

# Bluetooth 4.0

Ruben Deyhle

Hochschule der Medien Stuttgart  
Nobelstraße 10, 70569 Stuttgart, Deutschland  
rd016@hdm-stuttgart.de  
<http://hdm-stuttgart.de>

**Abstract** Bluetooth v4.0 introduced *Bluetooth Low Energy*, also known as *Bluetooth Smart* as a new technology to the Bluetooth specification. The ultra-low-power design enables many new use cases like RFID for Bluetooth and embraces an *Internet of Things*.

**Zusammenfassung** Bluetooth v4.0 führte *Bluetooth Low Energy*, oder *Bluetooth Smart*, als neue Technologie für Bluetooth-Geräte ein. Die extrem energiesparende Funktechnik ermöglicht zahlreiche neue Anwendungsfälle für Bluetooth, unter anderem im Bereich RFID und für ein *Internet der Dinge*.

**Keywords:** Bluetooth, Bluetooth Low Energy, Bluetooth Smart, Wibree, RFID

## 1 Einleitung

Bluetooth ist eine Funktechnologie für die Datenübertragung über kurze Distanzen. Sie ist hauptsächlich dafür bekannt, in drahtlosen Headsets für die Audioübertragung verwendet zu werden, sowie als Kabelersatz für Eingabegeräte bei Computern und Spielekonsolen. In Version 4 hält mit *Bluetooth Low Energy* eine neue Technologie Einzug in die Bluetooth-Spezifikation, die neue Anwendungsfälle ermöglicht. Diese Arbeit liefert einen Überblick über Geschichte und Funktionsweise von Bluetooth und stellt Bluetooth Low Energy vor. Sie entstand im Wintersemester 2012/2013 im Rahmen der Veranstaltung „Spezielle Themen mobiler Kommunikationssysteme“ an der Hochschule der Medien Stuttgart.

## 2 Bluetooth – Grundlagen

Bluetooth wurde ursprünglich 1994 von den Schweden Jaap Haartsen und Sven Mattisson bei Ericsson entwickelt. Seit 1998 verwaltet die Bluetooth Special Interest Group (SIG) die Spezifikation, bei der mittlerweile fast alle größeren Technologieunternehmen Mitglied sind (über 17.000). Die SIG entwickelt die Spezifikation weiter, hält die Patente und gibt Lizenzen an Hardwarehersteller aus, die Bluetooth verwenden möchten. [1]

Eine der Besonderheiten von Bluetooth ist, dass es „Frequency hopping Spread Spectrum“ verwendet, eine Funktechnologie, bei der die Trägerfrequenz häufig gewechselt wird. Bluetooth verwendet 79 Frequenzbänder (jedes 1 MHz breit, zwischen 2402 und 2480 MHz), zwischen denen normalerweise 800 mal pro Sekunde zufällig gewechselt wird. Dadurch soll es schwerer werden, die Verbindung abzuhören.

Bluetooth verwendet paketbasierte Datenübertragung und besitzt eine Master-/Slave-Struktur. Damit lassen sich Piconets bilden – Ad-hoc-Netzwerke mit maximal 7 aktiven Slaves sowie bis zu 255 inaktiven Slaves. Der Master verwaltet das Piconet. So können bis zu 8 Geräte über Bluetooth miteinander kommunizieren. [2,3]

Es gibt drei Klassen von Bluetooth-Geräten, die sich in Sendeleistung und dadurch Reichweite stark unterscheiden. Während Class-3-Geräte eine Reichweite von nur ungefähr 1 Meter haben, liegt die Reichweite bei Class-2-Geräten bei rund 10 Metern und bei Class-1-Geräten bei 100 Metern. Die tatsächliche Reichweite hängt jedoch, wie üblich bei Funktechnologien, von einer Vielzahl von Faktoren ab – unter anderem Antennenausrichtung und Akkuladezustand. [2,3]

Bluetooth hat viele verschiedene Anwendungsfälle. Von kabellosen Headsets, die sich mit Mobiltelefonen verbinden lassen, über Computer-Eingabegeräte wie Maus und Tastatur, Controller für Spielekonsolen bis hin zur Verteilung von Werbung.

