

Mobilfunkmasten zur Gewährleistung der Mobilfunknetze.  
(Bild: Wikipedia.org/Nils Tuschik)



## Aufbau eines LTE/5G-Campusnetzes in der Praxis

Torsten Musiol

**F**requenzuteilungen für Campusnetze sind grundsätzlich technologie- und dienstneutral. Das bedeutet, dass nicht nur 5G (Band n78: 3.300 MHz - 3.800 MHz), wie oftmals angenommen, sondern auch LTE (Band 43: 3.600 MHz - 3.800 MHz) eingesetzt werden kann. Daher ist es möglich, zunächst mit einem oder mehreren 10 MHz breiten Frequenzblöcken und heute verfügbarer LTE-Technik zu starten und später, falls für bestimmte Anwendungen erforderlich, weitere Frequenzblöcke zu beantragen und mit 5G-Technik zu ergänzen. Die Entscheidung wird meist unter Berücksichtigung der Leistungsanforderungen der Anwendung und der Gesamtkosten („Cost of Ownership“) getroffen. Die Kostenbetrachtung ist komplex, da hier nicht nur die einmaligen Geräte- und Installationskosten (CAPEX) betrachtet werden müssen, sondern auch die laufenden Kosten (OPEX).

Unzweifelhaft genügt die Leistungsfähigkeit von LTE vielen Anwendungen. Der Einsatz von 5G-Technik, auf Basis der heute verfügbaren 3GPP Release 15, die für das Anwendungsszenario „Enhanced Mobile Broadband“ (eMBB) entwickelt wurde, bringt kaum Zusatznutzen. Für industrielle Anwendungen interessante Features werden erst Release 16 für „Ultra-Reliable and Low-Latency Communications“ (URLLC) und Release 17 für „Massive Machine-Type Communications“ (mMTC) mit sich bringen.

Wer kann diese Netze aufbauen und betreiben? Im Allgemeinen ist nicht davon auszugehen, dass 3GPP Mobilfunkexpertise bei den industriellen Anwendern verfügbar ist. Hingegen sollten Kenntnisse in Netzwerktechnologie, die im Wesentlichen durch IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) und IETF (Internet Engineering Task Force) (de-facto) Standards beschrieben werden, vorhanden sein - entweder im Unternehmen selbst oder bei beauftragten Dienstleistern.



Netzwerktechnologie vs Mobilfunk.

## WLAN stößt an Grenzen: Ergänzung mit LTE oder 5G sinnvoll

Auf Grundlage dieser Kenntnisse werden WLAN-Netze, die auch im industriellen Umfeld ihren Platz gefunden haben, aufgebaut und betrieben. Insbesondere bei unternehmenskritischen oder großflächigen Anwendungen stößt die WLAN-Technologie jedoch an ihre Grenzen. Eine Ergänzung mit LTE oder 5G wird in vielen Fällen sinnvoll sein. Daraus lässt sich die Aufgabe ableiten, die Mobilfunktechnologie auf das bekannte WLAN-Architektur- und Betriebsmodell abzubilden. Damit können alle Funktionsebenen durch den Anwender kontrolliert werden (Netzhoheit).

Sämtliche Funktionsebenen müssen in die Planung des Netzes einbezogen werden. Im Prinzip sollten IT-Abteilungen, die bisher WLAN geplant und implementiert haben, in der Lage sein, auch ein privates Mobilfunknetz zu beherrschen. Einfache Netze mit wenigen Basisstationen können vom Hersteller komplett vorkonfiguriert werden („Plug and Play“). Lediglich bei der Funkplanung und dem Betrieb komplexer Netze wird Spezialwissen benötigt. Dann wird in der Regel ein Dienstleister beauftragt. Bei guter Planung sollte der Aufbau eines kleinen privaten Mobilfunknetzes schnell erledigt sein. Die Verbindungen zu den Basisstationen nutzen das Internet Protocol (IP), dass sich auf vorhanden LAN-Infrastrukturen übertragen lässt. Die Small Cell Basisstationen können wie WLAN Access Points an geeigneten Standorten innen wie außen montiert und mit LAN-Kabel angeschlossen werden. Die Stromversorgung erfolgt üblicherweise per Power-over-Ethernet (PoE).



