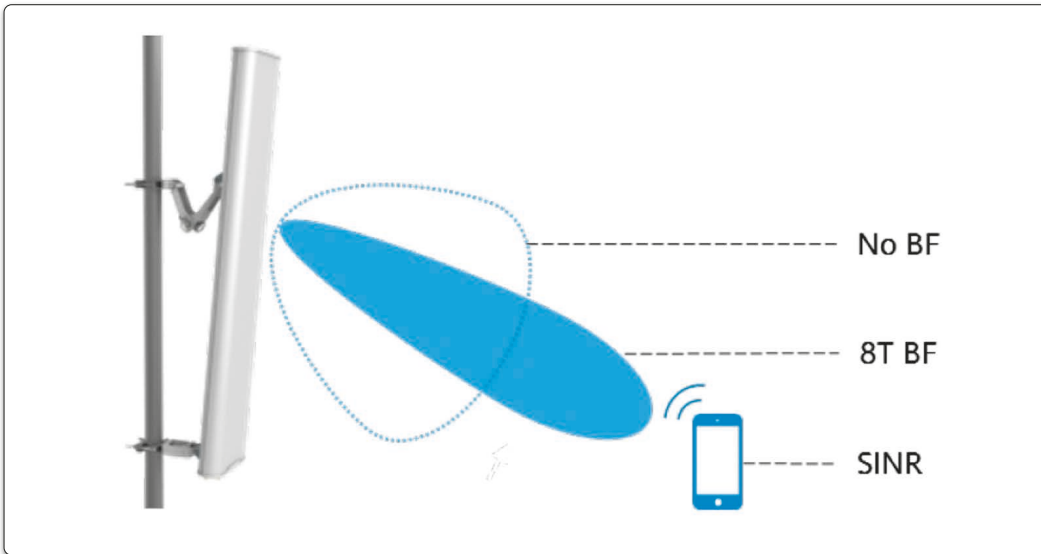


So funktioniert das 8T8R-Beamforming



Die 5G-Ära ist da. Immer mehr Betreiber setzen 8T8R ein, um schnell 5G-Dienste auf dem C-Band oder bei 2,3 bzw. 2,6 GHz einzuführen und so die Netzwerkgeschwindigkeit und das Benutzererlebnis zu verbessern. Dieser Artikel soll ein besseres Verständnis der 8T8R-Beamforming-Technologie vermitteln, wobei der Schwerpunkt auf der 8T8R-Gewichtung liegt.

Grundsätze des 8T8R-Beamformings

Beamforming ist eine digitale Signalverarbeitungstechnologie, die auf adaptiven 8T8R-Arrayantennen implementiert werden kann. Durch Basisbandgewichtung der von mehreren Antennen

übertragenen Signale werden schmale Strahlen mit hohem Gewinn gebildet. Diese Strahlen zielen auf Benutzergeräte ab, verbessern die Signalstärke und reduzieren Störungen, wie in der Aufmachergrafik dargestellt.

