

# TECHNOLOGIE FÜR KLEINE ZELLEN, CHANCEN FÜR GROSSE GESCHÄFTE

Der Zugriff auf Anwendungen und die damit verbundenen Inhalte in Rechenzentren über mobile Netze erfreut sich weiterhin steigender Beliebtheit, und daran scheint sich auch in absehbarer Zeit nichts zu ändern. Diese Entwicklung zwingt Betreiber von Mobilfunknetzen, ihre mobilen Netze nach und nach auszubauen – eine gute und zeitnahe Möglichkeit, um Verbesserungen an der derzeit verwendeten Backhaul-Technologie umzusetzen. Mobilfunkbetreiber müssen nicht nur ihre Wireless-Netze auf Basis von Long Term Evolution (LTE) und LTE Advanced (LTE-A) aufrüsten, um der steigenden Nachfrage nach mobilen Datenservices auf Paketbasis gerecht zu werden, sondern zugleich auch den mobilen Backhaul ihrer Netze ausbauen, um dem steigenden Bandbreitenbedarf der mobilen Endbenutzer – ob Menschen oder Maschinen – gerecht zu werden. Letzteres ist dem aufstrebenden Internet der Dinge und der damit verbundenen Machine-to-Machine (M2M)-Kommunikation über mobile Netze zuzuschreiben. Durch die zunehmende Verbreitung von Apps – darunter E-Mail, Video on Demand, Gaming und Social Media – unter Smartphone-Benutzern werden die mobilen Netze in den kommenden Jahren immer stärker belastet. Mobilfunkbetreiber, die sich nicht angemessen auf diese Infrastrukturveränderungen und die damit verbundenen Herausforderungen vorbereiten, riskieren, im diesem hart umkämpften Markt hinter der Konkurrenz zurückzubleiben.

## Bedarf an (mehr) Geschwindigkeit

Da Endbenutzer zunehmend über Wireless-Netze auf den Inhalt von Anwendungen zugreifen, wird das Netz zum entscheidenden Faktor für die allgemeine Quality of Experience (QoE). Daher müssen mobile Netze sowie Backhaul-Netze, die Endbenutzer und Rechenzentren verbinden, schnell, zuverlässig und kostengünstig sein. Die Datenübertragung von großen Makro-Sendemasten zum Mobile Telephone Switching Office (MTSO) erfolgt zunehmend über Ethernet-basierte optische Netze, in denen Bandbreitenerhöhungen ganz einfach durch Aufrüstung von 1GbE auf 10GbE und mehr erfolgen. Jedoch gestaltet sich die Erhöhung der verfügbaren Bandbreite der Luftschnittstelle, über Antenne und Funk, schwieriger als die Erhöhung der Bandbreite optischer Backhaul-Netze.

Mobilfunkanbieter reizen die Shannon-Grenze immer weiter aus und haben Schwierigkeiten, auf kostengünstige Weise mehr Bits pro Hertz über die verfügbaren Mobilfunkbandbreiten zu erzielen. Daher wird eine neue Methode für den drahtlosen Zugriff auf die globale Netzwerkinfrastruktur benötigt. Wie in Tabelle 1 ersichtlich ist, wurde die Access-Geschwindigkeit für drahtlose Netze mit der Weiter-

entwicklung der Mobilfunkstandards immer weiter gesteigert, doch die theoretischen Upload- und Download-Geschwindigkeiten werden nur selten erreicht. In den meisten Fällen sind sie aus diversen Gründen sogar viel niedriger – große Entfernungen zwischen Mobilgeräten und Makrozellen-Sendemasten, Behinderungen der Sichtverbindung, Nutzung in Innenbereichen, Störungen des Übertragungssignals und Leistungsbeschränkungen der mobilen Geräte. Eine Möglichkeit zum Steigern der Wireless-Geschwindigkeit besteht darin, die Endbenutzer und ihre mobilen Geräte näher an das Mobilfunknetz zu bringen und so die Access-Leistung wesentlich zu verbessern.

