

Cleverer Lückenfüller in der IoT-Landschaft

Im Kommen: Wi-Fi HaLow

Wie Wi-Fi HaLow geringen Stromverbrauch, große Reichweite, starke Durchdringung und hohe Sicherheit vereint, um eine neue Generation von IoT-Geräten zu betreiben, erfahren Sie hier.



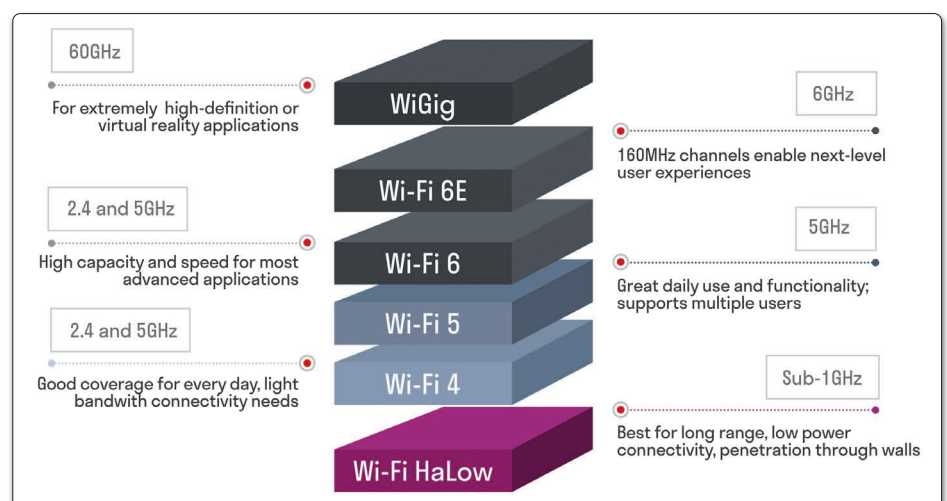
den 2,4- und 5- oder 6-GHz-Bändern, die von den gängigeren WLAN-Standards wie 802.11n (WLAN 4) und 802.11ac (Wi-Fi 5) oder die neuesten Hochleistungsstandards wie 802.11ax (Wi-Fi 6/6E) und 802.11be (Wi-Fi 7) verwendet werden. Diese strategische Wahl des Frequenzbandes verbessert nicht nur die Reichweite und Durchdringung, sondern erhöht auch die Sicherheit und Energieeffizienz und macht Wi-Fi HaLow zu einer Eckpfeilertechnologie für Anwendungsfälle des Internets der Dinge (IoT). Wi-Fi HaLow bezieht sich auf die Bezeichnung für Produkte, die die IEEE-802.11ah-Technologie enthalten, ein Drahtlosnetzwerk-Protokoll, das 2017 vom IEEE veröffentlicht wurde.

Hintergrund

Die Nachfrage nach einem vielseitigen drahtlosen Kommunikationsstandard, der den unterschiedlichen Anforderungen des IoT-Marktes gerecht wird, ist von größter Bedeutung. Wi-Fi HaLow bietet die bekannten Vorteile des Wi-Fi-Standards, wie z.B. einfache Integration, native IP-Unterstützung, die neuesten Wi-Fi-Sicherheitsmaßnahmen wie WPA3 und umfassende Unterstützung des Ökosystems. Darüber hinaus sind keine proprietären Hubs und Gateways erforderlich, da Wi-Fi HaLow ein Standard ist.

Die Wahl relativ niedrigerer Frequenzen (Bild 1) bietet eine überzeugende Mischung aus erweiterter Reichweite und robuster

Diese Technologie wurde 2021 von der Wi-Fi Alliance zertifiziert und HaLow-fähige Geräte befinden sich nun in der frühen Phase der Bereitstellung. HaLow arbeitet in Frequenzbändern unter 1 GHz (normalerweise um 900 MHz) im Gegensatz zu



Quelle:
Whitepaper „How Wi-Fi HaLow brings together low power, long range, strong penetration and high security to power a new generation of IoT devices“

Quectel
www.quectel.com

übersetzt von FS Bild 1: Wi-Fi-Spielarten (Quelle: Wi-Fi Alliance)