Um die Interoperabilität zwischen unterschiedlichsten Bluetooth-Geräten sicherzustellen, sind einzelne Bluetooth-Funktionalitäten in Form von Bluetooth-Profilen definiert. Diese treffen eine Aussage darüber, welche Bluetooth-Dienste

ein Gerät anbietet oder nutzen kann. Jedes Bluetooth-Gerät muss ein oder mehrere Profile anbieten. Andere Geräte können durch diese Standardisierung sofort erkennen, welche Geräte in Reichweite kompatibel für einen bestimmten Anwendungsfall sind (z.B. Audioübertragung). [3,4]

Die Verbindung zwischen zwei Bluetooth-Geräten muss zunächst aufgebaut werden – ein Vorgang, der „Pairing“ genannt wird. Dabei wird ein gemeinsamer Schlüssel ausgetauscht. Beim heute „Legacy Pairing“ genannten Verfahren muss jedes Gerät einen PIN-Code senden, der auf beiden zu pairenden Geräten gleich sein muss. Viele Bluetooth-Geräte besitzen jedoch gar keine oder keine vollständige Tastatur, weshalb die PIN-Codes oft nur aus Ziffern bestehen oder gar fest eingebaut sind (zum Beispiel haben Headsets oft „0000“ oder „1234“ als PIN-Code). Dies kann ein Sicherheitsrisiko darstellen – so können zum Beispiel Audiosignale an ein Bluetooth-Headset mit so einfacher PIN gesendet werden, ohne dass der Nutzer etwas dagegen tun kann.[3,5]

Bluetooth 1.2 unterstützte eine Datenrate von bis zu 1 Mbit/s und bot einige Verbesserungen gegenüber den früheren Versionen, unter anderem „Adaptive Frequency Hopping Spread Spectrum“, wo beim zufälligen Springen zwischen den Frequenzbändern schon stark verwendete Frequenzen gemieden werden. Außerdem wurden neue Geräte schneller gefunden und verbunden. [6]

Mit Bluetooth 2.0 wurde 2004 unter dem Markennamen „EDR“ (Enhanced Data Rate) die Datenrate auf bis zu 3 Mbit/s erhöht (in der Praxis 2,1 Mbit/s). Wie alle Bluetooth-Versionen ist auch 2.0 abwärtskompatibel.

Version 2.1 kam 2007 und vereinfachte das Pairing von Geräten mit „Secure Simple Pairing“ (SSP). Geräte ohne volle Tastatur und Display können sich mit der „Just Works“-Methode pairen, bei der kein fester PIN-Code mehr benötigt wird, sondern stattdessen auf beiden Geräten ein Knopf gedrückt werden muss. Die nächste Stufe des Pairings für Geräte mit Display ist die Anzeige eines sechsstelligen Zifferncodes auf beiden Geräten, die der Nutzer vergleichen und bestätigen muss. Die dritte Variante für Geräte mit Tastatur und Display basiert auf einem Passwort, das auf einem oder beiden Geräten eingegeben werden muss.

Zusätzlich besteht mit SSP die Möglichkeit, über eine externe Technologie wie

Near Field Communication (NFC) das Pairing durchzuführen. [3,7]

Bluetooth 3 (offizielle Bezeichnung: Bluetooth v3.0 + HS, „Bluetooth High Speed“) führte 2009 eine Erweiterung für Bluetooth ein, die Datenübertragungsraten bis 24 Mbit/s ermöglicht. Diese, AMP (Alternate MAC/PHY) genannte Erweiterung verwendet IEEE 802.11 (WLAN) als Transporttechnologie. Über Bluetooth selbst läuft dann nur die Verwaltung der Verbindung. [3,8]

2010 wurde Bluetooth v4.0 verabschiedet. Die Spezifikation umfasst neben dem klassischen Bluetooth und Bluetooth High Speed auch ein komplett neues Protokoll: Bluetooth Low Energy.

### 3 Bluetooth Low Energy

Nokia begann 2001 mit der Entwicklung eines Bluetooth-Derivats. Das Ziel war, günstigere und weniger Energie benötigende Geräte bauen zu können. 2004 wurde die Technologie unter der Bezeichnung „Bluetooth Low End Extension“ (LEE) vorgestellt. [9]

2006 wurde LEE in „Wibree“ umbenannt. Wenig später wurde mit der Bluetooth SIG vereinbart, dass Wibree als Teil von Bluetooth 4 unter dem Namen „Bluetooth Low Energy“ (BLE) in die offizielle Bluetooth-Spezifikation integriert wird.[10]

Vermarktet wird BLE unter dem Namen „Bluetooth Smart“.

