

Wertvolle Infrastruktur

5G-Frequenzen beantragen, optimal nutzen, verwalten und schützen

Roland Götz, Fabian Ludwig

Kaum eine Fachdiskussion kommt derzeit ohne das Schlagwort 5G aus.

Dabei ist die Erwartungshaltung an 5G vielfältig und scheint grenzenlos.

Im industriellen Umfeld spielt 5G dabei eine wichtige Rolle als Enabler und Beschleuniger der Digitalisierung und Transformation zur vollvernetzten Industrie 4.0. In Deutschland wurde hierfür in Vorreiterrolle die Möglichkeit geschaffen, 5G-Lizenzen für lokale Campusnetze zu beantragen.



Bild 1: Funkfrequenzspektrum – Nutzer und Dienste

Nicht zuletzt getrieben durch die Digitalisierung unserer Gesellschaft und Industrie, aber auch Megatrends wie Internet of Things (IoT), Industrie 4.0 und Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M) werden hochwertige, sichere und zuverlässige Netzverbindungen immer wichtiger. Vor allem schnelle, sichere Datenfunknetze gewinnen nahezu explosionsartig an Bedeutung – und all diese basieren auf der begrenzten physikalischen Ressource Funkfrequenzspektrum. Das heißt:

- Nur wem Spektrum zur Verfügung steht kann bzw. darf funken.
- Nur mit ausreichend Spektrum können die benötigten Datenraten bereitgestellt werden.
- Nur in sauberem Spektrum kann sicher und zuverlässig gefunkt werden.

In der globalen digitalen Gesellschaft ist Funkfrequenzspektrum genau aus diesen Gründen eine wertvolle Ressource, ein vergleichbar wichtiger Faktor wie reines Wasser. Spektrum ist daher von kritischer Bedeutung und bildet eine wertvolle Infrastruktur (Bild 1).

5G in den Startlöchern

In Deutschland wurde im Sommer 2019 bereits nationales 5G-Frequenzspektrum an die bekannten Mobilfunkbetreiber Deutsche Telekom, Telefónica und Vodafone sowie den Neueinsteiger 1&1 Drillisch versteigert. Am 21. November begann auch bereits das Antragsverfahren für lokale Campusnetze.

Erste 5G-Signale sind in der Luft, und erste 5G-fähige Handys können bestellt werden. Die Weichen sind gestellt, und einem Ausbau der 5G-Netze steht kaum noch etwas im Wege. 5G bietet dabei – insbesondere für die Industrie – interessante neue technische Möglichkeiten und Anwendungsprofile.

Aber das eigentliche Besondere bei diesem Generationswechsel stellt die Tatsache dar, dass die Bundesnetzagentur diesmal neben den klassischen Lizenzen für die landesweiten Mobilfunkbetreiber (3,4 bis 3,7 GHz) 100 MHz Bandbreite (3,7 bis 3,8 GHz) exklusiv für lokale, sog. Campusnetze reserviert hat. Für viele Industrieunternehmen bietet sich damit erstmals die Möglichkeit, ihr eigenes, individuelles und auf ihre Anwendungen und Belange maßgeschneidertes Netz zu realisieren und dadurch unabhängig von den Betreibern zu werden.

Was ist eine lokale 5G-Lizenz?

Bei der Lizenzierung von Frequenzen unterscheidet man im Wesentlichen drei Lizenztypen:

Die *Allgemeinzuteilung* wie man sie z.B. von DECT, Bluetooth oder WLAN kennt. Dabei wird ein Teil des Spektrums ohne gesondertes Antragsverfahren zugänglich gemacht. Es werden lediglich Regeln und technische Grenzen vorgegeben, die die Geräte erfüllen müssen. Damit kann jeder sei-

Roland Götz ist Chief Operation Officer (COO) und Mitglied des Vorstands, Fabian Ludwig ist Business Development und Sales Manager der LS Telecom AG in Lichtenau



Bild 2: Wer sich für den Aufbau eines eigenen 5G-Campusnetzes entscheidet, muss sich um den Aufbau und Betrieb selbst kümmern

(Quellen: Konzeption – istockphoto.com skynesher, Realisierung – istockphoto.com shotbydave, Überwachung & Optimierung – istockphoto.com FARBAI)

nen Sender betreiben, hat jedoch weder Exklusivität noch Schutz auf die von ihm genutzte Frequenz.

Bei der *Standortlizenz* bewilligt die Regulierungsbehörde jede einzelne Funkanlage. Beispiele hierfür sind etwa Rundfunksender.

