



# ULTRA-WIDEBAND

## TECHNOLOGIE BESCHREIBUNG UND ANWENDUNGSBEREICHE

August 2019

# 1 Was ist eigentlich UWB?

In schwierigen Umgebungen wie Parkhäusern, Krankenhäusern, Flughäfen und Veranstaltungsorten mit hohem Besucheraufkommen übertrifft die UWB-Technologie andere Technologien in Bezug auf Genauigkeit, Stromverbrauch, Robustheit der drahtlosen Verbindung und Sicherheit um ein Vielfaches.

UWB ermittelt zuverlässig die relative Position von Teilnehmergeräten mit sehr hoher Genauigkeit und wartet mit einer Reichweite von bis zu 200 Metern auf. Im Gegensatz zu Schmalband-Funktechnologien bietet UWB durch die Nutzung einer hohen Bandbreite eine sehr stabile Konnektivität mit wenig bis gar keinen Störungen und erlaubt eine hochpräzise Lokalisierung - selbst in stark frequentierten Umgebungen mit Mehrwegeeffekten.

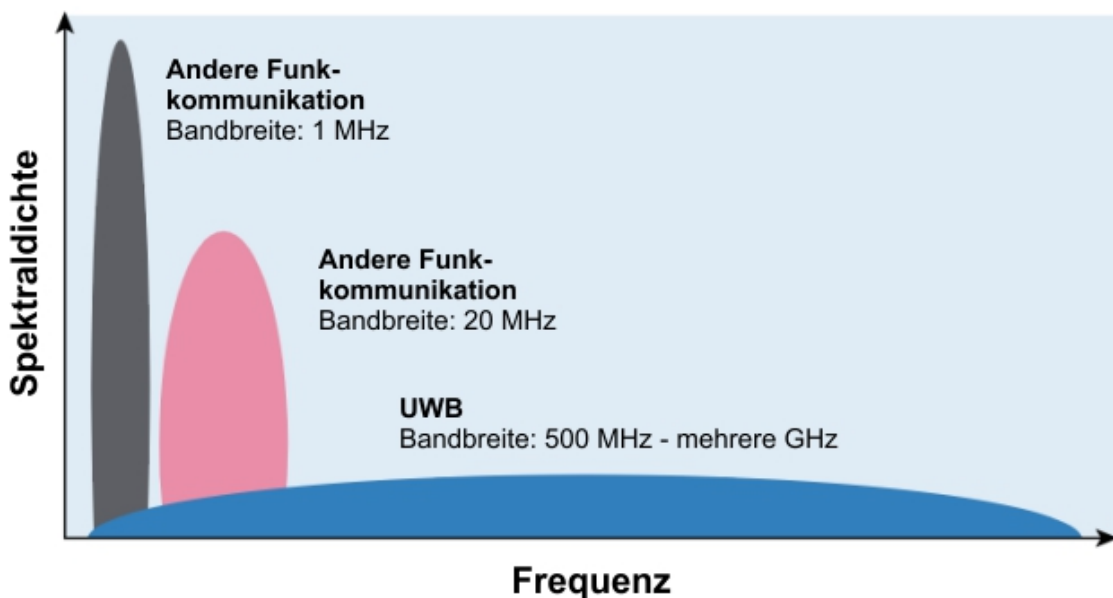


Bild 1: Spektraldichte für UWB und Schmalbandfunk

Durch die Berechnung des genauen Standorts ist eine auf UWB basierende Feinlokalisierung eine sicherere Methode für die Betätigung von Türöffnern und -schließern, gleich ob es sich um Schlösser an einer Autotür, einem Lagereingang, einem Konferenzraum oder Ihrer Haustür handelt.

## 1.1 IEEE-Standards als Grundlage

Als Ausgangspunkt für die UWB-Technologie dienen der IEEE-Standard 802.15.4 und die noch im Entwicklungsstadium befindliche Variante 802.15.4z. Der 802.15.4-Standard kommt auf breiter Front in einer Vielzahl von Anwendungen mit Funktionen zur Standortbestimmung wie HRP (High Rate PHY) und LRP (Low Rate PHY) zum Einsatz. Generell werden im IEEE 802.15.4-Standard PHY, MAC und Sublayer definiert. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf drahtlosen Verbindungen mit geringen Datenraten und einer hochpräzisen Standortbestimmung. Für Geräte, die in unterschiedlichen geografischen Regionen in

den jeweiligen lizenzfrei nutzbaren Frequenzbereichen betrieben werden, wurden unterschiedliche PHYs definiert.