Das erste Gerät, das die Bluetooth-v4.0-Spezifikation erfüllte, war das iPhone 4S im Oktober 2011. [11]

#### 3.1 Technisch

Bluetooth Low Energy ist ein separates Protokoll, das etwas anders funktioniert als das klassische Bluetooth.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von BLE: single-mode und dual-mode. Single-Mode-Geräte verwenden nur BLE und profitieren daher vom niedrigen Strombedarf. Dies sind typischerweise kleine Chips ohne komplizierte Funktionalitäten. Bei Dual-Mode-Geräten ist BLE in einen „normalen“ Bluetooth-Chip integriert. Dies sind typischerweise herkömmliche Bluetooth-Hosts, wie Telefone und Computer. [12]

Das Hauptziel von BLE, der niedrige Strombedarf, wird dadurch erreicht, dass BLE-Chips sich die allermeiste Zeit in einem Standby-Modus befinden. Während dem Senden ist der Strombedarf ungefähr gleich wie beim klassischen Bluetooth.

Reichweite und Datenrate sind etwas niedriger: sie liegen bei 50 Metern und effektiv 0,27 Mbit/s. [12, 13]

Zwar funkt BLE ebenfalls zwischen 2402 und 2480 MHz, allerdings mit 40 je 2 MHz breiten Kanälen statt den 79 je 1 MHz breiten des klassischen Bluetooth. [5]

BLE verwendet für das Advertising, also für den Verbindungsaufbau zwischen Geräten, nur drei feste Kanäle (2402, 2426, 2480 MHz). Diese sind so gewählt, dass sie gerade außerhalb der typischerweise von WLAN genutzten Kanäle liegen, wodurch ein gegenseitiges Auffinden von Geräten fast immer möglich sein sollte. Wie auch das klassische Bluetooth verwendet BLE Frequency Hopping. Kann auf einem Kanal gerade nicht gesendet werden, wird einfach ein anderer gewählt. Da außerdem die Sendedauer von z.B. Bluetooth-Tags in der Regel extrem kurz ist, können auch sehr große Bluetooth-Netze realisiert werden, ohne dass die einzelnen Geräte sich stören. [13]

Die Sicherheit von BLE wird vom amerikanischen NIST (National Institute of Standards and Technology) teilweise als kritisch bewertet. Demzufolge können beim Pairing die Verschlüsselungs-Keys mitgehört werden. Außerdem wird kritisiert, dass auch ein komplett unverschlüsseltes Pairing erlaubt ist. [15]

BLE ist außerdem, wie auch das klassische Bluetooth, anfällig gegen Denial-of-Service-Attacken. So kann beispielsweise die Batterie eines BLE-Geräts durch massenhafte Anfragen geleert werden. Während dies beim klassischen Bluetooth eher ein theoretisches Problem ist, könnte dies insbesondere im großflächigen Einsatz von BLE-Tags in öffentlichen Räumen ein reales Problem im Einsatz werden. [15]

## 4 Anwendungsfälle

Während das „klassische“ Bluetooth typischerweise für größere Datenübertragung verwendet wird (beispielsweise bei Audiogeräten, z.B. Headsets), ist dies explizit kein Anwendungsfall von Bluetooth Low Energy. [12]

Der prototypische Anwendungsfall für Low-Energy-Geräte ist das Bereitstellen eines Status, also weniger einzelner Werte. Single-Mode-Geräte fungieren dabei als Server, sie haben einen Status, der geschrieben und gelesen werden kann und sind die Geräte, für die der niedrige Energieverbrauch von Bluetooth Low Energy optimiert wurde. Es können simple Tags sein, die beispielsweise nur eine ID senden, und nur die Information liefern, ob ein bestimmtes Gerät in der Nähe ist oder nicht (beispielsweise für RFID oder als Schlüssellersatz) – oder Sensoren, die Messwerte übertragen können (etwa Temperatur oder Helligkeit). Durch die Möglichkeit, Werte auch über BLE auf Single-Mode-Geräte zu schreiben, können z.B. auch Zielwerte gesetzt werden, etwa für einen Thermostat oder eine dimmbare Lampe.

