

Multipath und Diversität

Inhalt

[Einführung](#)

[Voraussetzungen](#)

[Anforderungen](#)

[Verwendete Komponenten](#)

[Konventionen](#)

[Multipath](#)

[Vielfalt](#)

[Anwenderbericht](#)

[Zusammenfassung](#)

[Zugehörige Informationen](#)

Einführung

In diesem Dokument wird beschrieben:

- Multipath-Verzerrung
- Wie Multi-Path-Verzerrung die Leistung eines Wireless-Netzwerks beeinträchtigt
- Vielfalt
- Wie Vielfalt die Leistung in Multipath-Umgebungen verbessert

Voraussetzungen

Anforderungen

Für dieses Dokument bestehen keine speziellen Anforderungen.

Verwendete Komponenten

Die Informationen in diesem Dokument basieren auf den folgenden Software- und Hardwareversionen:

- Cisco Aironet- und AirPresence-Wireless-LAN-Geräte
- Betriebssysteme Cisco IOS[®], VxWorks und SOS (Cisco Aironet Serie 340 und frühere Versionen)

Die Informationen in diesem Dokument wurden von den Geräten in einer bestimmten Laborumgebung erstellt. Alle in diesem Dokument verwendeten Geräte haben mit einer leeren (Standard-)Konfiguration begonnen. Wenn Ihr Netzwerk in Betrieb ist, stellen Sie sicher, dass Sie die potenziellen Auswirkungen eines Befehls verstehen.

Konventionen

Weitere Informationen zu Dokumentkonventionen finden Sie in den [Cisco Technical Tips Conventions](#) (Technische Tipps zu Konventionen von Cisco).

Multipath

Um Diversität zu verstehen, müssen Sie Multipath-Verzerrung verstehen.

Wenn ein Funkfrequenzsignal an den Empfänger übertragen wird, soll das allgemeine Verhalten des Funksignals größer werden, wenn es weiter übertragen wird. Das HF-Signal trifft auf Objekte, die das Signal reflektieren, refraktieren, diffraktieren oder stören. Wenn ein HF-Signal von einem Objekt reflektiert wird, werden mehrere Wellenfronten erzeugt. Durch diese neuen doppelten Wellenfronten erreichen die Empfänger mehrere Wellenlängen.

Multipath-Übertragung erfolgt, wenn RF-Signale unterschiedliche Pfade von einer Quelle zu einem Ziel annehmen. Ein Teil des Signals geht zum Ziel, während ein anderes Teil eine Obstruktion abprallt und dann zum Ziel weiterfährt. Dies führt dazu, dass ein Teil des Signals Verzögerungen auftritt und einen längeren Pfad zum Ziel durchläuft.

Multipath kann definiert werden als die Kombination aus dem ursprünglichen Signal und den doppelten Wellenfronten, die aus der Reflektion der Wellen von Hindernissen zwischen Sender und Empfänger resultieren.

Multipath Distortion ist eine Form von Funkstörungen, die auftritt, wenn ein Funksignal über mehr als einen Pfad zwischen Empfänger und Sender verfügt. Dies tritt in Zellen mit metallischen oder anderen RF-reflektierenden Oberflächen auf, wie Möbel, Wände oder beschichtetes Glas.

Gängige WLAN-Umgebungen mit hoher Wahrscheinlichkeit für Multipath-Interferenzen:

- Hangars am Flughafen
- Stahlwerke
- Fertigungsbereiche
- Distributionszentren
- Andere Stellen, an denen die Antenne eines HF-Geräts Metallstrukturen ausgesetzt ist, z. B.: Wände, Höchstgrenzen, Racks, Haltbarkeit, Sonstige metallische Gegenstände

Folgen von Multipath-Verzerrungen sind:

