

Private LTE-Netze

Neue Möglichkeiten für industrielle Anwendungen

Torsten Musiol

Demnächst wird es industriellen Anwendern möglich sein, eigene leistungsfähige Netze zur privaten Nutzung aufzubauen. Dabei werden sie sicher häufig auf die LTE-Technik und später auf den Mobilfunk der fünften Generation (5G) setzen.

Die zuverlässige und sichere drahtlose Kommunikation ist eine wesentliche Anforderung aller Industriezweige, einschließlich der modernen Land- und Forstwirtschaft. Verschiedene Kommunikationswege wie Mensch zu Mensch (Human to Human – H2H), Mensch zu Maschine (Human to Machine – H2M) und Maschine zu Maschine (Machine to Machine – M2M) werden heute gleichermaßen benötigt. In einigen Anwendungsfällen erfolgt die Datenverarbeitung in der „Cloud“. Ein Großteil der Daten hat jedoch einen lokalen Kontext.

Das industrielle Netz muss verschiedene Dienstgütern (Quality of Service – QoS) unterstützen. So sind z.B. lange Datenlaufzeiten problematisch für viele industrielle Prozesse. Hohe Zuverlässigkeit und Datensicherheit sind essenzielle Anforderungen. Bei vielen industriellen Anwendungen kommt eine Übergabe der Daten in die „Cloud“ nicht infrage.

Hohe Anforderungen

Die öffentlichen Mobilfunknetze sind heute nicht in der Lage, die genannten Anforderungen ausreichend zu erfüllen. Im Rahmen der zukünftigen Mobilfunkgeneration 5G soll dieses Problem mithilfe des sogenannten Network Slicing gelöst werden. Dabei wird das Mobilfunknetz in mehrere logische Netze (Slices) aufgeteilt. Es bleibt abzuwarten, wann entsprechende Dienste auf Grundlage des erst kürzlich verabschiedeten Standards (3GPP Release 15) zur Verfügung stehen (http://www.3gpp.org/images/articleimages/NR_rel15_schedule_1200px.jpg).

In unlicenzierten Frequenzbändern arbeitende Funkssysteme sind für unternehmenskritische Anwendungen nur bedingt geeignet. Hier wären vor allem SRD- (Short Range Device) wie WLAN und Bluetooth sowie LPWAN-

Techniken (Low-Power Wide-Area Network) wie NB-IoT oder LoRa zu nennen. Während SRD-Techniken durch hohen Datendurchsatz, aber geringe Reichweiten gekennzeichnet sind, gilt das Gegenteil für LPWAN. Allen gemeinsam aber ist die beschränkte Zuverlässigkeit, da Störungen des Netzbetriebs durch standardkonforme, aber systemfremde Geräte prinzipiell nicht ausgeschlossen werden können. Weiterhin ist die zulässige WLAN-Sendeleistung in Deutschland auf 100 mW (EIRP) begrenzt. Das bedeutet, dass im Regelfall eine Vielzahl von WLAN-Access-Points erforderlich ist, um einen industriellen Bereich vollständig zu versorgen. Im 5-GHz-Band gibt es zwar mehr Kapazität, aber die Reichweite ist trotz höherer zulässiger Sendeleistung geringer.

Neue Möglichkeiten mit neuen Frequenzen

Mit der Entscheidung der Bundesnetzagentur (BNetzA), lizenziertes Frequenzspektrum für regionale und lokale Netze zur Verfügung zu stellen, eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten für industrielle Anwender. Es ist geplant, das 3,6-GHz-Band, für das die vorhandenen Frequenzuteilungen demnächst auslaufen, neu aufzuteilen. Demnach soll der untere Teilbereich (3,4 – 3,7 GHz) für bundesweite Zuteilungen und der obere Teilbereich (3,7 – 3,8 GHz) für regionale und lokale Zuteilungen bereitgestellt werden. Die BNetzA hat dafür die Entwicklung eines Antragverfahrens geplant mit dem Ziel einer zügigen, flexiblen und transparenten Zuteilung. Die Frequenzuteilungen können für bis zu zehn Jahre beantragt werden. Es sollen aber auch kürzere Laufzeiten möglich sein. Im Zusammenhang mit einer hohen Flexibilität hinsichtlich der Kanalbandbreiten sollen unterschied-

liche innovative Geschäftsmodelle realisiert werden können, von denen viele sicher erst in der Zukunft entwickelt werden.

