cisco Meraki

Wi-Fi 6:
Die nächste Generation Wireless

In diesem Whitepaper werden die Vorteile und Möglichkeiten der sechsten Wi-Fi Generation auf der Grundlage der 802.11ax-Ergänzung zum WLAN-Standard IEEE 802.11 untersucht.

WHITEPAPER
NOVEMBER 2019

Einleitung

Jede neue Wi-Fi-Generation bietet die Möglichkeit, die Änderungen, die uns in den kommenden Jahren betreffen werden, näher unter die Lupe zu nehmen. Wi-Fi-Netzwerke sind gegenwärtig durch bandbreitenintensive Medieninhalte und den Anstieg der Wi-Fi-Geräte pro Benutzer geprägt. In Zukunft werden diese Netzwerke mit einer dramatischen Erhöhung der Geräteanzahl, einer Verdreifachung des gesamten globalen IP-Datenverkehrs und einer Vielzahl neuer Technologien konfrontiert sein, die sich in hohem Maße auf Wi-Fi stützen werden.

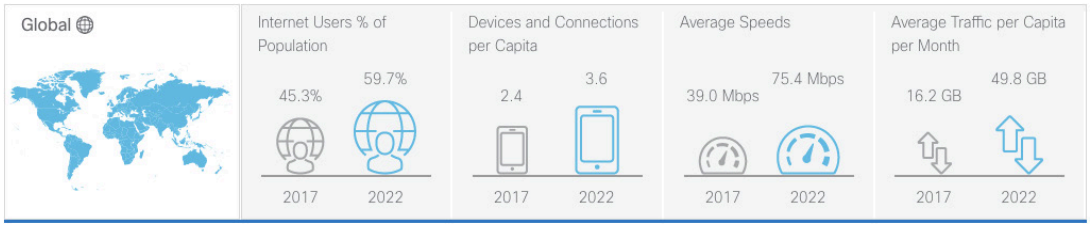


Abbildung 1: Cisco Visual Networking Index: Prognosen und Trends 2017-2022 (Whitepaper)

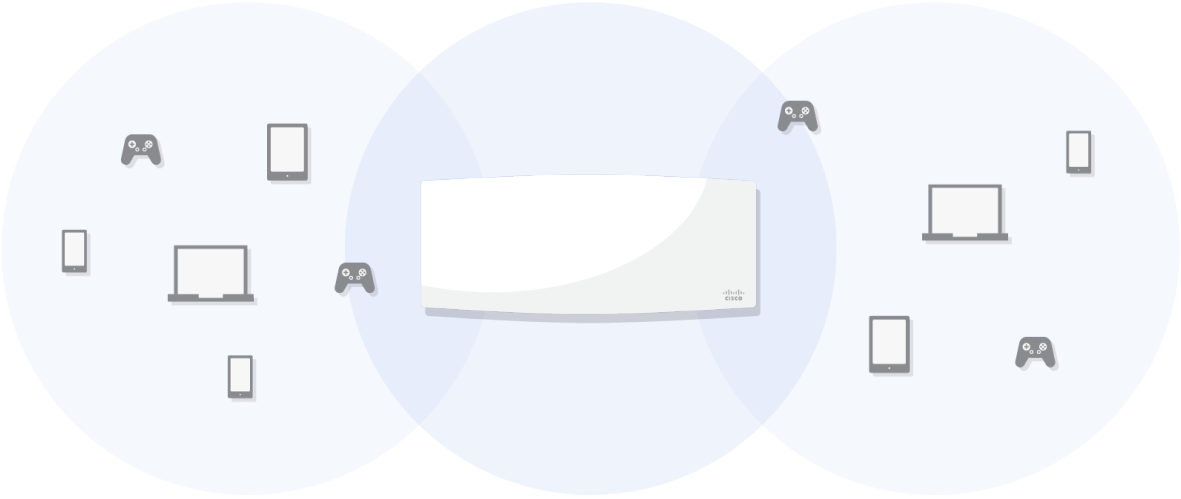
Wie auch bei früheren Generationen wird Wi-Fi 6 (auch als 802.11ax bezeichnet) die Leistung bei hoher Dichte verbessern und einen schnelleren Durchsatz ermöglichen. Darüber hinaus wird diese neue Wi-Fi-Generation die üblichen Geschwindigkeits- und Dichteverbesserungen um neue Funktionen ergänzen, die auf zukünftige technologische Trends ausgelegt sind. IoT-Verbindungen werden bis 2022 mehr als die Hälfte aller weltweit verbundenen Geräte ausmachen. Der Virtual- und Augmented-Reality-Netzwerkverkehr wird bis 2022 um das 12-fache steigen. Wi-Fi-Netzwerke der Zukunft müssen flexibel und effizient sein, um einer höheren Client-Dichte, hohen Durchsatzanforderungen und einer Vielzahl neuer Anwendungen gerecht zu werden.

Wi-Fi 6 bietet zahlreiche Verbesserungen, die es zum bisher leistungsstärksten Wireless-Protokoll macht, das je entwickelt wurde. Es steigert nicht nur die Gesamtleistung, sondern ist auch für eine effiziente Performance in der Praxis ausgelegt. Neue Funktionen wie OFDMA, Uplink MU-MIMO, TWT, BSS Color und aktuellste Modulationsverfahren arbeiten zusammen, so dass Endbenutzer sich stets ohne Engpässe oder Leistungseinbußen verbinden können.

Entwicklung von Wi-Fi

Seit 1999 hat sich Wi-Fi rasant weiterentwickelt und bietet heute einen deutlich höheren Durchsatz und eine höhere Leistung. Im Jahre 2013 wurde 802.11n von 802.11ac abgelöst und damit den Benutzern gleichzeitig eine höhere Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit geboten. Außerdem wurden Energieeinsparungen für mobile Geräte ermöglicht. In den letzten Jahren hat 802.11ac Wave 2 die maximalen Datenraten über 1 Gbit/s hinaus verbessert. Während 802.11ac Wave 1 und Wave 2 einen deutlich höheren Durchsatz gegenüber älteren Standards lieferten, fehlte dem 802.11 Wi-Fi-Standard die Fähigkeit, zuverlässige Multigigabit-Leistung und spektrale Effizienz zu erreichen, sodass eine zusätzliche Nachbesserung erforderlich wurde.