- Datenbeschädigung - Tritt ein, wenn Multipath so schwerwiegend ist, dass der Empfänger die übertragenen Informationen nicht erkennen kann.
- Signal Nulling (Signalnebelung): Tritt ein, wenn die reflektierten Wellen mit dem Hauptsignal genau aus der Phase eintreffen und das Hauptsignal vollständig abbrechen.
- Erhöhte Signalverstärkung - Tritt ein, wenn die reflektierten Wellen in Phase mit dem Hauptsignal eintreffen und das Hauptsignal ergänzen und dadurch die Signalstärke erhöhen.
- Verringerte Signalverstärkung - Tritt ein, wenn die reflektierten Wellen teilweise aus der Phase mit dem Hauptsignal eintreffen und dadurch die Signalstärke verringern.

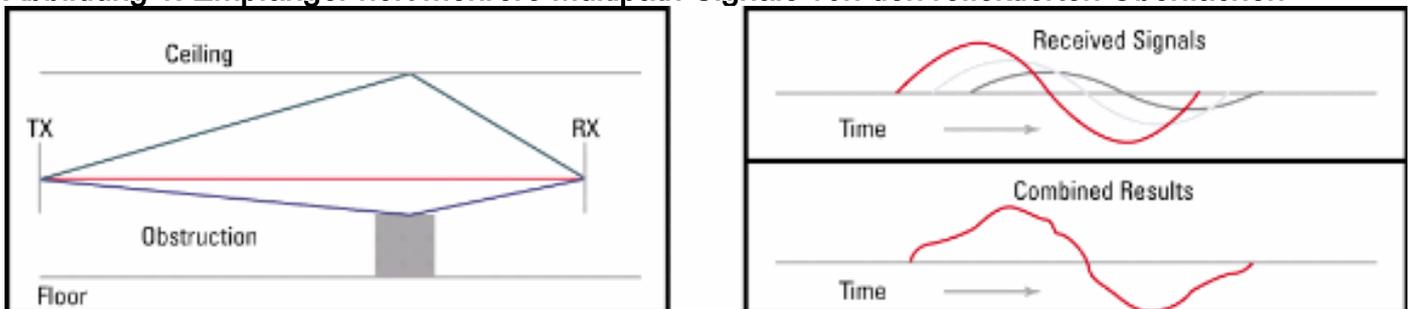
In diesem Abschnitt wird erläutert, wie Multipath-Verzerrungen auftreten und wie sie sich auf das WLAN auswirken.

Eine Quellantenne strahlt HF-Energie in mehr als einer bestimmten Richtung aus. Die RF-Instanz

bewegt sich zwischen der Quell- und Zielantenne im direkten Pfad und springt von RF-reflektierenden Oberflächen ab (siehe [Abbildung 1](#)). Die reflektierten RF-Wellen verursachen folgende Zustände:

1. Die reflektierten RF-Wellen sind weiter entfernt und kommen später als die direkte RF-Welle an.
2. Das reflektierte Signal verliert aufgrund der längeren Übertragungsrouten mehr HF-Energie als das direkte Routensignal.
3. Das Signal verliert durch die Reflexion Energie.
4. Die gewünschte Welle wird mit vielen reflektierten Wellen im Empfänger kombiniert.
5. Wenn sich die verschiedenen Wellenformen kombinieren, verursachen sie Verzerrungen der gewünschten Wellenform und beeinflussen die Decodierungsfähigkeit des Empfängers. Wenn die reflektierten Signale am Empfänger kombiniert werden, obwohl die Signalstärke hoch ist, ist die Signalqualität schlecht.
6. Die reflektierte Welle unterscheidet sich auch von der nicht reflektierten Welle.