Dual-Mode-Geräte dagegen beinhalten auch „klassisches“ Bluetooth und haben daher auch einen höheren Energiebedarf. Sie fungieren als Clients, die sich zu einer beliebigen Anzahl an Single-Mode-Geräten verbinden und deren Status lesen und schreiben können – typischerweise sind es Smartphones, Tablets oder Computer. Diese Geräte können sich teilweise auch als Single-Mode-Gerät ausgeben und das Verhalten etwa eines Tags simulieren (z.B. Geräte mit iOS 6). [21]

Bluetooth Low Energy verfolgt deutlich das Konzept eines „Internet der Dinge“. Durch den niedrigen Energiebedarf und die angestrebten günstigen Produktionskosten soll es möglich werden, BLE-Chips in praktisch alles einzubauen. Dinge können so gefunden, erfasst, gezählt oder auch überwacht werden; technische Geräte können ihren Zustand auf Anfrage mitteilen und ferngesteuert werden – auch in großer Zahl, beispielsweise Glühlampen oder Steckdosen. [14]

### 4.1 BLE im Vergleich zu WLAN und NFC

*Radio-Frequency Identification* (RFID) wird bislang normalerweise mittels *Near Field Communication* (NFC) realisiert. Doch auch BLE kann für RFID verwendet

werden und tritt damit in Konkurrenz zu NFC. Bei RFID mittels BLE ist der Hauptunterschied zu NFC-basierten RFID-Chips, dass sie nicht passiv sind. Während die Reichweite von NFC auf ca. 20 cm begrenzt ist, kann BLE bis zu 50 m weit senden. Ein weiterer Vorteil von BLE gegenüber NFC ist, dass es keinen eigenen Chip benötigt, sondern mit einem aktuellen Bluetooth-Chip, den ohnehin schon viele Geräte haben, verwendet werden kann. Ein Smartphone mit aktuellem Bluetooth-Chip kann mit BLE-Geräten kommunizieren, für NFC-Geräte wird jedoch ein extra Chip benötigt.

BLE-Tags benötigen jedoch im Gegensatz zu klassischen NFC-RFID-Tags stets eine Stromversorgung, zumindest alle paar Jahre muss die Knopfzellenbatterie ausgetauscht werden.

BLE verwendet zwar wie auch das klassische Bluetooth teilweise den gleichen Frequenzbereich wie WLAN, tritt dagegen allerdings im Anwendungsbereich nicht in Konkurrenz zu WLAN als universelle Netzwerktechnologie. Die nominellen 1.0 MBit/s sind nicht für die Übertragung größerer Datenmengen geeignet. Im Gegensatz zu per WLAN verbundenen Sensoren hat BLE den Vorteil beim günstigen Preis, beim niedrigen Energieverbrauch und beim leichtgewichtigen Protokoll, das auch mit extrem vielen Geräten auf kleinem Raum klar kommt.

#### 4.2 Vermarktung, Produkte und SDKs

Bluetooth Low Energy wird als *Bluetooth Smart* vermarktet. Dabei ist das Label „Bluetooth Smart“ Single-Mode-Geräten vorbehalten. Dual-Mode-Geräte, die typischerweise als Clients für Bluetooth-Smart-Geräte fungieren, dürfen das Label „Bluetooth Smart Ready“ tragen. [16]

Nachdem Bluetooth 4.0 bereits 2010 von der Bluetooth SIG veröffentlicht wurde, litt der Standard – wie es häufig bei neuen Technologien der Fall ist – zunächst am Henne-Ei-Problem. Dies wurde erst dadurch gelöst, dass schließlich Apple auf eine breite Unterstützung setzte: seit Ende 2011 sind alle neuen Produkte (sowohl iOS- als auch OS-X-basierte) mit Bluetooth-Smart-Ready-Siegel versehen. Die dadurch bald vorhandene Basis an BLE-Clients führte dann im Laufe des Jahres 2012 zu einer breiten Einführung von Bluetooth-Smart-Geräten.

Im Endkundenbereich findet BLE derzeit vor allem in Fitnessgeräten Einsatz. So gibt es beispielsweise diverse Herzfrequenzmesser, Laufschuhe und GPS-Uhren, die BLE dafür nutzen, ihre Messdaten an ein mitgeführtes Smartphone zu übertragen. [11]

Im Bereich Home Automation sind Anfang 2013 bereits mehrere LED-Glühbirnen mit Bluetooth Smart angekündigt.

