Bluetooth Low Energy bezeichnet eine Funktechnik welche es ermöglich Daten zwischen Geräten auszutauschen. Der grosse Vorteil von Bluetooth Low Energy ist der niedrigere Energieverbrauch im Gegensatz zum traditionellen Bluetooth. Das Bluetooth Low Energy Protokoll gehört zum Bluetooth Core Specification Version 4.0, wo auch das Classic Bluetooth Protokoll und das Bluetooth High Speed Protokoll enthalten ist. Die Bluetooth Core Specification Version 4.0 ist besser unter dem Namen Bluetooth Smart bekannt und wurde im Juli 2010 veröffentlicht.

Bluetooth Low Energy verwendet das gleiche Frequenzband wie das traditionelle Bluetooth, jedoch sind nur 40 Kanäle à 2 MHz verfügbar, anstatt 79 Kanäle à 1 MHz, wie beim traditionellen Bluetooth. Ausserdem verbraucht BLE, wie der Name bereits indiziert, weniger Energie als andere Übertragungsmedien. Es gibt Klasse 1 Bluetooth-Geräte welche mit 100 mW was eine Reichweite von ca. 100 Metern erreicht, jedoch sendet BLE mit maximal 10 mW was eine Reichweite von ca. 40 Metern entspricht.

BLE wird vor allem batterielose Sensoren verwendet, welche die Energie aus der Umwelt beziehen. Diese Sensoren arbeiten meist als Beacon, was bedeutet sie senden Daten ohne eine aktive Verbindung mit einem Gerät aufzubauen. Eine Verbindung ist bei den meisten Sensoranwendungen nicht notwendig, da die Daten einfach gesendet werden können und das empfangende Gerät entscheidet was mit den vorliegenden Daten gemacht wird. Trotzdem kann mit BLE eine aktive Verbindung eingerichtet werden, jedoch verbraucht eine aktive Verbindung mehr Energie, da Daten gesendet und empfangen werden müssen. Das bedeutet der Sensor kann nicht in einen Standby-Modus gehen, in welchem weniger Energie verbraucht wird, da auf ankommende Daten gewartet wird.

Ein weiterer Vorteil der BLE-Technik ist, dass die Bauteile für eine BLE-Kommunikation relativ günstig sind und damit die Geräte ebenfalls günstiger hergestellt werden können.

Quellen: <https://de.wikipedia.org/wiki/Bluetooth_Low_Energy>

<https://www.youtube.com/watch?v=AIHpSCYOQNI>

2.4 Bluetooth Low Energy

Bluetooth Low Energy (BLE) bezeichnet eine Funktechnik, welche es ermoglicht, Daten zwischen Geraten auszutauschen. Der Vorteil von Bluetooth Low Energy ist der niedrigere Energieverbrauch im Gegensatz zum traditionellen Bluetooth. Das Bluetooth Low Energy Protokoll gehort zum Bluetooth Core Speci\_cation Version 4.0, wo auch das Classic Bluetooth Protokoll und das Bluetooth High Speed Protokoll enthalten sind. Die Bluetooth Core Speci\_cation Version 4.0 ist besser unter dem Namen Bluetooth Smart bekannt und wurde im Juli 2010 vero\_entlicht <https://www.youtube.com/watch?v=AIHpSCYOQNI>

2.4.1 BLE im Vergleich zu Bluetooth

Bluetooth Low Energy verwendet das gleiche Frequenzband wie das traditionelle Bluetooth, jedoch sind nur 40 Kanale \_a 2 MHz verfugbar, anstatt 79 Kanale \_a 1 MHz beim traditionellen Bluetooth. Ausserdem verbraucht BLE, wie der Name bereits indiziert, Bluetooth Low Energy 23 weniger Energie als andere Ubertragungsmedien. So sendet BLE mit maximal 10 mW, was einer Reichweite von ca. 40 Metern entspricht im Gegensatz zu Klasse 1 Bluetooth- Geraten, welche mit 100 mW eine Reichweite von rund 100 Metern erreichen. Ein der BLE-Technik ist, dass die Bauteile fur eine BLE-Kommunikation relativ gunstig sind und damit die Gerate ebenfalls gunstiger hergestellt werden konnen (?, p. XX).

