

Wi-Fi-Zellen-Dimensionierung und Überlappung mit mobilen Clients in 5 GHz

Inhalt

[Einleitung](#)

[Zusammenfassung](#)

[Warum sollten APs mit etwa der gleichen Leistung wie die Clients übertragen?](#)

[Warum werden die APs nicht mit voller Leistung \(z. B. 21 dBm\) betrieben?](#)

[Warum übertragen die APs nicht mit sehr niedrigen Leistungspegeln \(z. B. 0 bis 2 dBm\)?](#)

[Wie bringt man das Cisco Wi-Fi-Netzwerk dazu, die oben genannten Designziele zu erreichen?](#)

[Bedenken](#)

[Wird die erhöhte TX-Leistung nicht zu Co-Channel-Interferenzen \(CCI\) führen?](#)

[Verzichten wir nicht auf wichtige Funktionen, wenn wir zwei Mikro-/Makro-5-GHz-Funkmodule deaktivieren?](#)

[Ein Grund mehr, nicht Dual 5 GHz zu verwenden: Bereitstellungen mit 9 oder mehr SSIDs](#)

[Cisco Access Points, die Dual 5 GHz unterstützen \(über Wi-Fi 7\)](#)

Einleitung

Einige ältere Cisco Wi-Fi Access Point-Modelle unterstützten duale 5-GHz-Funkmodule, wobei das sekundäre Funkmodul jedoch als "Mikrozelle" fungiert. Dieser Artikel erklärt, warum Mikrozellen ein schlechtes Kundenerlebnis bieten können, und bietet allgemeine Hinweise zur Dimensionierung von 5-GHz-Zellen.

Zusammenfassung

Dieser Hinweis behandelt einige Überlegungen zur Dimensionierung und Überlappung von Wi-Fi-Zellen bei 5 GHz. Der Kontext ist ein Unternehmensnetzwerk für den Innenbereich mit den folgenden Eigenschaften:

- Eine relativ dichte Installation von Access Points mit mindestens einem Access Point auf 300 Quadratmetern
- Wi-Fi 5, 6 oder 7 Access Points mit internen Antennen, mit mehreren Funkeinheiten und mit der Option von dualen 5-GHz-Funkeinheiten, z. B.
 - APs mit einem dedizierten 5-GHz-Funkmodul sowie einem "XOR"-Funkmodul, das wahlweise im 2,4- oder 5-GHz-Frequenzbereich betrieben werden kann (z. B. 3800s oder 9120s)

- APs mit einem dedizierten 2,4-GHz-Funkmodul sowie einem 5-GHz-Funkmodul, das entweder als einzelnes 8-GHz-Funkmodul oder als zwei separate 4-GHz-Funkmodule betrieben werden kann (9130, 9136)
- Eine nicht übermäßig dichte Client-Population (d. h. nicht mehr als 10 Clients pro AP-Funk) mit Clients, die sich schnell durch den Abdeckungsbereich bewegen können
 - Ein Krankenhaus, eine Universität oder ein Unternehmen mit Vertriebsmitarbeitern oder leitenden Angestellten unterwegs
 - Nicht zum Beispiel eine Arena oder ein Callcenter mit dicht gepackten Arbeitsplätzen
- Die wichtigsten Client-Geräte sind alle 5-GHz-fähig. Daher kommt der 2,4-GHz-Betrieb mit seiner begrenzten Kapazität und dem hohen Interferenzpegel nicht ins Spiel.

In einem solchen Umfeld bin ich der Meinung, dass der Kundenzufriedenheit insgesamt am besten gedient ist, wenn die folgenden Designprinzipien eingehalten werden:

- Stellen Sie sicher, dass alle 5-GHz-Funkmodule der APs mit etwa der gleichen Leistung senden wie die wichtigsten Clients.
- Vergewissern Sie sich, dass im gesamten Abdeckungsbereich mindestens zwei 5-GHz-Zellen vorhanden sind, die eine Downstream- und Upstream-Abdeckung von -67 dBm bereitstellen.