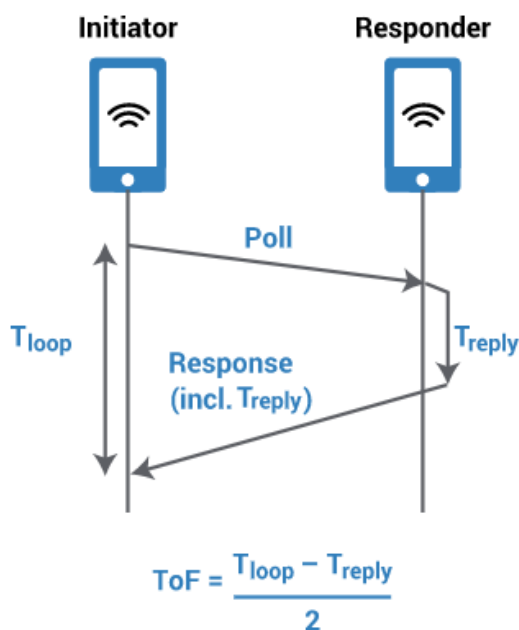
Im Januar 2018 wurde als Reaktion auf die Forderung nach noch besseren Funktionen die 802.15.4z-Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, welche die PHY- und MAC-Layer für HRP und LRP definieren soll. IEEE 802.15.4z fokussiert sich insbesondere auf zusätzliche Codierungs- und Präambeloptionen sowie auf Verbesserungen bestehender Modulationsverfahren, um die Integrität und Genauigkeit von Entfernungsmessungen mit einer typischen Funkreichweite bis zu 200 Metern zu verbessern. Durch die Definition eines neuen Element, welches zusätzliche Informationen unterstützt, wird der Austausch von Lokalisierungsdaten vereinfacht.

Ziel des FiRa-Konsortiums ist es, auf dem aufzubauen, was das IEEE bereits für HRP etabliert hat. So soll die Arbeit des IEEE durch einen interoperablen HRP-Standard unterstützt werden, der Leistungsanforderungen, Testmethoden und -verfahren sowie ein Zertifizierungsprogramm auf der Grundlage der vom IEEE vorgegebenen Merkmale umfasst. Das bedeutet auch, Mechanismen zu definieren, die jenseits des IEEE-Standards liegen, einschließlich eines Applikations-Layers, welcher UWB-Geräte und -Dienste erkennt und diese auf interoperable Weise konfiguriert. Daneben verfolgen wir eine Reihe anderer Aktivitäten wie die Entwicklung dienstspezifischer Protokolle für unterschiedliche Marktsegmente und die Definition der erforderlichen Parameter für eine Reihe von Anwendungen wie Zugangskontrolle, standortbasierte Dienste, Gerät-zu-Gerät-Dienste und vieles mehr.

## 2 So funktioniert UWB

Die Funktionsweise ist denkbar einfach Sobald ein mit einem UWB-Funkteil ausgestattetes Gerät wie ein Smartphone, ein entsprechend ausgestattetes Armband oder ein intelligenter Schlüssel in Reichweite eines anderen UWB-Geräts gelangt, beginnen die Geräte miteinander zu kommunizieren. Die

Lokalisierung erfolgt mit Hilfe von Laufzeitmessungen (Time of Flight, ToF) zwischen den Geräten. Die ToF wird berechnet, indem die Roundtrip-Zeit von so genannten Challenge / Response-Paketen gemessen wird. Abhängig von der Art der Anwendung (z. B. bei der Lokalisierung von Inventar oder Geräten) berechnet entweder das mobile oder das feste UWB-Gerät den genauen Standort des Geräts. Soll das Gerät einen Indoor-Navigationsdienst ausführen, so muss sein relativer Standort zu den festen UWB-Ankerpunkten bekannt sein und seine Position auf der Karte des jeweiligen Areals berechnet werden.



UWB baut auf eine sehr große Kanalbandbreite (500 MHz) mit kurzen Impulsen von jeweils etwa 2 ns. Damit lässt sich eine Genauigkeit im Zentimeterbereich erreichen. Die Standortbestimmung erfolgt bei UWB adhoc, wodurch die Bewegungen des Mobilgeräts in Echtzeit sehr genau verfolgt werden können.

## 2.1 UWB-fähige Geräte verstehen Bewegung und relative Position

Durch die Echtzeitgenauigkeit von UWB-Messungen kann ein UWB-fähiges System den genauen Standort eines Geräts mit sehr hoher Präzision erkennen und weiß, ob das Objekt stationär bleibt oder sich auf ein anderes zu- oder von diesem wegbewegt. Beispielsweise kann ein UWB-System erkennen, ob Sie sich einem gesicherten Eingang nähern. Es weiß, ob Sie sich vor oder hinter der Tür befinden, und kann so das Schloss öffnen oder schließen, sobald Sie bestimmte Punkte passieren.

