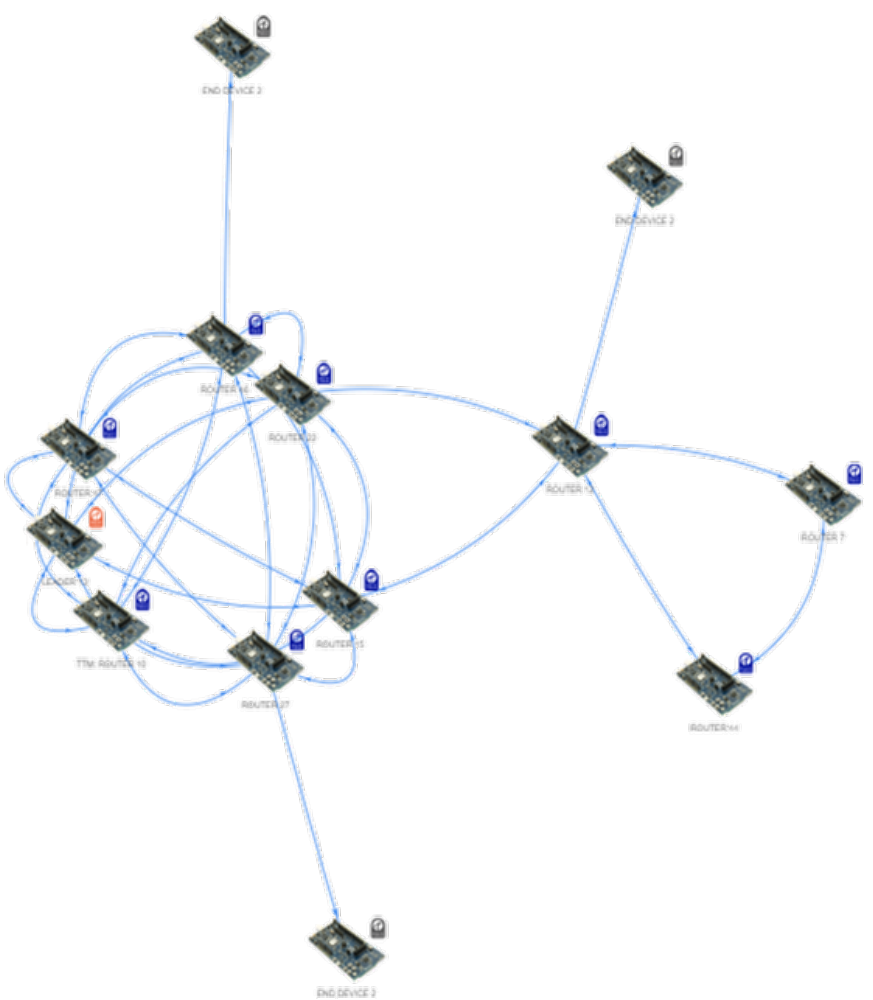
S³EM – Gen 3:

- 2.4 GHz RF Design mit 3 schaltbaren metallisierten Antennen auf Mold
- 5 geschirmte Seiten plus 1 Seite mit Schirmungsgraben



Firmware-Entwicklung

- Treiberbaukasten zur flexiblen Einbindung von mehr als 20 verschiedenen Sensoren, u.a. Partikelsensor BMV080, Spektraler Sensor TCS3448, Brückenverstärker ADS1232 für Dehnmessstreifen ...
- Integration von Open-Thread zur Vernetzung der Sensorknoten
- Anbindung des Sensormesh an übergeordnete Netze mittels MQTT-SN (sehr schlankes MQTT-Protokoll für Sensorknoten)



- Intelligente Datenvorverarbeitung direkt im Sensormesh möglich, da die S³EM alle Daten miteinander teilen können
- Das komplette Mesh und jeder Knoten kann jederzeit über MQTT parametriert werden.
- Flexible Abdeckung großer Bereiche möglich, da jedes S³EM auch als Router agieren kann.
- Zum Energiesparen könne S³EM als „sleepy nodes“ konfiguriert werden.
- Grafische Benutzeroberfläche zum Konfiguration des S³EM-Sensormesh

Projektergebnis (TRL 6):