Die derzeitigen Zuteilungen laufen noch bis Ende 2021 bzw. Ende 2022. Die Bundesnetzagentur beabsichtigt jedoch, schon ab 2019 bisher nicht effizient genutzte Frequenzen vorzeitig für neue Zuteilungsinhaber bereitzustellen. Schon heute können Frequenzzuteilungen im genannten Bereich als zeitlich limitierte Versuchsfunktionen beantragt werden, um Tests durchzuführen.

Auf Grundlage der o.g. Grundsatzentscheidung wurde vor kurzem ein weiterer Entscheidungsentwurf zur öffentlichen Anhörung gestellt. Die BNetzA unterscheidet hier zwischen einer Nutzung innerhalb von Gebäuden auf einem betriebsinternen Grundstück (Indoor) und einer lokalen oder regionalen Nutzung außerhalb von Gebäuden (Outdoor). Frequenzzuteilungen für eine lokale Nutzung, sowohl Indoor als auch Outdoor, sind grundstücksbezogen, d.h., Zuteilungsanträge können nur vom Eigentümer oder Nutzer (z.B. Mieter, Pächter) des Grundstücks gestellt werden. Es wurde vorgeschlagen, den 100 MHz großen Frequenzbereich vollständig zur lokalen Indoor-Nutzung zuzulassen, wobei bei einer möglichen Überlappung mit regionalen Zuteilungen die Störung des regionalen Netzes durch eine Begrenzung der Sendeleistung bzw. eine hinreichende Dämpfung durch die Gebäude vermieden werden soll. Damit wird dem zu erwartenden Bandbreitenbedarf innerhalb von Gebäuden, insbesondere für Anwendungen in der Industrieautomation Rechnung getragen. In diesem Kontext ist die MECsWare GmbH an dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt TACNET 4.0 beteiligt, das die hochzuverlässige und echtzeitfähige 5G-Vernetzung für Industrie 4.0 zum Ziel hat (<http://www.tacnet40.de/>).

Für die Outdoor-Nutzung soll der Frequenzbereich aufgeteilt werden: Regionale Netze sollen auf bis zu 80 MHz im Bereich 3,7 – 3,780 GHz und lokale Netze auf bis zu 20 MHz im Be-

reich 3,780 – 3,8 GHz zugreifen können. Die Antragsbefugnis zur regionalen Nutzung soll beschränkt werden. Insbesondere soll vom Antragsteller dargelegt werden, dass eine effiziente und störungsfreie Frequenznutzung gewährleistet werden kann und die Frequenzen wirksam und wirtschaftlich eingesetzt werden. Weiterhin sollen Antragsteller, die bereits über bundesweite Frequenznutzungsrechte in den Frequenzbändern 700 MHz bis 3,6 GHz verfügen, ausgeschlossen werden. Abweichend von den genannten Einschränkungen soll eine Nutzung von ungenutzten Frequenzen zumindest temporär möglich sein. Die öffentliche Anhörung ist mittlerweile abgeschlossen.

Die Zuteilung der Frequenzen ist grundsätzlich technik- und diensteneutral. Vor diesem Hintergrund erscheint die von der Behörde gewählte Überschrift „Mobiles Breitband – Frequenzen für 5G“ etwas irreführend. Tatsächlich wird das 3,6-GHz-Band durch das LTE-Band 42 (3,4 – 3,6 GHz) und das LTE-Band 43 (3,6 – 3,8 GHz) eingenommen. Damit kann schon heute auf eine ausgereifte Technik und entsprechende Produkte zurückgegriffen werden.

