

5G FACTORY

WHITEPAPER

Impressum

Kontakt

Leistungszentrum Digitale Vernetzung
www.digitale-vernetzung.org

Autoren

Dipl.-Ing. Eckhard Hohwieler
Dr.-Ing. Joachim Giesekus
Dr.-Ing. Maik Hampicke
Dr.-Ing. Florian Schreiner
Dipl.-Ing. Claudio Geisert

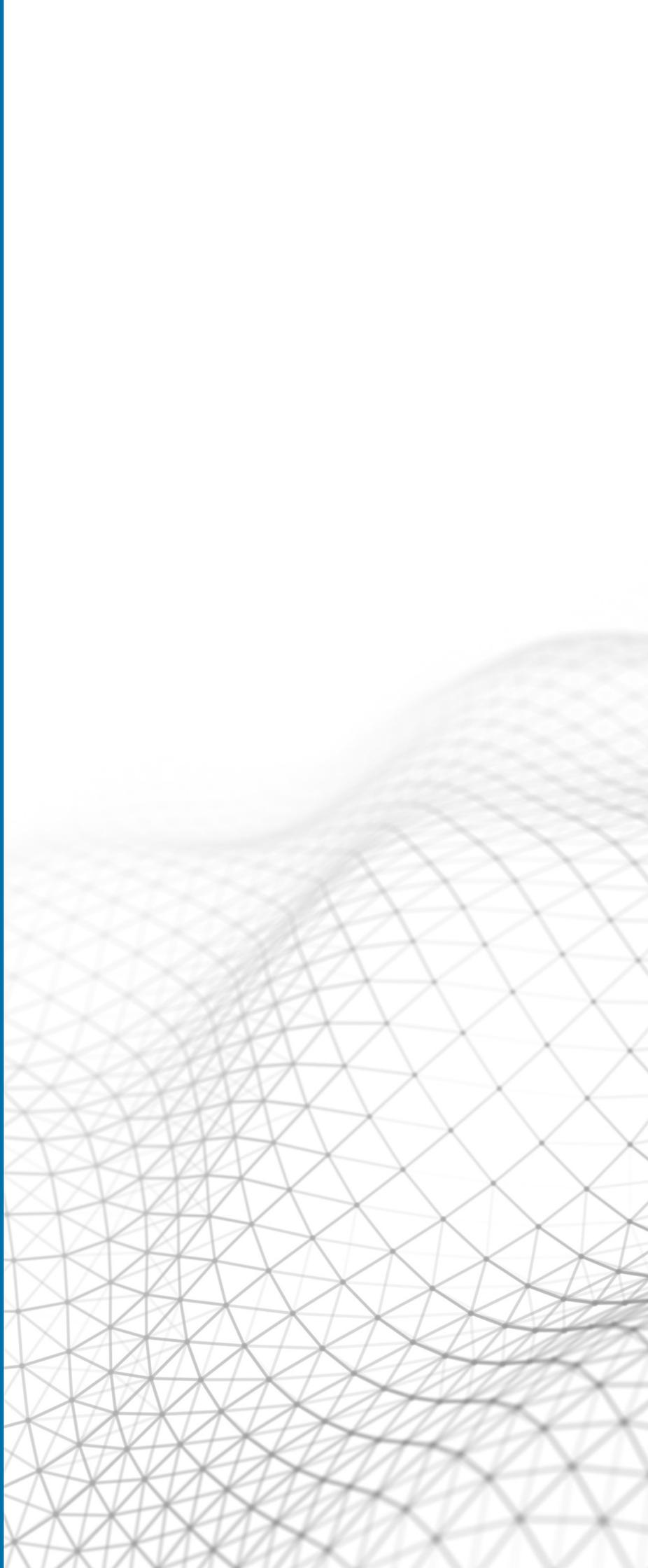
Redaktion

Jeannette Baumgarten M.A.

Bildquellen

Seite 6: © Bundesministerium für Wirtschaft
und Energie (BMWi)
Seite 8: © Fraunhofer IZM
Seite 9: © Fraunhofer FOCUS
Foto: © Oleksii/stock.adobe.com

© Fraunhofer-Gesellschaft e.V.,
Berlin, 2022



EINLEITUNG

Mit dem neuen Mobilfunkstandard 5G werden allgemein hohe Erwartungen verbunden. Eine größere Bandbreite wird noch höhere Übertragungsgeschwindigkeiten bieten, die um ein Vielfaches schneller als der bisherige LTE sein werden. 5G verspricht schnellere Reaktions- und kürzere Übertragungszeiten bei großen Datenpaketen, mobile Übertragungen in Echtzeit werden möglich.

Die in der neuen 5. Mobilfunkgeneration zusammengefassten Technologien beinhalten aber darüber hinaus neue Möglichkeiten, sie unterstützen die Digitalisierung vieler Lebensbereiche und auch viele neue Anwendungen in der Industrie. Mit 5G werden die Grundlagen für neue Mensch-Maschine-Schnittstellen wie zum Beispiel Augmented- und Virtual-Reality oder die robuste, ausfallsichere Kommunikation zur Vernetzung von Maschinen und intelligenten Geräten im Internet der Dinge (IoT) in der Industrie geschaffen. 5G nutzt vielen Branchen und soll dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschland zu sichern.

Im Berliner Leistungszentrum Digitale Vernetzung der Fraunhofer-Gesellschaft forschen vier Institute gemeinsam an der Entwicklung von zukünftigen Kommunikationstechnologien und deren Erprobung und Demonstration in unterschiedlichen Anwendungsfeldern. Mit diesem Whitepaper werden die unter dem neuen Mobilfunkstandard zusammengefassten grundsätzlichen Technologien, ihre Bedeutung und Vorteile für die Realisierung spezifisch angepasster Kommunikationslösungen für ausgewählte industrielle Anwendungen aufgezeigt.