Dank der hohen Präzision der UWB-Standortbestimmung lässt sich der Reaktionsbereich dem Anwendungsszenario entsprechend definieren und Falschauslösungen werden vermieden. Wohnen Sie beispielsweise in einem Haus mit angebauter Garage, so kann das UWB-System so konfiguriert werden, dass sich das Garagentor öffnet und Sie gleich parken können, wenn Sie mit Ihrem Auto vom Einkaufen nach Hause kommen. Oder die Tür von der Garage zum Haus öffnet sich, so dass Sie die gekauften Lebensmittel nicht abstellen müssen.

## 2.2 UWB bietet höhere Sicherheit

Aktuelle Lokalisierungstechnologien stützen sich in erster Linie auf die Signalstärke, um Entfernung und Standort zu bestimmen. Sie messen die Signalstärke eines Geräts und treffen die Annahme, dass ein starkes Signal bedeutet, dass das Gerät in der Nähe ist. Angreifer haben einen Weg gefunden, diese Systeme mit Hilfe einer so genannten Relay Box auszutricksen. Bei dieser Art von Angriff werden die legitimen Funksignale, die zum Entriegeln einer Tür verwendet werden, abgefangen und verstärkt, so dass sich die Tür öffnen lässt, obwohl der Schlüssel gar nicht in der Nähe ist.

Was bei diesen Techniken fehlt, ist die genaue Berechnung der tatsächlichen physikalischen Entfernung, und genau das bringt UWB ins Spiel. Jeder Versuch, ein UWB-Signal mit Hilfe einer Relaisattacke abzufangen und zu verstärken, verzögert lediglich den Empfang des Bestätigungssignals des antwortenden Geräts, und dadurch wird offensichtlich, dass das antwortende Gerät tatsächlich weiter entfernt und nicht näher ist. Ein UWB-Signal, welches Angreifer erfolgreich abgreifen und verstärken können, führt nicht dazu, dass ein mit UWB ausgestattetes Schloss sich öffnet. Darüber hinaus bietet die Erweiterung von IEEE 802.15.4z einen Schutz auf PHY-Ebene gegen alle bekannten Angriffe auf ältere UWB-Funkstrecken.

Aus unserer Sicht ist ein Einsatzszenario dann erfolgreich, wenn es die einzigartigen Fähigkeiten einer Technologie nutzt, um überzeugende neue Erfahrungen zu eröffnen. Jetzt, in der Anfangsphase der UWB-Entwicklung, sehen wir drei Hauptkategorien von Einsatzszenarien, die UWB zu einer wichtigen Technologie für künftige vernetzte Geräte machen werden.

## 3 Anwendungsbereiche für UWB

### 3.1 Nahtlose Zugangskontrolle

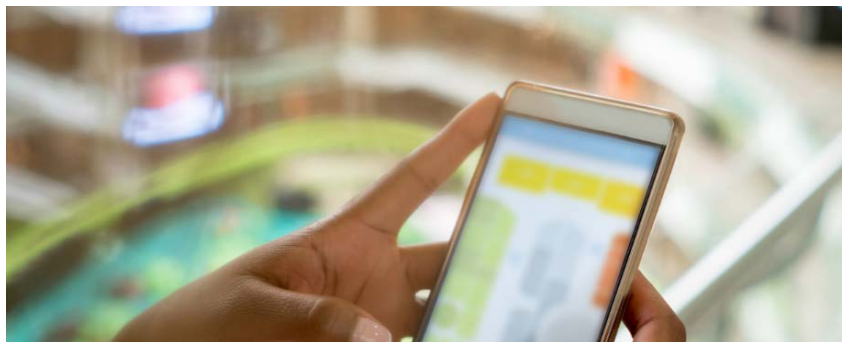
Bei den aktuellen sicheren Zugangstechnologien müssen Sie in der Regel in irgendeiner Art und Weise agieren - einen Code auf einer Tastatur eingeben, einen Finger auf einen Scanner legen, eine Zugangskarte oder ein Armband auf ein Lesegerät legen - um eine Tür zu öffnen und einen gesicherten Bereich wie Ihr Zuhause oder Ihre Garage zu betreten. UWB macht es möglich, dass Sie sich einfach der Tür nähern und sie öffnet sich. Wenn Sie das Haus durch die Tür verlassen, verriegelt sie sich. Die UWB-basierte Lösung erkennt Ihr Eintreffen, überprüft Ihre Sicherheitsdaten und lässt Sie passieren, ohne dass Sie anhalten und irgendetwas eingeben müssten. Es ist im Grunde genommen wahr gewordene Science-Fiction, dass sich Türen wie von Zauberhand öffnen und schließen und so ein komfortables und dennoch sicheres Betreten und Verlassen gewährleisten.

