



Sascha Jecklin



Simon Kassian Locher

Studenten	Sascha Jecklin, Simon Kassian Locher
Examinator	Prof. Reto Boderer
Themengebiet	Embedded Software Engineering

Bluetooth Low Energy

Bluetooth 5 für verteilte Low Power-Systeme

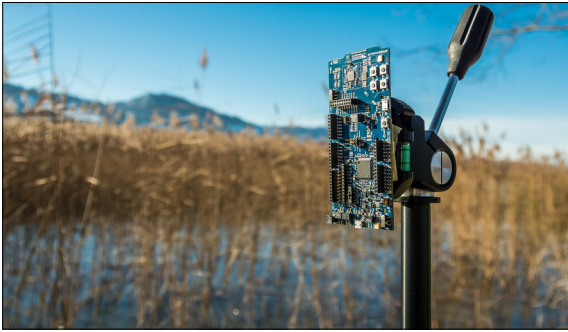


Abbildung 1: Test mit dem Nordic Semiconductor Entwicklerboard nRF52840

Einleitung: Immer mehr Sensoren und Aktoren werden verbaut, um Prozesse intelligenter und vernetzter zu gestalten. Auslöser dafür sind unter anderem die Industrielle Revolution 4.0 und der Trend zur Home Automation. Diese Informationen müssen gesammelt und ausgewertet werden. Heute geschieht dieser Ablauf meistens kabellos, was mehrere Vorteile mit sich bringt. Oft ist eine Nachrüstung per Kabel gar nicht möglich oder zu teuer. Damit entstehen jedoch wachsende Anforderungen an kabellose Übertragungen. Unter anderem sind hohe Stabilität, Skalierbarkeit, Reichweite und ein hoher Datendurchsatz gefordert. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurde der Bluetooth Standard weiterentwickelt.

Vorgehen: Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Verbesserungen von Bluetooth 5 anhand eines Demonstrators zu verifizieren. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dem Leser einen Überblick über Bluetooth 5 verschaffen und ihn bei der Wahl des Funkstandards für seine Anwendung unterstützen. Zusätzlich soll die Arbeit als Starthilfe bei der Entwicklung von Bluetooth-Anwendungen genutzt werden können. Als erstes folgt ein Überblick zur Funktionsweise von Bluetooth. Anschliessend werden die Anforderungen an den Demonstrator evaluiert und die dazu passenden Entwicklerboards ausgesucht. Mit diesen wird dann ein Demonstrator entwickelt. Zum Schluss werden Messungen durchgeführt, um die Neuerungen von Bluetooth 5 zu verifizieren.

Ergebnis: Entstanden sind mehrere Testprogramme für Entwicklerboards der Hersteller Nordic Semiconductor und Silicon Labs. Bluetooth 5 bietet interessante und vielversprechende Anwendungsmöglichkeiten. Vor allem der neue schnellere Modus hat sich in den Tests bewährt. Dieser kombiniert einen hohen Datendurchsatz mit kleinerem Energieverbrauch. Die neue Mesh Funktion ist ebenfalls sehr vielversprechend, gerade für das Internet der Dinge. Es hat sich gezeigt, dass es zur Zeit dieser Arbeit noch grosse Unterschiede zwischen den Herstellern bezüglich dem Stand der Implementierung gibt. Von beiden Herstellern werden regelmässig Updates veröffentlicht, welche nach und nach die neuen Funktionen hinzufügen. Bis alle Funktionen vollumfänglich genutzt werden können, wird jedoch noch einige Zeit vergehen. Unsere Empfehlung ist daher, sich mit den Möglichkeiten von Bluetooth 5 vertraut zu machen, jedoch mit der Implementierung noch ein paar Monate zu warten.

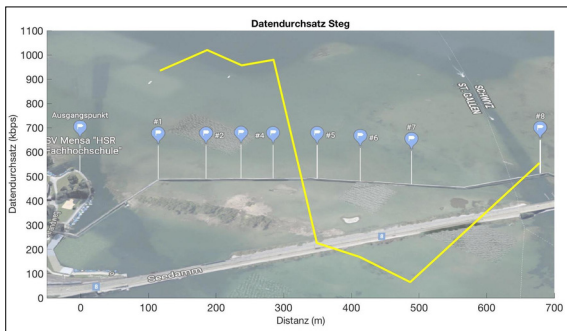


Abbildung 2: Datendurchsatz Messungen auf dem Steg zwischen Rapperswil und Hurden

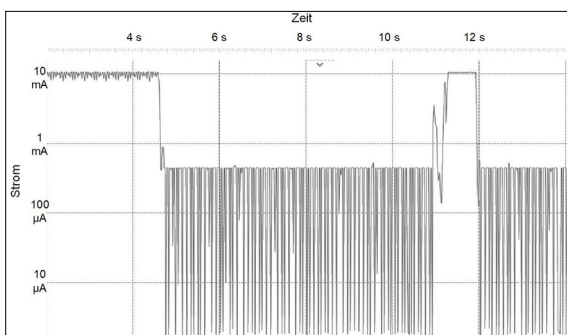


Abbildung 3: Energiemessung während einer Bluetooth Verbindung