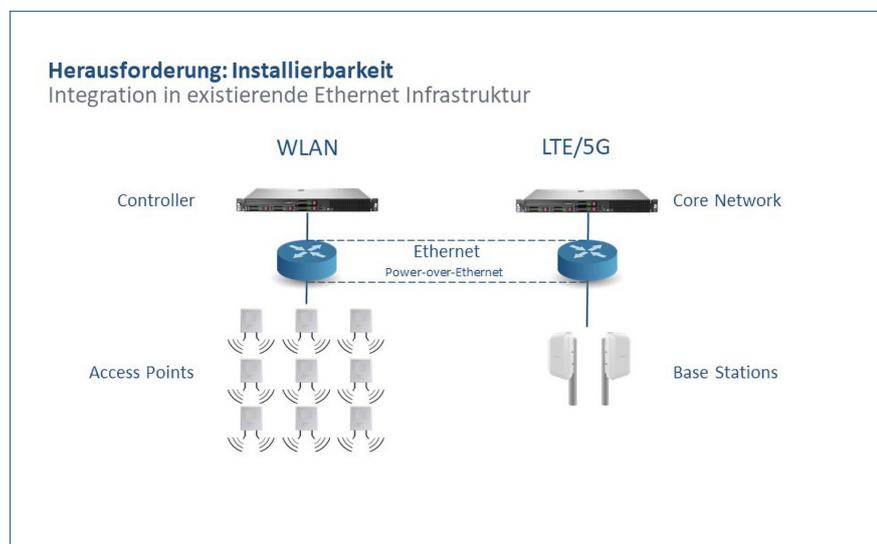
Öffentliche Sicherheit setzt auf klare Kommunikation

**Herausforderung: Steuerbarkeit („Funktionshoheit“)**  
Funktionsebenen unter Anwenderkontrolle

	WLAN	Privates Mobilfunknetz	Öffentliches Mobilfunknetz	
Funkressourcen-Management	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Frequenzen, Sendeleistung, etc.
Teilnehmer-Management	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	SIM Karten, Subscriber Profiles, etc.
Netzelement-Management	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Base Stations, Servers, etc.
Dienste-Management	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Quality-of-Service, Sicherheit, etc.
Endgeräte-Management	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Router (CPE), Smartphones, etc.

Legend: Netzbetreiber (Light Blue), Anwender (Dark Blue)

Betriebsmodelle der verschiedenen Funknetze.



Integration im LAN.

Wir liefern die Technik.

- Mikrofonlautsprecher & Schwanenhalsmikrofone
- Handmikrofone
- Handapparate & Tischsprechstellen
- Sprach- und Datenmodule
- Kfz-Ladehalterungen für Handfunkgeräte
- Lautsprecher & Freisprechmikrofone
- Spezial-Festeinbautelefone für Einsatzfahrzeuge

pei tel steht für erstklassige und störungsfreie Sprach- und Datenübertragung – Made in Germany



## MECSware campusXG® LTE/5G Campusnetz Systemlösung



Systemlösung für eine Logistik-Anwendung.

Da LTE/5G Small Cells alle Funktionen des Radio Access Networks (RAN) abbilden, ist eine zusätzliche Aggregationsfunktion im RAN nicht notwendig. Das Netz ist somit weniger komplex als verteilte Architekturen, die für die großen öffentlichen Mobilfunknetze entwickelt wurden. Macro-Basisstationen enthalten zumindest eine Central Unit (CU) und mehrere Distributed Units (DU) sowie gegebenenfalls auch noch weitere Radio Units (RU), wobei die Namen zwischen den Herstellern variieren. Weiterhin gibt es hier spezielle Anforderungen an die Quality-of-Service (QoS) im LAN, die u. U. eine dedizierte Infrastruktur erfordern.