Daher sollten 5-GHz-Mikrozellen vermieden werden. APs mit zwei bis 5 GHz, die nur den Makromikrobetrieb unterstützen, sollten als APs mit einem bis 5 GHz konfiguriert werden.

Insbesondere unterstützen die folgenden AP-Modelle nur Makro-Mikrozellen mit zwei 5-GHz-Frequenzbändern:

- AP2802I/AP3802I/AP4800/C9120AXI, mit Funkmodul in Steckplatz 0 (5 GHz)
- C9130AXI, C9136I, mit 5-GHz-Funkmodul im Dual-5-GHz-Modus (d. h. Steckplatz 2 ist als 4 x 4,5 GHz betriebsbereit)

Die folgenden AP-Modelle unterstützen Makro-Makro-Zellen in zwei 5-GHz-Frequenzbändern:

- AP2802E/AP3802E/AP3802P/C9120AX/C9120AXP/C9130AX
- CW9166I/CW9166D1/CW9176I/CW9176D1/CW9177I/CW9177D/CW9177E/CW9178I/CW9179 F

Im Detail sind hier die Überlegungen, die diesen Prinzipien zugrunde liegen, und hier sind einige Faktoren, die bei der Implementierung berücksichtigt werden müssen

Warum sollten APs mit etwa der gleichen Leistung wie die Clients

übertragen?

Da der typische Wi-Fi-Client bei ca. 13-14 dBm sendet, weist dieses Prinzip darauf hin, dass die Sendeleistung der APs in diesem Bereich liegen sollte. [Vocera empfiehlt](#), die APs zur Optimierung der Abdeckung ihrer Ausweise, die für die klinische Patientenversorgung bereitgestellt werden, mit einem minimalen Leistungsniveau von 12 dBm und einem Maximum von 17 dBm zu konfigurieren.

Warum werden die APs nicht mit voller Leistung (z. B. 21 dBm) betrieben?

In einem Mobilfunknetz übertragen die Mobilfunkmasten mit einer deutlich höheren Leistung als die Clients. Ein Wi-Fi-Netzwerk ist jedoch anders:

- Ein Mobilfunknetz teilt den Clients mit, wohin sie wechseln sollen. Im Wi-Fi-Bereich entscheiden sich (größtenteils) die Kunden
 - Zum Beispiel [werden Apple MacOS-Clients kein Roaming wählen, bis ihr RSSI von der aktuellen BSSID unter -75 dBm fällt](#). Angenommen, der Access Point sendet mit 21 dBm und der Client mit 13 dBm. Anschließend kann der Client nicht mehr roamen, bis sein Uplink-Signal unter -83 dBm gefallen ist, was zu einer schlechten Uplink-Leistung führt.
- Ein Mobilfunknetz bietet eine viel schlechtere Uplink-Leistung als Downlink-Leistung. In Wi-Fi-Netzwerken der Enterprise-Klasse sind zuverlässige Uplinks erforderlich.
 - Laptops werden wahrscheinlich Backup-Vorgänge über Wi-Fi durchführen; In medizinischen Anwendungen müssen die Clients möglicherweise große Bilder übertragen.

Warum übertragen die APs nicht mit sehr niedrigen Leistungspegeln (z. B. 0 bis 2 dBm)?

- Ausgehend von einer ausgezeichneten AP-Dichte kann selbst bei einer derart geringen AP TX-Leistung eine gute Abdeckung und Kapazität erreicht werden. Auch bei einer großen Anzahl von stationären Clients (z. B. einem Callcenter) ist dies problemlos möglich.
- Da jedoch Clients aktiv verschoben werden und Echtzeitanwendungen wie Sprachanrufe oder Microsoft-Teams ausgeführt werden, können diese "Mikrozellen" für einen solchen Client als attraktives Ärgernis dienen und zu einem unübersichtlichen Benutzererlebnis führen.
- Stellen Sie sich eine Mikrozelle vor, die von einem internen 5-GHz-Dual-AntennenAP bereitgestellt wird:



