

# Testkonzept Mesh Netzwerke

## Testumgebung und Performancevergleich von Zigbee, Thread und Bluetooth Mesh Netzwerken

BACHELOR THESIS - ANKLIN, BOBST, HORATH

14. April 2020

**Fachcoach:**

Matthias Meier  
Manuel Di Cerbo

**Team:**

Raffael Anklin  
Robin Bobst  
Cyrill Horath

**Studiengang:**

Elektro- und Informationstechnik

**Semester:**

Frühlingssemester 2020

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Konzept</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Ablauf</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Testszenarien</b>	<b>4</b>
3.1	Mesh Beziehungen . . . . .	4
3.2	Testumgebungen . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Hardware und Firmware</b>	<b>7</b>

# 1 Konzept

Für den Vergleich der 3 Mesh Netzwerkstack Bluetooth Mesh (BT Mesh), Thread und Zigbee soll folgendes vom Protokoll unabhängiges Testkonzept umgesetzt werden. Die Abbildung ?? zeigt das Konzeptschema. Die Benchmark Slave Nodes (BSN) in der Abbildung als Sensoren und Aktoren mit unterschiedlichen Funktionalitäten dargestellt, bilden zusammen mit dem Benchmark Master Node (BMN) das zu testende Mesh Netzwerk. Innerhalb des Netzwerks wird dessen Organisation vom jeweiligen Protokoll sichergestellt. Die Benchmark Management Station (BMS) welche mit dem BMN via USB/UART kommuniziert ist zuständig für die Verwaltung und Verarbeitung der Benchmarks. Während eines Benchmark Prozesses sollen sämtliche Messungen jedoch unabhängig von der BMS durchgeführt werden damit allfällige Latenzzeiten der USB/UART Verbindung die Resultate nicht verfälschen. Das Mesh Testnetzwerk soll unter unterschiedlichen Bedingungen betrieben. Diese Testszenarien werden unter 3 genauer beschrieben.

## 2 Ablauf

Ein Mesh Benchmark folgt einem klar definierten Ablauf. Die Abbildung 2.1 beschreibt den konzeptionellen Ablauf unabhängig vom zu testenden Mesh Protokoll.