### „Network Slicing“ auch mit LTE möglich

Nach der Inbetriebnahme des Netzes fokussiert sich der Netzbetrieb auf die Integration von Endgeräten (User Equipment Provisioning) unter Berücksichtigung von Anforderungen an die Konnektivität (Service Data Flows - SDF) und Quality-of-Service (QoS). Das oftmals der 5G Technologie zugeschriebene „Network Slicing“ lässt sich übrigens auch mit LTE realisieren. Oftmals ist es vorteilhaft, den Datenverkehr (Services) von der Administration (Management) des Netzes, aus Gründen der

## Mission critical smartphones for professional users.

**RugGear®**

Private LTE band 31

- ▶ PTT optimisation
- ▶ Powerful front speaker
- ▶ Long battery life
- ▶ 4" Gorilla Glass display
- ▶ Highly rugged
- ▶ Android™ Operating System
- ▶ IP68 & drop resistant

Android is a trademark of Google LLC. | RG\_MA0092\_200813

Developed by German engineers, RugGear devices are **water- and dust-proof to IP standard and impact-resistant according MIL-STD-810G, shock-resistant and temperature-resistant.**

Further information under: [www.RugGear.com](http://www.RugGear.com)

Sicherheit und Skalierbarkeit, logisch oder sogar physisch zu trennen. Integrierte Diagnosewerkzeuge sollten es ermöglichen, Leistungsmessungen (Reichweite, Datendurchsatz, Latenz) per Endgerät sehr einfach durchzuführen.

### LTE-Campuslösung für Logistik-Anwendung

In den vergangenen Jahren wurde unter anderem die campusXG® Systemlösung auf Basis von LTE entwickelt. Dabei wurde eine Erweiterung in Richtung 5G schon beim Architekturdesign berücksichtigt. Das Systemprodukt ist in mehreren industriellen Proof-of-Concept (PoC) Projekten im Einsatz. Die Götting KG (Lehrte bei Hannover) nutzt die campusXG® Systemlösung zur Steuerung ihrer fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF), auch Automated Guided Vehicle (AGV) genannt.



Leitdraht-Technologie unterstützt die Sensorik. (Bild: Göttingen KG)

Hierbei ist der Mobile Edge Cloud Server (MECS), das zentrale Netzelement, in die Infrastruktur der Götting KG integriert worden. Die Basisstationen konnten dadurch unter Nutzung des vorhandenen Netzwerks an funktechnisch günstigen Standorten aufge-

baut werden, ohne zusätzliche Verkabelung zu installieren. Das Leitsystem TransportControl der GS Fleetcontrol zur Steuerung wurde in der virtuellen Umgebung des MECS installiert und kommuniziert auf dem gesamten Betriebsgelände über das LTE-Campusnetz mit den fahrerlos fahrenden AGVs. Weiterhin wird das System zur videobasierten Teleoperation von, durch die Götting KG automatisierten Schwerlastfahrzeugen wie z. B. Radladern, verwendet. Hier spielt LTE seinen Vorteil gegenüber WLAN durch die deterministisch geringen Latenzen aus, was für eine möglichst verzögerungsfreie Bildübertragung und zuverlässige Steuerung der Fahrzeuge Voraussetzung ist.

Ein Grund für den Einsatz des Systems war die Abstrahierung der LTE Kernnetz Funktionalität zu einem benutzerfreundlichen browserbasierten GUI (Graphical User Interface), wodurch sich die Einrichtung im einfachsten Fall auf die Provisionierung der Endgeräte (UEs) beschränkt. 

Bilder 1-4: Torsten Musiol

Dr. Torsten Musiol  
Mitgliedsunternehmen des PMeV  
Blumenstr. 48  
42549 Velbert  
torsten.musiol@mecsware.com  
www.mecsware.com



## Sichere Kommunikation

Auch für Krisen und Notfälle.



**Notfallkommunikation via Satellit**  
Konzeption und Umsetzung von Lösungen

**REDCOM Kommunikationsserver**  
für das Krisenmanagement

**Ortung und Tracking**  
von Personen und Gütern

**Über  
30 Jahre  
Erfahrung**

und Partner von Behörden und Unternehmen.

**Gesat GmbH**  
60314 Frankfurt  
www.gesat.com  
satcom@gesat.com  
 069 962180 10