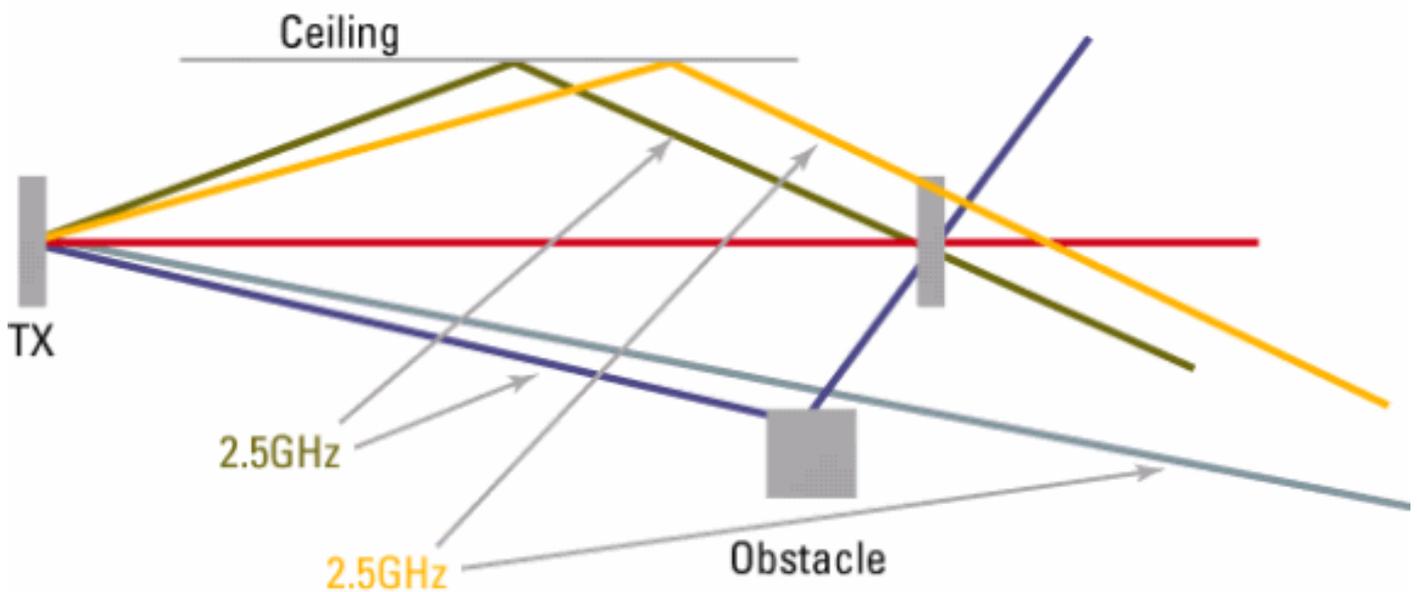
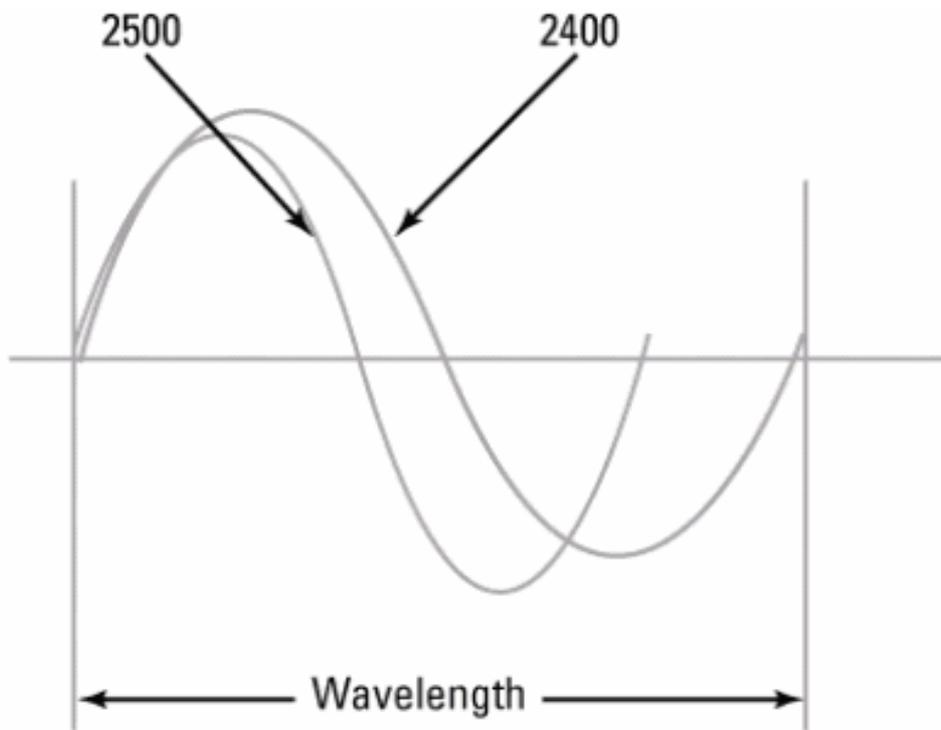
Abbildung 1: Empfänger hört mehrere Multipath-Signale von den reflektierten Oberflächen