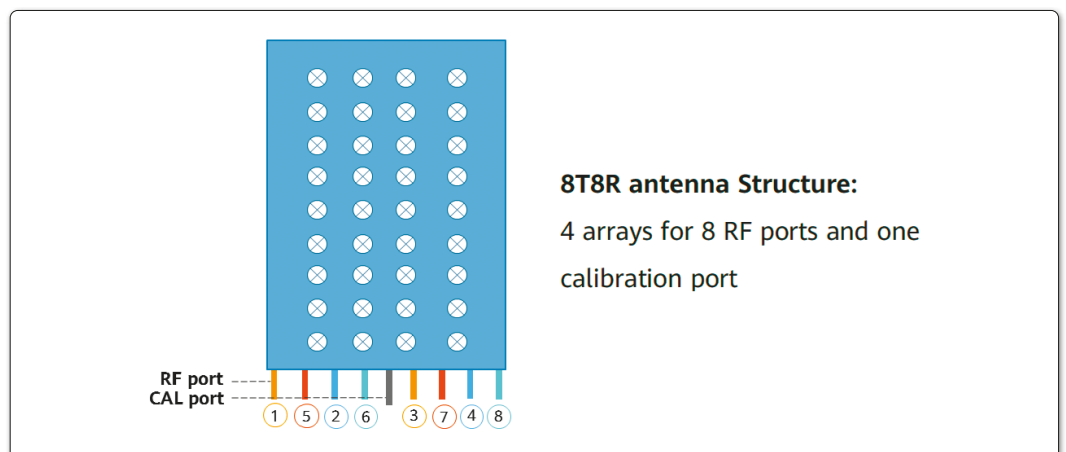
Einführung zu 8T8R-Antennen

Die intelligenten 8T8R-Antennen verwenden die 8-Array-Technologie mit mehreren Antennen. In Kombination mit adaptiven Algorithmen, die in der RAN-Basisstation ausgeführt werden, können diese Antennen eine gute Beamforming-Leistung erzielen. Bild 1 zeigt eine typische 8T8R-Antenne. Vier dualpolarisierte Antennensäulen entsprechen 8 HF-Ports und

einem Kalibrierungsport. Die acht HF-Ports der Antenne sind mit acht einzelnen HF-Kanälen verbunden. Jeder HF-Kanal verwendet den entsprechenden einspaltigen/einsäuligen Strahl, um Energie abzustrahlen.

Für eine hohe Genauigkeit der gewichteten Signale an den Antennenanschlusspunkten zur Gewährleistung der gewünschten Abstrahlungsmuster ist eine Kalibrierung erforderlich. Denn auch wenn die gewichteten Signale von den an die Antenne angeschlossenen Basisband- und HF-Geräten genau bereitgestellt werden, können Änderungen des Signals an den Antennenanschlusspunkten durch die Verkabelung zwischen Funkgerät und Antenne verursacht werden. Um jeglichen Einfluss der Verkabelung zu beseitigen, erfolgt die Kalibrierung über einen speziellen Kalibrierungsanschluss. Die Amplitude und Phase des Signals an jedem der acht HF-Anschlüsse wird kontinuierlich kalibriert, wodurch die durch die Kabel zwischen Antenne und Funkgerät verursachten HF-Signalunterschiede beseitigt werden. Dies ermöglicht die Strahlformung mit gleichbleibend hoher Genauigkeit.

Derzeit gibt es zwei Haupttypen von TDD 8T8R-Antennen. Bild 2 bringt dazu zwei Antennen von Huawei als Beispiel.



Quelle:
8T8R Antenna Beamforming
Technology Introduction
Huawei Technologies Co. Ltd.
www.huawei.com

übersetzt von FS **Bild 1: Grundaufbau einer typischen 8T8R-Antenne**



Item	FDD+TDD Converged Antenna	TDD antenna (8T8R only)
Antenna Model	AOC4518R8v06	ATD4516R8
Antenna Bottom Cap		

Bild 2: Die beiden aktuellen Haupttypen von TDD-8T8R-Antennen, hier anhand von zwei Huawei-Typen vorgestellt

8T8R-Antennenstrahlen – Einführung

• einspaltiger/einsäuliger Strahl

Jeder HF-Kanal verwendet den entsprechenden einspaltigen Strahl, um Energie abzustrahlen. Die Basisbandgewichtung wird verwendet, um unterschiedliche Änderungen der Amplitude und Phase für jeden der HF-Ports zu konfigurieren, um Broadcast- und Service-Beams mit spezifischen Mustern und Richtungen zu bilden. Für Uplink-Empfangskanäle werden in der Regel ungewichtete Einzelspalten verwendet.

• Beamforming für Rundfunkkanäle

Beamforming mit fester Gewichtung wird verwendet, um den Broadcast-Kanal, den Kontrollkanal und die Referenzsignale aller Benutzergeräte in einer Zelle zu verarbeiten. Verschiedene feste Antennengewichtungen (Amplitude und Phase) können konfiguriert werden, um den Abdeckungsbereich der Broadcast-Beams zu ändern und so die Leistung der Zellenabdeckung zu verbessern.