	Standard	Download	Upload
2.5G	GPRS	114 Kbit/s	20 Kbit/s
2.75G	EDGE	384 Kbit/s	60 Kbit/s
3G	UMTS	384 Kbit/s	64 Kbit/s
	W-CDMA	2 Mbit/s	153 Kbit/s
	HSPA 3.6	3,6 Mbit/s	348 Kbit/s
	HSPA 7.2	7,2 Mbit/s	2 Mbit/s
Pre-4G	HSPA 14	14 Mbit/s	5,7 Mbit/s
	HSPA*	56 Mbit/s	22 Mbit/s
	WiMAX	6 Mbit/s	1 Mbit/s
	LTE	100 Mbit/s	50 Mbit/s
4G	WiMAX 2	1 Gbit/s	500 Mbit/s
	LTE-Advanced	1 Gbit/s	500 Mbit/s

Abbildung 1. Entwicklung und Vergleich von Wireless-Standards

Eine mögliche Methode nennt sich „kleine Zellen“, obwohl die geschäftlichen Auswirkungen alles andere als klein sind. Eine kleine Zelle bringt den Funk näher zum Endbenutzer, wodurch Netzabdeckung und -kapazität verbessert werden. Diese Variante gilt als realisierbare Option der Wireless-Access-Technologie, da Mobilfunkbetreiber damit Kunden halten und sogar Neukunden gewinnen können. Unter Mobilfunkbetreibern herrscht anhaltender großer Konkurrenzdruck beim Halten und Gewinnen neuer Mobilfunkkunden. Die Gewinner bauen die Netzabdeckung und -kapazität kostengünstig und zuverlässig aus und verzeichnen dadurch eine gesteigerte und insgesamt bessere QoE, die für anspruchsvolle Endbenutzer zunehmend ein Schlüsselfaktor ist.

			Kleine Zellen		
	Privathaushalte	Unternehmen	Öffentliche Innenbereiche	Öffentliche Außenbereiche in Stadtgebieten	Öffentliche Bereiche in ländlichen Gebieten
Name	Femtozelle	Femtozelle Pikozelle	Pikozelle Mikrozelle	Pikozelle Mikrozelle	Pikozelle Mikrozelle
Benutzerzugriff	Geschlossen	Geschlossen/ Hybrid	Offen (öffentlich)	Offen (öffentlich)	Offen (öffentlich)
Installation durch	Endbenutzer	Endbenutzer Netzbetreiber	Netzbetreiber	Netzbetreiber	Netzbetreiber

Abbildung 2. Kategorien kleiner Zellen im Überblick

## Zellen, Zellen und nochmals Zellen

Wie so häufig bei neuen Technologien gibt es unterschiedliche Definitionen von kleinen Zellen. Es gibt Überschneidungen bei den Klassifizierungen als Femtozellen, Pikozellen, Mikrozellen, WLAN-Zellen und kleinen Zellen – letztere werden häufig als Überbegriff für einige oder alle der zuvor genannten Begriffe verwendet. Abbildung 2 bietet einen Überblick über diese Begriffe, um zu veranschaulichen, wie kleine Zellen in diesem Whitepaper definiert sind.

## Eignung von kleinen Zellen für das Mobilfunknetz

Es gibt zwei Möglichkeiten, um kleine Zellen in bestehende Mobilfunknetze zu integrieren. Wie in Abbildung 3 ersichtlich ist, können kleine Zellen wieder in vorhandene Makrozellen integriert werden, wenn der Datenverkehr aus kleinen Zellen und Makrozellen zum MTSO zurück transportiert wird. Dadurch wird mehr Kapazität bei den Backhaul-Verbindungen benötigt, die Daten zur Makrozelle weiterleiten – insbesondere beim Bereitstellen von immer mehr kleinen Zellen. Diese Netzarchitektur wird vermutlich die beliebteste Methode beim Einführen kleiner Zellen, da sie die Backhaul-Verbindungen der kleinen Zellen verkürzt. Mobilfunkbetreiber müssen also weniger Prioritätsverhandlungen führen, die in der Regel sehr zeit- und kostenintensiv sind.

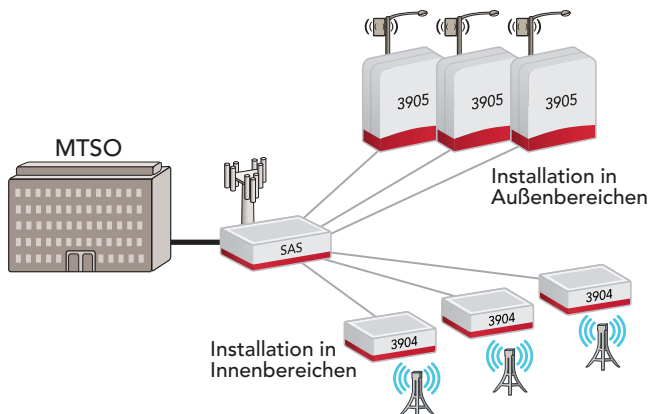


Abbildung 3. Backhaul-Datenverkehr von kleinen Zellen zum Makrozellen-Sendemast

Alternativ können kleine Zellen wie in Abbildung 4 veranschaulicht direkt an das MTSO zurückgeführt werden, was längere Backhaul-Verbindungen zur Folge hat. Das zieht