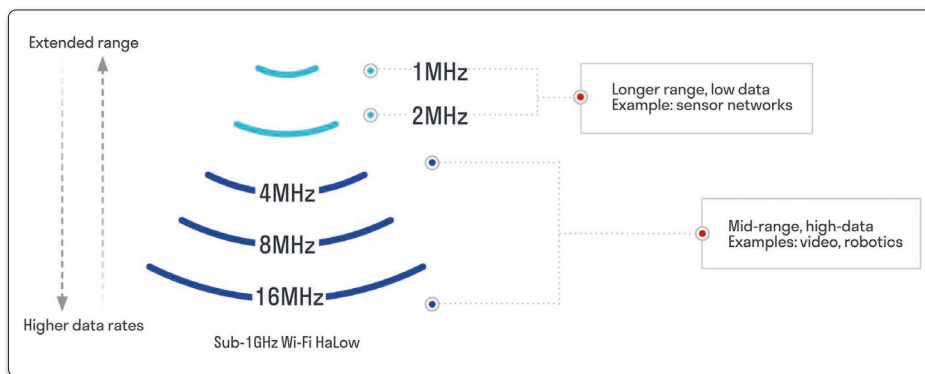


Bild 2: Wi-Fi-HaLow-Kanalbreiten

Durchdringung durch physische Hindernisse. Darüber hinaus ermöglicht der geringe Stromverbrauch der Technologie, dass Wi-Fi-HaLow-Geräte monatelang und in einigen Fällen sogar jahrelang mit münzgroßen Knopfzellenbatterien betrieben werden können.

Erweiterte Reichweite und Energieeffizienz

Eines der herausragenden Merkmale von Wi-Fi HaLow ist seine Reichweite. Mit einer Reichweite von bis zu 1 km übertrifft HaLow herkömmliches WLAN in der Abdeckung und eignet sich ideal für weitläufige Industrieanlagen, landwirtschaftliche Felder, Smart Cities, Gebäude und Büros. Diese erweiterte Reichweite bedeutet nicht nur, dass weniger Zugangspunkte bereitgestellt werden müssen, sondern auch geringere Infrastrukturkosten und -komplexität. Seine Signale können Wände und andere Hindernisse besser durchdringen als die anderen Spielarten. Diese Eigenschaft in Kombination mit den schmalen Kanälen von HaLow (Bild 2) macht die Technologie besonders geeignet für eine zuverlässige Abdeckung in Innenräumen, was für Smart-Home-Anwendungen wie Sicherheitssysteme, Thermostate und intelligente Geräte unerlässlich ist.

Im Außenbereich können jedoch beispielsweise Kameras von HaLow unterstützt werden, da es eine bessere Reichweite und Durchdringung von Bäumen, Beton und anderen Hindernissen bietet. Diese Fähigkeit kann zur Überwachung einer Vielzahl von Sensoren auf einem Bauernhof oder zur Verwaltung von Mehrfamilienhäusern, einschließlich unterirdischer Parkhäuser, genutzt werden.

Der Stromverbrauch ist ein entscheidender Faktor auf dem IoT-Markt, auf dem Geräte oft ausschließlich mit Batteriestrom betrieben werden. Wi-Fi HaLow begegnet diesem Problem durch die Einführung von Mechanismen zur Verbesserung der

Energieeinsparung, wie z.B. Target Wake Time und Restricted Access Window, damit die Geräte Energie sparen und in den Ruhemodus wechseln können, während sie nicht auf irrelevanten Netzwerkverkehr reagieren. Diese Effizienz ist ein entscheidender Faktor für Geräte, die langfristig mit minimalem Wartungsaufwand eingesetzt werden müssen.

Eine von der Wi-Fi Alliance veröffentlichte IMEC-Vergleichsstudie hat ergeben, dass die Akkulaufzeit von Wi-Fi-HaLow-Geräten mit 500-mAh-Akkus bei Übertragungsintervallen von zehn Minuten 3,15 Jahre betragen kann, was die Lebensdauer anderer LPWAN-Technologien (Low-Power Wide-Area Network) bei Weitem übersteigt. Die Queensland University of Technology hat eine Studie, in der die Batterie-Lebensdauer von LoRaWAN und Wi-Fi HaLow verglichen wurde. Das Ergebnis ist kompliziert. Beide Technologien können ausreichend stromsparend sein, um batteriebetriebene Geräte jahrelang im Feld zu betreiben, aber

es müssen zusätzliche Überlegungen angestellt werden.