Bei der *Blocklizenz*, bewilligt die Bundesnetzagentur einen Frequenzblock in einem definierten Gebiet, z.B. im Mobilfunk einen Frequenzblock für einen Betreiber exklusiv für ganz Deutschland. Die Vergabe kann dabei per Auktion, per Beauty Contest oder gemäß Antragsverfahren erfolgen.

Bei den lokalen 5G-Lizenzen handelt es sich um Blocklizenzen. Sie entsprechen also einem exklusiven Frequenzband begrenzt auf das Ausmaß der eigenen Grundstücke. Die Vergabe erfolgt gemäß Antragsverfahren.

Zwei Alternativen für künftige „5G-Nutzer“

Dadurch bieten sich etwa für Industrieunternehmen, die künftig 5G etwa zur Steuerung und Überwachung ihrer Produktionsanlagen nutzen wollen, erstmals zwei Alternativen.

Es gibt nach wie vor die Möglichkeit, sich einem Netzbetreiber als Service Provider anzuschließen. Man kauft sich die entsprechenden SIM-Karten und mietet sich dadurch – wie bisher – in dessen Netz ein. Der Netzbetreiber stellt dieses sowie die vereinbarten Services bereit, betreibt diese und kümmert sich um alles.

Als neue Alternative kann das Unternehmen nun aber auch seine eigene lokale 5G-Campuslizenz erwerben und mit der Zuteilung der Lizenz sein individuelles 5G-Netz realisieren. Dadurch wird es unabhängig von den klassischen Netzbetreibern, setzt jedoch entsprechendes Kapital und Fachwissen voraus.

Warum ein eigenes Campusnetz?

Aber warum sollte ein Unternehmen den auf den ersten Blick beschwerlicheren Weg des eigenen Netzes gehen? Sich mit Fragen von Konzeption, Planung, Beschaffung, Aufbau und Betrieb auseinandersetzen? Für zahlreiche Unternehmen und Organisationen gibt es hierbei gleich mehrere gute Gründe, dennoch eine 5G-Campuslizenz zu beantragen.

- *Exklusives Frequenzband mit voller Netzkapazität:* Nach erfolgreicher Beantragung erhält man ein lizenziertes Frequenzband und somit alleinigen Zugriff auf die volle Netzkapazität im zugewiesenen Frequenzblock. Man muss diese Frequenzen nicht mit anderen Nutzern teilen, die individuelle Nutzung und die volle Kapazität des Spektrums sind garantiert.
- *Individuelles Netzdesign gemäß eigener Anforderungen:* Der Lizenzinhaber kann sich sein Netz exakt so konzipieren, wie es für seine Anwendungsfälle erforderlich ist. Etwa in Bezug auf die Versorgung, die man realisiert wie benötigt – auch im dritten Kelleruntergeschoss, in explosionsgeschützten Anlagen oder an der oft genannten letzten Milchkanne. Aus den individuellen Anforderungen (Use Cases) können eigene Qualitätsparameter und Redundanzkonzepte abgeleitet und realisiert werden, um die benötigte Verfügbarkeit effizient sicherstellen zu können.
- *Datenhoheit und Sicherheit:* Firmendaten bleiben im eigenen Netz und der Eigentümer, der Lizenzinhaber, behält die Hoheit über seine sensiblen Firmen- und Produktionsdaten. Es sind maßgeschneiderte Konzepte zur IT-Sicherheit möglich,

um die Gefahr von Cyberangriffen zu minimieren.

- *Minimierung von Ausfallzeiten:* Netzausfallzeiten und daraus resultierende Stillstandzeiten können durch geeignete Vorkehrungen auf ein Minimum begrenzt werden. Bei kritischen Anwendungen sind diese Maßnahmen in der Regel aufwendiger als bei herkömmlichen Anwendungen. Kleinere Netze mit weniger Netzelementen lassen sich meist einfacher überwachen und schneller wieder störungsfrei in Betrieb nehmen.

Es gibt also zahlreiche gute Argumente, weshalb Campuslizenzen für lokale Nutzer wie Industrieunternehmen einen solchen Stellenwert einnehmen.

Herausforderungen für den Campusnetzbetreiber

Angenommen, nach entsprechender Abwägung hat sich ein Unternehmen entschlossen, Frequenzen zu beantragen und bekommt diese auch zugeteilt. Spätestens dann gibt es zahlreiche neue Aufgaben, die als Campusnetzbetreiber gemeistert werden müssen. Da man vom Betreiber die Netznutzung nicht schlüsselfertig angeboten bekommt, muss man sich selbst um den Aufbau und Betrieb kümmern. Dies fängt bereits bei der Konzeption und Planung des Netzes als auch der betriebssicheren Funkversorgung an, geht über die Beschaffung, den Aufbau und die Inbetriebnahme der Systemtechnik bis hin zum eigentlichen Netzbetrieb mit Instandhaltung und Überwachung (Bild 2).

