

# Konvergieren und Automatisieren von 5G-Netzen

## 5G-Mobilfunknetze und ihr ehrgeiziges Versprechen

Im Zuge der Weiterentwicklung der Mobilfunknetze von 4G zu 5G wird branchenweit eine deutliche Leistungssteigerung angekündigt. Im Vergleich zu heutigen 4G-LTE-Netzen sollen 5G-Netze deutliche Verbesserungen in puncto Geschwindigkeit, Kapazität und Latenzzeiten sowie in Bezug auf die verbundenen Geräte (hauptsächlich Maschinen im IoT-Kontext) aufweisen. Dennoch hängt die eigentliche Leistung des 5G-Netzes, die die Teilnehmer – seien es nun Menschen oder Maschinen – wirklich nutzen können, letztendlich von den Leistungszielen der Mobilfunknetzbetreiber, den unterstützten Anwendungen, den Zielkunden, den Grenzen der Technologie, finanziellen Beschränkungen und anderen damit zusammenhängenden Faktoren ab.

Die Endbenutzer werden im Vergleich zu heute in den Genuss einer deutlich verbesserten Performance kommen. Dies ist auch notwendig, wenn die Mobilfunknetzbetreiber ihre bestehenden Kunden in ihre 5G-Netze überführen (und neue Kunden gewinnen) und ihnen die neue Anwendungen, die durch das neue Mobilfunknetz möglich werden, anbieten möchten. Dies bedeutet aber auch, dass die Mobile-Networking-Branche äußerst ehrgeizige Leistungsziele formulieren und die Technologie bis an ihre physischen Grenzen bringen muss.

## Drei Kategorien von 5G-Services

5G wird drei Kategorien von Services und entsprechende Anwendungen ermöglichen. Sie basieren auf Leistungsanforderungen an das gesamte Netz und über drahtlose sowie leitungsgebundene Domänen hinweg. In Abbildung 1 sind diese drei Kategorien – Enhanced Mobile Broadband (eMBB), Massive Machine-Type Communications (mMTC) und Ultra-Reliable Low-Latency Communications (urLLC) – dargestellt. Jede dieser Kategorien wirkt sich unmittelbar auf das Design, die Implementierung und das Management der Festnetztechnologie und der Netzwerkarchitektur aus, wie unten zusammengefasst dargestellt ist:

- eMBB erfordert deutliche Steigerungen der Festnetzkapazität
- mMTC erfordert Automatisierung und Analytik, um mehrere Millionen oder Milliarden zusätzliche Maschinen optimal verbinden zu können
- urLLC erfordert Multi-Access Edge Computing (MEC) und deterministischen paketoptischen Transport, um die Ziele im Hinblick auf niedrige Latenzzeiten zu erreichen

## Vorteile:

- Eine vollständige, offene Lösung, mit der Mobilfunknetzbetreiber und Vorleistungsanbieter (Betreiber aus dem Wholesale-Bereich) branchenführende Netze erschaffen können, um sich im Wettbewerb zu differenzieren und gleichzeitig eine breiter aufgestellte und verlässlichere Supply Chain nutzen zu können
- Herstellerunabhängiges Network Slicing und Funktionen für die dynamische Planung, mit denen Serviceprovider ihre Multi-Vendor-Netze maximal nutzen und eine umfassende Reihe neuer und wettbewerbsfähiger 5G-zentrischer Anwendungen unterstützen können
- Konvergieren des Fronthaul-, Midhaul- und Backhaul-Traffics von 4G- und 5G-Netzen in einem einfacher strukturierten und kosteneffizienteren Netz, das gleich von Beginn an für die Unterstützung von 5G-Network-Slicing ausgelegt ist
- Adaptive IP von Ciena sorgt dank Offenheit, der Blue Planet Automatisierungssoftware und einer schlankeren IP-Protokoll-Implementierung für offene, standardbasierte IP-Konnektivität