- Ein Client in der Nähe des AP kann das Mikrozellenradio als guter Kandidat scannen ... und dann schnell aus der Reichweite dieses Radios gehen. Wenn der Client dann Roaming benötigt, kann er die BSSID der Mikrozelle auswählen - nur um einen fehlgeschlagenen Roam und möglicherweise eine mehrsekündige Audio-/Videolücke zu erleiden, da der Client einen Panikscan durchführt
- Sie müssen sich darüber im Klaren sein, dass selbst ein Client, der optimal für aktive Scans entwickelt wurde, möglicherweise Einträge in seiner Scan-Liste hat, die fünf Sekunden alt sind. Innerhalb von 5 Sekunden kann viel passieren - ein Kunde kann sich in der Ecke des Flurs bewegen, eine Metalltür schließen usw.

Wie bringt man das Cisco Wi-Fi-Netzwerk dazu, die oben genannten Designziele zu erreichen?

Unter Berücksichtigung der obigen Annahmen hinsichtlich der AP- und Client-Dichte gilt Folgendes:

- Verwenden Sie keine Mikrozellen! Dies sind die "sekundären" 5-GHz-Funkmodule der internen Antennenzugangspunkte (vor den CW916x/CW917x).
 - Mit zwei 5-GHz-Funkeinheiten in solchen APs ist die sekundäre Funkeinheit gezwungen, mit einer Mindestleistung zu arbeiten - in der Regel 0 bis 2 dBm Mikrozellen.
 - Stellen Sie auf APs mit XOR-Funkmodulen (2802I, 3802I, 4800, 9120AXI) das Funkmodul aus Steckplatz 0 nicht in das 5-GHz-Band (und lassen Sie FRA dies nicht zu). Deaktivieren Sie Steckplatz 0, oder aktivieren Sie den Überwachungsmodus, wenn die Funkmodule zu viele 2,4 GHz unterstützen (wie dies bei allen Bereitstellungen mit guter 5 GHz-Abdeckung der Fall ist).
 - Bei C9130I/C9136I können Sie mit einer dualen 5-GHz-Funkoption (Steckplatz 1 und sekundärer Steckplatz 2) entweder den 5-GHz-Modus für den 8SS-Betrieb

konfigurieren (wenn die Kapazität zu Bedenken ist) oder Steckplatz 2 in den Überwachungsmodus versetzen.

- Ein Dual-Access-Point mit 5 GHz stellt bei externen Antennen kein Problem dar, da die Antennen physisch getrennt werden können, um die volle Leistung auf beiden Kanälen zu unterstützen. Auch bei den Modellen CW916x/CW917x mit zwei 5 GHz ist dies kein Problem, da sie die volle Leistung in beiden Funkmodulen unterstützen.
- 5-GHz-Leistungspegel nicht zu niedrig einstellen
 - Standardmäßig verwendet das RRM TPCv1 (nicht kanalorientiert) im 5-GHz-Band. Beachten Sie, dass dieser Algorithmus für 2,4 GHz optimiert ist und über drei Kanäle betrieben werden kann. Daher werden die 5-GHz-Leistungspegel reduziert, wenn davon ausgegangen wird, dass es sich bei dem drittnächsten Nachbarn jedes Funkmoduls um eine Gleichkanalstörung handelt. Tatsächlich werden 5-GHz-Netzwerke normalerweise über mindestens 8 überlappungsfreie Kanäle verfügen, möglicherweise sogar über bis zu 20.
 - Daher führt RRM standardmäßig dazu, dass die 5-GHz-Funkmodule eine unzureichende Kanalüberschneidung bereitstellen, wodurch Redundanz und Kapazität reduziert werden. Außerdem kann es Mikrozellen (oder "Mini"-Zellen) erzeugen, die das Roaming beeinträchtigen.
 - Dies kann durch die Aktivierung des Channel Aware-Modus in 5 GHz erreicht werden. Dadurch sollte TPC die AP-TX-Leistung nach Bedarf reduzieren, nur um tatsächliche Co-Channel-Interferenzen zu vermeiden.
 - Es empfiehlt sich außerdem, Funkfrequenzprofile zu konfigurieren, um die Funkmodule auf ein schmales Leistungsniveau von beispielsweise 12 bis 17 dBm zu beschränken (wie von Vocera empfohlen).