Die Entwicklung der Ergänzung 802.11ax begann 2013, als eine Gruppe von technischen Experten zusammenkam, um zu eruieren, mit welchen Herausforderungen Wi-Fi in den kommenden Jahren konfrontiert werden könnte. Wi-Fi kämpfte damit, ein Opfer seines eigenen Erfolgs zu sein, da die Nutzung allgegenwärtig wurde. Die Experten hielten fest, dass der erwartete Anstieg von Wi-Fi-Geräten wie Mobiltelefonen, Unterhaltungselektronik und IoT-Geräten zur Realität wurde. Mit der steigender Anzahl an Geräten würde Wi-Fi mit zunehmenden Störungen und verminderter Leistung konfrontiert sein. Die Gruppe erkannte die Notwendigkeit, dass ältere Geräte, IoT-Geräte und Geräte mit hohem Durchsatz effizient zusammenarbeiten können. Sie stellten auch Problemberichte und -lösungen fest und skizzierte schließlich die Anforderungen für Wi-Fi 6, auch bekannt als High-Efficiency-WLAN. Diese neue Wi-Fi-Generation wird flexibel genug sein, um dichte und allgegenwärtige Wireless-Umgebungen der Zukunft zu ermöglichen.



Wireless der nächsten Generation

Zahlreiche Trends werden in Zukunft die Wireless-Netzwerke, wie wir Sie heute kennen, verändern. Wireless-Netzwerke werden zunehmend mit Anwendungen mit hohem Durchsatz, einer höheren Dichte an Wireless-Geräten und einer Veränderung der Netzwerkanforderungen konfrontiert.

Höhere Durchsatzanforderungen

Das Gesamtvolumen des Datenverkehrs im Internet von 2017-2022 wird höher sein als in den vorherigen 32 Jahren des Internets zusammen. Dabei wird mehr als die Hälfte dieses Datenverkehrs über Wi-Fi übertragen werden. Zusätzlich zu den bestehenden Bandbreitenproblemen wird erwartet, dass bis in das Jahr 2020 hinein zahlreiche neue Wi-Fi 6-Mobilgeräte auf den Markt und somit in die Netzwerke gelangen werden. Der Datenverkehr pro Smartphone wird sich voraussichtlich von 2016 bis 2022 verzehnfachen. Durch die Erweiterung der Wi-Fi-Datenrate werden 5G-Netzwerke erhebliche Mengen des Datenverkehrs an Wi-Fi auslagern. Diese Entwicklungen werden Herausforderungen für bestehende Wi-Fi-Netzwerke mit sich bringen, die bereits heute einen stetigen Anstieg von Nutzern, eine höhere Client-Dichte und Anwendungen mit hohem Durchsatz bewältigen müssen. Es wird erwartet, dass bandbreitenintensive 4K-Videos von drei Prozent des gesamten IP-Verkehrs im Jahre 2017 auf 22 Prozent im Jahre 2022 ansteigen werden. 4K-Videos stellen Netzwerke mit einem Durchsatz von 15 bis 18 Mbit/s Durchsatz bereits vor Herausforderungen. Dazu kommt, dass 8K-Streaming-Videos, die ebenfalls zusehends konsumiert werden, einen Durchsatz von rund 1 Gbit/s verbrauchen. Augmented- und Virtual-Reality-Anwendungen werden zunehmend genutzt und verbrauchen zwischen 600 Mbit/s und 1 Gbit/s an Datenverkehr.

Diese neuen Herausforderungen an die Bandbreite verlangen nach einer Erhöhung der weltweiten Wi-Fi-Verbindungsgeschwindigkeit um das 2,2-Fache zwischen 2017 und 2022.

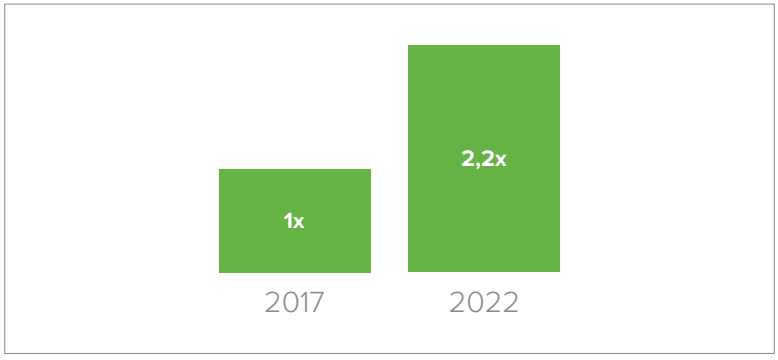


Abbildung 2: Voraussichtliche durchschnittliche globale Wi-Fi-Netzwerkverbindungs-geschwindigkeiten im Vergleich zu 2017

Netzwerke mit höherer Dichte

In den nächsten Jahren wird die Anzahl an netzwerkfähigen Geräten pro Person um 50 % steigen, woraus sich eine durchschnittliche Anzahl von 3,6 Geräten pro Person ergeben wird. Mit zunehmender Anzahl der Geräte erwarten die Benutzer auch ein umfassenderes und nahtloseres Wireless-Erlebnis. Laptops, Wearables und Mobiltelefone verursachen jedoch erhebliche Beeinträchtigungen und verringern die Leistung für den Rest des Netzwerks. Zusätzlich zum erhöhten Strombedarf durch die steigende Anzahl der Clients müssen Netzwerkadministratoren dynamische Veränderungen berücksichtigen, da Benutzer von Mobilgeräten ihren Standort häufiger wechseln. Während sich mehrere mobile Clients durch Räume bewegen, die von Wireless-Stationen (STA) überlappend abgedeckt werden, wird durch herkömmliche Protokolle zur Kollisionsvermeidung die Effizienz verringert. Dieser Effekt ist besonders ausgeprägt bei höheren Datenraten und rauschempfindlicheren Modulationsverfahren.

Abbildung 3: Beispiel für ein Netzwerk mit hoher Dichte

Netzwerkanforderungen im Wandel

Mit fast vier Mal so vielen Wi-Fi-fähigen Geräten wie Menschen auf dem Planeten ist die Bevölkerung stärker vernetzt als je zuvor. Die Tage, an denen Mitarbeiter an festen Arbeitsplätzen sitzen, die an zentrale Unternehmensrechenzentren gebunden sind, sind gezählt. Die vorherigen fünf Wi-Fi-Generationen haben diese unaufhaltsamen Entwicklung unterstützt und die nächste Generation wird die Möglichkeiten zur Mobilität noch erweitern. Wi-Fi 6 wird den Grundstein für die zunehmende Nutzung von Anwendungen wie kollaboratives HD-Video-Streaming, Augmented Reality in der Fertigung, Virtual-Reality-Unterhaltung und IoT schaffen. IoT-Geräte (Internet of Things) werden bis 2022 mehr als die Hälfte aller weltweit verbundenen Geräte und Verbindungen ausmachen und 80 % der neuen IoT-Projekte werden drahtlos sein. IoT-Geräten wird dank Wi-Fi 6 eine dreimal höhere Energieeffizienz und zusätzliche spektrale Effizienz ermöglicht. Dies wird die Entwicklung von Lagerrobotern, drahtloser Anlagenverfolgung, hochentwickelten Sensoren und mehr erleichtern und beschleunigen.