Multipath-Verzögerung bewirkt eine Überlappung der in 802.11-Signalen dargestellten Informationssymbole, wodurch der Empfänger verwirrt wird. Wenn die Verzögerungen groß genug sind, treten Bitfehler im Paket auf. Der Empfänger kann die Symbole nicht unterscheiden und die entsprechenden Bits nicht richtig interpretieren. Die Zielstation erkennt das Problem durch den Fehlerprüfungsprozess 802.11. Die zyklische Redundanzprüfung (CRC, Prüfsumme) wird nicht korrekt berechnet, was auf einen Paketfehler hinweist. Bei Bitfehlern sendet die Zielstation keine 802.11-Bestätigung an die Quellstation. Der Absender überträgt das Signal schließlich erneut, nachdem er wieder Zugriff auf das Medium erhält. Aufgrund der Neuübertragungen wird bei signifikanten Multipath-Interferenzen ein geringerer Durchsatz erreicht. Wenn die Position der Antenne geändert wird, werden auch die Reflexionen geändert, wodurch die Wahrscheinlichkeit und die Auswirkungen von Multipath-Interferenzen verringert werden.

In einer Multipath-Umgebung befinden sich Signal-Null-Punkte im gesamten Bereich. Die Entfernung, die eine RF-Welle zurücklegt, wie sie aufprallt und wo der Multipfad null auftritt, basiert auf der Wellenlänge der Frequenz. Je höher die Frequenz, desto größer ist die Wellenlänge. Daher ändert sich auch die Frequenz, und die Position des Multipfadens NULL (siehe [Abbildung 2](#)). Die Länge der 2,4-GHz-Welle beträgt ca. 12,5 cm. Die Länge der 5-GHz-Welle beträgt ca. 6 cm.

Abbildung 2: Position des Null-Multipath-Ports basierend auf der Frequenz der Übertragung



Die Verzögerungsspanne ist ein Parameter, der zur Kennzeichnung von Multipath verwendet wird. Die Verzögerung ist definiert als die Verzögerung zwischen dem Zeitpunkt, zu dem das Hauptsignal zu dem Zeitpunkt kommt, zu dem das zuletzt reflektierte Signal eintrifft. Die Verzögerung des reflektierten Signals wird in Nanosekunden (ns) gemessen. Die Verteilung der Verzögerungen variiert je nach Innen-, Büro- und Fertigungsumgebung.

Verzögerung	Nanosekunden
Häuser	< 50 ns
Niederlassungen	~100 ns
Fertigungshallen	~200-300 ns

Ein Multipath-Signal kann eine hohe HF-Signalstärke aufweisen, jedoch eine schlechte Signalqualität aufweisen.

Hinweis: Die geringe HF-Signalstärke weist nicht auf eine schlechte Kommunikation hin. Eine geringe Signalqualität weist jedoch auf eine schlechte Kommunikation hin.