zunehmend schwierige und teure Prioritätsverhandlungen nach sich, insbesondere wenn geschützte duale Backhaul-Verbindungen für kleine Zellen involviert sind. Der Vorteil dieser Architektur liegt darin, dass die Implementierung kleiner Zellen keine Auswirkungen auf die Kapazität der vorhandenen Makrozellen-Backhaul-Verbindungen hat. Eine Kombination aus diesen beiden Backhaul-Netzarchitekturen für kleine Zellen wird abhängig von bestimmten Netzanforderungen, Bereitstellungsbeschränkungen (Innen- oder Außenbereich) und Glasfaserverfügbarkeit eingesetzt.

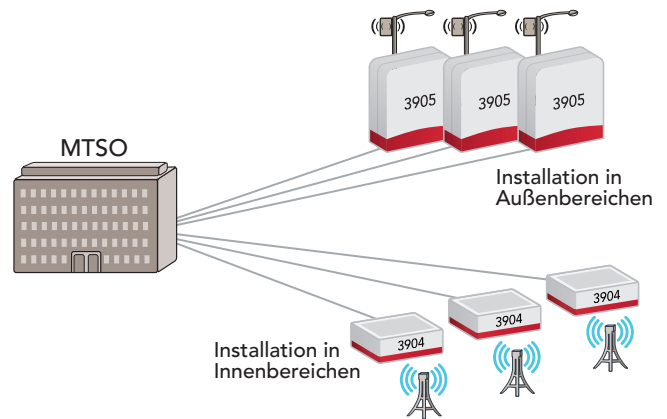


Abbildung 4. Backhaul-Datenverkehr von kleinen Zellen direkt zum MTSO

Unabhängig davon, welche der beiden Backhaul-Netzarchitekturen für kleine Zellen eingesetzt wird, profitieren alle Endbenutzer aufgrund der allgemein verbesserten Netzabdeckung und Nähe zu den kleinen Zellen von einer gesteigerten Kapazität. Somit kann mehr Netzverkehr in die MTSO-Standorte und über Metronetze zu den Rechenzentren geleitet werden, in denen auf die Anwendungen und Inhalte zugegriffen wird. Diese gesteigerte Nachfrage auf Basis von vorhandenen Metronetzen wird die Akzeptanz von 100G weiter steigern.

Broschüre zum  
Portfolio für Paketnetze

Jetzt herunterladen



## Vorteile von kleinen Zellen

Mobilfunkbetreiber können zahlreiche Vorteile aus der Implementierung kleiner Zellen ziehen. Bei der Netzabdeckung könnten sie eine bessere Netzverfügbarkeit in ländlichen Gebieten und Innenbereichen sowie zwischen hohen Betonbauten feststellen. Zudem werden weniger Makrozellen-Sendemasten benötigt, deren Bereitstellung und Betrieb mit hohem Zeit- und Kostenaufwand verbunden ist und deren Implementierung in der Regel Probleme in Bezug auf Wirtschaft, Umwelt, Behörden und Time-to-Market birgt. Die Implementierung kleiner Zellen geht viel einfacher und schneller vonstatten als bei Makrozellen, und in der Regel treten nicht die damit verbundenen Nebeneffekte auf. Da kleine Zellen in einer Vielzahl an physischen Umgebungen wie Masten, Pfosten, Kabelsträngen, Gebäudeaußenwänden oder für Anwendungen im Innenbereich im Gebäude selbst installiert werden, müssen kleine Zellen für eine einfache, schnelle, zuverlässige und kostengünstige Bereitstellung mit äußerst flexibler Befestigungstechnik installiert werden.

Kleine Zellen verbessern die Netzabdeckung, indem die Funkeinheiten und die immer leistungsstärkeren Mobilgeräte näher zusammengebracht werden, wodurch die Kapazität für Endbenutzer, ob Mensch oder Maschine, wesentlich gesteigert wird. Kleine Zellen verringern zudem Makrozellenengpässe durch die Auslagerung der Wireless-Kapazität, insbesondere im Hinblick auf den steigenden Bandbreitenbedarf der Endbenutzer. Dadurch verlängert sich die Lebensdauer der eingesetzten Makrozellen, und es müssen weniger Makro-Sendemasten für bessere Abdeckung und Kapazität in immer geringerer Entfernung zum Endbenutzer bereitgestellt werden. Kleine Zellen können zudem die Time-to-Market (TTM) für neue Services verbessern und die Kosten pro Bit verringern. Die gesteigerte Kapazität kann dem Serviceanbieter entscheidende Wettbewerbsvorteile sichern und als Schlüsselkomponente für neue Services mit hoher Bandbreite dienen.