Da dies in der Regel weder Kernkompetenz noch Kerngeschäft des Lizenzinhabers ist, kann dafür externe Hilfe einbezogen werden. Sprich die gesamte Leistung oder Teile davon können „outgesourct“ werden. Letztendlich muss der Lizenzinhaber jedoch im eigenen Interesse sicherstellen, dass seine Frequenzen optimal genutzt, verwaltet und geschützt werden. Nicht zuletzt, um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten und die Produktionssicherheit zu maximieren.

Wie erreicht man eine betriebs-sichere Funkkommunikation?

Im industriellen Bereich hat man es in der Regel mit kritischen Anwendungen innerhalb der Netze zu tun, wie man sie auch im BOS-Umfeld kennt, wobei Netzausfälle oder Nichtverfügbarkeit fatale Folgen haben können. Hauptaufgabe und Herausforderung ist die Sicherstellung einer störungsfreien und nicht manipulierbaren Funkumgebung bei gleichzeitiger Bereitstellung ausreichender Kapazitäten für alle erforderlichen Netze, Dienste und Anwendungen. Jedoch darf man sich bei der Betrachtung nicht nur auf das neue 5G-Netz beschränken, denn dieses wird sich in eine bereits existierende Funkumgebung, bestehend aus Wifi, RFID, Tetra, LoRa uvm., eingliedern müssen. Letztendlich müssen sowohl das neue 5G-Netz als auch alle anderen bereits vorhandenen Netze und Applikationen parallel unbeeinträchtigt voneinander funktionieren. Stillstandzeiten sind inakzeptabel, und unsichere Funkverbindungen müssen erkannt sowie Störer beseitigt werden. Dabei sind drei Maßnahmen zu empfehlen, um eine betriebs-sichere Funkkommunikation zu gewährleisten:

Konzeption und Planung

Zuerst sind eine gewissenhafte und professionelle Konzeption und Planung erforderlich. Dabei spielt neben der technisch robusten Planung gerade in der Privatwirtschaft auch die Kosteneffizienz eine wichtige Rolle. Dies ist in der anspruchsvollen industriellen Umgebung, mit komplexer baulicher Beschaffenheit, ein nicht zu verkennender Punkt. Es wird nur selten die klassische Lösung – Mast mit Antennenanlage – ausreichen, sondern es werden verteilte Antennensysteme und Access Points in Produktionsanlagen – zwischen Pipelines, in Tunneln, eben überall wo eine stabile Versorgung benötigt wird – zum Einsatz kommen. Dabei werden unterschiedlichste Use Cases zu betrachten sein. Deren Konzeption und Modellierung werden die wesentlichen Netzparameter bestimmen und aufzeigen, „welches“ 5G-Netz benötigt wird: Hat eine hohe Datenrate, höchste

Bild 3: Um zu wissen, was auf dem eigenen Betriebsgelände „on Air“ ist, ist eine Funkinventur notwendig – vergleichbar mit der Inventur in einem Lager



(Quelle: istockphoto.com WangAnQi)

Verfügbarkeit, kürzeste Latenz oder ein geringer Energieverbrauch Priorität? Wichtiger denn je: Konzeption und Planung müssen Hand in Hand gehen. Nur ein gut konzeptioniertes, geplantes und in sich funktionierendes System kann eine betriebs-sichere Funkkommunikation sicherstellen.

Funkinventur

Als zweite Maßnahme gilt die Durchführung einer Funkinventur (Bild 3). Sowohl das Medium Funk als auch dessen Nutzung sind für das menschliche Auge nicht sichtbar. Um zu wissen, was auf dem eigenen Betriebsgelände „on Air“ ist, ist eine Funkinventur notwendig – vergleichbar mit der Inventur in einem Lager. Die Funkinventur zeigt den Istbestand und analysiert die aktuelle Spektrumnutzung.

Hierzu bietet sich entsprechende Messensorik an, die über einen gewissen Zeitraum – meist Wochen- oder Monatszyklus, um wiederkehrende Muster zu erkennen – kontinuierlich Messungen durchführt und aufzeichnet, um diese dann im Nachgang analysieren zu können.