Vielfalt

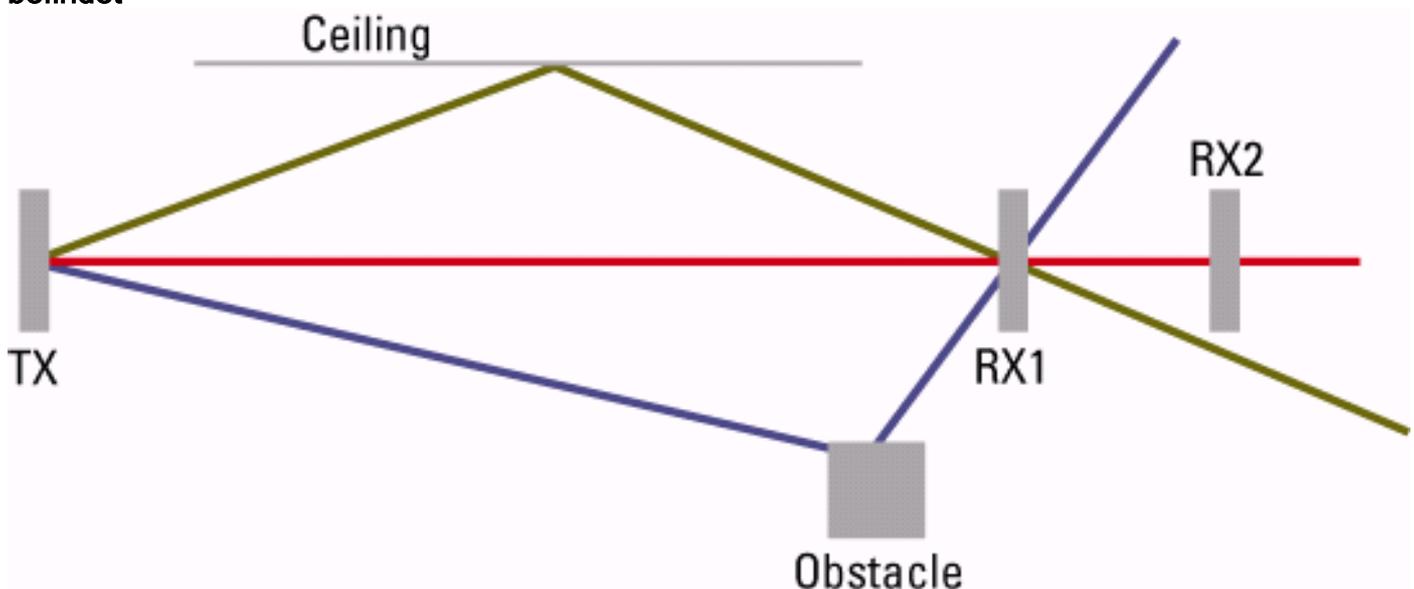
Vielfalt ist die Verwendung von zwei Antennen für jedes Funkmodul, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass Sie ein besseres Signal auf einer der Antennen erhalten. Die Antennen, die für die Bereitstellung einer Diversity-Lösung verwendet werden, können sich im selben physischen Gehäuse befinden oder müssen zwei separate, aber gleiche Antennen am gleichen Standort sein. Vielfältigkeit erleichtert ein Wireless-Netzwerk in einem Multipath-Szenario. Diversity-Antennen sind physisch vom Funk und untereinander getrennt, um sicherzustellen, dass die eine weniger Multipath-Verbreitungseffekte als die andere hat. Duale Antennen stellen in der Regel sicher, dass eine Antenne, die sich in einem RF befindet (null), nicht die andere Antenne ist, was in Multipath-Umgebungen eine bessere Leistung ermöglicht (siehe [Abbildung 3](#)). Sie können die Antenne verschieben, um sie aus dem Nullpunkt zu holen und eine Möglichkeit zum richtigen Empfang des Signals bieten.