Zuverlässige, paketbasierte Backhaul-Netze für kleine Zellen führen in Kombination mit besserer Abdeckung und der damit verbundenen Kapazitätssteigerung zu einer insgesamt besseren QoE. Das steigert die Kundenzufriedenheit und die Fähigkeit, neue und differenzierte Services für innovative neue Umsätze anzubieten. Eine bessere QoE erleichtert die Kundenbindung und kann auch dazu genutzt werden, Kunden von Konkurrenten abzuwerben, die herkömmliche Netze mit ersten Altersschwächen einsetzen. Endbenutzer greifen zunehmend über weit entfernte Rechenzentren auf ihre Anwendungen und Inhalte zu, sodass eine geringere Auslastung der mobilen Netzstruktur nicht in Sicht ist. Mit der Verbreitung von kleinen Zellen profitieren Endbenutzer vom positiven Nebeneffekt einer besseren Akkulaufzeit durch geringere Transmitter-Receiver-Entfernungen zwischen dem intelligenten Mobilgerät und weiteren kleinen Zellen.

## Nebeneffekte von kleinen Zellen

Der Großteil des Datenverkehrs über kleine Zellen wird in vorhandene Makrozellen zurückgeführt und dann mit dem eigentlichen Makrozellen-Backhaul-Datenverkehr zusammengefasst. Das Backhaul-Netz von der Makrozelle zum MTSO sollte aufgerüstet werden, um Engpässe zu vermeiden, die die Leistung des Ende-zu-Ende-Netzes und somit die Endbenutzererfahrung beeinträchtigen. Auch wenn nicht absehbar ist, dass der tatsächliche Datenverkehr über kleine Zellen volle 1 Gbit/s erreichen wird, sollten die Verbindungen zwischen kleinen Zellen und Makrozellen angesichts der begrenzten Anzahl an Benutzern pro kleiner Zelle in Kombination mit der Leistung moderner 4G-LTE-Smartphones über kostengünstige 1GbE-Schnittstellen mit Raum für zukünftiges Wachstum erfolgen. Daher sollte das Backhaul-Netz zwischen Makrozelle und MTSO von den vorhandenen 1GbE auf 10GbE aufgestockt werden, um für ausreichende Kapazität im gesamten Backhaul-Netz zu sorgen.

## Backhaul für Netze mit kleinen Zellen

Paketbasierte optische Netze eignen sich am besten für den Backhaul für kleine Zellen und ermöglichen zudem eine einfache, schnelle, zuverlässige und kostengünstige Bereitstellung für einfachen Zugriff auf Web-Scale-Rechenzentren und die damit verbundenen Anwendungsdienste.

### Geschäftliche Herausforderungen

- Endbenutzer fordern bessere Netzabdeckung, schnelleren Zugriff und insgesamt bessere QoE.
- Mangelnde Wireless-Abdeckung in vielen Bereichen bremst die Download-Geschwindigkeit aus.
- Mobilnetzbetreiber müssen ihre Netze schnell, zuverlässig und kostengünstig skalieren.

### Technologielösungen

- Kleine Zellen ermöglichen Mobilnetzbetreibern eine bessere Ausnutzung des Wireless-Spektrums durch die Auslagerung von Makrozellen-Datenverkehr.
- Umfangreiche OAM-Tools auf Paketbasis ermöglichen die proaktive und reaktive Zustandsverwaltung mobiler Backhaul-Netze.
- Ethernet-basierte optische Netze sind im Vergleich zu konkurrierenden Backhaul-Optionen einfach zu verwalten und betreiben.