Wi-Fi 6: Funktionen und Vorteile

Trotz aller Herausforderungen in einer sich verändernden Wireless-Umgebung erwarten die Benutzer, dass Wi-Fi ständig verfügbar ist und dass Wireless eine hohe Kapazität und Client-Dichte erlaubt. Wi-Fi 6 wurde entwickelt, um diesen sich ändernden Anforderungen gerecht zu werden – dazu zählt eine Leistung, die 802.11ac Wave 2 um mehr als das Drei- bis Vierfache übersteigt, die Unterstützung für eine höhere Dichte mit effizienterer Sendezeit, die Möglichkeit eine größere Anzahl von Client-Geräten zu verbinden und längere Akkulaufzeiten. Während Wi-Fi 6 in der Lage sein wird, ein theoretisches Datenratenwachstum von rund 37 % zu erzielen, besteht der größte Vorteil in der Fähigkeit, hocheffiziente Leistungen in realen Umgebungen zu erbringen. Mit zunehmender Anzahl der Clients wird Wi-Fi 6 in der Lage sein, einen weitaus konsistenteren Datendurchsatz aufrechtzuerhalten als die bisherigen Ergänzungen 802.11n und 802.11ac. Es gibt kontrollierte Umgebungen mit einer sehr geringen Anzahl von Clients, in denen frühere Wi-Fi-Generationen unter Umständen einen höheren Durchsatz bieten können. Dies ist auf die längeren Frames und die größeren Schutzintervalle von 802.11ax zurückzuführen, die zu einer hohen Ausfallsicherheit beitragen.

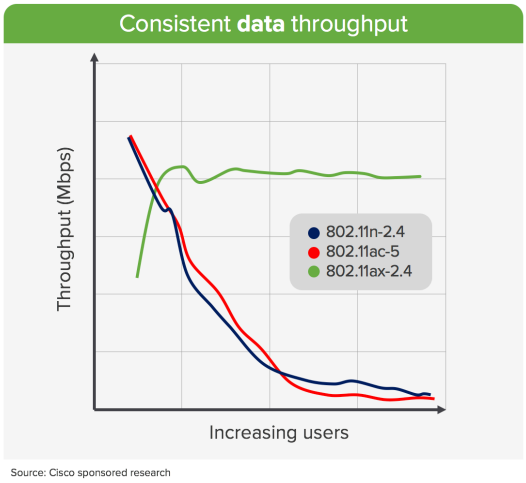


Abbildung 4: Datendurchsatz bei zunehmender Benutzerzahl für 802.11ax im Vergleich zu 802.11ac und 802.11n basierend auf von Cisco unterstützten Untersuchungen

Neben dem konsistenten Datendurchsatz in der realen Welt, bietet Wi-Fi 6 zusätzliche Vorteile wie größere Reichweite, höhere Zuverlässigkeit, besseren IoT-Betrieb und vieles mehr.

Mehrere innovative Technologien wie OFDMA tragen dazu bei, die neuen Vorteile für drahtlose Netzwerke der nächsten Generation zu nutzen. OFDMA basiert auf der LTE-Technologie und trägt dazu bei, Overhead- und Latenzzeiten deutlich zu reduzieren. IoT-Geräte werden von verbesserter Effizienz profitieren, da das 2,4-GHz-Spektrum zu 802.11ax hinzugefügt wurde, zusammen mit stromsparenden Funktionen wie Target Wake Time (TWT).

Wi-Fi 6 Vorteile

- Konsistenter Datendurchsatz in dichten Umgebungen
- Größere Reichweite
- Höhere Zuverlässigkeit und weniger Unterbrechungen
- Zusätzliches Frequenzspektrum für IoT- und andere Geräte
- Energieeinsparungen für Wireless-Geräte
- Verbesserte Leistung im Außenbereich

FUNKTIONEN	WI-FI 5 (802.11AC)	WI-FI 6 (802.11AX)
Standardbeschreibung	Sehr hoher Durchsatz	Hoher Durchsatz & hohe Effizienz
Funktioniert im Spektrum	Nur 5 GHz	2,4 und 5 GHz
OFDMA	–	DL/UL (MU-OFDMA)
MU-MIMO	Nur Downlink	Downlink und Uplink
Channel Width (Kanalbandbreite)	20, 40, 80, 80 + 80, 160 MHz	20, 40, 80, 80 + 80, 160 MHz
GI (Guard Intervall)	800/400 ns	800/1600/3200 ns
Frequenzmodulation (FM)	256 QAM mit MCS 1 bis 9	1024 QAM mit MCS 1 bis 11
Energiesparmodus	STBC, U-APSD	STBC, U-APSD, Target Wait Time (TWT)
Spektrale Effizienz	–	BSS Coloring

Tabelle 1: 802.11ax und 802.11ac – Funktionsvergleich

BETRIEB SOWOHL IM 2,4- ALS AUCH IM 5-GHZ-SPEKTRUM

Während für 802.11n der Betrieb sowohl im Spektrum 2,4-GHz- als auch im 5-GHz-Band funktioniert, ermöglicht 802.11ac nur 5 GHz. Mit 802.11ax werden zusätzliche spatiale Ströme hinzugefügt, indem sowohl das 2,4- als auch das 5-GHz-Band unterstützt wird. Darüber hinaus arbeitet 802.11ax in 20, 40 und 80 MHz – ähnlich wie 802.11ac. Da 160 MHz nicht für Unternehmen empfohlen wird, werden derartige Bereitstellungen in diesem Whitepaper nicht behandelt.

Das hinzugefügte 2,4-GHz-Spektrum bietet mehrere Vorteile für längere Anwendungsfälle im Außenbereich und eine verbesserte Abdeckung für IoT-Geräte. Sollte das Spektrum verrauscht überlastet sein, sollten die verbesserten Übertragungseigenschaften von 2,4 GHz in Kombination mit den anderen 802.11ax Effizienzsteigerungen, dazu beitragen, das Potenzial des 2,4-GHz-Bandes zu maximieren.