Cisco Systems ermöglicht die standardmäßige Antennenvielfalt bei Aironet Access Point-Produkten. Der Access Point prüft das Funksignal von zwei integrierten Antennenanschlüssen und wählt eine bevorzugte Antenne aus. Diese Vielfalt erzeugt Robustheit bei Multipath-Verzerrung.

Diversity-Antennen sind nicht dafür konzipiert, den Abdeckungsbereich einer Funkzelle zu erweitern, sondern die Abdeckung einer Zelle zu verbessern. Die erweiterte Abdeckung ist ein Versuch, Probleme zu überwinden, die durch Multi-Path-Verzerrung und Signalbrüche entstehen. Versuche, die beiden Antennen eines Access Points für die Abdeckung zweier unterschiedlicher Funkzellen zu verwenden, können zu Verbindungsproblemen führen.

Eine Vorsicht mit Vielfalt ist geboten, da es nicht für die Verwendung von zwei Antennen ausgelegt ist, die zwei verschiedene Abdeckungszellen abdecken. Wenn die Antenne Nr. 1 mit Gerät Nr. 1 kommuniziert und die Geräte Nr. 2 (die sich in der Antenne Nr. 2 befindet) kommuniziert, ist das Problem, dass die Antenne Nr. 2 (aufgrund der Position des Switches) nicht angeschlossen ist und die Kommunikation fehlschlägt. Diversity-Antennen sollten denselben Bereich nur von einem geringfügig anderen Standort aus abdecken.

Abbildung 3: So stellen zwei Antennen sicher, dass sich eine Antenne nicht in einem Null-Punkt befindet



Bei einer Antennenlösung für Diversity, die über zwei Antennen im selben physischen Gehäuse verfügt, gibt es zwei Empfangs- und Sendeelemente in diesem Antennentyp. Da es zwei Elemente gibt, gibt es zwei Antennenkabel. Beide Kabel müssen an die Antennenanschlüsse des Access Points angeschlossen sein.

Die Funkeinheit des Access Points kann die Antenne nicht physisch verschieben. Vergleichen Sie die Diversity-Funktion mit einem Switch, der jeweils eine Antenne auswählt. Sie kann nicht beide Antennen gleichzeitig abhören, da dies einen Multipfad-Zustand erzeugt, wenn das Funksignal zu unterschiedlichen Zeiten auf jede Antenne trifft. Da jede Antenne von sich aus ausgewählt wird, müssen beide Antennen die gleichen Strahlungscharakteristika aufweisen und so positioniert werden, dass eine ähnliche Zellabdeckung gewährleistet ist (siehe [Abbildung 4](#)). Zwei an denselben Access Point angeschlossene Antennen dürfen nicht für zwei verschiedene Zellen verwendet werden.

Um die Abdeckung zu erhöhen, führen Sie eine Standortuntersuchung durch, um die Funkabdeckung der Antennen zu ermitteln. Positionieren Sie Access Points in den entsprechenden Bereichen des Installationsstandorts. Der Zweck der Vielfalt besteht darin, Multipath-Reflexionen zu überwinden. Diversity-Antennen, die dasselbe physische Gehäuse verwenden, werden in einem optimalen Abstand angeordnet. Der Hersteller der Antenne bestimmt diese Entfernung anhand der Eigenschaften der Antenne. Wenn Sie ein Antennenpaar mit übereinstimmenden Eigenschaften verwenden, um die Vielfalt der Zellabdeckung in Ihrer Einrichtung zu gewährleisten, sollten diese zugeordneten Antennen in einem Abstand voneinander platziert werden, der einem Vielfachen der Wellenlänge der übertragenen Frequenz entspricht. Die 2,4-GHz-Wellenlänge beträgt ca. 14,5 cm. Um die Diversität eines 2,4-GHz-Funkmoduls mit zwei separaten Antennen zu unterstützen, sollten die Antennen daher ungefähr 5 Zoll voneinander entfernt sein. Das Antennenkabel kann auch in einem Abstand von 15 cm (5 Zoll) angeordnet werden. Der Abstand zwischen den Antennen darf jedoch nicht mehr als 4 Vielfache betragen: reflektierte Wellen, die weiter entfernt sind als die, die wahrscheinlich so verzerrt und anders in der Verzögerung verbreiten, dass das Radio nicht mit ihnen funktionieren.

