

# Die Grundlagen des Wi-Fi-Beamforming

Eine Einführung in das chipbasierte 802.11n-Beamforming

Technisches Whitepaper

## Inhalt

Einführung in das chipbasierte Beamforming.....	2
Wie funktioniert das? .....	2
Implizites Beamforming (offener Regelkreis).....	3
Explizites Beamforming (geschlossener Regelkreis) .....	3
Weniger Overhead, mehr Durchsatz.....	3
Chipbasiertes Beamforming von HP .....	4
Zusammenfassung .....	5
Weitere Informationen.....	5



# Einführung in das chipbasierte Beamforming

Der IEEE 802.11n-Standard hat den Weg für das Hochleistungs-WLAN geebnet. Mit der MIMO-Technologie (Multiple Input Multiple Output) als Grundlage können Brutto-Datenraten nun innerhalb eines Bereichs von 300 bis 450 Mbit/s optimiert werden. Um einen höheren Durchsatz zu erzielen, ist es jedoch nicht ausreichend, lediglich weitere Sender hinzuzufügen. Bei der chipbasierten Beamforming-Technologie wird Hochfrequenzenergie so gebündelt, dass der Durchsatz innerhalb eines Abdeckungsbereichs optimiert und gleichzeitig die Zuverlässigkeit und Konsistenz verbessert wird.

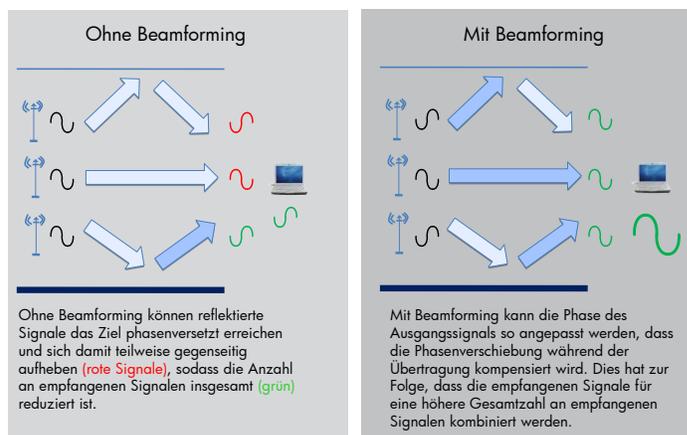
Dieses Dokument liefert einen Überblick über das chipbasierte Beamforming. Zudem erhalten Sie eine Einführung in die Beamforming-Implementierung von HP: eine chipbasierte, auf dem 802.11n-Standard basierende Lösung.

## Wie funktioniert das?

Beim chipbasierten Beamforming (auch als Sendestrahlssteuerung oder TxBF bezeichnet) werden mehrere doppelte Datenströme (Hochfrequenzketten) von verschiedenen Antennen gesendet. Die Datenströme werden phasenversetzt übertragen und am Empfänger kombiniert, um die Signale zu verstärken.

Bei dieser Methode werden Sondierungspakete eingesetzt, um den Sender eines Access Points und den Empfänger des Clients aufeinander abzustimmen. Der Access Point sendet ein Signal an den Client („Wo bist du?“) und wartet auf eine Antwort („Ich bin genau hier“). Der Sender nutzt zum Senden derselben Daten ein Array aus Antennen, Amplitude und Phase werden jedoch angepasst. So kann der Access Point auf die Position des Empfängers ausgerichtet werden.

**Abbildung 1:** Beim chipbasierten Beamforming werden zwei oder mehr phasenversetzte Signale übertragen, um diese an bestimmten Punkten zu synchronisieren, an denen der Sender die Position des Empfängers vermutet.



Der 802.11n-Standard definiert zwei grundlegende chipbasierte Beamforming-Techniken: das implizite Beamforming (offener Regelkreis) und das explizite Beamforming (geschlossener Regelkreis).

## Implizites Beamforming (offener Regelkreis)

Beim impliziten Beamforming setzt der Sender voraus, dass die Phasenverschiebung von Empfänger zu Sender und umgekehrt symmetrisch erfolgt. Um im Fall von Differenzen bei der Phasenverschiebung eine Kalibrierung auszuführen, tauscht der Sender Informationen mit dem Empfänger aus. Die Last auf dem Empfänger ist jedoch sehr gering und bei der Übertragung wird wenig Overhead verursacht.

## Explizites Beamforming (geschlossener Regelkreis)

Beim expliziten Beamforming findet eine direkte Rückkopplung vom Empfänger an den Sender statt, sodass die Phasenanpassung für Signale und ihre Reflexionen optimiert werden kann. Der Sender verfügt über einen offenen Kanal, sodass eine explizite Rückkopplung vom Empfänger möglich ist, um Informationen zum Signalempfang (Signalpfad, Phasenverschiebung usw.) übermitteln zu können. So kann der Sender schneller und präziser den optimalen Strahl ermitteln.