## Abgrenzung der mobilen Backhaul-Netze von Großanbietern

Da die meisten Mobilfunkbetreiber die Bandbreite ihrer Backhaul-Netze von externen oder internen Großanbietern (letztere aus verschiedenen Geschäftseinheiten im selben Unternehmen) beziehen, ist ein klarer Abgrenzungspunkt zwischen den mobilen und Großanbieter Netzwerken erforderlich, um jederzeit die Einhaltung strengster Service Level Agreements (SLAs) zu garantieren (Abbildung 5). Um jederzeit die Einhaltung von strengen SLAs zu garantieren, ist ein großes Angebot an paketbasierten Tools für Operations, Administration and Maintenance (OAM) für eine standardbasierte Überwachung (Paketverlust, Durchsatz, Verzögerung und Jitter) des Datenverkehrs zwischen mobilen und Großanbieter Netzwerken erforderlich. Webbasierte SLA-Portale ermöglichen Mobilfunkbetreibern die Überwachung erworbener Backhaul-Netzservices von ihren Großanbietern und vermitteln ihnen dadurch ein beruhigendes Gefühl. Großanbieter nutzen leistungsstarke paketbasierte OAM-Funktionen und bieten ihren Kunden SLA-Webportale, um sich in diesem hart umkämpften Markt der Backhaul-Netzdienste von der Masse abzuheben.

## Große neue Geschäftschancen

Neben den Vorteilen einer besseren Kundenbindung und -gewinnung, die kleine Zellen durch bessere Kapazität, Abdeckung und allgemeine QoE eröffnen, bergen sie auch Vorteile durch innovative neue Geschäftschancen. Die gesteigerte Kapazität ermöglicht den Endbenutzern neue, hochauflösende Videostreamingservices, die neue Chancen zur Umsatzgenerierung eröffnen, die mit den vorhandenen Mobilfunknetzen mit beschränkter Kapazität in bestimmten geografischen Lagen und Märkten nicht zu erreichen wäre. Der unstillbare Durst nach multimediasbasierten Social-Media-Apps, von denen einige noch nicht einmal entwickelt wurden, wird weiterhin zu einer steigenden Auslastung des Mobilfunknetzes führen. Dieser Effekt wird durch neue Smartphones mit leistungsstärkeren Prozessoren und größeren Displays mit höherer Pixelzahl verstärkt, die zu einem Anstieg der Bandbreite im Mobilfunknetz führen.

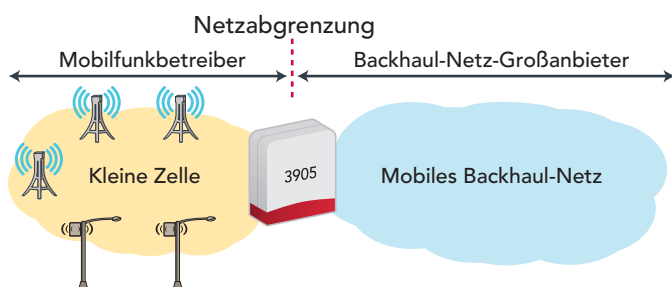


Abbildung 5. Abgrenzung zwischen Mobilfunknetzen und Backhaul-Netzen von Großanbietern

Bessere Abdeckung und Kapazität ermöglichen neue Services zum Reagieren auf die Welle an Datenverkehr, die Mobilfunknetze bald durch das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) zu überrollen droht. Schätzungen zufolge wird dieses in wenigen Jahren auf 10 Milliarden Datenverkehr erzeugende Geräte ausgeweitet. Die durch das IoT ermöglichten Anwendungen und damit verbundenen Services umfassen intelligente Städte, intelligente Ölfelder, vernetzte Fahrzeuge, intelligente Parksysteme, Stauverringern, intelligente Beleuchtung, Wettervorhersage, intelligente Stromnetze, Alarmanlagen und vieles mehr, das noch nicht einmal erfunden wurde. Bekannt ist, dass durch den Komfort und die Natur von IoT-Anwendungen die Wireless-Konnektivität über Mobilfunknetze zu einem höheren Bandbreitenbedarf führt, der Planer und Architekten von Mobilfunknetzen vor eine große Herausforderung stellt.

Wenn der Datenverkehr über Social Media und das IoT drahtlos übertragen wird und kleine Zellen erreicht, wird er über drahtgebundene Netze zu Rechenzentren übertragen. Daher muss die Übertragungskapazität der Backhaul-Netze von kleinen Zellen zu Makrozellen und dem MTSO gesteigert werden. Da 4G-Netztechnologien von vornherein paketbasiert sind, ermöglichen Backhaul-Netze, in denen Pakete Vorrang vor optischen Netzwerken erhalten, eine nahtlose Weiterleitung des Datenverkehrs zu den Rechenzentren, in denen sich ein Großteil der übermittelten Inhalte befindet. Daher müssen Mobilnetzbetreiber beim Implementieren von kleinen Zellen Backhaul-Upgrades vornehmen, um auf die gesteigerte Wireless-Kapazität zu reagieren und sicherzustellen, dass der Backhaul nicht zu Engpässen mit negativen Auswirkungen auf die QoE führt.