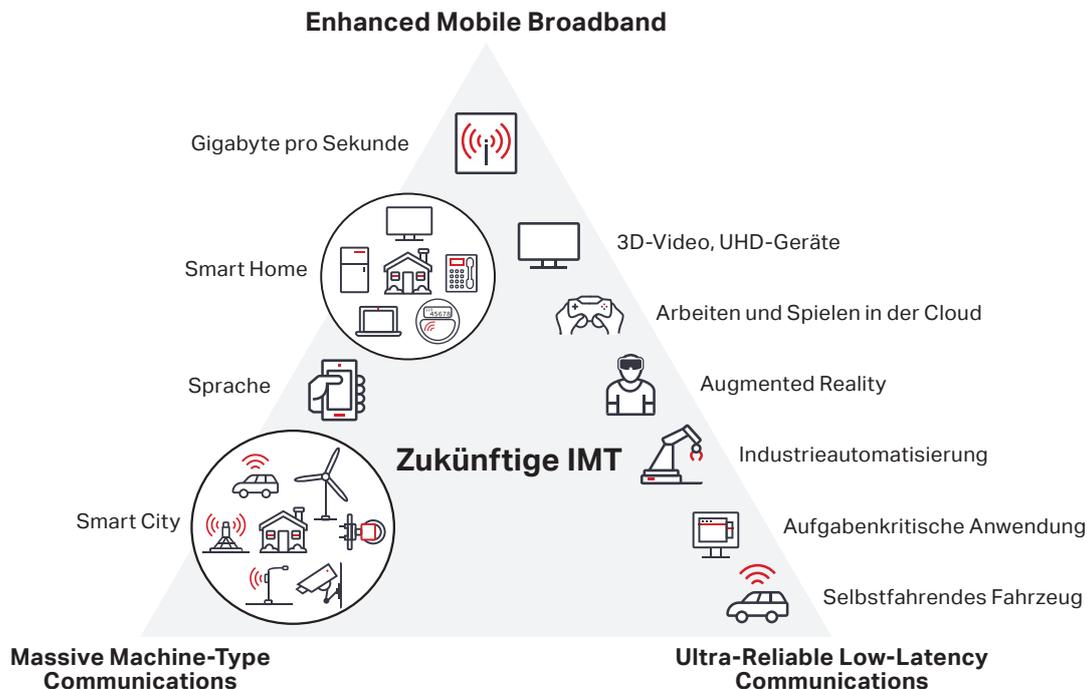


Abbildung 1: 5G-Netzleistung in Bezug auf die verschiedenen Anwendungskategorien (Referenz: ITU-T IMT-2020)

### Offene, automatisierte und schlanke IP-Bereitstellung

Äußerst wichtig für 5G-Netze ist IP, also praktisch der „Klebstoff“, der virtuelle und physische 5G-Netzelemente miteinander verbindet. Die IP-Konnektivität muss sich kosteneffizient skalieren lassen und ist für den Erfolg der 5G-Services von entscheidender Bedeutung. Der Grund hierfür ist, dass die Anzahl der IP-fähigen Knoten sprunghaft ansteigen wird, da es so viele neue Kleinzellen gibt, die in den höheren Frequenzbändern im Millimeterwellenspektrum arbeiten und für eine verbesserte Abdeckung und Leistung sorgen.

Obwohl Kleinzellen im Millimeterwellenbereich eine deutlich erhöhte Kapazität ermöglichen, haben Millimeterwellen-Funksignale im Fall von eMBB-Anwendungen eine geringere Reichweite als Signale mit niedrigerer Frequenz. Auch durchdringen sie physische Hindernisse weniger gut. Aus diesem Grund werden im Vergleich zu den bereits bestehenden Makrozellen mindestens das Zehn- oder Zwanzigfache an Kleinzellen (Millimeterwellen- und/ oder Mittenfrequenzband) benötigt, um eine breite 5G-Abdeckung und netzspannende Full-5G-Leistungsgarantien (5G New Radios [NRs] und 5G-Core-Paketnetz) erfüllen zu können. Für diese Anforderungen ist eine neue, bessere Vorgehensweise bei der Verbindung all dieser IP-fähigen Zellen untereinander absolut unerlässlich. Benötigt wird eine offene, automatisierte und schlanke Lösung. Wir nennen diese neue, bessere Vorgehensweise **Adaptive IP™**. Dabei handelt es sich um ein Konzept für die offene, standardbasierte IP-Bereitstellung sowie die Umsetzung von softwarebasierter Analytik

und Automatisierung. Es ist dasselbe IP, das wir bereits heute nutzen, nur dass es auf eine zeitgemäßere Art und Weise bereitgestellt wird.