Das Ergebnis ist eine präzise Steuerungsmatrix, die vor der Übertragung auf die Signale angewendet wird. Das explizite Beamforming umfasst drei Typen:

- *Nicht komprimiert.* Der Empfänger berechnet die Steuerungsmatrix und sendet sie an den Sender.
- *Komprimiert.* Der Empfänger sendet eine komprimierte Steuerungsmatrix an den Sender.
- *Informationen zum Kanalstatus.* Der Empfänger sendet unkomprimierte Kanalinformationen an den Sender, um die Steuerungsmatrix zu berechnen.

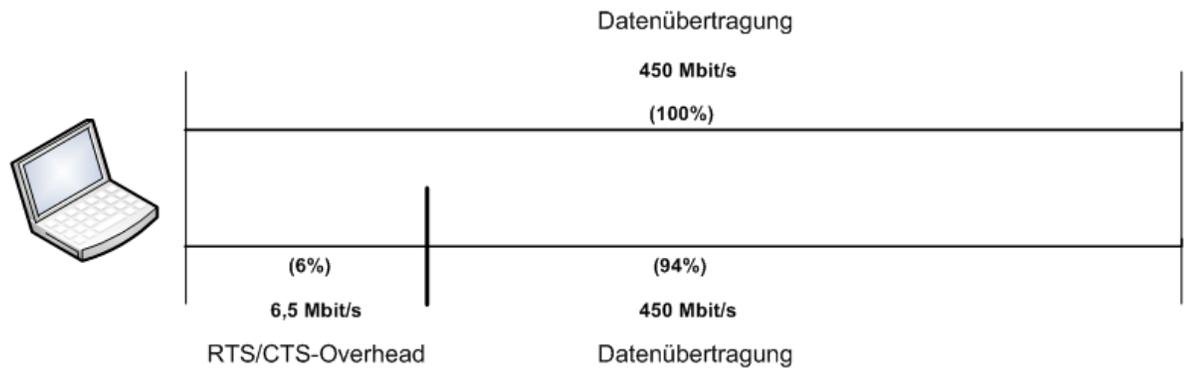
## Weniger Overhead, mehr Durchsatz

Eine Herausforderung in Wireless-Umgebungen besteht darin, Situationen zu verhindern, in denen Clients Datenübertragungen zwischen dem Access Point und dem Zielclient (bzw. umgekehrt) nicht erkennen können. In diesen Situationen sind Frame-Kollisionen möglich, wenn andere Clients versuchen, zur selben Zeit Daten zu übertragen. Clients können diese Kollisionen verhindern, indem sie einen RTS/CTS-Prozess (Request to Send/Clear to Send) initiieren. Der resultierende Overhead kann jedoch zu einer Durchsatzbeeinträchtigung von 6 bis 34 Prozent führen.

Chipbasierte Systeme tragen dazu bei, Bedingungen für einen optimalen Durchsatz zu schaffen, sodass nur eingeschränkt RTS/CTS-Prozesse erforderlich sind. Der Grund dafür ist, dass die Phasenverschiebung mit Rundstrahlantennen eingesetzt wird, die in sämtliche Richtungen Energie abstrahlen, sodass andere Knoten Datenübertragungen zwischen dem Access Point und anderen Clients erkennen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Auswirkungen von RTS/CTS-Overhead auf den Durchsatz. Die obere Linie repräsentiert eine Übertragung ohne RTS/CTS-Datenverkehr. Der gesamte Zeitraum wird zum Senden von Daten genutzt, die mit einer Rate von 450 Mbit/s übertragen werden. Bei der unteren Linie verbraucht der RTS/CTS-Prozess mit 6,5 Mbit/s 6 Prozent der Übertragungszeit. Während der verbleibenden Zeit werden die Daten mit 450 Mbit/s übertragen.

**Abbildung 2:** Clients mit der größten Entfernung zum Access Point müssen möglicherweise einen RTS/CTS-Prozess initiieren, damit andere Clients Datenübertragungen von diesen Clients erkennen können. Aufgrund von RTS/CTS-Overhead wird die Leistung möglicherweise um bis zu 34 Prozent reduziert.



## Chipbasiertes Beamforming von HP

### Access Points im Vergleich

HP hat den E-MSM430 (zwei räumliche Datenströme und chipbasiertes Beamforming) mit dem Access Point eines Mitbewerbers mit zwei räumlichen Datenströmen verglichen, der das antennenbasierte Beamforming verwendet. Das Ergebnis: Der Access Point des Mitbewerbers zeigte gegenüber dem E-MSM430 keinerlei Leistungsvorteile.

Im Hinblick auf die Kosten bietet der MSM46x gegenüber den Produkten des Mitbewerbers deutliche Vorteile, da er unabhängig von der Beamforming-Funktionalität zum selben Listenpreis vertrieben wird.

Die Beamforming-Lösung von HP ist eine auf dem 802.11n-Standard basierende chipbasierte Implementierung, die die komprimierte und die nicht komprimierte explizite Beamforming-Methode unterstützt. Die Beamforming-Funktionalität ist bei den HP Multi Service Mobility (E-MSM) 430/460/466 802.11a/b/g/n Wireless Access Points der E-Serie verfügbar.