Abbildung 5: 802.11ax kann sowohl im 2,4-GHz- als auch im 5-GHz-Spektrum betrieben werden

OFDM BIS OFDMA

Einer der größten Vorteile von 802.11ax besteht im Übergang von Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) zu Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA). Mit 802.11n und 802.11ac bietet OFDM die Möglichkeit, die Bandbreite in mehrere Frequenzsubkanäle aufzuteilen. Mit 802.11ax erhöht OFDMA die Netzwerkeffizienz durch Multiplexing von Benutzern in Bezug auf Frequenz und Raum, wodurch Konflikte bei Wireless-Medien minimiert werden. Die zunehmende Anzahl der vernetzten Geräte, wie z. B. IoT-Geräte, kann die Access Points beim Versuch belasten, sich mit einer Vielzahl von anderen Geräten zu verbinden. Bei früheren Wi-Fi-Generationen konnte eine einzige Übertragung von einem Client einen ganzen Kanal monopolisieren. OFDMA ermöglicht eine effizientere Übertragung von Daten an mehrere Geräte, so dass ein 20-MHz-Kanal in kleine Ressourceneinheiten (RUs) oder Subkanäle aufgeteilt werden kann. Ein 802.11ax Access Point kann den gesamten 20-MHz-Kanal nutzen, um Daten an einen einzelnen Client zu senden, oder den Kanal aufteilen, um Daten an 9 Clients mit 9 RUs zu senden. Zusätzlich können die Daten auch mit MCS10 oder MCS11 moduliert werden, um den Durchsatz zu erhöhen. Dies wird voraussichtlich transformative Auswirkungen auf die Wi-Fi-Effizienz sowie das Chipsatzdesign für IoT-Geräte haben. Neue Chipsätze können besser entwickelt werden, da sie nicht mehr auf 40-MHz- oder 80-MHz-Kanälen betrieben werden müssen.

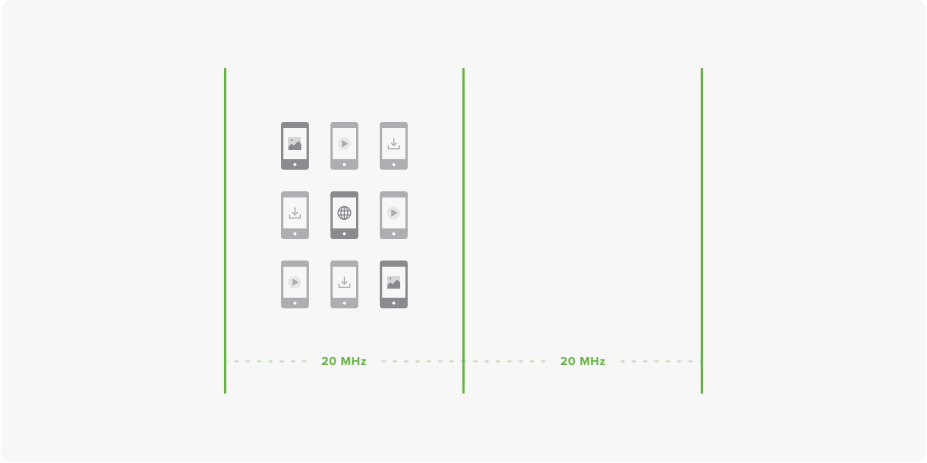


Abbildung 6: Neun Ressourceneinheiten (RUs) in einem einzigen 20-MHz-Kanal

Selbst bei 802.11ac Wave 2-Netzwerken müssen Kunden, die Wireless-Bereitstellungen mit hoher Dichte mit 5 GHz einsetzen, keine 80-MHz-Kanäle konfigurieren, sondern können stattdessen 40 MHz auswählen oder auf 20 MHz standardisieren, um sich auf die Kapazität von Kanälen zu konzentrieren. Mit 802.11ax erhalten Kunden die Möglichkeit, die Kanalbreite in noch kleinere Slots zu unterteilen, z. B. 2 MHz, um die Übertragung an mehrere IoT-Geräte zu ermöglichen.

Da der Großteil an Datenverkehr aus Downloads besteht (von Access Points zu Clients), ist der Downlink OFDMA für die meisten Bereitstellungen von besonderem Interesse. Er ermöglicht eine effizientere Aggregation von Daten an mehrere Stationen. Diese Möglichkeit wird dabei helfen eine Vielzahl von Anwendungen und Geräten mit unterschiedlichen Anforderungen effizient zusammenarbeiten zu lassen. Ein Benutzer, der etwas auf Social Media posten möchte, kann nun gleichzeitig Daten innerhalb eines Kanals senden, über den auch hochauflösende Videos gesendet werden.

MULTI-USER MIMO

Die sogenannte MU-MIMO-Technologie ermöglicht es einem Access Point, mehrere Clients gleichzeitig über eine gewisse Anzahl von Wireless-Streams oder -Kanälen zu bedienen. Diese Funktion war zwar bereits in 802.11ac vorhanden, durch Multi-User MIMO wird nun jedoch die Kommunikation in Richtung Upstream ergänzt. Mit dem 8x8 Support, der mit 802.11n hinzugefügt wurde, können neue Access Points nun vier simultane 2x2 MU-MIMO-Clients sowohl in Upstream- als auch in Downstream-Richtung unterstützen. MU-MIMO wird mit OFDMA zusammenarbeiten, damit mehrere Clients gleichzeitig über mehrere Frequenzbereiche und mehrere räumliche Streams hinweg kommunizieren können.

VON 4X4 BIS 8X8

Die meisten 802.11ac Access Points in Unternehmen bieten vier Sende- und vier Empfangsketten, die innerhalb eines Access Points angeboten werden, und als 4x4 bezeichnet werden. Während 802.11n und 802.11ac theoretisch eine 8x8-Architektur unterstützt haben, bietet keiner der Unternehmens-Chipsätze eine solche Möglichkeit. In 802.11ac führten die begrenzten Vorteile und die höheren Kosten der 8x8-Chipsätze zu einer sehr geringen Akzeptanz. Da sich seither die Funktechnologie verbessert hat, wird die 8x8-Funktionalität nun durch die meisten 802.11ax-Chipsätze unterstützt. Der Übergang von Formfaktoren mit weniger Antennen (z. B. 2x2 oder 4x4) zu denen, die 8x8 unterstützen, bietet einen höheren Upstream- und Downstream-Durchsatz und eine deutlich verbesserte Zuverlässigkeit durch die zusätzlichen Sende- und Empfangsantennen.

Abbildung 7: Access Points, die mit dem 802.11ax-Standard kompatibel sind, können acht 1x1-Clients gleichzeitig in Upstream- und Downstream-Richtung bedienen.