UWB für die nahtlose Zugangskontrolle bedeutet völlige Bewegungsfreiheit ohne Gefährdung der Sicherheit. Der Identifizierungsvorgang erfolgt adhoc, und die Tür wird nur dann entriegelt, wenn der Benutzer und der Berechtigungsnachweis vorhanden sind und von „außen“ auf die Tür zukommen. Personen ohne ordnungsgemäße Identifizierung und Freigabe erhalten keinen Zugang. Um die Schließvorrichtung effizienter zu gestalten und unnötiges Öffnen und Schließen zu vermeiden, kann der Betrieb mit diversen Parametern konfiguriert werden, z.B. "nicht öffnen", wenn Sie sich von der Tür abwenden, bevor Sie einen bestimmten Punkt erreichen, oder wenn Sie einfach in einem bestimmten Abstand von der Tür stehen. Die UWB-Technologie erkennt, ob Sie sich nähern oder entfernen und auf welcher Seite einer Tür Sie sich befinden. Die Verriegelungs- und Entriegelungsfunktionen werden daher in Abhängigkeit von Ihren Bewegungen und Ihres Standorts zum richtigen Zeitpunkt ausgeführt.

In Kombination mit anderen Konnektivitätstechnologien wie Bluetooth Low Energy (BLE) und Near Field Communication (NFC) funktioniert der UWB-gesteuerte Zugang sicher mit Mobiltelefonen, Ausweiskarten und anderen Wearables. Türen können sogar dann ver- und entriegelt werden, wenn das Gerät ausgeschaltet ist oder sich im Schlafmodus befindet.

### 3.2 Standortbasierte Dienste

Satellitengestützte GPS-Dienste sind eine uns vertraute Technologie, wenn wir unterwegs sind oder Zeit im Freien verbringen. In bestimmten Umgebungen ist es jedoch schwierig, ein GPS-Signal zu erfassen oder aufrechtzuerhalten, insbesondere wenn wir uns in einem Gebäude befinden. Die UWB-Technologie ermöglicht eine GPS-artige Positionsbestimmung in Innenräumen



mit einem viel höheren Genauigkeitsgrad. UWB bietet auch in überfüllten Umgebungen mit Mehrwegsignalen eine hochpräzise Lokalisierung und kann Wände, Maschinen und andere Hindernisse durchdringen. So erleichtert UWB das Navigieren in großen und stark besuchten Gebäudekomplexen wie Flughäfen und Einkaufszentren oder das Auffinden Ihres Autos in einem mehrstöckigen Parkhaus.

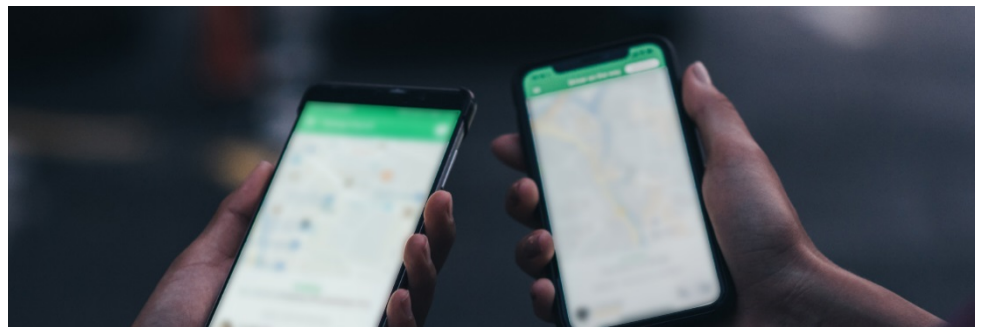
Dank der hochpräzisen Standortbestimmung werden gezielte digitale Marketingkampagnen und die Erfassung von Besucherströmen möglich. Anhand der Vorgaben, die Handybenutzer für die Weitergabe



ihrer Daten festlegen, können Werbedisplays eine relevante Mischung von Inhalten ausgeben, die davon abhängt, wer vor dem Display steht. So können Einzelhändler individuelle Angebote erstellen, Behörden ihre Informationen abstimmen und Veranstaltungsstätten ihre Empfehlungen während eines Events personalisieren.