Durch die zugrunde liegende Intelligenz können diese Hochleistungs-Access Points dynamisch den Mechanismus wählen, mit dem der beste Durchsatz erzielt wird. Unterstützung für 802.11n-Beamforming und für drei räumliche Datenströme ist heute nur in standardbasierten Produkten wie diesen verfügbar.

Für Clients, die höhere Datenraten nutzen, können die 802.11n-basierten Access Points von HP über bis zu zwei räumliche Datenströme mit Beamforming (oder bis zu drei räumliche Datenströme ohne Beamforming) Daten senden. Wenn der Bereich ein Problem darstellt, können die Access Points Daten über ein oder zwei räumliche Datenströme übermitteln, während das Beamforming auf der anderen Antenne erfolgt. In Umgebungen, in denen der Access Point drei räumliche Datenströme verwendet, können Clients in geringerer Entfernung zum Access Point ohne die Beamforming-Funktionalität höhere Durchsatzraten erzielen.

Die Beamforming-Lösung von HP bietet zusätzlich Unterstützung für das clientseitige Beamforming. Die Einführung von HP Clients mit Unterstützung für das 802.11n-Beamforming wird für Sommer 2011 erwartet.

**Tabelle 1:** Die HP 802.11a/b/g/n Wireless Access Points der E-Serie bieten die branchenweit höchste Leistung bei der 802.11n Access Point-Technologie. Jeder Access Point mit zwei Funkmodulen wird im 2,4-GHz- und 5-GHz-Band betrieben und ist mit vorhandenen 802.11a/b/g-Technologien abwärtskompatibel. Für sämtliche Access Points werden standardmäßige 802.3af-PoE-Spannungsversorgungen verwendet, wobei der E-MSM46x fast eine Gigabit Ethernet-Leistung von bis zu 900 Mbit/s bietet.

MIMO-Funktion	E-MSM430	E-MSM460	E-MSM466
Antennen (Tx x Rx)	3x3; integriert	3x3; integriert	3x3; sechs R-SMA-Anschlüsse für externe MIMO-Antennen (Innen- oder Außenbereich)

Räumliche Datenströme	2	3	3
Durchsatz pro Sender	300 Mbit/s	450 Mbit/s	450 Mbit/s

## Zusammenfassung

IEEE 802.11n bietet eine solide Grundlage zur Bereitstellung von hoher Leistung, Zuverlässigkeit und Interoperabilität in Wireless-Netzwerken. HP hat sich verpflichtet, standardbasierte Produkte bereitzustellen, die auf die Anforderungen der Endbenutzer abgestimmt sind.

Die chipbasierte Beamforming-Lösung von HP verwendet die explizite 802.11n-Client-Rückkopplung sowie Technologie für die Phasenverschiebung, um den Overhead einzuschränken und den Durchsatz zwischen Access Point und Client zu verbessern. Wenn in den kommenden Monaten Clients mit 802.11n-Beamforming-Funktionalität auf dem Markt eingeführt werden, wird davon ausgegangen, dass diese Clients von höheren Durchsatzraten profitieren, wenn sie mit Access Points mit Unterstützung für das 802.11n-Beamforming kombiniert werden.

Das chipbasierte Beamforming ist eine Funktion der HP E-MSM430/E-MSM46x 802.11a/b/g/n Access Points. Diese überragenden Access Points bieten mithilfe von zwei Funkmodulen und drei räumlichen Datenströmen (MIMO) eine Steigerung von Benutzerdichte und Leistung um bis zu 50 Prozent. Mit der Beamforming-Funktionalität können diese Access Points selbst bei größeren Entfernungen eine überlegene Leistung bieten.

Die E-MSM4xx Produktfamilie ist Teil einer Gesamtlösung zur Vereinheitlichung von Netzwerken – der HP FlexCampus Architektur –, mit der Konnektivität, Funktionalität und Verwaltung von kabelgebundenen und kabellosen Umgebungen konvergiert werden. Diese Produkte werden durch die branchenführende lebenslange Garantie von HP gestützt. Das Ergebnis ist eine End-to-End-Integration mit niedrigeren Gesamtbetriebskosten und – ein noch wichtigerer Faktor – eine überzeugende Benutzererfahrung.

## Weitere Informationen

Weitere Informationen zu HP E-MSM4xx 802.11a/b/g/n Wireless Access Points finden Sie auf der HP.com-Website (<http://h17007.www1.hp.com/us/en/whatsnew/011011.aspx>) oder wenden Sie sich an Ihren autorisierten HP Fachhändler oder Vertriebsbeauftragten.



© Copyright 2011 Hewlett-Packard Development Company, L.P. Änderungen vorbehalten. Die Garantien für HP Produkte und Services werden ausschließlich in der entsprechenden, zum Produkt/Service gehörigen Garantieerklärung beschrieben. Aus dem vorliegenden Dokument sind keine weiterreichenden Garantieansprüche abzuleiten. HP übernimmt keine Verantwortung für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben in diesem Dokument.

Erstellt im Mai 2011