Konnektivität und Integration

Wi-Fi HaLow ist für eine große Anzahl von Geräten ausgelegt, bis zu 8191 Geräte für einen einzigen Zugangspunkt innerhalb eines Netzwerks, und bewältigt somit die Herausforderung der Gerätedichte, die durch das ständig wachsende IoT-Ökosystem entsteht. Durch die Unterstützung tausender Verbindungen unter einem einzigen Zugangspunkt ist HaLow bereit, die großangelegten Sensornetzwerke zu unterstützen, die IoT-Landschaften in intelligenten Campus, Gebäuden und Städten definieren.

Für Akteure, die mit der WLAN-Infrastruktur vertraut sind, ist der Übergang zu HaLow einfach. HaLow-Geräte sind so konzipiert, dass sie mit bestehenden WLAN-Netzwerken koexistieren und sich in diese integrieren lassen, und bieten eine ergänzende Lösung. Gemäß Messungen unter realen Bedingungen sowohl im Außen- als auch im Innenbereich an der Universität Nantes kann beobachtet werden, dass wir eine MCS-7-Rate bis zu einer Entfernung von etwa 400 m bei freier Sicht und etwa 200 m bei eingeschränkter Sicht erreichen können, wenn die TX-Leistung 23 dBm beträgt. Diese Entfernung verringert sich auf 150 m bei einer Leistung von 14 dBm und auf 100 m bei einer Leistung von 0 dBm. Bei diesen Entfernungen bietet MCS 7 die beste Datenrate.

Da Wi-Fi HaLow in unlicenzierten Bändern unter 1 GHz arbeitet, unterliegt es je nach Region unterschiedlichen regulatorischen Überlegungen. Die Beteiligten müssen die durch lokale Vorschriften auferlegten

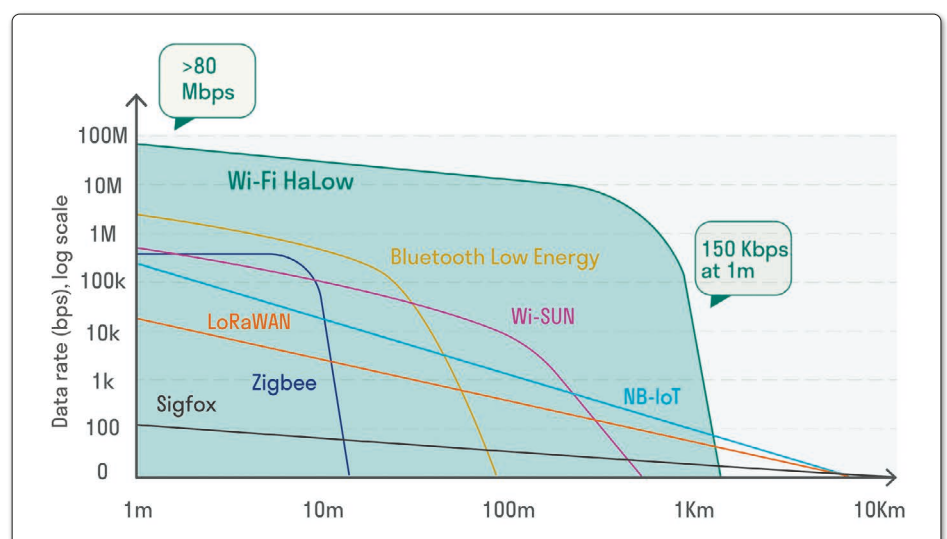


Bild 3: Wi-Fi-HaLow-Datenrate vs. Entfernung im Vergleich zu anderen Technologien mit geringem Stromverbrauch (Quelle: Wi-Fi Alliance)

	CE Certified	FCC Certified
Transmit power	Around 14 dBm	21dBm and above
Data rate (physical layer)	167Kbps (MCS7)	32.25Mbps (MCS7)
Band width	1MHz	1/2/4/8MHz
Duty cycle	2.8% for STA, 10% for AP	100

Tabelle, s. Text. Hinweis: 16 MHz ist gültig, aber auf dem aktuellen Markt nicht verfügbar, um diese Kanalbandbreite zu unterstützen

Leistungs- und Frequenzbeschränkungen kennen, um die Einhaltung der Vorschriften und optimale Einsatzstrategien zu gewährleisten. In der EU beispielsweise sieht die jüngste Richtlinie spezifische Beschränkungen vor, wie in der Tabelle dargestellt, in der die US-Gesetzgebung zum Vergleich aufgeführt ist.