• Beamforming für Dienstkanäle

PDSCH dynamisch adaptives Beamforming wird für Benutzergeräte verwendet. Es werden schmale Strahlen gebildet, um die Energie auf die Zielnutzengeräte zu konzentrieren und die Interferenz mit den umliegenden Nutzergeräten zu reduzieren. Das Beamforming

basiert auf TDD-Uplink- und Downlink-Kanalreziprozität und Uplink-Kanalmessungen. Dies erhöht den Demodulations-SINR für die Zielnutzengeräte und verbessert die Leistung an den Zellrändern.

Eine nähere Übersicht ist Bild 3.

Unterschied zwischen Broadcast- und Service-Beams

Broadcast-Beams bestimmen den Versorgungsbereich. 5G NR Broadcast Beams unterscheiden sich von 4G LTE Broadcast

Beams: 5G NR verwendet vier diskrete feste, schmale Strahlen, die periodisch die Datenübertragung abtasten, während 4G LTE einen festen 65°-Strahl verwendet, der kontinuierlich Daten überträgt. Service-Beams werden für die Datenübertragung verwendet. Nähere Informationen liefert Bild 4.

Wie die Strahlen gebildet werden

Jeder HF-Kanal verwendet den entsprechenden einspaltigen Strahl, um Energie abzustrah-

len. Das 8T8R-Beamforming im Basisband konfiguriert verschiedene HF-Kanalgewichtungen, die aus Änderungen der Amplitude und Phase der Signale für jeden der acht HF-Ports bestehen. Die resultierende Strahlung der kombinierten gewichteten Antennensäulen bildet Rundfunk- und Servicestrahlen mit spezifischen Mustern und Richtungen, wie in Bild 5 dargestellt.

Gewichtungskonfiguration

Wie oben beschrieben, kann die 8T8R-Antennensignalgewichtung auf alle HF-Ports angewendet werden. Durch die Verwendung unterschiedlicher Gewichtungsfaktoren können die Strahlungseigenschaften der Antenne, wie z.B. die Abdeckung von Rundfunk- und Servicestrahlen, verändert werden.

Konfiguration der Rundfunkstrahlengewichtung

In der Regel verwenden RAN-Ausrüster BBU und OMC (Operation and Maintenance




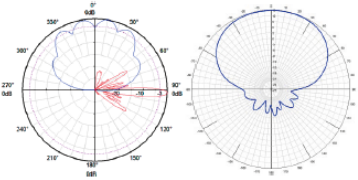
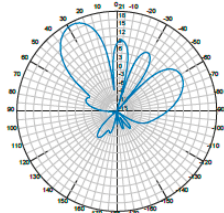
<p>Single column beam:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beam of each column (RF port 1~8). • Used in combination to form different beams. 	 <p>Single column beam</p>
<p>Broadcast beam:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Used for downlink SS-PBCH[*] transmission, covering the whole sector. • 5G NR: a set of narrow beams which point to different directions. Huawei gNodeB use four narrow beams that together form the coverage area. • TDD LTE: a fixed 65° beam. 	 <p>Broadcast beam</p>
<p>Service beam:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamic beam adaptively formed for downlink data transmission for each independent user. 	 <p>Service beam</p>

Bild 3: Näheres zu den drei möglichen Beam-Typen

	Broadcast Beam	Service Beam
Application scenario	Contains common information for all user devices	Contains specific information for independent user devices
Related logical channel	Broadcast channel, control channel, and common reference signal	Service channel and specific reference signal (for example, the DMRS [*])
Beam characteristics	Fixed pattern for all user devices; covers the whole sector	Different patterns for individual user devices
Dynamic or static	Static and cell specific. Single beam (LTE) or set of discrete predefined beams (NR).	Dynamic and user specific. The baseband unit dynamically calculates beams based on user devices' channel conditions.
Transmission period	Periodic transmission (5G NR) Continuous transmission (4G LTE)	Aperiodic, event-triggered
Typical beam pattern	 5G NR 4G LTE	

des Strahls von 65° Strahlbreite auf 33° Strahlbreite für die Autobahnabdeckung. Diese Lösung ist eine kooperative Lösung von RAN und Antenne: Ein RAE*-Gerät wird verwendet, um Antennengewichtsinformationen in einer Antenne zu speichern, die ab Werk verfügbar ist. Die BBU liest und konfiguriert dann automatisch die im RAE-Gerät gespeicherten Gewichtungsfaktoren. Die Datenübertragung erfolgt gemäß dem AISG-Protokoll, wie in Bild 6 dargestellt.

