

## Wireless-Vernetzung von Baumer-Sensoren

Die Firma Baumer Electric AG möchte mit dieser Bachelorarbeit die Möglichkeit einer drahtlosen Vernetzung ihrer Sensoren evaluieren. Verwendet werden RS485-Radarsensoren, Bluetooth Development Kits von Nordic Semiconductor (nRF52840) und ein E-Paper-Display für die Anzeige von Messwerten.

Für den Aufbau des Netzwerkes werden Bluetooth-Verbindungen verwendet. Alternativen wie Bluetooth Mesh oder Broadcast-Lösungen wurden aufgrund geringerer Datenrate ausgeschlossen. Im Netzwerk sind vier verschiedene Rollen enthalten.

- Host: Computer mit C#-Bediensoftware für das Netzwerk und direkter Mikro-USB-Verbindung zum Client.
- Client: Netzwerk-Hauptknotenpunkt und Schnittstelle zwischen dem Host und dem BLE-Netzwerk.
- Relais: Dienen als Brücke, um die Reichweite des Netzwerks zu erhöhen.
- Peripherals: Endteilnehmer, welcher die Sensoren oder Displays in das Netzwerk integriert.

Das Netzwerk bildet sich ausgehend vom Client in einer Baumstruktur auf. Für den Datenaustausch zwischen den einzelnen Knoten wird der Nordic UART Service verwendet, welcher eine serielle Schnittstelle über BLE emuliert. Um mit den Knoten im Netzwerk kommunizieren zu können, wird ein serielles Protokoll verwendet. Über einen aufsteckbaren Print für die nRF52840 Development Kits werden die Sensoren und das Display in das Netzwerk integriert. Die Sensorspannung wird vom Board über einen 5V - 24V DC-DC-Wandler generiert.

Das Netzwerk ist autonom und modular aufgebaut. Theoretisch können beliebig viele Relais und Peripherals hinzugefügt oder entfernt werden. Sobald Relais und Peripherals in Reichweite sind, werden diese automatisch verbunden und zum Netzwerk hinzugefügt. Die Geräteliste und Netzwerkstruktur wird im Host auf dem neusten Stand gehalten.

Die Firmware der einzelnen Komponenten im Netzwerk ist in C realisiert. Als Basis werden die BLE-Beispielprogramme von Nordic Semiconductor verwendet. Der Host inklusive GUI ist als Windows-Anwendung in C# erstellt worden.

Mit der bestehenden Netzwerkstruktur ist es ohne Optimierungen (mit kleinen Paketen) möglich, mit bis zu drei Sensoren, welche direkt über die Peripherals mit dem Client verbunden sind, 15 kbit/s Nutzdaten pro Verbindung zu übertragen. Insgesamt kommt man damit auf 45 kbit/s. Läuft die Verbindung über ein Relais, sinkt die Rate. Mit einem Sensor erreicht man maximal noch 3 kbit/s. Mit Optimierungen könnte der Durchsatz noch weiter gesteigert werden. Es können bis zu 400 kbit/s erreicht werden. Mit dem LE 2M Phy sogar bis zu 800 kbit/s.



### Diplomierende

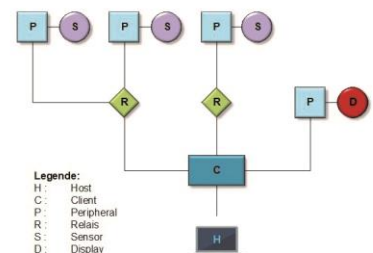
Patrick Cizerl  
Roland Kölsch

### Dozierende

Marcel Rupf  
Patrick Rennhard



Baumer RS485-Radarsensor mit dem nRF52840 Development Kit von Nordic Semiconductor und dem darauf aufgesteckten Print für die Netzwerkintegration des Sensors.



Baum-Topologie des BLE-Netzwerkes