Dadurch wird ersichtlich, was auf dem Gelände aktuell bereits tatsächlich funkkommunikativ geschieht. Entsprechende Aktionen bei Auffälligkeiten oder akuten Störungen können daraus abgeleitet werden, um ein „sauberes“ Spektrum vor dem Aufbau einer neuen 5G-Infrastruktur gewährleisten zu können. Störungen können dabei viele Facetten haben: Bewusst oder unbewusst, legal oder illegal, permanent oder temporär, regelmäßig oder zufällig, gefährlich oder unbedenklich.

Frequenznutzungsdatenbank

Eine Funkinventur ist zugleich die Basis der dritten Vorkehrung: die Einführung einer Frequenznutzungsdatenbank mit Koexistenzanalyse. Dieses Datenbanksystem ist die zentrale Stelle, in der alle funkrelevanten Daten und Informationen zusammengeführt und verwaltet werden. Wo sind Sender und Funksensoren angebracht und verbaut? Auf welcher Frequenz und mit welcher Leistung senden diese? Wer ist deren Verantwortlicher und Betreiber? Sind diese legal? Diese Datenbasis erlaubt in einem zweiten Schritt die Durchführung von Stör- und Koexistenzanalysen. Neue Systeme können dadurch vor Inbetriebnahme simuliert und auf ungewollte Wechselwirkungen mit bestehenden Funksystemen getestet werden, um damit vorausschauend Störungen vorbeugen zu können. Damit kann sichergestellt werden, dass alle Systeme nebeneinander funktionieren und es beim weiteren Ausbau nicht zu Störungen oder gar Ausfällen kommt.

Wie kann man sein Campus-netz nachhaltig schützen?

Nachdem 5G-Lizenzen erfolgreich beantragt wurden, sowohl ein eigenes Funknetz geplant als auch aufgebaut wurde und nun mit businesskritischen Anwendungen in Betrieb geht, stellt sich die Frage, wie die Funkinfrastruktur – welche fraglos ein elementarer Bestandteil des Betriebs ist – nachhaltig geschützt werden kann. Was kann getan werden, wenn im exklusiven Frequenzband plötzlich unbekannte Nutzer oder Störungen – sei es durch

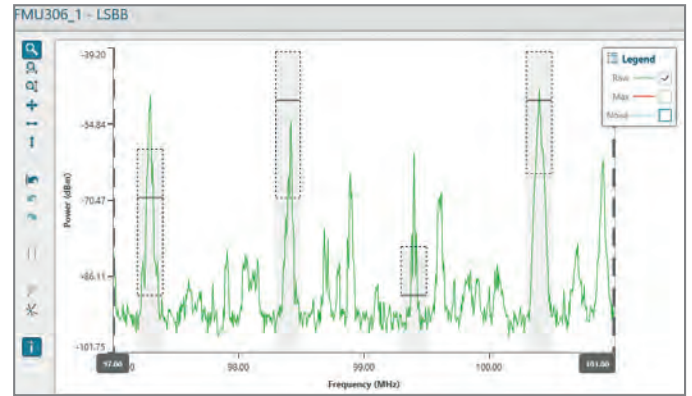
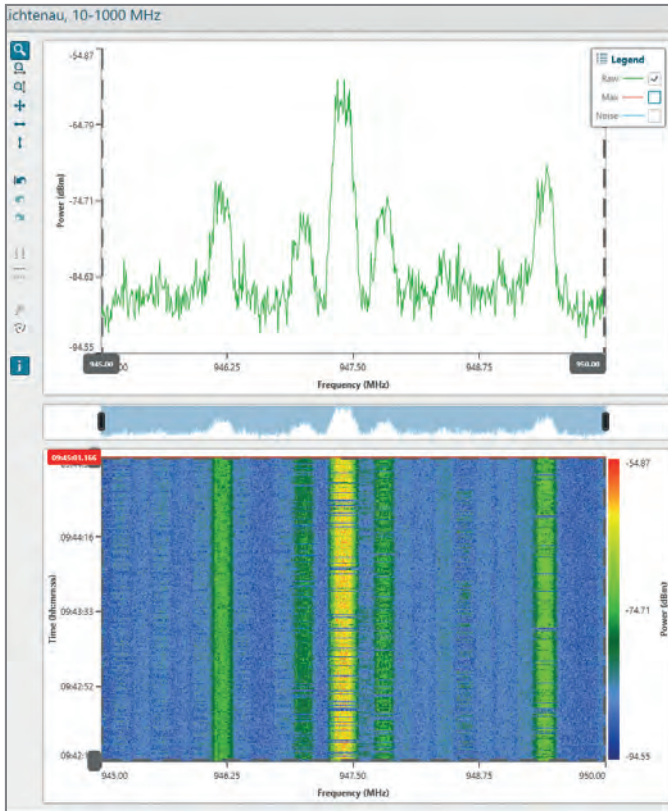