Konfiguration der Dienststrahlengewichtung

Aufgrund der Reziprozität von TDD-Uplink- und Downlink-Funkkanälen können die Basisstationen die Downlink-Dienstkanalgewichte über den Uplink-Kanal wie folgt berechnen:

Schritt 1: Das Benutzergerät sendet SRSs (Sounding Reference Signals) in einem Uplink-Kanal. Das Uplink-SRS ist ein Standard-Referenzsignal, das in den 3GPP-Spezifikationen festgelegt ist und von den Empfängern der

[*] DMRS is short for dedicated demodulation reference signal, which is a reference signal for the PUSCH.

Bild 4: Zum Unterschied zwischen Broadcast- und Service-Beams

Center) zum Abrufen und Konfigurieren von Broadcast-Beam-Gewichtungen. Einige Anbieter haben andere Optionen zur Verwaltung der Gewichtungsfaktoren. Huawei eNodeB (TDD LTE, Time Division Duplex) unterstützt beispielsweise auch eine auf RAE (Remote Antenna Extension) basierende Lösung zur Konfiguration von Broadcast Beam Weights.

Die erste Lösung besteht darin, dass die Standard-Broadcast-Strahlengewichtungen in die BBU selbst geschrieben werden und bei der Konfiguration des 8T8R-Beamforming aktiviert werden.

Die zweite Lösung ist, dass die Antennengewichtungsfaktoren in die OMC* der Basisstation importiert werden. Die BBU aktiviert die von der OMC gelieferten Gewichtungsinformationen.

Die dritte Lösung wird in der Regel in einigen besonderen Szenarien in TDD LTE 8T8R verwendet, wie z.B. die Formung