## Zuverlässige und schnelle Einführung erforderlich

Neben der besseren Abdeckung, Kapazität und allgemeinen QoE zählt die wesentlich schnellere Markteinführungszeit gegenüber der Implementierung von Makrozellen und den damit verbundenen Masten zu den größten Vorteilen von kleinen Zellen. Jedoch sind für eine bessere Netzabdeckung weitaus mehr kleine Zellen – die bis zu 20-fache Menge – als Makrozellen erforderlich. Somit müssen sie für eine schnelle, zuverlässige, einfache und kostengünstige Bereitstellung sowie leistungsstarke Problemlösung über standardbasierte OAM-Tools entwickelt werden. Umfangreiche OAM-Tools auf Paketbasis ermöglichen Mobilfunkbetreibern und Großanbietern mobiler Backhaul-Services eine schnelle Remote-Problemdiagnose in ihren Backhaul-Netzen – proaktiv oder reaktiv – zum schnellen Beheben von Problemen und Aufrechterhalten einer herausragenden QoE. Ohne solche Tools müssen die Betreiber die Probleme vor Ort durch Servicetechniker beheben lassen, die zum

Erreichen der kleinen Zellen häufig Spezialausrüstung benötigen, wenn diese an gefährlichen, schwer erreichbaren Stellen angebracht sind – z. B. an der Spitze eines Masts bei schlechtem Wetter. Die Remote-Fehlerbehebung in Kombination mit sicheren und verschlüsselten WLAN-Management-Ports erleichtern die kostengünstige Einführung und laufende Instandhaltung der kleinen Zellen.

Von den betriebswirtschaftlichen Aspekten her sind die Einfachheit und Erschwinglichkeit der Ethernet-basierten Konnektivität wichtige Gründe dafür, dass sich dieses Protokoll schnell zur ersten Wahl in allen Teilen des globalen Netzwerks etabliert, und das mobile Backhaul-Netz stellt da keine Ausnahme dar. Ethernet ist ein bekanntes Protokoll mit einer großen Auswahl an paketbasierten OAM-Tools, die sicherstellen, dass Backhaul-Services die strengen SLAs erfüllen oder übertreffen, die Mobilnetzbetreiber von herkömmlichen TDM-basierten E1-Backhaul-Netzservices gewohnt sind. Die Anforderungen durch das Metro Ethernet Forum (MEF) sowie die Zertifizierung Carrier Ethernet 2.0 machen Netze, in denen Ethernet den Vorrang vor optischen Netzen erhält, zur bevorzugten Technologiekombination für mobile Backhaul-Services.

### Wireless-Zugriff über Web-Scale

Der Anstieg bei Web-Scale-IT-Architekturen hat traditionelle Hardware- und Software-Architekturen in Frage gestellt und eröffnete eine ungeahnte Kapazität und Rechenleistung in modernen Rechenzentren. Das ermöglichte einigen der weltweit größten Inhaltsanbietern zu expandieren und Milliarden von Endbenutzern auf flexible, zuverlässige und unerreicht kostengünstige Weise zu bedienen. Durch Web-Scale-Rechenzentren geht die Einführung neuer Services für mehr Benutzer so schnell und einfach wie nie vonstatten. Da Open-Source-Software und dynamische Bandbreite zwischen Rechenzentren zahlreiche Rechenzentren an verschiedenen Standorten in einem nahezu unbegrenzten virtuellen Rechenzentrum ohne Wände vereinen, sind den Funktionen der unterstützten, künftigen Rechenzentren und Services praktisch keine Grenzen gesetzt. Durch kleine Zellen werden sowohl Abdeckung als auch Kapazität verbessert, was Web-Scale-Architekturen noch mehr vereinfacht, da sich der Wireless-Zugriff auf diese Rechenzentren, die Anwendungen und Inhalt beherbergen, zunehmend als die bevorzugte Methode für den Netzzugriff etabliert.

**Sprechen Sie jetzt  
mit einem Netzspezialisten**



Ciena behält sich das Recht vor, die hier beschriebenen Produkte oder Angaben ohne Vorankündigung zu ändern. Copyright © 2015 Ciena® Corporation. Alle Rechte vorbehalten. WP174\_de\_DE 3.2015