Die 8 Empfänger und Sender ermöglichen höhere Durchsätze für Clients in unmittelbarer Nähe eines 802.11ax Access Points und bieten gleichzeitig die Möglichkeit, Clients auf größere Entfernung hin zu bedienen. Es wird erwartet, dass 8x8 Access Points die Abdeckung um 10-20 % verbessern, so dass weniger Access Points pro Abdeckungsbereich benötigt werden. Mit acht Sende- und Empfangsantennen wird die Leistung pro Funkkette verringert und gleichzeitig die RF-Fidelity bei höheren Datenraten verbessert. Dies kommt auch älteren Clients zugute. So können wir unten einen 802.11ac-Client mit mehreren Antennen sehen, der höhere Durchsätze als 4x4 bei ähnlichen RF-Leistungspegeln aufweist.

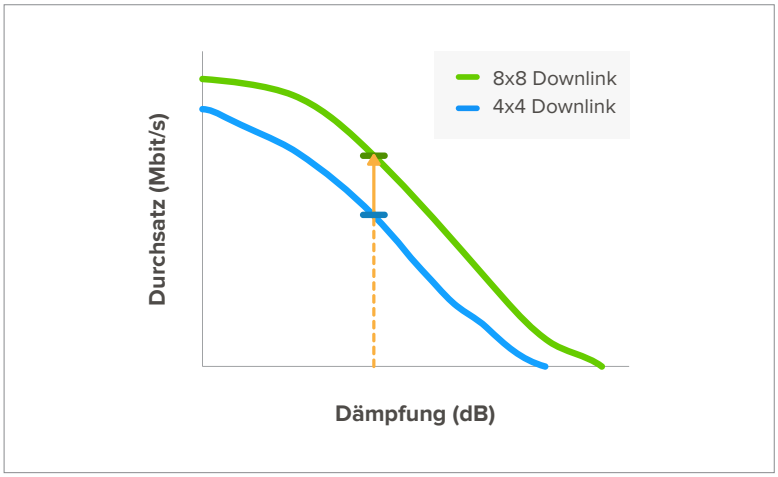


Abbildung 8: Verbesserte HF-Fidelity für 8x8 im Vergleich zu 4x4 für einen 3x3-Client

256 QAM BIS 1024 QAM

Durch die Quadratur-Amplituden-Modulation oder QAM können mehr Pakete durch Modulation der Amplitude und Phasenlage eines Signals auf effizientere Weise gesendet werden. 802.11ac hat 256 QAM ermöglicht, während 802.11ax zu einer höheren Konstellationsdichte von 1024 QAM übergehen wird. Unter optimalen Bedingungen, wenn sich ein einzelner Client in der Nähe des Access Points befindet, kann es möglich sein, den Durchsatz um das 2,5-Fache zu erhöhen und 1,2 Gbit/s pro spatialem Stream zu erreichen. In Verbindung mit OFDMA wird durch 1024 QAM die Rauschschwelle deutlich verbessert, so dass bei Bandbreiten von maximal 20 MHz eine hohe Leistung geboten werden kann.

Mit 256 QAM betrug die Anzahl der pro OFDM-Symbol übertragenen Bits acht. Durch 1024 QAM wird diese Anzahl auf 10 Bits erhöht, wodurch eine Steigerung der spektralen Effizienz um 25 % ermöglicht wird. Mit zunehmender Dichte erhöht sich die Wichtigkeit für einen hohen Signal-Rausch-Abstand, da 1024 QAM sehr wenig Spielraum für Fehler lässt. In den letzten Jahren sind genauere DSP-Filtertechniken und verbesserte Funktechnologien auf den Markt gekommen, um diese erhöhte Dichte auch in nicht idealen Szenarien zu höheren Datenraten zu führen.

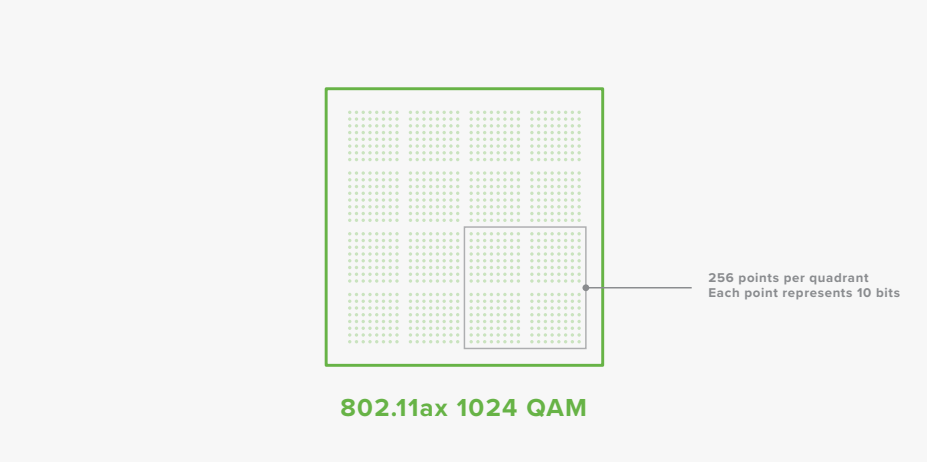


Abbildung 9: Wi-Fi 6 verfügt über 1024 QAM (10 Bits pro Symbol)

MCS-RATEN 10 UND 11

Mit zwei zusätzlichen Modulations- und Kodierungssets (MCS) ist 802.11ax in der Lage, eine Verbesserung des Durchsatzes gegenüber früheren Wi-Fi-Generationen zu erreichen. So kann beispielsweise 802.11ac bei Verwendung eines 20-MHz-Kanals und MCS8 einen maximalen Durchsatz von 86,7 Mbit/s erreichen. 802.11ax ist in der Lage, MCS11 in einem 20-MHz-Kanal zu verwenden und 143,4 Mbit/s bereitzustellen, was einer Steigerung um 65 % entspricht.