Bild 5: Automatische Alarmierung bei auftretenden Anomalien - live

Bild 4: Die Erkennung illegaler Frequenznutzung oder die Lokalisierung von Störungen ist nur durch eine detaillierte Bestandsaufnahme in Kombination mit regelmäßigen Messungen vor Ort möglich

illegale Nutzung, mutwillige Cyberattacken, defekte oder nicht zugelassene Geräte – auftreten? Diese vielleicht sogar derart massiv sind, dass sie zu einem Systemausfall führen? In den meisten Fällen wird man sich einen Produktionsausfall, bis der Funkmessdienst der Regulierungsbehörde sich der Sache annehmen kann, nicht leisten wollen und können. Was kann ein Unternehmen daher präventiv tun, um das Auftreten von Störungen und Ausfallzeiten möglichst gänzlich zu vermeiden oder zumindest frühzeitig zu erkennen, so dass Schäden weitestgehend vermieden werden können bzw. im Extremfall die Störung schnellstmöglich erkannt, lokalisiert und behoben werden kann?

Dafür sind zwei Werkzeuge für den vorbeugenden Funkschutz zu empfehlen:

Vorausschauendes Spektrummanagement

Zur Einführung von vorausschauendem Spektrummanagement auf dem Werksgelände gehört die Erstellung von internen Compliance-Regeln, die beispielsweise festlegen, welche Funkanlagen unter welchen Bedin-

gungen auf dem Firmengelände zugelassen werden und welche Anforderungen diese Geräte erfüllen müssen. Aber auch die Definition dienstspezifischer Zulassungsprozesse sowie deren Einführung und Überwachung sind zu veranlassen.

Letztlich empfiehlt sich die Nutzung einer Spektrumdatenbank zur Verwaltung der Senderanlagen, Funklizenzen, Zulassungsprozesse und Frequenznutzung. Durch präventives Spektrummanagement wird die Datenbasis aktuell gehalten, man behält Kontrolle über alle Funkangelegenheiten und schützt sich vor bösen Überraschungen.

Permanentes Spektrum-Monitoring

Die kontinuierliche Überwachung des relevanten Frequenzbereichs kann mithilfe einer entsprechenden Anzahl von Messsensoren – verteilt auf dem Betriebsgelände – und einer geeigneten Steuerungs- und Analysesoftware die Frequenznutzung in den relevanten Frequenzbändern permanent gemessen, gespeichert, kontrolliert und bei Anomalien alarmiert werden. Dies ist vergleichbar mit einer Rauchmeldeanlage, die schnell warnend alarmiert und dadurch großem Schaden zuvor-

kommt. Da die normale Nutzung und Frequenzbelegung bekannt sind, kann man Anomalien frühzeitig erkennen und diesen bereits vor maßgeblichen Störungen oder Ausfallzeiten entgegenwirken (Bilder 4 und 5). Solche Systeme lassen sich somit – wie Rauchmelder – als Frühwarnsystem einsetzen. Falls es doch zum Störfall kommt, hilft das System bei der Erkennung, Identifikation und Lokalisierung des Störers und trägt damit maßgeblich dazu bei, dass der Störfall schnell behoben werden kann.

Resümee

Getrieben durch die Digitalisierung und Industrie 4.0 gewinnen zuverlässige, hochverfügbare und sichere Funknetze enorm an Bedeutung. In Deutschland gibt es neben den 5G-Frequenzen für den nationalen Mobilfunk die Möglichkeit, Breitband für lokale Campusnetze zu beantragen. Dadurch können Unternehmen und Organisationen eigene 5G-Netze aufbauen und betreiben.

Um eine optimale, effiziente Nutzung der Frequenzen sicherzustellen, muss das eigene 5G-Netz von Beginn an professionell konzeptioniert und geplant werden. Maßnahmen wie die Einführung einer Frequenznutzungsdatenbank, die Durchführung einer Funkinventur und Koexistenzanalysen sind empfehlenswert, um eine betriebssichere Funkkommunikation gewährleisten zu können. Vorausschauendes Spektrummanagement und permanentes Spektrum-Monitoring als Frühwarnsystem sind die geeignete Versicherung für den vorbeugenden Funkschutz. (bk)