Wenn die Antennen entweder mehr oder weniger als die 2,4-GHz-Wellenlänge (5 Zoll) getrennt sind, ändert sich die Funkabdeckungszelle für jede Antenne. Wenn sich die Abdeckungszellen unterscheiden, kann es beim Client oder Endknoten zu Signalverlusten und Leistungseinbußen kommen. Ein Beispiel für unterschiedliche Abdeckungszellen wäre eine Richtungsantenne an einem Antennenanschluss mit einer Rundstrahlantenne oder einer Antenne mit höherer Verstärkung am anderen Port.

Der Zweck der Vielfalt besteht darin, den bestmöglichen Durchsatz zu erzielen, indem die Anzahl der Pakete reduziert wird, die verpasst oder erneut versucht werden.

Informationen zu den verschiedenen Antennentypen von Cisco finden Sie im [Cisco Aironet Antenna-Referenzhandbuch](#).

Abbildung 4: Cisco Aironet Wireless-Geräte der Serie 350 mit zwei 6,0 dBi Patch-Antennen für die Diversität



Anwenderbericht

Ein Golfplatz mit elektronischem Scoring verwendet einen Access Point mit Außenantenne, um einen Bereich des Golfplatzes abzudecken. Eine Antenne wird für die linke Seite des Kurses verwendet. Da es wenig Multipath gibt, reicht eine Antenne aus. Der Kurs verwendet eine richtungsweisende Yagi-Antenne für die Entfernungsfähigkeit und die einfache Installation.

Wenn der Golfplatz auf der rechten Seite des Golfplatzes eine zusätzliche Abdeckung anbieten möchte, kann das Personal keinen neuen Access Point hinzufügen, um dies zu erreichen. Stattdessen wird eine richtungsweisende Yagi-Antenne an den anderen Antennenanschluss angeschlossen und in eine andere Richtung gezeigt. Das Personal fährt durch den Golfplatz und führt eine Standortuntersuchung durch, um das Netzwerk zu testen. Es gibt keine Probleme mit der Abdeckung. Wenn jedoch Turnierspiele beginnen und mehr Benutzer dem Wireless-Netzwerk hinzugefügt werden, treten Schwierigkeiten und Verbindungsverlust auf.

Wenn sich der Client auf der linken Seite des Kurses mit dem Access Point verbindet, hat er eine sehr geringe Signalstärke, da der Access Point das Signal vom Client an der rechten Antenne abnimmt. Der Client befindet sich daher außerhalb der Reichweite der richtigen Antenne und verwirft die Verbindung. Das Funkmodul des Access Points erkennt jedoch ein Problem und vergleicht den linken Antennenanschluss mit der Annahme, dass bei ihm ein Multipath-Problem aufgetreten ist. Die Antenne schaltet um und der Client erhöht die Abdeckung. Wenn der Client zur anderen Seite wechselt, wird ein erneuter Versuch unternommen, und die Funkverbindung des Access Points wird umgeschaltet, der andere Antennenanschluss wird verwendet, und die Verbindung bleibt erhalten.

Wenn der Access Point das Clientsignal also nicht empfangen kann, wechselt er. Der Access Point bewertet die beste Antenne und verwendet sie, um Client-Daten zu empfangen. Der Access Point verwendet dann dieselbe Antenne, wenn er Daten an den Client zurücksendet. Wenn der Client nicht auf diese Antenne reagiert, versucht der Access Point, die Daten an die andere Antenne zu senden.