Optimierte Performance auch bei großen Distanzen

Zu Datenrate und Distanz siehe Bild 3. Diese Stellung macht es zu einer echten Alternative oder Ergänzung zu LoRaWAN, Zigbee, Bluetooth Low Energy und sogar Narrowband-IoT (NB-IoT). Wichtig ist, dass die Datenrate für das Streaming von Videos, das Senden von Bildern oder die Durchführung von Firmware-Upgrades über das Netzwerk ausreicht, was HaLow von LoRa,

Sigfox und NB-IoT unterscheidet. Quectel hat in eigenen Tests auf freiem Feld festgestellt, dass eine Leistung von 540 Kbit/s bei einer Entfernung von 2 km und einer Bandbreite von 4 MHz möglich ist. Bei einer Entfernung von 1 km kann unter den gleichen Bedingungen eine Datenrate von etwa 2,65 Mbit/s erreicht werden.

Man sieht nun: Wi-Fi HaLow stellt eine strategische Weiterentwicklung des Wi-Fi-Standards dar, die den einzigartigen Anforderungen des IoT-Marktes gerecht wird. Sie vereint Reichweite, Energieeffizienz und Verbindungsdichte – und das alles im vertrauten Bereich der WiFi-Technologie. Während der IoT-Markt weiter wächst, ist HaLow bereit, eine robuste, flexible Lösung für eine vernetzte Welt zu bieten, in der praktisch „alles“ kommuniziert. Wi-Fi HaLow bietet im Vergleich zu herkömmlichem WiFi eine

größere Reichweite und schließt die Lücke zwischen LPWAN- (Mobilfunk, LoRa) und WPAN-Technologien (Bluetooth, Zigbee etc.), wobei es den Vorteil von Übertragungen mit großer Reichweite, mehreren Datenraten und Energieoptimierung bietet.

Geeignet für viele Anwendungsfälle

Obwohl die Technologie bereits seit 2017 veröffentlicht ist, wurde sie erst 2021 von der Wi-Fi Alliance zertifiziert, als Insider der IoT-Branche die Anwendbarkeit der Technologie für kommerzielle IoT-Anwendungsfälle erkannten.

Die Entwicklung in den letzten zwei Jahren verlief daher rasant, und die Anbieter haben schnell gehandelt, um Produkte auf den Markt zu bringen, wie Phil Solis, Forschungsdirektor bei IDC, kommentierte: „Wi-Fi-HaLow-Geräte wie