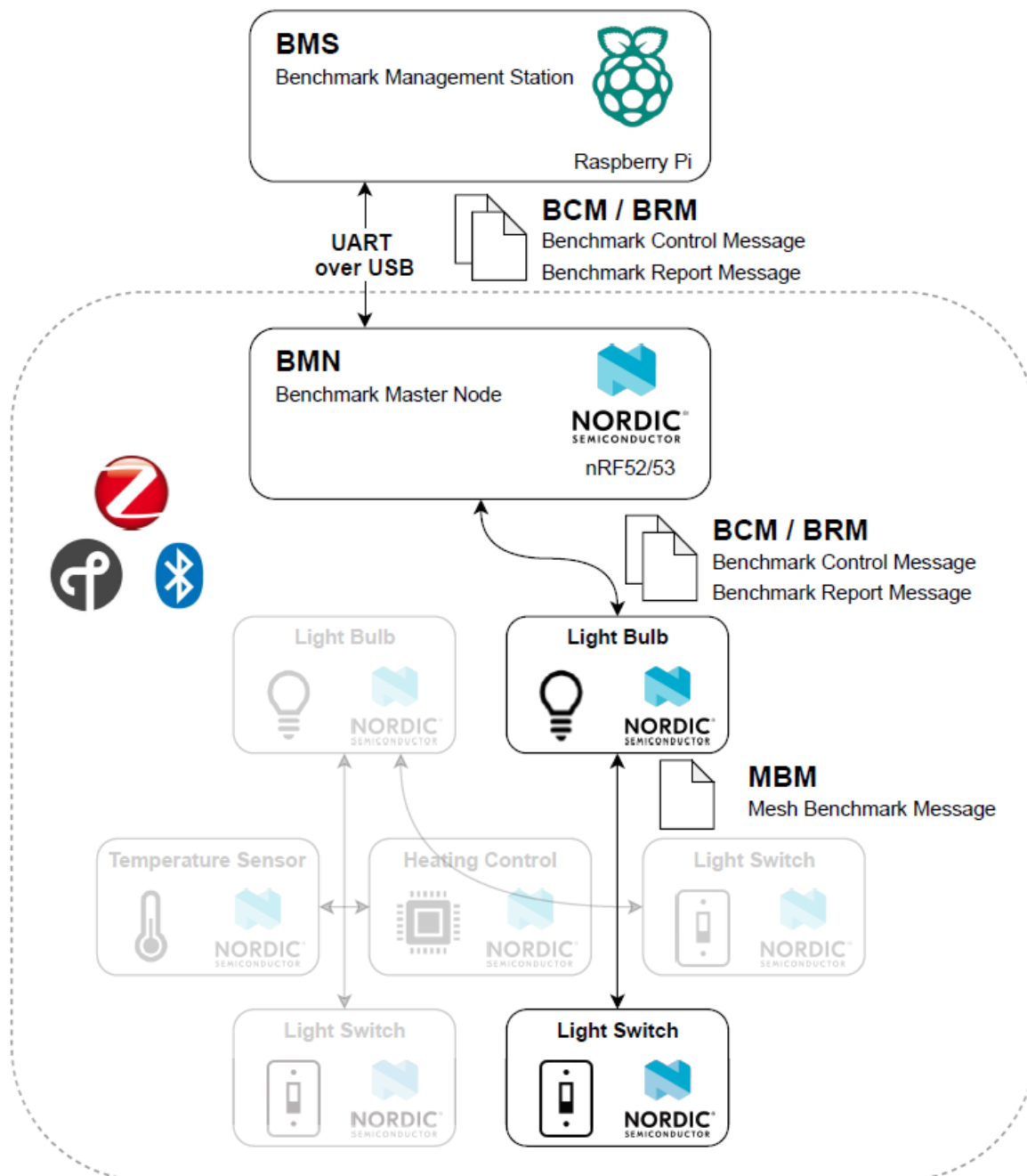


Abbildung 2.1: Konzeptschema für den Ablauf eines Mesh Benchmarks.

### 1. Benchmark User-Init:

Auf dem Webinterface des BMS werden die gewünschten Parameter definiert und der Benchmark durch den Benutzer gestartet.

### 2. Benchmark Init BMN:

Die Parameter werden an den BMN übergeben welcher diese wiederum an alle teilnehmen-

den BSN weiterleitet. Mit einem Startsignal vom BMN wird der Benchmark auf den BSN gestartet.

**3. Benchmark Prozess:**

Die BSN führen den Benchmark Prozess mit den definierten Parametern aus. Dies geschieht autonom und jeweils nur zwischen den entsprechenden BSN die in einer direkten Beziehung zueinander stehen (siehe Mesh Beziehungen 3.1). Die entstehenden Messdaten werden auf den BSN zwischen gespeichert.

**4. Reporting:**

Nach Ablauf der Benchmark Zeit werden die Messdaten an den BMN übertragen. Dies erfolgt gesteuert durch den BMN welcher die Daten bei einem BSN nach dem anderen abfragt und direkt an das BMS weiterleitet.

**5. Finish:**

Der BMN kontrolliert ob er die Daten von sämtlichen BSN korrekt auslesen konnte und bestätigt das Ende der Messung gegenüber dem BMS.

**6. Auswertung:**

Das BMS beendet den Benchmark Vorgang, speichert die Messdaten in seiner Datenbank ab und bereitet diese grafisch auf.

### 3 Testszzenarien

Die Benchmarks der Mesh Protokolle sollen mit unterschiedlichen Bedingungen getestet werden wobei grundsätzlich eine reelle Anwendung nachgebaut werden soll. Zum einen gibt es unterschiedliche Beziehungen innerhalb des Mesh Netzwerks, zum anderen werden Testumgebungen unterschieden.

#### 3.1 Mesh Beziehungen

Innerhalb eines Mesh Netzwerks können 4 Beziehungen zwischen den Nodes für die Benchmarks unterschieden werden. Üblicherweise kommen mehrere oder sogar alle 4 Beziehungen innerhalb eines Netzwerkes gleichzeitig zum Einsatz. Abbildung 3.1 zeigt die Beziehungen.

- Rot stellt eine einfache P2P Verbindung ohne Hop dar. Beispielsweise schaltet ein einzelner Schalter eine einzelne, definierte Lichtquelle
- Orange ist eine many-to-one Verbindung in welcher mehrere Lichtschalter die selbe Lichtquelle schalten.
- In blau ist eine klassische one-to-many Topologie dargestellt in welcher beispielsweise ein Schalter mehrere Lichtquellen bedient.
- Grün dargestellt ist eine indirekte P2P Verbindung mit. Das bedeutet, dass Schalter und Lichtquelle keine direkte Verbindung zueinander haben und daher Mesh-typisch via einem oder mehreren Hops kommuniziert.