2.4.2 Advertising und Connected Mode

BLE wird vor allem für batterielose Sensoren verwendet, welche die Energie aus der Umwelt beziehen. Diese Sensoren arbeiten meist als Beacon, was bedeutet, dass sie Daten senden, ohne eine aktive Verbindung mit einem Gerät aufzubauen oder nur eine Verbindung auf Anfrage eingehen, diese jedoch nach kurzer Zeit wieder beenden. Dieser Modus nennt sich Advertising Mode, was vom Englischen advertisement stammt, es soll aussagen, dass der Beacon eine Werbung aussendet und diese nicht auf eine spezielle Person zugeschnitten ist, sondern an die breite Masse gesendet wird.

Eine aktive Verbindung ist bei den meisten Sensoranwendungen auch nicht notwendig, da die Daten einfach gesendet werden können und das empfangende Gerät entscheidet was mit den vorliegenden Daten gemacht wird, wenn das Gerät mehr Informationen benötigt kann eine Verbindung aufgebaut werden. Trotzdem kann mit BLE eine aktive Verbindung eingerichtet werden, jedoch verbraucht eine aktive Verbindung mehr Energie, da Daten gesendet und empfangen werden müssen. Das bedeutet der Sensor kann nicht in einen Standby- Modus gehen, in welchem weniger Energie verbraucht wird, da auf ankommende Daten gewartet wird (?, p. XX).

<http://www.argenox.com/bluetooth-low-energy-ble-v4-0-development/library/a-ble-advertising-primer/> (Konsultierung am 29.05.16)

BLE Paketstruktur

Der Aufbau eines BLE Pakets ist überschaubar. Als erstes wird ein Preamble, bestehend aus abwechslenden 1 und 0, womit der Empfänger sich auf die richtige Frequenz synchronisieren kann. Diese Preamble wird auf dafür verwendet die Verstärkung des Empfängers einzustellen, dies kann sehr wichtig sein bei Signale, welche von einer grösseren Distanz versendet werden, da eine falsche Verstärkung des Signals in Fehlern resultieren kann.

Anschliessend wird die Access Address verschickt, anhand dieser Adresse kann der Empfänger die Nachricht einem ganz bestimmten Sender zuordnen und somit entscheiden, ob die Daten vom richtigen Sender kommen oder ob es eventuell nur Störungen waren, welche zufälligerweise eine Preamble dargestellt haben.

Der Header enthält Informatioinen zum Aufbau der Daten, welche folgen. Es gibt sieben verschiedene Arten von Aufbauten der Daten.

* ADV\_IND – general advertising indication
* ADV\_DIRECT\_IND – direct connection indication
* ADV\_NONCONN\_INC – nonconnectable indication
* ADV\_SCAN\_IND – scannable indication
* SCAN\_REQ – active scanning request
* SCAN\_RSP – active scanning response
* CONNECT\_REQ – connection request

Nachfolgen wird die Length eingereiht, welche Informationen über die Anzahl Bytes der Daten enthält. Es wird unterschieden zwischen der Länge eines Advertising Pakets und eines Data Pakets. Die Länge eines Advertising Pakets wird mit sechs Bits dargestellt, welche die Werte von 6 – 37 einnehmen können, wo ein Data Paket nur mit fünf Bits arbeitet, welche die Werte 0 – 31 einnehmen können.

Anschliessend werde die Nutzdaten übertragen, welche je nach gewählter Art, einen anderen Aufbau aufweisen. Es können zwischen 0 bis 296 Bits, also 0 bis 7 Bytes übertragen werden.

Abgeschlossen wird ein Paket mit dem CRC, welcher die Checksumme der Nachricht enthält. Die Checksumme wird über den Header, Length und die Nutzdaten gebildet.

*Buch BLUETOOTH LOW ENERGY – THE DEVELOPER’S HANDBOOK von Robin Heydon Zweite Auflage Dezember 2013 Kapitel 7.2*