### Migration von 5G Non-Standalone zu 5G Standalone

Zur Beschleunigung der Verfügbarkeit von 5G-Services hat die Branche die 5G Non-Standalone (NSA)-Konfiguration eingeführt, mit der 5G-NRs mit bestehenden 4G Evolved Packet Core (EPC)-Netzen verbunden werden. Dadurch ergibt sich eine verbesserte Leistung des Mobilfunknetzes, die jedoch auch weiterhin durch die 4G-Festnetzinfrastruktur eingeschränkt ist. Das bedeutet, dass zurzeit noch keine 5G Quality of Service (QoS) von einem Ende des Netzes bis zum anderen angeboten wird. eMBB-Endbenutzer werden allerdings im Bereich der Download-Geschwindigkeit deutliche Verbesserungen bemerken, wobei die genaue Leistung letztendlich vom jeweiligen Mobilfunknetzbetreiber abhängt.

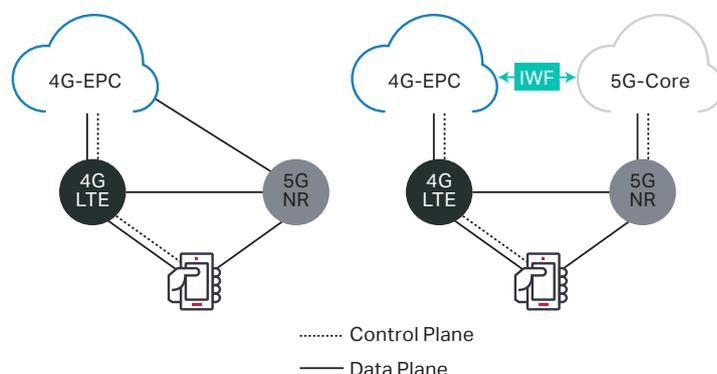


Abbildung 2: 5G-NSA-Konfiguration und 5G-SA-Konfiguration im Vergleich

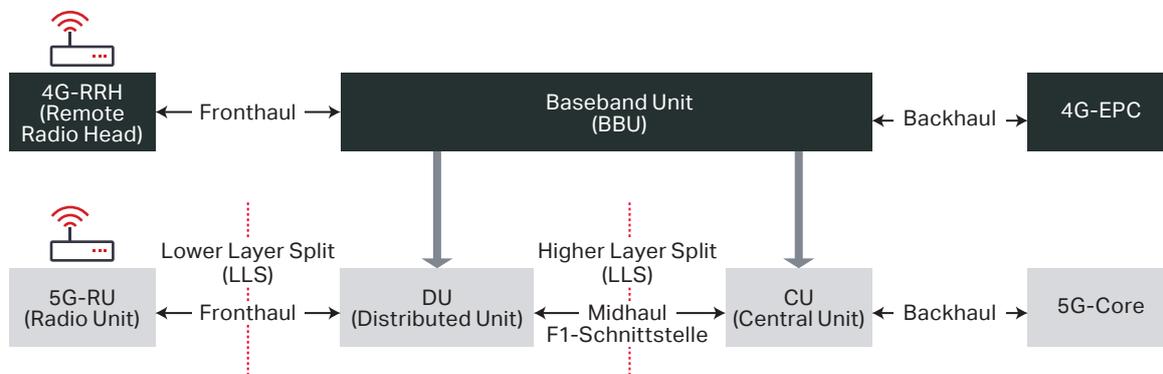


Abbildung 3: 4G-C-RAN-Architektur und 5G-C-RAN-Architektur im Vergleich

Da das 4G-EPC in der 5G Standalone (SA)-Konfiguration zu einem neuen 5G-Core aufgerüstet wird, werden die vollen Vorteile von Full-5G, wie die garantierte End-to-End-Netzleistung und Network Slicing, für den Anwender erfahrbar. Als Folge wird sich die Art und Weise, wie Menschen miteinander und auch mit Maschinen interagieren, deutlich verändern. Dies erfordert eine Transportinfrastruktur, die mit dem 5G-NSA von heute und dem 5G-SA von morgen kompatibel ist. Um den Übergang von 4G auf 5G zu erleichtern, wird eine Interworking Function (IWF) benötigt, damit sich 4G- und 5G-Netzelemente miteinander verbinden und interagieren können.