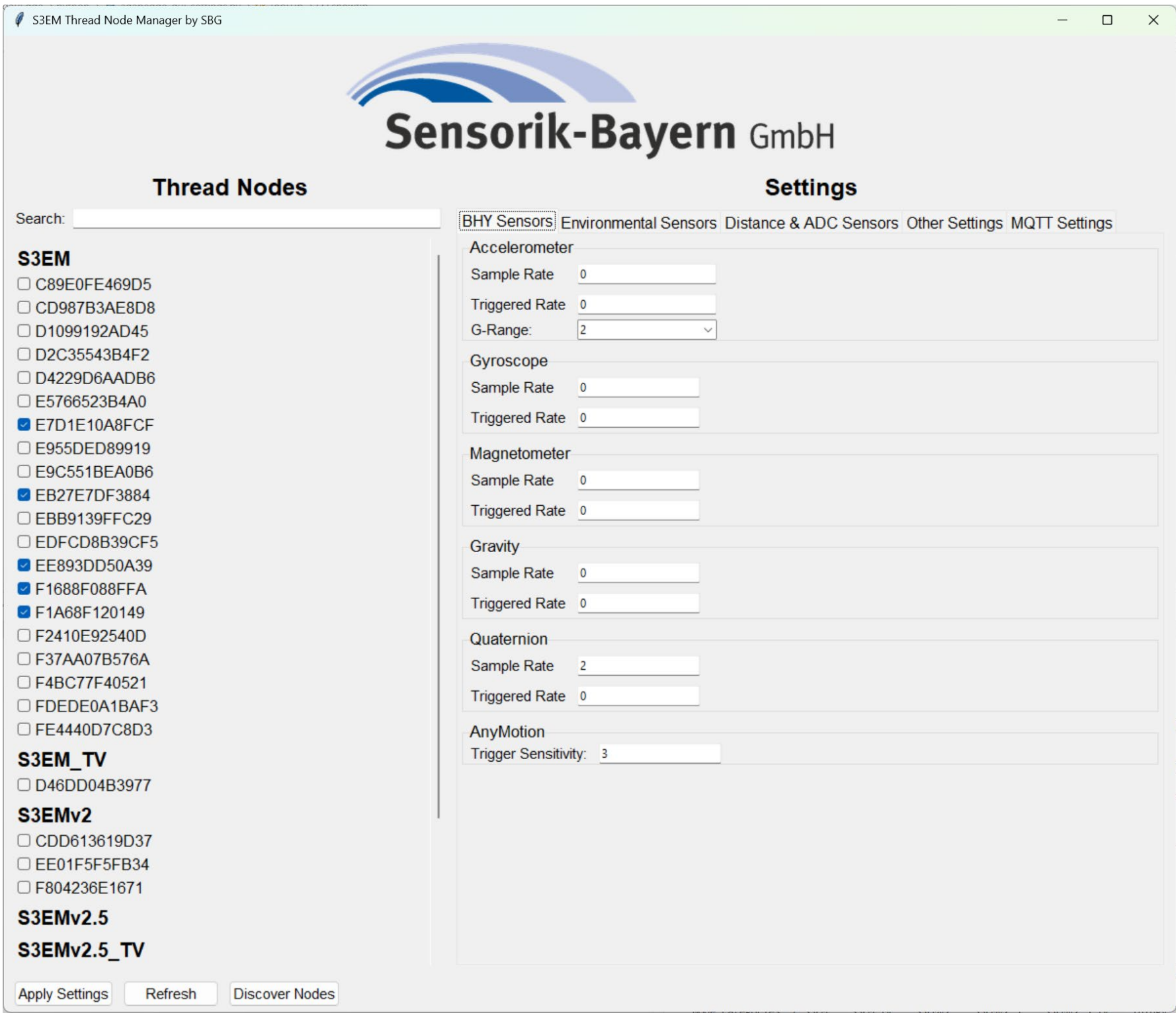
- Echtes Sensor-Mesh → flexibel erweiterbar
- Robuste Kommunikation durch Redundanz
- Lokale Datenverarbeitung und -verdichtung

Integrierte Sensorik:

- BST BHI360 + BMM350: 9-Achs-Sensorik (Gyroskop, Magnetometer, Beschleunigung -> Quaternionen, Orientierung im Raum)
- BST BME688: Temperatur, rel. Luftfeuchte, Druck, Gaskdetektion, integrierte AI
- TDK ICS-41351: MEMS-Mikrofon

Integrierte Sensorik:

- TI TMP119: Digitaler Temperatursensor mit ±0,08 °C Genauigkeit
- BST BHI260+BMM150: 9-Achs-Sensorik (Gyroskop, Magnetometer, Beschleunigung -> Quaternionen, Orientierung im Raum)



Verwertungsperspektive

Das S³EM-Sensor-Mesh mit dem Edge-Computing-Modul stellt ein robustes abgeschlossenes Ökosystem dar, das sich in jede Fertigung mittels MQTT einfach einbinden lässt und zur Prozessüberwachung, Qualitätssicherung und -steigerung beitragen kann.

Insbesondere eignet es sich sehr gut zum Retrofitting von wenig digitalisierten Fertigungsanlagen.