Im professionellen Bereich findet BLE noch wenig Anwendung, wohl auch, weil ein BLE-Tag noch nicht so günstig ist wie ein vergleichbarer RFID-Chip. Texas Instruments veröffentlichte im Herbst 2012 ein „SensorTag Development Kit“. Es besteht aus einer mit diversen Sensoren und BLE versehenen Platine, die mit einer Knopfzelle betrieben wird. Eine Beispiel-App für iOS kann sich per BLE mit dem Tag verbinden und die Werte von Accelerometer, Magnetometer, Gyroskop, zwei Temperatursensoren (Infrarot und Umgebung), Barometer und Hygrometer auslesen. Außerdem hat der SensorTag zwei Tasten, deren Druck auf einem verbundenen Smartphone erkannt werden kann. Texas Instruments liefert Beispielcode für eigene Apps für iOS mit. [17]

iOS hat mit dem Core-Bluetooth-Framework Unterstützung für Bluetooth Low Energy seit Version 5 (2011); seit Version 6 wird auch der Peripheral-Mode unterstützt, mit dem ein iOS-Gerät als BLE-Server fungieren kann. [18] Für Android gibt es Anfang 2013 zwar noch keine offizielle Implementierung, jedoch SDKs von Drittanbietern. [19] Windows Phone 8 unterstützt derzeit noch kein Bluetooth 4.0. [20]

Der Unterschied zwischen den Anwendungsfällen von Bluetooth Low Energy und „klassischem“ Bluetooth wird auch bei der Implementierung unter iOS deutlich. BLE-Geräte wie der Texas Instruments SensorTag tauchen im Bluetooth-Bereich in den Systemeinstellungen eines iPhone 5 nicht auf, stattdessen findet das Pairing innerhalb der Beispielapp statt. Die App hat bei Core Bluetooth die volle Kontrolle und kann sich so beispielsweise auch selbstständig zu einer Vielzahl an BLE-Tags in der Nähe verbinden; der Nutzer muss das Pairing nicht manuell in den Systemeinstellungen vornehmen, wie beim „klassischen“ Bluetooth. [21]

Ein Bluetooth-Smart-Siegel garantiert nicht, dass Bluetooth Low Energy auch zum Einsatz kommt. So wird beispielsweise die Personenwaage Wi-things WS-30 mit „Bluetooth-Smart-Ready-Anschlussmöglichkeit (Bluetooth 4.0)“ beworben und trägt ein entsprechendes Siegel. [22] Die Verbindung zur zugehörigen iOS-App erfolgt jedoch über klassisches Bluetooth, was ebenfalls Teil von Bluetooth 4.0 ist und dadurch auch zum Tragen des Siegels berechtigt.

## 5 Related Work

Hauptinformationsquelle zu Bluetooth 4 und Low Energy ist die offizielle Spezifikation der Bluetooth Special Interest Group [5]. Eine zusammengefasste Einführung in die Thematik bietet Robin Heydons Vortrag „Tutorial Bluetooth low energy“ [12]. Heydon ist Mitglied der Bluetooth-4-Arbeitsgruppe und in der „Hall of Fame“ der Bluetooth SIG und Experte für Bluetooth Low Energy. Von ihm stammt auch das erste Standardwerk zum Thema, „Bluetooth Low Energy: The Developer’s Handbook“ [14].

Die Website der Bluetooth SIG [1] stellt auch einige Informationen zu Bluetooth 4 und *Bluetooth Smart* zur Verfügung. Hier wird außerdem eine (nicht vollständige) Liste an Geräten gepflegt, die Bluetooth-Smart- oder Bluetooth-Smart-Ready-Siegel erhalten haben [11].

Das US-Amerikanische NIST evaluierte 2012 Bluetooth 4 in Bezug auf Security-Aspekte. [15] Für Entwickler von iOS-Apps bietet Apple neben der Core-Bluetooth-Spezifikation [18] auch den Mitschnitt von zwei Vorträgen auf der Worldwide Developers Conference 2012 zu Bluetooth Low Energy an [21].