MCS	MODULATION	KODIE-RUNG	20-MHZ-KANÄLE		40-MHZ-KANÄLE		80-MHZ-KANÄLE	
			DATENRATE		DATENRATE		DATENRATE	
			1600 NS	800 NS	1600 NS	800 NS	1600 NS	800 NS
0	BPSK	1/2	4	4	8	9	17	18
1	QPSK	1/2	16	17	33	34	68	72
2	QPSK	3/4	24	26	49	52	102	108
3	16-QAM	1/2	33	34	65	69	136	144
4	16-QAM	3/4	49	52	98	103	204	216
5	64-QAM	2/3	65	69	130	138	272	288
6	64-QAM	3/4	73	77	146	155	306	324
7	64-QAM	5/6	81	86	163	172	340	360
8	256-QAM	3/4	98	103	195	207	408	432
9	256-QAM	5/6	108	115	217	229	453	480
10	1024-QAM	3/4	122	129	244	258	510	540
11	1024-QAM	5/6	135	143	271	287	567	600

Tabelle 2: 802.11ax MCS-Diagramm, einzelner spatialer Stream

BSS COLORING

Wi-Fi ist heutzutage zu einer Notwendigkeit geworden. Mit zunehmender Verwendung von Wireless-Technologien treten auch immer mehr Störungen in Netzwerken auf. Um eine gute Leistung zu gewährleisten, ist es daher wichtig, die Auswirkungen von Störungen zu minimieren. Bei früheren Wi-Fi-Generationen konnten Engpässe und Überlastungen 40-60 % der Datenraten beeinträchtigen und erforderten deshalb eine sorgfältige Planung der Kanäle. Um Interferenzen zu bewältigen, hat Cisco RX-SOP eingeführt, um die Wi-Fi-Signalpegel von Access Points in stark überlasteten Bereichen anzupassen. Da RX-SOP nicht auf Client-Ebene, sondern auf Access Point Ebene implementiert wird, müssen die Signalpegel sorgfältig geplant werden. Mit BSS Coloring wird dasselbe Konzept auf Access Point und Client ausgeweitet. Dies wird mithilfe einer 6-Bit-BSS-Color-Präambel realisiert. Wenn für eine bestimmte Übertragung der BSS-Farbwert mit dem der Empfangsstation übereinstimmt, gilt der Kanal als ausgelastet. Andernfalls gilt der Kanal für die Übertragung als verfügbar.

Wi-Fi ist mit der Technologie CSMA/CA zur Kollisionsvermeidung und Störungsverhinderung ausgestattet. Da jedoch die Überlastung im drahtlosen Netzwerk zunimmt, kann der Durchsatz erheblich reduziert werden. Mithilfe von CSMA/CA können Access Points die Zeitspanne zwischen Übertragungen verlängern falls kollidierende Signale erkannt werden, damit insgesamt weniger Kollisionen auftreten. Dies kann gut funktionieren wenn nur wenige drahtlose Geräte verbudnen sind. Aber in dichten Umgebungen mit mehreren überlappenden Übertragungen sinkt die Gesamtdurchsatzleistung drastisch. CSMA/CA verbraucht erhebliche Mengen an Bandbreite, was bedeutet, dass der gesamte TCP-Durchsatz prozentual zur gesamten Netzwerkkapazität abnimmt. Mit BSS Coloring wird ein einfaches Farb-Bit hinzugefügt, das zu einem reduzierten Bandbreiten-Overhead und einer höheren Effizienz führt.

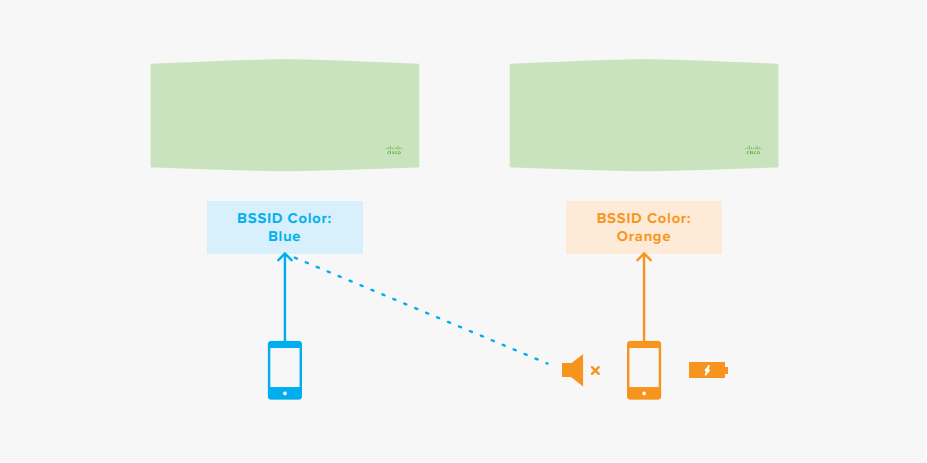


Abbildung 10: Reduzierte Gleichkanalinteferenz durch BSS Coloring

TARGET WAKE TIME (TWT)

Um diese Funktion zu aktivieren, werden durch den Access Point mehrere Target Wake Times (TWT) und Sleep Times (TWT SPs) für die drahtlosen Clients innerhalb von BSS definiert. Clients werden dadurch in die Lage versetzt, eigene Aktivierungsmuster und die Dauer für den Wireless-Zugriff zu bestimmen, wodurch Stationen zu unterschiedlichen Zeiten und mit weniger Konflikten betrieben werden. Dies hat zur Folge, dass der Stromverbrauch gesenkt und die Akkulaufzeit um bis zu 67 % verlängert werden können. Dies wird mithilfe von TWT erreicht, indem eine Reihe von Beacons vom Access Point gesendet werden, um ein "schlafendes" Gerät darüber zu informieren, dass es Daten zu senden hat.

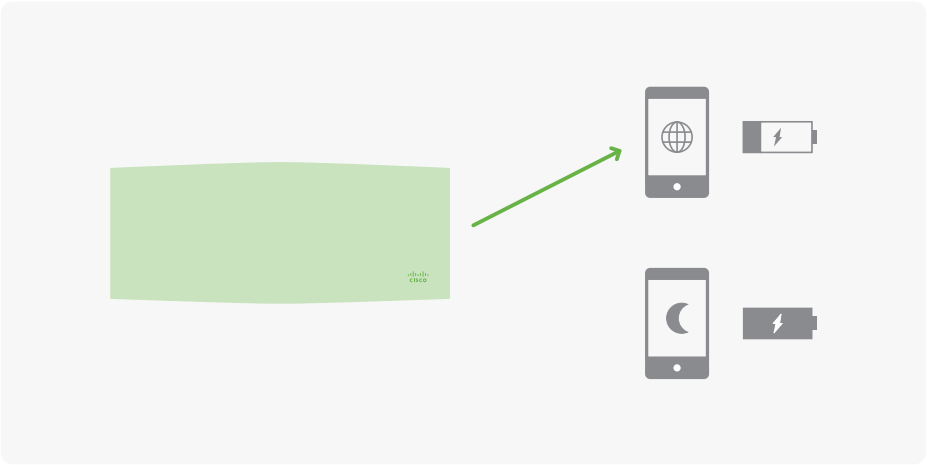


Abbildung 11: Target Wake Time (TWT) ermöglicht APs die Initiierung von Wake-Time-Triggern für Clients

In Wi-Fi 6 sind neben den acht oben genannten noch zahlreiche weitere Funktionen integriert. Ein weiteres Ziel der Wi-Fi 6-Arbeitsgruppe bestand darin, eine verbesserte Leistung im Außenbereich zu erreichen. Dies wird in Wi-Fi 6 mit einer neuen Paketstruktur erreicht, die eine robustere Kommunikation in komplexen Außenbereichen ermöglicht.