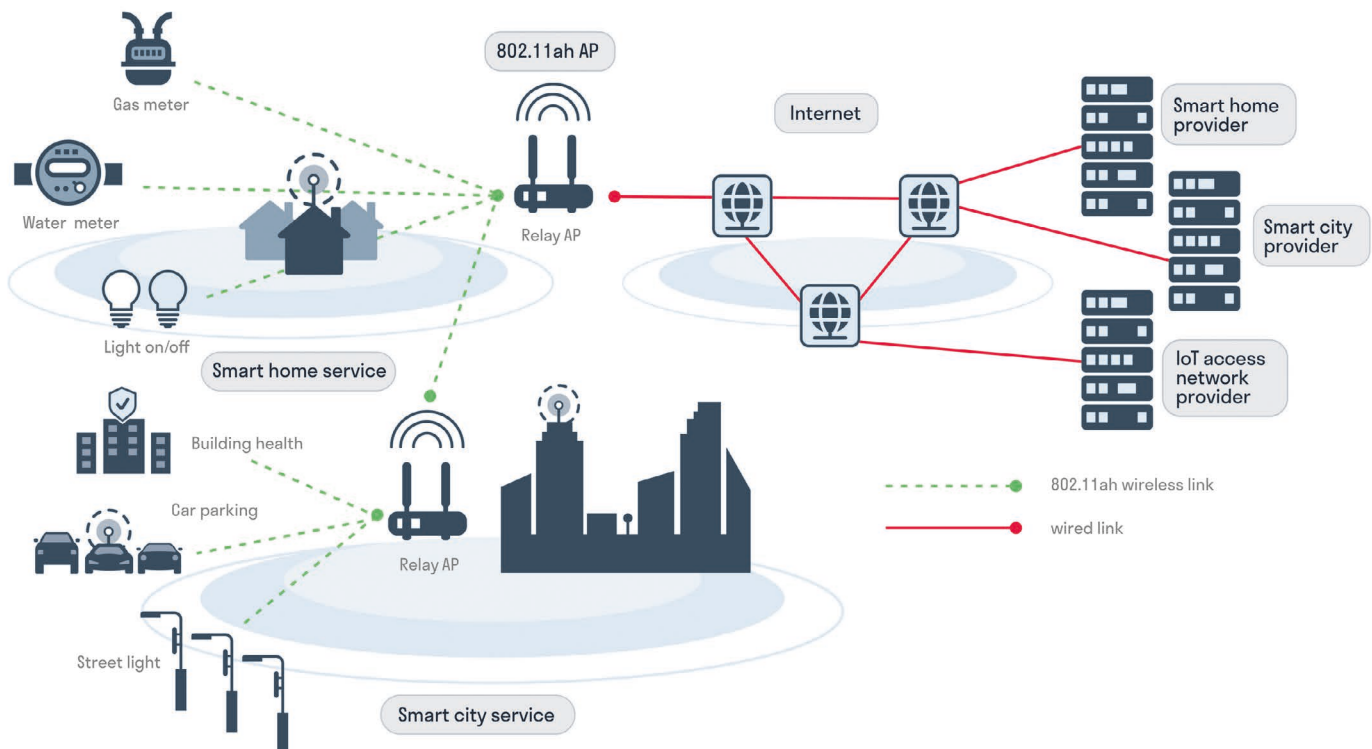


Bild 4: Die Rolle von HaLow bei der Unterstützung von Sensornetzwerken



Das Forschungsunternehmen Maravedis hat außerdem berichtet, dass die Wi-Fi Alliance den Wi-Fi-HaLow-Standard zwar erst im Oktober 2021 zertifiziert hat, die Technologie jedoch bereits seit sechs Jahren in der Entwicklung ist. Das Unternehmen sagt, dass HaLow besser für den Einsatz in Innenräumen, für Smart-Home-Anwendungen und vielleicht für die Abdeckung von Campusgebieten geeignet ist, wo die anderen WLAN-Varianten bereits gut etabliert sind. Es bleibt abzuwarten, ob es andere LPWAN-Protokolle für Außenanwendungen herausfordern kann, die nur geringe Bitraten erfordern, wie z.B. intelligente Verbrauchsmessung und Umweltüberwachung, so das Unternehmen.

Durchsatz und Anzahl der unterstützten Verbindungen besonders gut für die Verbindung von Sensornetzwerken.

Bild 5 zeigt eine Architektur, in der Geräte oder Sensoren über ein Nicht-HaLow-WLAN wie WLAN 4, 5 oder 6 verbunden sind. Hier wird HaLow für das Backbone verwendet und stellt die Verbindung zwischen der Brücke und den Zugangspunkten her. Der Grund für die Wahl von HaLow ist hier die Erhöhung der Durchdringung und der Reichweite sowohl in Innen- als auch in Außenbereichen. In Szenarien, in denen deutlich weniger Zugangspunkte und Repeater erforderlich sind, erleichtert HaLow die Netzwerklogistik und -erweiterung, ist jedoch nicht das primäre Verbindungsprotokoll für die Sensoren. Dieser Ansatz nutzt die Tatsache, dass die meisten IoT-Geräte über eine ältere Wi-Fi-Version verfügen und daher nicht für jeden Sensor oder jedes Gerät eine HaLow-Schnittstelle erforderlich ist.

Wi-Fi HaLow ist nicht nur eine weitere Option im überfüllten Bereich der drahtlosen

Dabei geht es nicht nur um die Verbindung von Sensoren, sondern HaLow ermöglicht umfassende bidirektionale Kommunikationslösungen, die alles von einfachen Sensornetzwerken bis hin zu komplexen drahtlosen HD-Videosystemen unterstützen. Diese Fähigkeit eröffnet neue Möglichkeiten für den Einsatz des IoT, insbesondere bei großflächigen Anwendungen, wo sowohl Reichweite als auch Durchsatz entscheidend sind.

37