## Literatur

1. Bluetooth Special Interest Group Website. <http://www.bluetooth.com/> (abgerufen am 29.01.2013)
2. Bluetooth Basics, official bluetooth.com website <http://www.bluetooth.com/Pages/Basics.aspx> (abgerufen am 29.01.2013)
3. Herfurt, Martin; Pritlove, Tim: "Bluetooth", CRE169 Podcast, 26 Oct. 2010 <http://cre.fm/cre169> (abgerufen am 21.10.2012)
4. Profiles Overview, official bluetooth.com website <http://developer.bluetooth.org/TechnologyOverview/Pages/Profiles.aspx> (abgerufen am 08.02.2013)
5. Bluetooth v4.0 Specification, 30. Juni 2010 <https://www.bluetooth.org/Technical/Specifications/adopted.htm> (abgerufen am 03.11.2012)
6. IEEE Standard 802.15.1-2005 <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=9980> (abgerufen am 03.11.2012)
7. Suhl, Sven-Olaf: „Bluetooth 2.1+EDR verspricht simple Geräte-Kopplung“, Heise, 03.08.2007. <http://www.heise.de/mobil/meldung/Bluetooth-2-1-EDR-verspricht-simple-Geraete-Kopplung-158931.html> (abgerufen 03.11.2012)
8. Murph, Darren: "Bluetooth 3.0 + HS gets official, adds speed with 802.11"; Engadget, 21. Apr. 2009. <http://www.engadget.com/2009/04/21/bluetooth-3-0-hs-gets-official-adds-speed-with-802-11/> (abgerufen am 03.11.2012)
9. Honkanen, M.; Lappetelainen, A.; Kivekas, K.; , "Low end extension for Bluetooth", Radio and Wireless Conference, 2004 IEEE , vol., no., pp. 199- 202, 19-22 Sept. 2004 doi: 10.1109/RAWCON.2004.1389107 <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1389107&isnumber=30232>
10. Wibree forum merges with Bluetooth SIG. Nokia website news. <http://research.nokia.com/news/254> (abgerufen am 03.01.2013)
11. Bluetooth Smart Devices, official bluetooth.com website <http://www.bluetooth.com/pages/Bluetooth-Smart-Devices.aspx> (abgerufen am 03.01.2013)
12. Heydon, Robin: "Tutorial Bluetooth low energy", Talk on Wireless Congress 2011, Munich, 9-10 Nov. 2011 [http://www.elektroniknet.tv/vsc\\_2908\\_770\\_1\\_vid\\_133342/Tutorial-Einfuehrung-in-Bluetooth-low-energy.html](http://www.elektroniknet.tv/vsc_2908_770_1_vid_133342/Tutorial-Einfuehrung-in-Bluetooth-low-energy.html)
13. Heydon, Robin; Hunn, Nick: "Bluetooth Low Energy", CSR Presentation, Bluetooth SIG [https://www.bluetooth.org/DocMan/handlers/DownloadDoc.ashx?doc\\_id=227336](https://www.bluetooth.org/DocMan/handlers/DownloadDoc.ashx?doc_id=227336) (abgerufen am 03.11.2012)
14. Heydon, Robin: "Bluetooth Low Energy: The Developer's Handbook". Prentice Hall, 2012.
15. Padgette, John; Scarfone, Karen; Chen, Lily: "Guide to Bluetooth Security. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology". NIST Special Publication 800-121, Revision 1. Juni 2012. [http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-121-rev1/sp800-121\\_rev1.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-121-rev1/sp800-121_rev1.pdf)

16. Bluetooth Smart Marks – Overview. Bluetooth SIG Website. [https://www.bluetooth.org/apps/content/?doc\\_id=242635](https://www.bluetooth.org/apps/content/?doc_id=242635) (abgerufen am 03.11.2012)
17. CC2541 SensorTag Development Kit. Texas Instruments. <http://www.ti.com/tool/cc2541dk-sensor?DCMP=blestack&HQS=blestack13-pr-tf1> (abgerufen am 01.02.2013)
18. Core Bluetooth Framework Reference. iOS Developer Library. 10.12.2012. [http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/CoreBluetooth/Reference/CoreBluetooth\\_Framework/\\_index.html](http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/CoreBluetooth/Reference/CoreBluetooth_Framework/_index.html) (abgerufen am 01.02.2013)
19. Open Bluetooth Low Energy SDK for Android. Google Code. <https://code.google.com/p/broadcom-ble/> (abgerufen am 08.02.2013)
20. Bluetooth profiles supported by Windows Phone 8. Microsoft Knowledge Base. 30.10.2012. <http://support.microsoft.com/kb/2770012/> (abgerufen am 08.02.2013)
21. Linde, Joakim. Advanced Core Bluetooth. WWDC 2012 Talk. Apple Developer Portal (Account required). <https://developer.apple.com/videos/wwdc/2012/> (abgerufen am 03.11.2012)
22. Withings Online-Waage WS-30 Spezifikationen. <http://www.withings.com/de/wirelessscale/specs> (abgerufen am 08.02.2013)