Neben einer längeren Liste an zusätzlichen Funktionen werden 802.11ax-Funkmodule auch mit Modulen kommunizieren können, die mit früheren Wi-Fi-Generationen kompatibel sind. Ähnlich wie 802.11ac wird 802.11ax rückwärts kompatibel mit älteren 802.11a/b/g/n/ac Wi-Fi-Ergänzungen sein.

Bereitstellung von Wi-Fi 6

Zeitpläne und Überlegungen

Die 802.11ax Ergänzung des Wi-Fi-Standards wurde ab Mitte 2019 noch ratifiziert und wird wahrscheinlich Ende 2019 von der Wi-Fi Alliance und IEEE abgeschlossen. Möglicherweise müssen zusätzliche Ratifizierungen durchgeführt werden, falls Änderungen am Standard vorgenommen werden (ähnlich wie beim Ratifizierungsprozess für 802.11ac). Der Zeitpunkt eines Upgrades hängt von den individuellen Netzwerkanforderungen ab, da Administratoren ihren Upgrade-Zyklus und ihren Bedarf an zusätzlichem Durchsatz oder Dichte-Anforderungen berücksichtigen müssen. Netzwerkadministratoren können sich vorab auf den bevorstehenden Anstieg an mit Wi-Fi 6 kompatiblen Geräten vorbereiten, indem sie ihre Netzwerke unter Berücksichtigung der neuen Funktionen wie MU-MIMO und OFDMA optimieren.

Seit Anfang 2019 sind die ersten 802.11ax-Clients auf den Markt und dies wird sich noch bis in das Jahr 2020 hinein fortsetzen. Der kritische Wendepunkt, ab dem die meisten Geräte mit Wi-Fi 6-kompatibel sein werden, wird wahrscheinlich irgendwann in der zweiten Hälfte des Jahres 2020 erreicht. Die Gerätehersteller werden wahrscheinlich ermutigt sein, die neuen Wi-Fi-6-Clients an die Verbraucher zu bringen, da sie die neuen Energiesparvorteile aufgrund von TWT und die höhere Effizienz vermarkten können. Da 802.11ax Access Points mit früheren 802.11a/b/g/n/ac-Client-Geräten rückwärtskompatibel sind, können Administratoren jetzt mit dem Upgrade ihrer drahtlosen Netzwerke beginnen, wenn die Anforderungen an den Durchsatz und die Dichte wichtig sind. Leistungssteigerungen bei 8x8 Access Points sind zwar sofort spürbar, aber die größte Auswirkung wird aufgrund der neuen 802.11ax-Clients, die bis in das Jahr 2020 hinein auf den Markt kommen, wahrnehmbar sein.

VORTEILE DURCH FUNKTIONALITÄT	ÄLTERE CLIENTS	WI-FI-6-CLIENTS
Höherer Upstream- und Downstream-Durchsatz durch 8x8	Ja	Ja
Höhere Upstream- und Downstream-Zuverlässigkeit durch 8x8	Ja	Ja
Verbesserte Airtime-Effizienz und höherer Durchsatz durch OFDMA	Nein*	Ja
Längere Akkulaufzeit durch TWT	Nein*	Ja
Verbesserte Airtime-Effizienz und längere Akkulaufzeit durch BSS Coloring	Nein*	Ja
Höherer Durchsatz durch MU-MIMO	Nein*	Ja

Tabelle 3: Vergleich der Vorteile für Wi-Fi-6-Clients gegenüber älteren Clients in 802.11ax-Wireless-Netzwerken
** Indirekter Vorteil für ältere Clients, da 802.11ax-Clients schneller offline gehen*

Mit der Einführung neuer 802.11ax-Clients und Multigigabit Access Points auf den Markt müssen Netzwerkadministratoren auch dafür sorgen, dass Engpässe im restlichen Netzwerk vermieden werden. Neue Aggregations- und Zugriffsschicht-Switches mit hohem Durchsatz könnten zusätzlich zur 802.3at-PoE-Unterstützung in Betracht gezogen werden, da die meisten 802.11ax-Access-Points die 802.3af-PoE-Schwellenwerte überschreiten werden.

In Bezug auf 5G-Mobilfunknetze trägt die höhere Durchsatzleistung von Wi-Fi 6 zur Entlastung des Mobilfunkverkehrs bei. Tatsächlich wird erwartet, dass 71 % des 5G-Verkehrs im Jahre 2022 via Wi-Fi oder kleinerer Mobilfunknetze übertragen werden. Dies ist ein deutlicher Anstieg gegenüber dem 4G-Standard mit einem Offloading von 59 % des Datenverkehrs. Während sich 5G-Mobilfunk immer weiter verbreitet, wird allgemein erwartet, dass sich dieser Standard ähnlich wie LTE zur vorherrschenden Technologie für Anwendungen im Außenbereich entwickeln wird.

Wi-Fi 6 im Einsatz

Wi-Fi 6 wird unmittelbare Auswirkungen für IT-Teams haben, die drahtlose Netzwerke für Schulen, Stadien, Krankenhäuser, Unternehmen, Wohnanlagen, Verkehrsknotenpunkte, Einkaufszentren, öffentliche Einrichtungen und dicht besiedelte Stadtgebiete verwalten und diesen Standard frühzeitig einführen. Früher war das öffentliche WLAN in diesen Bereichen immer durch starke Überlastung beeinträchtigt, sodass die Benutzer möglicherweise aus Leistungsgründen LTE bevorzugt haben. Mit Wi-Fi 6 wird die höhere Leistung der Wi-Fi-Technologien für den Innen- und Außenbereich zu einer verbesserten Benutzererfahrung in zahlreichen unterschiedlichen Anwendungsfällen führen.

UNTERNEHMEN

In heutigen Unternehmen erfolgt die Zusammenarbeit von Mitarbeitern per Telefonkonferenz, Schulungen werden mithilfe von Video-Streaming durchgeführt und verstärkt werden in der Cloud-verwaltete Anwendungen eingesetzt. Diese Anwendungen erfordern immer höhere Durchsätze und Mitarbeiter erwarten gleichzeitig fehlerfreie Verbindungen für ihre persönlichen Geräte. Häufig wird Voice-over-Wi-Fi erwartet, da der Mobilfunkempfang in vielen Bürogebäuden oft stark eingeschränkt ist.