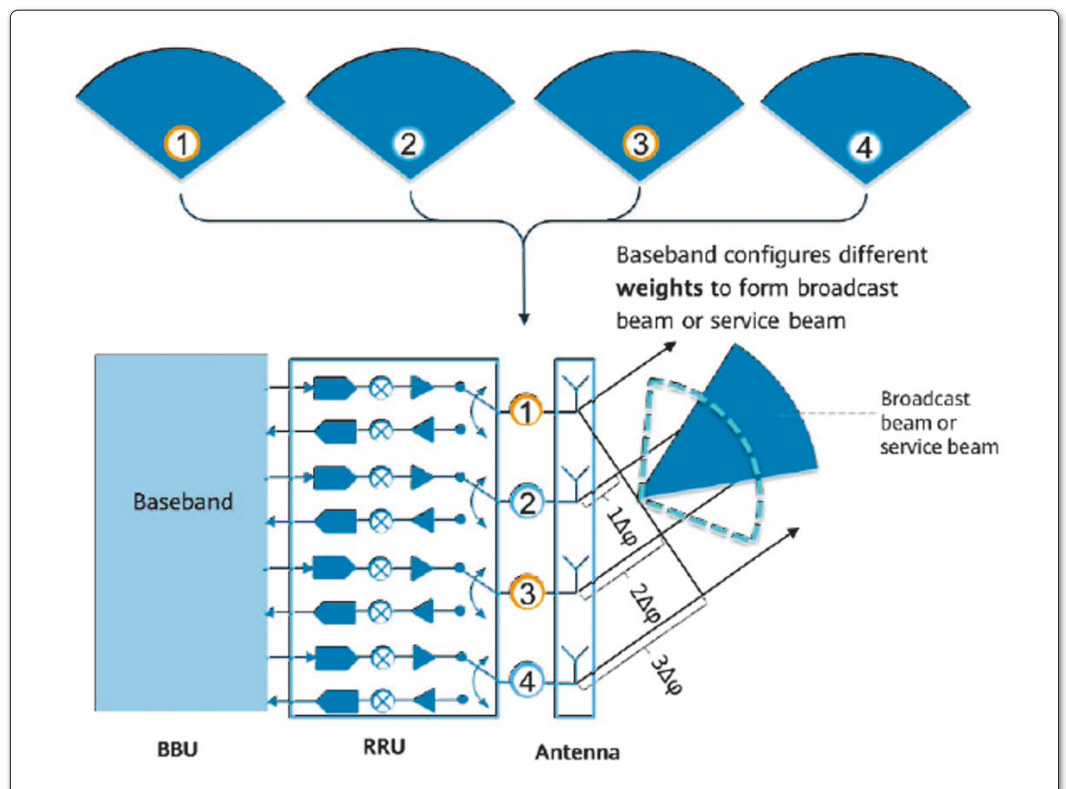


Bild 5: Die resultierende Strahlung der kombinierten gewichteten Antennensäulen bildet Rundfunk- und Servicestrahlen mit spezifischen Mustern und Richtungen

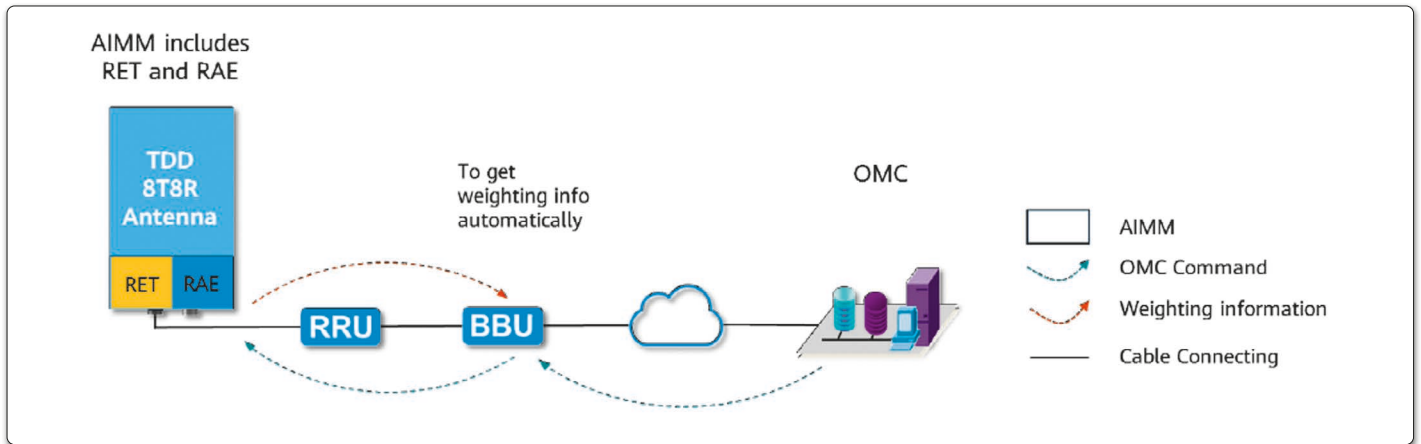


Bild 6: Datenübertragung gemäß dem AISG-Protokoll

Basisstationen identifiziert werden kann.

Schritt 2: Alle Empfangskanäle der Basisstation empfangen gleichzeitig das SRS.

Der Funkausbreitungskanal und die Antennenanordnung verändern die Amplitude und Phase des von jedem Empfangskanal empfangenen Signals. Auf der Grundlage dieser empfangenen

Signale schätzt und berechnet die Basisstation jede empfangene SRS. Auf diese Weise werden die Amplituden- und Phasenänderungen, die durch den Funkausbreitungskanal und die Antennengruppe, die jedem Kanal für das Signal entspricht, verursacht werden, erhalten.

Schritt 3: Die Amplitude und die Phase jedes Kanals werden anhand der Gewichtungen für die

Downlink-Daten jedes Kanals angepasst. Wenn alle Kanäle gleichzeitig die Daten übertragen, die unter Verwendung der jeweiligen Gewichte angepasst wurden, ändern die Funkausbreitungskanäle und die Antennengruppen die Amplitude und Phase der Downlink-Signale.

Diese Änderungen sind die gleichen wie im Uplink. Daher wird das kombinierte Signal, das sich

aus diesen einzeln gesendeten Signalen ergibt und von den Nutzergeräten empfangen wird, hinsichtlich Signalstärke und Interferenz optimiert. Das Bild 7 veranschaulicht dieses Prinzip.