### Konvergierte xHaul-Transportnetze

5G-Netze werden Distributed Radio Access Network (D-RAN)- und Centralized/Cloud RAN (C-RAN)-Architekturen nutzen. Während 4G C-RAN, über das die Remote Radio Heads (RHH) physisch von ihren zentral gehosteten Baseband Units (BBU) getrennt werden, eine geschlossene, proprietäre Lösung war, wird bei 5G C-RAN der Wandel hin zu einer offeneren und stärker cloudbasierten Architektur mit Schnittstellen auf Basis offener Standards vollzogen.

Neu bei 5G ist das Midhaul-Netz, über das mithilfe der 3GPP F1-Schnittstelle ein in eine Central Unit (CU) und Distributed Unit (DU) disaggregierte BBU verbunden wird (siehe Abbildung 3). Ziel der Branche ist die offene und standardbasierte Gestaltung der xHaul-Netze (Fronthaul, Midhaul und Backhaul), damit Mobilfunknetzbetreiber und Vorleistungsanbieter (Betreiber aus Wholesale-Bereich) aufgrund des gesteigerten Wettbewerbs unter den Herstellern von einem größeren Lösungsangebot, schnellen technologischen Innovationen, einer breiter gefassten und zuverlässigeren Supply Chain und niedrigeren Kosten profitieren können.

Ein wesentlicher Vorteil eines offenen, standardbasierten xHauls ist die Fähigkeit zum Konvergieren des Datenverkehrs in einer einfacher strukturierten, gemeinsamen Festnetzinfrastruktur, sodass die Lösung im Unterhalt und Betrieb kosteneffizienter wird. Das Konvergieren des bestehenden 4G-Fronthaul- und -Backhaul-Traffics in einem gemeinsamen Transportnetz ermöglicht großbedingte Einsparungen und eine weitere Vereinfachung des Netzes.

Zu diesem Zweck muss die gemeinsame Transportinfrastruktur mehrere 4G- und 5G-xHaul-Protokolle wie 4G Common Public Radio Interface (CPRI), 4G Radio-over-Ethernet (RoE) Interface, 5G evolved CPRI (eCPRI) und Open RAN (O-RAN) Interface unterstützen. Das Festnetz muss ebenfalls eine interoperable, automatisierte und schlanke IP-Implementierung unterstützen.

Zur Unterstützung eines einfacher strukturierten, konvergierten 4G/5G-xHaul-Netzes bringt Ciena drei neue Routing-Plattformen auf den Markt. Sie wiederum unterstützen allesamt die einzigartige Adaptive IP-Lösung des Unternehmens, die durch die Nutzung der [Blue Planet® Automatisierungssoftware](#) eine zeitgemäße, offene und standardbasierte IP-Bereitstellung gewährleistet. Die drei neuen Paketplattformen, die unten zusammengefasst dargestellt sind, basieren auf der umfassenden und praxiserprobten Erfahrung von Ciena im Bereich von Backhaul-Netzen und sorgen für Mobilfunknetzbetreiber und Vorleistungsanbieter für Konnektivität an den Funkzellenstandorten. Diese neuen offenen und programmierbaren Plattformen unterstützen software- und hardwarebasiertes Network Slicing mithilfe von Technologien wie Segment-Routing und FlexEthernet (FlexE)/G.mtn (Metro Transport Networking)-Switching für konvergierte 4G- und 5G-xHaul-Netze über eine einfacher strukturierte, gemeinsame Festnetzinfrastruktur.

- **Plattform 5168:** ein xHaul-Network-Slicing-Router für C-RAN-Architekturen mit Unterstützung für CPRI/eCPRI/RoE/ORAN, Adaptive IP und die hochdichte Aggregation von 10/25GbE bis 100/200GbE
- **Plattform 5166:** ein kosteneffizienter Network-Slicing-Router für die Implementierung von Adaptive IP und optimiert für die Aggregation von 10/25GbE bis 100/200/400GbE
- **Plattform 5164:** ein kosteneffizienter Network-Slicing-Router für die Implementierung von Adaptive IP und optimiert für die Aggregation von 10/25GbE bis 100/200GbE

5G-Lösungen von Ciena  
Mehr erfahren



Die beste Vorgehensweise für die kosteneffiziente Unterstützung der laufenden Koexistenz von 4G- und 5G-Transportnetzen ist die Nutzung eines offenen, interoperablen, gemeinsamen Transportnetzes.