Bedenken

Die oben genannten Empfehlungen geben Anlass zu einigen Bedenken:

Wird die erhöhte TX-Leistung nicht zu Co-Channel-Interferenzen (CCI) führen?

Wenn Sie eine Leistungsuntergrenze von 12 oder 14 dBm für die 5-GHz-Funkmodule einsetzen, könnte dies nicht zu einer CCI führen, da sich auf demselben Kanal mehrere Funkmodule befinden? Das ist in der Tat eine Möglichkeit. Hier sind einige Faktoren zu beachten:

- Wenn Sie einen 5-GHz-Plan mit mindestens 8 überlappungsfreien Kanälen verwenden (dies kann mit 20 MHz Breite sein, nur mit den Nicht-DFS UNII-1 und UNII-3 Kanälen, oder 40 MHz Breite, über 16 oder mehr 20 MHz Kanäle), ist es unwahrscheinlich, dass Sie übermäßige CCI sehen, solange Sie nicht mehr als einen AP pro Kanal haben 300 Quadratfuß
- Überwachen Sie das Netzwerk auf CCI, indem Sie z. B. den "stärksten Nachbarn auf

demselben Kanal" des APs untersuchen (mithilfe von [WCAE - Wireless Config Analyzer Express](#)). Im Allgemeinen sollten Sie diesen Wert für die meisten APs unter -80 dBm sehen.

- Außerdem: Überwachung des Netzwerks auf Kanalnutzung (CU) während Spitzenlastzeiten. Beachten Sie, dass CCI nur dann ein Problem ist, wenn CU ein Problem ist! Wenn die große Mehrheit der APs bei Spitzenauslastungszeiten weniger als 10 % CU sieht, ist die CCI kein Problem. Tatsächlich überwiegen die Vorteile der CCI (bessere Abdeckung) die Kosten.
- Auch hier sind die oben genannten Empfehlungen für eine nicht zu dichte Client-Population - d. h. eine, bei der Sie in der Regel weniger als zehn Clients pro AP haben, nicht Dutzende.

Verzichten wir nicht auf wichtige Funktionen, wenn wir zwei Mikro-/Makro-5-GHz-Funkmodule deaktivieren?

Bei den XOR-Funkmodulen (3802I, 9120AXI) kann es bei einer sehr großen Anzahl von stationären 5-GHz-Clients zu Kapazitätsproblemen kommen - und bei solchen Bereitstellungen ist es möglicherweise sinnvoll, zwei 5-GHz-Geräte zu verwenden.

Mit C9130AXI/C9136IS kann die Kapazitätsherausforderung durch die Einstellung des 5-GHz-Funkmoduls auf den 8SS-Modus gelöst werden. Mit 11ac/11ax/11be-Clients (wie sie heute weit verbreitet sind) kann das 8SS-Funkmodul mehrere Clients gleichzeitig verarbeiten, mit OFDMA und MU-MIMO.

Ein Grund mehr, nicht Dual 5 GHz zu verwenden: Bereitstellungen mit 9 oder mehr SSIDs

Es gibt noch einen Grund, warum duale 5-GHz-Funkmodule vermieden werden sollten: Bereitstellungen mit 9 oder mehr SSIDs. In solchen Bereitstellungen ist derselbe BSSID auf beiden 5-GHz-Funkmodulen aktiv, jedoch mit unterschiedlichen SSIDs. Dies kann dazu führen, dass die Clients stark verwirrt sind, was zu Verbindungsproblemen führt. Bei jeder Bereitstellung mit mehr als 8 SSIDs sollte nur ein 5-GHz-Funkmodul pro AP aktiviert sein. (Siehe Cisco Bug-ID [CSCwu17469](#) 🔍.)

Cisco Access Points, die Dual 5 GHz unterstützen (über Wi-Fi 7)

Hier ist eine Liste der Cisco AP-Modelle, die duale 5-GHz-Frequenzbänder unterstützen (bis hin zum Wi-Fi 7-Portfolio). Mikrozellenradios sind **rot** hervorgehoben.