LTE bietet sich an

Im Vergleich zum WLAN steht bei LTE ein deutlich höheres Radio-Link-Budget zur Verfügung. Damit können größere Flächen kostengünstiger überdeckt werden, da viel weniger LTE-Basisstationen als WLAN-Access-Points installiert und betrieben werden müssen. LTE beruht auf einer zentralisierten Steuerung der Funkressourcen (Radio Resource Control – RRC). Im Gegensatz zum WLAN, das auf einem unkoordinierten Verfahren (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance – CSMA/CA) beruht, können

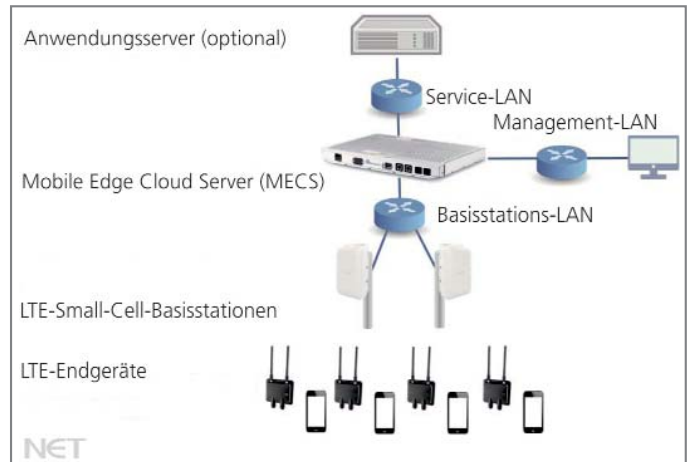


Bild 1: Die Private-LTE-Systemlösung von MECsWare

QoS-Merkmale wie Datendurchsatz und Latenz zuverlässig und differenziert kontrolliert werden. Weitere aus dem öffentlichen Netz bekannte LTE-Features wie nahtloser Handover, robuste Sicherheitsmerkmale und hohe Skalierbarkeit werden unverändert auch im privaten Netz unterstützt.

Ein wesentliches Kriterium industrieller Anwender bei der Entscheidung für eine Kommunikationstechnik ist die sogenannte Funktionshoheit, d.h. die vollständige Kontrolle über die Netzressourcen. Dabei sind mehrere Funktionsebenen (Functional Layers) zu betrachten:

- Management der Dienste, d.h. Ende-zu-Ende-Verbindungen, QoS, Netzsicherheit usw.;
- Planung der Funkressourcen wie Standorte der Basisstationen, Frequenzen, Sendeleistung usw.;
- Management der Netzelemente wie Basisstationen, Server usw.;
- Authentifizierung und Autorisierung der Endgeräte, d.h. SIM-Karten, Subscriber-Profile usw.;
- Auswahl, Einsatz und Management der Endgeräte wie Smartphones, Datenendgeräte in verschiedenen Formaten (CPE, USB-Stick, Modul usw.).

Im öffentlichen Mobilfunknetz hat der Anwender nur den letzten Punkt, d.h. das Management der Endgeräte, unter seiner Kontrolle. Alle anderen Funktionsebenen obliegen dem Netzbetreiber. Wie weiter oben erwähnt, soll diese Problematik langfristig durch das 5G Network Slicing adressiert werden. Wann Network Slicing im öf-

fentlichen Netz verfügbar ist und wie gut damit die Anforderungen industrieller Anwender realisiert werden, bleibt abzuwarten.