* Bedeutung konnte nicht geklärt werden (Optical/Microwave Converter?, Radio Access Equipment?) ◀

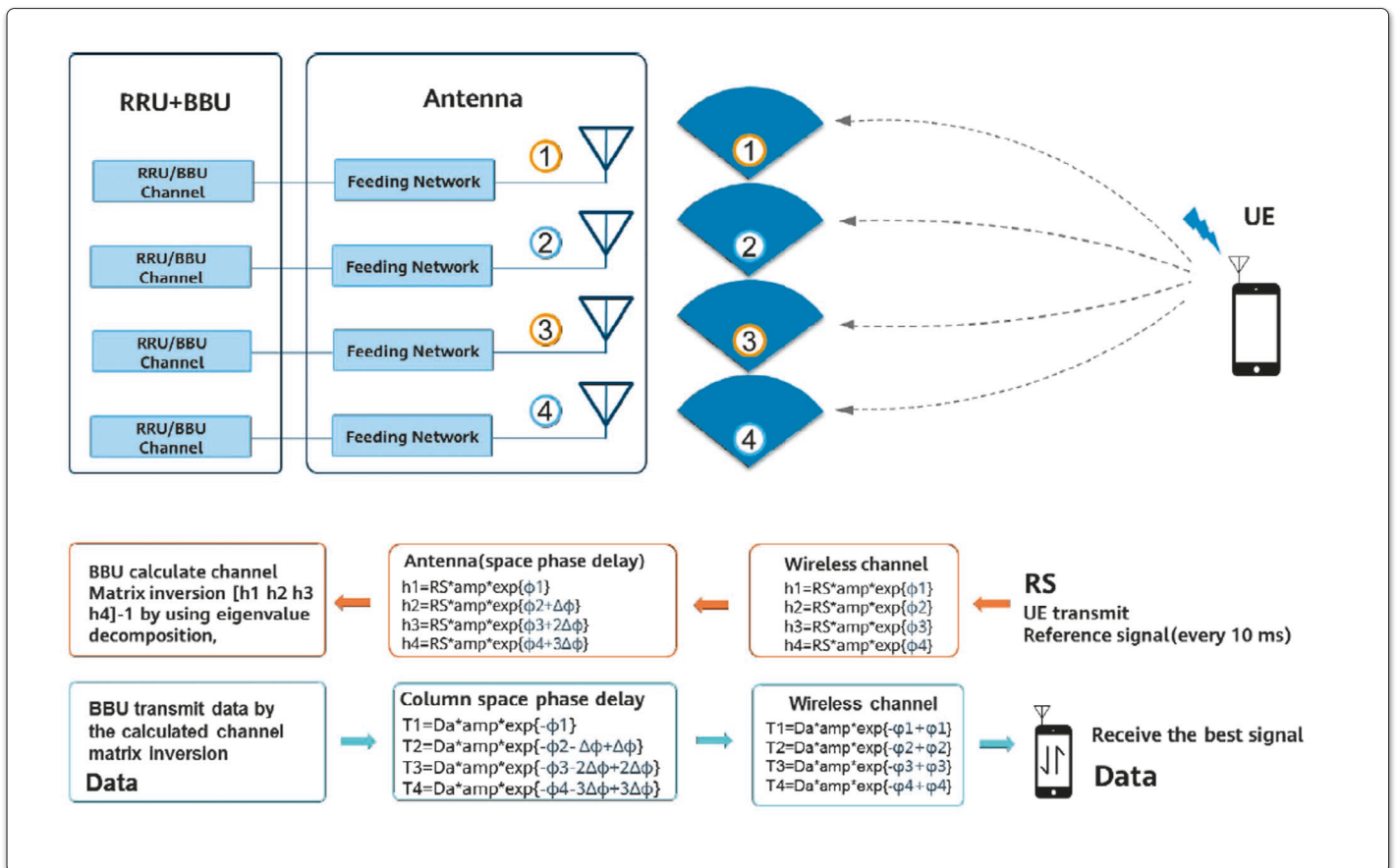


Bild 7: Amplitude und Phase jedes Kanals werden anhand der Gewichtungen für die Downlink-Daten jedes Kanals angepasst