In diesem Szenario bestand die Erstkonfiguration aus einem Client und zwei separaten Abdeckungszellen. Dies funktioniert, bis weitere Clients hinzugefügt werden. Da der Access Point mit Clients auf der linken Seite des Kurses kommuniziert, wechselt er nicht zum rechten Antennenanschluss, wenn keine erneuten Versuche auftreten, da er keine Fehler erkennt. Für Benutzer, die sich nicht auf der linken Antenne befinden, ist dies jedoch problematisch.

Hinweis: Die beiden Antennenanschlüsse des Access Points sind auf räumliche Vielfalt ausgelegt, und das Funkmodul überprüft nur dann die andere Antenne, wenn Fehler auftreten.

Die Kunden auf der rechten Seite des Kurses haben Schwierigkeiten mit Verbindungen. Nur wenn ein Client mit schwachem Signal die linke Antenne erreicht, erkennt der Access Point diese Clients und schaltet um, um sie abzuholen. Dadurch wird die rechte Antenne aktiviert, sodass die linke Seite des Kurses beginnt, Fehler zu empfangen, bis die Antenne rechts einen Client von der linken Seite hört und wieder umschaltet.

Bei diesem Golfplatz gibt es zwei Möglichkeiten, das Problem zu lösen:

- Ersetzen Sie die richtungsweisenden Yagi-Antennen durch Rundstrahlantennen. Obwohl die Rundstrahlantennen einen etwas geringeren Gewinn als die Yagi-Antennen haben, kann die Access Point-Funkinheit in alle Richtungen funktionieren, anstatt nur in das 30-Grad-Richtungsmuster der Yagi-Antenne. Da der Gewinn für die Rundstrahlantenne nur 1 dBi unter der Yagi-Antenne liegt, funktioniert dieser Ersatz.
- Fügen Sie einen zusätzlichen Access Point hinzu, um die andere Funkzelle zu bedecken. Beide Access Points können den HF-Datenverkehr verarbeiten, und jeder Access Point kann die Yagi-Antenne mit höherer Verstärkung für seine Fläche verwenden. Dazu müssen Sie jeden Access Point so konfigurieren, dass er Frequenzen verwendet, die sich nicht überschneiden, um Funküberlastungen zu vermeiden. Der Durchsatz wird erhöht, wenn die Anzahl der Benutzer pro Access Point verringert wird.

Zusammenfassung

- Diversity ist ein automatischer Prozess ohne Benutzereingriff oder Konfiguration.
- Vielfalt ist eine Methode, um Multipath-Verzerrungen zu überwinden oder zu minimieren.
- Multipath-Verzerrung verursacht Funklöcher und Funkreflexionen (auch Echos genannt), die zu Datenneuversuchen führen.
- Radiowellen reflektieren von Metallflächen wie Schränke, Regale, Decken und Wänden.
- Diversity-Antennen sollten den gleichen Typ und Gewinn aufweisen.
- Antennen sollten so nah beieinander aufgestellt werden, dass der Bereich der Funkabdeckung nahezu identisch ist. Versuchen Sie, nicht zwei Antennen so weit zu platzieren, dass sie zwei verschiedene Funkzellen abdecken.
- Cisco Aironet Access Points nutzen räumliche Vielfalt.
- Um lange Kabelführungen zu vermeiden, sollten Antennen in der Nähe des vorgesehenen Abdeckungsbereichs aufgestellt werden.
- Sie sollten immer zuerst eine Standortuntersuchung durchführen, um den Abdeckungsbereich richtig einzuschätzen.

Zugehörige Informationen

- [Methoden zur Erweiterung der WLAN-Funkabdeckung](#)
- [Häufig gestellte Fragen zur Wireless-Standortprüfung](#)
- [Fehlerbehebung bei Verbindungen in einem Wireless-LAN-Netzwerk](#)
- [Häufig gestellte Fragen zu Cisco Aironet Access Points](#)
- [Wireless-Support-Seite](#)

- [Technischer Support und Dokumentation - Cisco Systems](#)