Das operative Modell von Private LTE, das bereits heute einsetzbar ist, entspricht weitgehend dem vom WLAN, d.h., alle Funktionsebenen können durch den Anwender kontrolliert werden. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass LTE-Experten bei den industriellen Anwendern verfügbar sind, muss eine Abbildung des LTE-Netzes auf Funktionen und Eigenschaften bekannter LAN-Techniken erfolgen. Das bedeutet, dass hochkomplexe LTE-Funktionselemente dem Anwender verborgen werden und dieser mit bekannten Schnittstellen und Protokollen (IP, Ethernet, Routing, Switching usw.) konfrontiert wird. Dazu ist Abstraktion und ein konsistentes Ende-zu-Ende-Management des Netzes notwendig.

Ein privates LTE-Netz kann sehr einfach aufgebaut werden mithilfe von nur drei Netzelementen:

- einem zentralen Netzserver, der u.a. die Funktionen des LTE-Kernetzes (Evolved Packet Core – EPC) wahrnimmt;
- LTE-Small-Cell-Basisstationen;
- LTE-Endgeräten (User Equipment – UE).

Hohe Latenzen aufgrund langer und unkontrollierbarer Datenpfade werden so vermieden.

Beispiel einer Private-LTE-Systemlösung

In der Private-LTE-Systemlösung von MECSSware wird die Funktion des Netzservers durch den Mobile Edge Cloud Server (MECS) realisiert (Bild 1). Mithilfe des MECS-Dashboards (Bild 2) wird die Komplexität der Systemkomponenten verborgen und das ge-

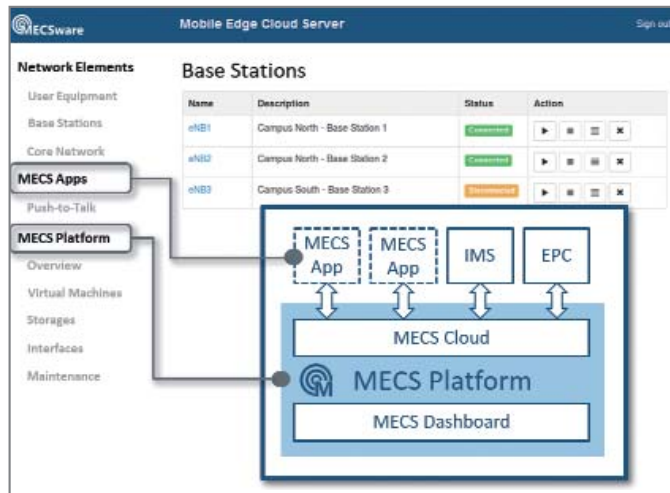


Bild 2: MECS-Dashboard

samte Netz einschließlich der Dateneingegeräte kann sehr einfach über ein webbasiertes grafisches User Interface (GUI) betrieben werden. Zusätzlich ist im MECS ein Anwendungsserver (MECS Cloud) integriert. Damit ist es möglich, lokale Anwendungen direkt auf dem MECS auszuführen. Die Installation eines weiteren Anwendungsservers erübrigt sich. Das ist insbesondere dort von Vorteil, wo bisher noch keine IT-Infrastruktur besteht. Damit kann ein gemeinsames Netz für verschiedenartige mobile Anwendungen kosteneffizient aufgebaut werden. Zum Beispiel können lokale Maschinensteuerungen oder Echtzeitanwendungen wie Telefonie oder Push to Talk als MECS-App realisiert werden.

Zusammenfassung

Mit der Entscheidung der Bundesnetzagentur, lizenziertes Frequenzspektrum für regionale und lokale Netze zur Verfügung zu stellen, eröffnen sich neue Möglichkeiten für industrielle Anwender. Auf Basis vorhandener LTE-Technik und -Produkte können leistungsfähige Netze zur privaten Nutzung aufgebaut werden. Das operative Modell von Private LTE entspricht weitgehend dem von WLANs, d.h., alle Funktionsebenen können durch den Anwender kontrolliert werden. Anwendungstests sind schon heute auf der Grundlage von Frequenzuteilungen im Versuchsfunk möglich. (bk)