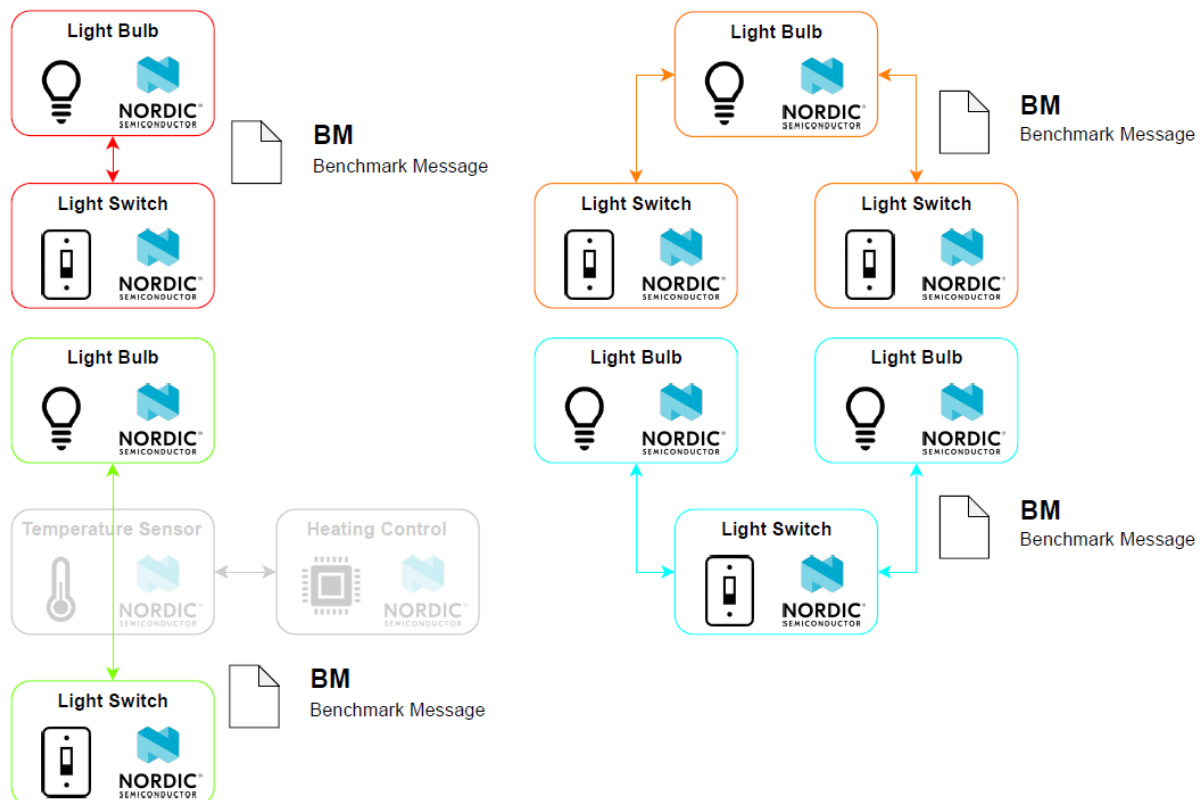


Abbildung 3.1: Beziehungen zwischen den Mesh Nodes innerhalb eines Benchmarks.

### 3.2 Testumgebungen

Unterschiedliche Testumgebungen sollen die Benchmarks und schlussendlich den Vergleich der 3 Mesh Protokolle aussagekräftiger machen. Abbildung 3.2 zeigt 5 unterschiedliche Umgebungen in denen Messungen durchgeführt werden sollen.