AP-Modell	Steckplatz 0	Steckplatz 1	Steckplatz 2 -	Kommentare
-----------	--------------	--------------	----------------	------------

	Radio	Funkmodul	Funkmodul	
AP2802I, AP3802I, AP4800, C9120AXI	XOR: 2,4 GHz volle Leistung, 5 GHz Mikrozelle	5 GHz volle Leistung	-	Duale 5-GHz- Funkmodule erfordern 100-MHz-Trennung
AP 2802E, AP 3802E, AP 3802P, C9120AX, C9120AXP	XOR: 2,4 GHz volle Leistung, 5 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung	-	Duale 5-GHz- Funkmodule erfordern 100-MHz-Trennung
C9130AXI	2,4 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung 4x4 oder 8x8	5-GHz- Mikrozelle (nur wenn Steckplatz 1 4x4 ist)	100-MHz-Trennung
C9130AX	2,4 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung, 4 x 4 oder 8 x 8	5 GHz volle Leistung (nur wenn Steckplatz 1 4x4 ist)	100-MHz-Trennung
C9136I	2,4 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung, 4 x 4 oder 8 x 8	5-GHz- Mikrozelle (nur wenn Steckplatz 1 4x4 ist; 17,13+)	Steckplatz 3 ist 6 GHz; 100 MHz Trennung für Dual 5 GHz
CW9166I, CW9166D1	2,4 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung	6 GHz/5 GHz XOR; volle Leistung in 5 GHz	Wenn Steckplatz 2 5 GHz beträgt, ist Steckplatz 1 mit dem Low-Band (LB) verbunden und Steckplatz 2 mit dem High-Band (HB) verbunden.
CW9176I,	XOR: 2,4 GHz	5 GHz volle	6 GHz	Wenn Steckplatz 0 5

CW9176D1	voll, 5 GHz voll	Leistung		GHz beträgt, ist er mit LB und Steckplatz 1 mit HB verbunden
CW9177I/D/E	2,4 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung	6 GHz/5 GHz XOR; volle Leistung in 5 GHz	Wenn Steckplatz 2 5 GHz beträgt, ist Steckplatz 1 mit dem Low-Band (LB) verbunden und Steckplatz 2 mit dem High-Band (HB) verbunden.
CW9178I	2,4 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung	Wenn Steckplatz 2 aktiviert ist, ist er mit HB und Steckplatz 1 mit LB verbunden. (Steckplatz 3 ist für 6 GHz ausgelegt)
CW9179F	2,4 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung	5 GHz volle Leistung	Wenn Steckplatz 2 aktiviert ist, ist er für LB und Steckplatz 1 für HB gesperrt. (Steckplatz 3 ist für 6 GHz ausgelegt)

Hinweise:

1. Die Mikrozelle beträgt 0 bis 2 dBm, je nach Kanal, AP-Funk und AP-Domäne. (Vor der Bestätigung der Cisco Bug-ID [CSCwa20681](#) in 17.3.5/17.6.3/17.8.1 kann die Mikrozellen-Funkeinheit bis zu -3dBm betragen.)
2. Low Band (LB) 5 GHz ist UNII-1+UNII-2 (d. h. Kanäle 36 bis 64). High Band (HB) 5 GHz ist UNII-2 Extended+UNII-3 (d. h. Kanäle 100 und höher).





Informationen zu dieser Übersetzung

Cisco hat dieses Dokument maschinell übersetzen und von einem menschlichen Übersetzer editieren und korrigieren lassen, um unseren Benutzern auf der ganzen Welt Support-Inhalte in ihrer eigenen Sprache zu bieten. Bitte beachten Sie, dass selbst die beste maschinelle Übersetzung nicht so genau ist wie eine von einem professionellen Übersetzer angefertigte. Cisco Systems, Inc. übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit dieser Übersetzungen und empfiehlt, immer das englische Originaldokument (siehe bereitgestellter Link) heranzuziehen.