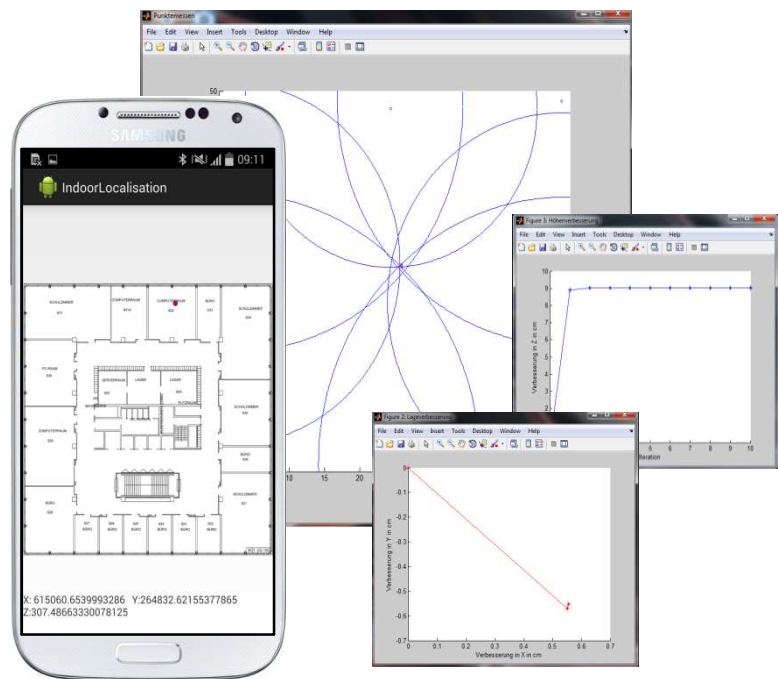


# Bachelor-Thesis 2014

## Indoor Lokalisierung mit Bluetooth Low Energy (BLE): Genauigkeitsanalyse und Implementierung einer Applikation auf dem Smartphone



**Autorin:** Noëmi Sturm

**Examinator:** Martin Christen

**Experte:** Benjamin Loesch

# Indoor Lokalisierung mit Bluetooth Low Energy (BLE)

**Mittels Beacons besteht nun im Innenraum die Möglichkeit, welche mittels GNSS im Aussenbereich schon lange existiert: die Positionsbestimmung. Eine solche Indoor Lokalisierung ist vor allem in grossen, unübersichtlichen öffentlichen Gebäuden von Vorteil. Sie ermöglicht es, sich zu orientieren, Informationen zum aktuellen Standpunkt anzuzeigen oder die aktuelle Position, im Falle eines Notfalls, an eine entsprechende Stelle zu übermitteln.**

**Schlagworte:** Beacon, Indoor Lokalisierung, Bluetooth Low Energy, Bluetooth Smart, Android Applikation, Android Studio, Matlab, Java

## 1. Beacons

Beacons (englisch: Leuchtturm) sind kleine Geräte, welche die Bluetooth Low Energy-Technologie nutzen. Wie es der Name von BLE schon sagt, verbrauchen diese Beacons nur wenig Energie. Dies ermöglicht, dass sie monate- bis jahrelang mit derselben Knopf-batterie auskommen und somit wenig Unterhalt benötigen.

Beacons haben eine einzige Aufgabe. Diese besteht darin, in einem bestimmten Rhythmus ein Bluetooth-Funksignal auszusenden, welches die ID des Beacons und weitere Werte beinhaltet. Dieses Signal kann von Smartphones, welche den Bluetooth Low Energy-Standard unterstützen, empfangen werden. Mit der Messung der Signalstärke eines Beacons durch das Smartphone kann der Abstand vom Smartphone zum Beacon bestimmt werden.

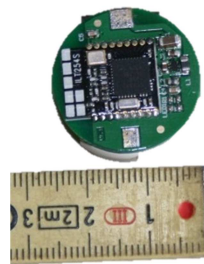


Abbildung 1: Beacon

## 2. Aufgabenstellung

In der Aufgabenstellung enthalten, ist die Ortung eines Smartphones im Innenraum eines Gebäudes. Dazu sollen in einem geeigneten Innenraum Bluetooth Low Energy Beacons angebracht werden, mit deren Signal der Standpunkt des Smartphones ermittelt werden kann. Den Standpunkt gilt es anschliessend in einer Android Applikation mit einer entsprechenden Kartenansicht zu visualisieren.

### 3. Berechnung

Als erstes gilt es die empfangenen Signalstärken in Distanzen umzurechnen. Hierfür gibt es verschiedene Ansätze, wovon gewisse getestet wurden. Der Ansatz mit den besten Resultaten wurde dann für den Algorithmus verwendet. Aus den berechneten Distanzen wird mittels Trilateration (räumlicher Bogenschnitt) eine Näherungslösung für die Position des Smartphones berechnet. Die Koordinaten dieser Näherungslösung fliessen dann in eine vermittelnde Ausgleichung, welche zehn Mal durchlaufen wird, wobei der berechnete Standpunkt jeweils als neue Näherungslösung in die vermittelnde Ausgleichung einfliesst. Die Lösung des letzten Durchlaufs stellt die Position des Smartphones dar.

### 4. Implementierung

In einem ersten Schritt wurden die Algorithmen in Matlab implementiert. Dies um die Algorithmen zu testen und die Resultate zu beurteilen. Nach erfolgreichen Tests wurden die Algorithmen für die Smartphone-Applikation mittels Android Studio in Java implementiert. In der erstellten App wird die berechnete Position in einer Kartenansicht visualisiert und jede Sekunde aktualisiert.

### 5. Genauigkeitsanalyse

Die Genauigkeitsanalyse erfolgte mittels unterschiedlicher Anzahl Beacons und verschiedenen Standpunkten. Bei den Beacons wurde auch noch unterschieden, ob alle ungefähr die gleiche Höhe aufwiesen oder ob die Höhen variieren. Anschliessend wurde ein koordinatenmässig bekannter Referenzpunkt gemessen und die gemessenen Koordinaten ausgewertet.

In einem Raum von etwa 8 m x 8 m zeigt die Genauigkeitsanalyse auf, dass mindestens fünf Beacons benötigt werden, um eine Position berechnen zu können. Diese Beacons sollten in unterschiedlichen Höhen und frei von Sichteinschränkungen angebracht werden.

Die genaueste Positionierung wird meistens in der Mitte des Raumes erhalten. Die Lageabweichung beträgt dort wenige Meter. Sobald jedoch das Smartphone in Richtung Wand verschoben wird, erhöht sich die Lageabweichung auf mehrere Meter. Die Höhenabweichung ist meist wesentlich schlechter als die Lageabweichung.

Eine Empfehlung über die Anzahl Beacons und deren Positionierung, kann aufgrund der sehr schwankenden Resultate nicht abgegeben werden. Eine Erklärung für diese unsteten Resultate ist, dass die Signalstärken ungefiltert verarbeitet werden und daher die berechneten Positionen stark ändern.

### 6. Kontakt

Autorin:	Noëmi Sturm	n.sturm@outlook.com
Examinator:	Martin Christen	martin.christen@fhnw.ch
Experte:	Benjamin Loesch	benjamin.loesch@fhnw.ch