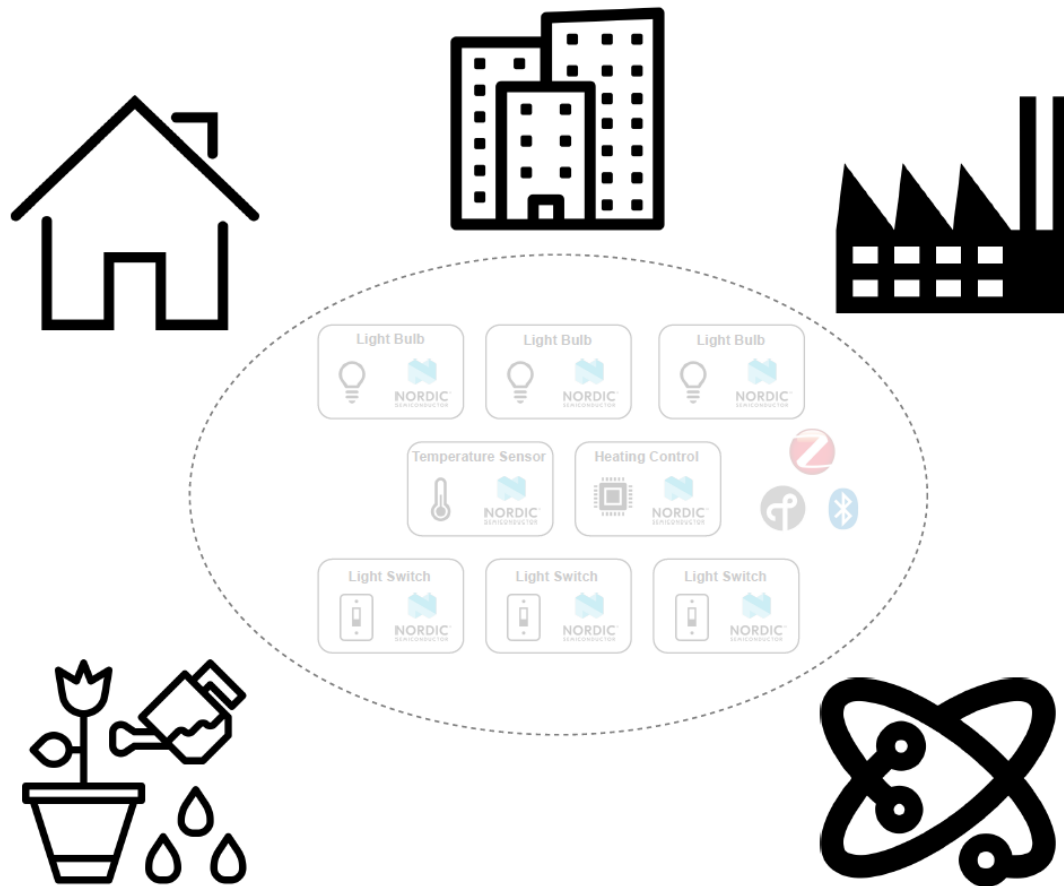


Abbildung 3.2: Mesh Netzwerk Testumgebungen

**Haus** Die Testgeräte werden in einem Einfamilienhaus installiert und repräsentieren damit eine flächendeckende Heim-Automatisierung.

- Einfamilienhaus über mehrere Etagen.
- Anzahl Sensoren und Aktoren vergleichbar gross.
- Node-Dichte relativ gering.
- Keine Beeinflussung durch Nachbarsysteme zu erwarten

**Wohnung** Ebenfalls als Heim-Automatisierung gedacht werden die Messungen in einer Wohnung durchgeführt.

- Wohnung über eine Etage in einem Mehrfamilienhaus
- Anzahl Sensoren und Aktoren vergleichbar gross.
- Node-Dichte höher als im Haus.
- Mögliche Störeinflüsse durch andere Systeme von Nachbarn zu erwarten.

**Industrie** Um eine Industrielle Anwendung zu vergleichen erfolgt eine Messung in einem Industriebetrieb.

- Industriebetrieb mit grosser Fläche.
- Grosse Anzahl Sensoren zur Überwachung von Produktionsprozessen. Vereinzelt Aktoren zur Ansteuerung von Anlageteilen.
- Hohe Node-Dichte.
- Mögliche Störeinflüsse durch Maschinen oder Abschirmwirkung durch metallische Gegenstände zu erwarten.

**Landwirtschaft (optional)** Für die Überwachung und Kontrolle von landwirtschaftlichen Flächen kann ein Test auf offenem Feld erfolgen.

- Landwirtschaftsfläche mit grosser Ausbreitung (z.B. Gemüseanbau).
- Grosse Anzahl Sensoren. Nur wenige bis gar keine Aktoren.
- Sehr geringe Node-Dichte mit weiten Distanzen.
- Geringe bis keine Störbeeinflussung durch die Umgebung zu erwarten.

**Labor** Der Laboraufbau ist ein Extremtest welcher die Leistungsgrenzen der Protokollstacks ausloten soll.

- Testaufbau unter Laborbedingungen auf engstem Raum.
- Ausgeglichene Anzahl Sensoren und Aktoren.
- Sehr Hohe Node-Dichte.
- Geringe bis keine Störbeeinflussung durch die Umgebung zu erwarten.



## 4 Hardware und Firmware

Eine Hardwareplattform. Dongle mit Akku für die BSN und DK für den BMN. Firmware dementsprechend gibt es folgende: BMN, BSN Sensor, BSN Aktor