BILDUNGSWESEN

An Schulen und Universitäten werden verstärkt neue Lerntechnologien wie immersives Lernen über Augmented und Virtual Reality eingesetzt. Die Preise für den Einsatz von AR/VR-Technologien, die ein effektives Lernen ermöglichen, sind deutlich gesunken. Studierende sind oft die ersten Benutzer neuer drahtloser Geräte, so dass der erwartete Wendepunkt für 802.11ax-Clients in diesen Bereichen wahrscheinlich schneller erreicht werden wird. Einrichtungen mit Wireless-Anforderungen im Außenbereich werden durch 802.11ax dahingehend unterstützt, dass die Robustheit in lauten Außenbereichsszenarien mit längeren OFDM-Symbolen verbessert wird.

VERANSTALTUNGSORTE

In Stadien und an anderen Veranstaltungsorten werden verstärkt Streaming-Medien und AR-/VR-Technologien eingesetzt. Das Datenverkehrsmuster in Stadien ist sehr variabel und es kommt zu Spitzen bei der Datennutzung im Falle bestimmter Ereignisse, die zu einer Überlastung im Netzwerk führen können. Wi-Fi-Benutzer möchten außerdem bei Sportveranstaltungen zusätzliche Medieninhalte in mobilen Anwendungen verfolgen. Die physische Dichte der Clients im Falle von Veranstaltungen ist eine der Umgebungen mit der höchsten Dichte, deren Wi-Fi-Netzwerke standhalten müssen. Gleichzeitig können starke Störungen durch Wireless-Interferenzen verursacht werden.

GESUNDHEITSWESEN

Krankenhäuser haben einen wachsenden Bedarf an Ferndiagnosen und -behandlungen, bei denen Video-, Audio- und Dateninteraktionen involviert sind. Große Mengen an unkomprimiertem Videodaten werden zum Beispiel aus Operationssälen an weit entfernte Büros gesendet. Auf diese Weise können medizinische Experten aus der Ferne Ratschläge erteilen oder sogar chirurgische Geräte bedienen. Telepräsenz erfordert eine Datenübertragungsrate von 3,6 Gbit/s für Ultra High HD, wodurch die Netzwerke stark belastet werden. Darüber hinaus erfordert die erfolgskritische Natur des Datenverkehrs von medizinischen Geräten dauernde Konnektivität. Zudem besteht ein neues Potenzial für IoT, einschließlich Asset Tracking, das durch die neuen Funktionen von Wi-Fi 6 wie 2,4 GHz-Betrieb und TWT zur Energieeinsparung noch nützlicher wird. Das Gesundheitswesen ist eine der sich am schnellsten entwickelnden Branchen für das Wachstum des IoT.

FERTIGUNG

Im Zuge der digitalen Transformation von Fabriken zur Senkung der Betriebskosten werden immer häufiger neue Technologien wie AR/VR und drahtlose Sensoren eingesetzt. Neue IoT-Lösungen können von den 802.11ax-Energiesparfunktionen wie TWT profitieren. Wi-Fi 6 trägt dazu bei, eine konstante Leistung für geschäftskritische Steuerungen von Fertigungsmaschinen aufrechtzuerhalten, die extrem niedrige Latenzen erfordern.

GASTGEWERBE UND TOURISMUS

In Verkehrsknotenpunkten möchten Benutzer in Zügen und Bussen sowie in den Haltestellen und Bahnhöfen auf unterhaltungs- und arbeitsbezogene Anwendungen zugreifen können. Die Verfügbarkeit eines zusätzlichen Durchsatz-Spielraums hilft drahtlosen Netzwerken bei sich ändernden Konnektivitätsanforderungen. Diese Umgebungen werden oft durch die hohe Mobilität der Benutzer herausgefordert, die sich zwischen Wireless-Hotspots bewegen. Bahnhöfe und auch ländliche Gebiete werden von der hohen Reichweite von Wi-Fi 6 profitieren. Benutzer drahtloser Netzwerke erwarten sich eine nahtlose Wireless-Erfahrung und Verkehrsknotenpunkte wie Flughäfen können sich einen Wettbewerbsvorteil verschaffen, indem sie leistungsstarke WLAN-Lösungen anbieten. Für Geschäftsreisende und Verbraucher wurde schon vor längerer Zeit festgestellt, dass Wi-Fi die am meisten gewünschte Annehmlichkeit auf Reisen ist. Auch stark frequentierte Veranstaltungsräume, Lobbys und andere Bereiche in Hotels können einen großen Nutzen aus der Verwendung des neuen Wi-Fi-6-Standards ziehen.

Zusammenfassung

Wi-Fi 6 ermöglicht drahtlosen Netzwerken einen deutlich höheren Durchsatz als 802.11ac (Wi-Fi 5) Wave 2, insbesondere in Situationen mit hoher Dichte. Diese Leistungssteigerung ist mit dem Anstieg an Wi-Fi-6-Clients, die erhebliche Bandbreitenanforderungen stellen werden, besonders ausgeprägt. Durch verschiedene Innovationen wird die neue 802.11ax-Ergänzung dazu beitragen, die Zuverlässigkeit und Effizienz früherer Standards zu erhöhen, indem die negativen Auswirkungen von sich überlappenden Netzwerken automatisch gemindert werden. Die Steigerung der Wi-Fi-Leistung in Kombination mit 5G-Mobilfunknetzen wird die Grundlage für eine spannende Zukunft neuer Technologien für Klassenzimmer, medizinische Einrichtungen, mobile Mitarbeiter, Reisende und IoT bilden.

Informationen zu Cisco Meraki

Cisco Meraki wurde 2006 gegründet und hat sich seither zur weltweit am stärksten skalierbaren, funktionsreichsten und zuverlässigsten IT-Lösung entwickelt, die in der Cloud verwaltet wird. Über 460.000 Einzelkunden und 6,5 Millionen Meraki-Geräte werden weltweit verwaltet. Unser breit angelegtes Lösungsportfolio umfasst Wireless-, Switching-, Security-, SD-WAN- und Assurance-Lösungen sowie Lösungen für das Endgerätemanagement und smarte Kameras, die alle zentral über das intuitive webbasierte Dashboard von Meraki verwaltet werden. Damit erhalten Netzwerkadministratoren Transparenz und Kontrolle ohne die Kosten und die Komplexität herkömmlicher Architekturen.

Weitere Informationen erhalten Sie auf unserer Website (meraki.cisco.com) oder bei einem Live-Webinar (meraki.cisco.com/webinars). Möglicherweise qualifizieren Sie sich für einen kostenlosen Meraki Wireless Access Point und eine Cloud-Management-Lizenz, damit Sie Meraki in Ihrer eigenen Umgebung erleben können.