### 3.3 Gerät-zu-Gerät (Peer-to-Peer) Dienste

Mit Hilfe der so genannten AoA-Technologie (Angle of Arrival) können zwei UWB-Geräte relative Entfernungs- und Positionsdaten austauschen und sich so gegenseitig orten. Auf diese Weise können sich zwei Personen mit Mobiltelefonen genau lokalisieren, Eltern verlieren ihre Kinder nicht aus den Augen, und auf Mitfahrgelegenheiten wartende Reisende finden ihre Fahrer in einem Meer von Fahrzeugen.



Im Smart Home können vernetzte Unterhaltungs- und Haushaltsgeräte automatisch auf Ihre Anwesenheit reagieren, wenn Sie in einen Raum kommen. Sobald Sie einen Raum betreten (oder sich dem Eingang nähern), können die Lichter eingeschaltet werden, Ihre Heizung kann auf Ihre Lieblingstemperatur eingestellt werden und Ihr Audiosystem kann Ihre bevorzugte Wiedergabeliste streamen. Technologie ist damit weniger aufdringlich, erfordert weniger Kontrolle und unterstützt Sie in Ihrem Alltag. Gleichzeitig ermöglicht sie einen energieeffizienteren und nachhaltigeren Lebensstil.



\*Vernetzte "Vehicle-to-Everything"-Kommunikation

## 4 Fazit

---

Das Segment drahtloser Konnektivitätstechnologien ist dermaßen gewachsen, dass es schwierig sein kann, neue Marktteilnehmer in die richtige Perspektive zu rücken. Während Bluetooth Low Energy (BLE) und Wi-Fi heute schon von einer sehr breiten Marktakzeptanz profitieren, mangelt es ihnen an Genauigkeit bei der Standortbestimmung und sie bieten im Vergleich zu UWB relativ wenig bis gar keine Sicherheit auf HF-Ebene für den geschützten Austausch von Positionsdaten.

Im Prinzip können alle Funktechnologien für eine Standortbestimmung herangezogen werden. Für Ihren speziellen Anwendungsfall müssen Sie unbedingt Ihre Umgebung evaluieren und bestimmen, welche Genauigkeit und Reaktionszeit Sie benötigen. Dies wird die Wahl der Technologie bestimmen.

Verschiedene Technologien sind im Einsatz, und jede hat ihre eigenen Stärken in bestimmten Einsatzszenarien. Bei der genauen Positionsbestimmung zeichnet sich UWB durch die Fähigkeit aus, Geräte und Objekte in direkter Sichtlinie oder außerhalb bis auf weniger als 10 cm genau zu lokalisieren. Darüber hinaus bietet es durch seine Immunität gegen Hochfrequenzstörungen eine sehr robuste Technologieoption.

### Über das FiRa Konsortium

Die ASSA ABLOY Gruppe, Bosch, HID Global, NXP Semiconductors und Samsung Electronics arbeiten beim Ausbau und der Verbreitung des Ultra-Wideband (UWB) Ökosystems zusammen und haben zu diesem Zweck das FiRa-Konsortium gegründet. Die vier Fördermitglieder, die zu den führenden Unternehmen in den Bereichen Zugangslösungen, sichere Konnektivität und mobile Unterhaltungselektronik zählen, gehen davon aus, dass zukünftige Anwendungen ein starkes gemeinsames Fundament benötigen, um die Interoperabilität zwischen verschiedenen Gerätekategorien zu unterstützen. Sie planen daher, Ultra-Wideband zu fördern und so neue Anwendungen zu ermöglichen, die auf einer sehr genauen Feinmessung basieren. Ziel des Zusammenschlusses ist es, einen Standard für UWB zu definieren, der Endnutzern zuverlässige UWB-Anwendungen verspricht. Als erste Mitglieder treten die Sony Imaging Products & Solutions Inc., LitePoint und die Telecommunications Technology Association (TTA) der neu gegründeten Organisation bei.

Der Name FiRa steht für "Fine Ranging" und hebt die einzigartigen Eigenschaften der UWB-Technologie hervor, wie die beispiellose Genauigkeit bei der Entfernungsmessung oder bei der Bestimmung der relativen Position eines Gerätes oder Objekts zu einem anderen. Mitglieder des FiRa-Konsortiums haben die Möglichkeit, Branchentrends zu beeinflussen, frühzeitig Zugang zu technischen Details zu erhalten, Produkte zu zertifizieren, das UWB-Ökosystem auszubauen und Fachwissen auszutauschen.

[www.firaconsortium.org](http://www.firaconsortium.org)