## 5G-Automatisierung und Network Slicing

Obwohl der Fokus der Medien vor allem auf der höheren Kapazität und den niedrigeren Latenzzeiten liegt, spielt eigentlich die Automatisierung eine entscheidende Rolle, da im Zusammenhang mit 5G sehr schnell bedeutend mehr Verbindungen aufgebaut werden müssen. Traditionelle Managementsysteme und die zugehörigen manuellen Prozesse, die für den Betrieb heutiger Netze angewendet werden, sind für 5G ungeeignet. Vielmehr wird über den gesamten 5G-Service-Lifecycle umfassende intelligente Automatisierung inklusive Planung, Konzeption und Betrieb benötigt. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal von 5G im Vergleich zu 4G ist das Network Slicing, das direkt auf der NFV/SDN-Orchestrierung und anderen Automatisierungskonzepten aufbaut.

Die Automatisierung ermöglicht die zuverlässige und schnelle Einrichtung von physischen und virtuellen Ressourcen, die für die garantierte Bereitstellung der End-to-End-Leistung eines gegebenen Netzwerk-Slices (wie urLLC-Service) über das RAN, das xHaul-Transportnetz und die Network Functions Virtualization (NFV)-Cloud-Domänen erforderlich sind. Dies ist deutlich anders als bei den bestehenden Best-Effort-4G-Netzen und wird zu einer Welle völlig neuer Anwendungen wie Mobile-Gaming (E-Sport), Augmented/Virtual Reality (AR/VR), Industrieautomatisierung etc. führen. Mithilfe von Automatisierung können Mobilfunknetzbetreiber 5G außerdem schneller auf den Markt bringen, da die Lösungen einen genauen Echtzeit-Einblick in das Netz und das Service-Inventar ermöglichen.

In diesem Zusammenhang stellt Blue Planet neue 5G-zentrische und 3GPP-konforme Funktionen für das Network Slicing und die dynamische Planung zur Verfügung, die die Einführung und den Ausbau von 5G-NSA-Netzen und das 5G-SA-Network-Slicing für stark differenzierte eMBB-, mMTC- und urLLC-Services für eine spezifische Gruppe von Anwendungen, Teilnehmern, Wholesale-Möglichkeiten und Preissegmenten erleichtern.

Blue Planet 5G-Automatisierung  
Kurzübersicht herunterladen



RANs und die Transportnetze, die sie miteinander und mit dem Core verbinden, werden schon heute aufgerüstet, und zwar zunächst, um die Unterstützung von eMBB-Anwendungen in einer 5G-NSA-Konfiguration zu gewährleisten. Zur Unterstützung von mMTC- und urLLC-Anwendungen sind weitere Festnetz-Upgrades erforderlich. Mit den Arbeiten, die sich über mehrere Jahre hinziehen werden, wird dieses Jahr begonnen.

## 5G ist eine mehrere Jahre umspannende Entwicklung

Für die Umsetzung von Full-5G und der drei 5G-Service-kategorien (eMBB, mMTC und urLLC) ist ein einfaches Upgrade nicht möglich. Vielmehr ist ein umfassendes Upgrade von den Handsets bis zu den Rechenzentren, in denen die Inhalte gehostet werden, und allem dazwischen erforderlich, um eine gestiegene Zahl von Benutzern, eine größere Bandbreite, niedrigere Latenzzeiten, den Umstieg von physischen hin zu virtualisierten Funktionen und eine garantierte End-to-End-Leistung des Netzes zu gewährleisten. 4G wird den Nutzern noch eine ganze Weile erhalten bleiben, sodass Mobilfunknetzbetreiber die zugehörigen Services auch weiterhin unterstützen und sogar noch ausbauen müssen, während sie gleichzeitig den Wandel hin zu reinen 5G-Services vollziehen.

Das ist ein sehr komplexes Unterfangen und jeder Netzbetreiber verfolgt ausgehend von einem ganz spezifischen Ausgangspunkt für die Migration einen jeweils ganz eigenen Weg. Die Service-Experten von Ciena wenden bewährte Best Practices und Prozesse sowie äußerst effektive Tools für die Bewältigung der Netzwerkkomplexität an und arbeiten von einer Erstberatung in Bezug auf eine geeignete Strategie über die Implementierung und die laufende Wartung und Pflege eng mit den Mobilfunknetzbetreibern zusammen, um den erfolgreichen Umstieg von 4G auf 5G sicherzustellen.

War dieser Inhalt hilfreich?

Ja

Nein