DIGITALE VERNETZUNG 5G FACTORY BERLIN

Das Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« ist eine Kooperation der Fraunhofer-Institute am Standort Berlin mit den Forschungsschwerpunkten Internet of Things, Cyber Physical Systems, Industrie 4.0 und 5G-Technologien.

Mit Technologien und praxisnahen Lösungen unterstützen wir Unternehmen bei der digitalen Transformation.

DIGITALE VERNETZUNG IN DER PRODUKTION: 5G FACTORY

Dipl.-Ing. Eckhard Hohwieler, Fraunhofer IPK, Fraunhofer LZDV

Mit Industrie 4.0 ist das Bewusstsein in der gewerblichen Wirtschaft für die Möglichkeiten der digitalen Vernetzung für die Erhöhung der Flexibilität, Effektivität und der Sicherung kürzerer Reaktionszeiten in der Produktion und in weiteren Bereichen und Prozessen in Unternehmen gestiegen. Die Potenziale für die Zukunft liegen vor allem im Zusammenführen der Daten und Informationen über die gesamte Wertschöpfungskette und ihrer intensiveren Nutzung für Verbesserungen in den Prozessen entlang der Wertschöpfung.

Neue Möglichkeiten durch die digitale smarte Fabrik

Informationen werden zu jeder Zeit an jedem Ort verfügbar. Planungs-, Produktions- und Logistikprozesse müssen effizient miteinander verbunden werden. Unternehmen wollen die Daten nutzen, um aus Prozessen zu lernen und diese zu optimieren.

»Für Unternehmen besteht das Potenzial der Vernetzung in Industrie 4.0 in der digitalisierten smarten Fabrik und in der damit erreichbaren Flexibilität und Anpassungsfähigkeit ihrer Produktion.«

Für Unternehmen besteht das Potenzial der Vernetzung in Industrie 4.0 in der digitalisierten smarten Fabrik in der damit erreichbaren Flexibilität und Anpassungsfähigkeit ihrer Produktion. Die gleiche Anpassungsfähigkeit und Flexibilität wird aber auch von den einzusetzenden Systemkomponenten einer Lösung erwartet. Dies erfordert modulare, skalierbare, technische Lösungen.

Selbststeuerung, Selbstorganisation der Produktion, der vermehrte Einsatz mobiler Systeme, wie mobile Roboter, mobile Produktträger statt starrer Transportketten, stellen hohe Anforderungen an zukünftige Kommunikationslösungen in der Produktion. Bisherige Systeme wie WLAN können die Echtzeitanforderungen der Automatisierung und die sichere und robuste Kommunikation auch in rauer Produktionsumgebung nicht erfüllen.

Herausforderungen für die Produktion

Eine besondere Herausforderung an Kommunikationsarchitekturen und -lösungen stellen die unterschiedlichen Einsatzfelder und Anwendungen dar. Diese reichen von der Automatisierung von Anlagen und Prozessen, dem Monitoring für Predictive Maintenance, der Kommunikation innerhalb des Unternehmens, über die Verbindung unterschiedlicher Unternehmensbereiche und Standorte, der Verbindung von Komponenten und Produkten im Lebenszyklus mit ihrem Digitalen Zwilling, bis hin zur Transparenz in der Logistik, Lieferkette, Produktion und Auftragsabwicklung mit der Einbeziehung von Partnern und Dienstleistern.

Schnelle und prozessnahe Datenverarbeitung

Die Anwendungen für das Internet der Dinge, Intelligente Produkte, die smarte Fabrik, die Verbindung der realen mit der digitalen Welt unterscheiden sich dabei auch sehr hinsichtlich ihrer Anforderungen an Datenvolumen und Echtzeitfähigkeit. Hohes Datenaufkommen ist dabei nicht nur ein Problem der Übertragungsgeschwindigkeit wie in Assistenzsystemen mit Augmented Reality und Telepräsenz, sondern insbesondere deren schnellen, prozessnahen Verarbeitung mit Big Data und Data Analytics Methoden.

Investitionen in neue Technologien und Umstellung vorhandener Strukturen stellt Unternehmen vor große Herausforderungen. Neben der hohen Erwartung steht auch die Unsicherheit bezüglich der Integration in bestehende Infrastrukturen. Der Aufwand der Installation und Einführung wird für sie zum kritischen Faktor. Bei all diesen Aufgaben, Anforderungen und Anwendungen stellt sich für Unternehmen die Frage, inwieweit sie zukünftig eigene Infrastrukturen und Lösungen aufbauen oder sich mehr auf die Bereitstellung entsprechender Services von IT-Dienstleistern verlagern.

Technologieanforderungen an 5G in der Produktion

Infrastruktur	Welche Infrastruktur brauche ich für die Produktion?	1 Auswählen
Netzkomponenten	Was benötige ich für den Aufbau von Komponenten?	2 Konfigurieren
Plattformen	Wie werden Daten neu organisiert? Wie ist das Management zu organisieren?	3 Implementieren
Anwendungen	Wie steigert 5G meine Produktivität?	4 Profitieren

EFFIZIENT UND ROBUST: 5G-NETZINFRASTRUKTUR

Dr.-Ing. Joachim Gieseke, Fraunhofer HHI

Neben den öffentlichen Netzen, erlaubt die 5G-Technologie auch abgeschlossene private Netze, die als Campusnetze bezeichnet werden. 5G-Campusnetze sind für Anwendungen in verschiedenen Industriebereichen attraktiv. Dank der 5G-Technologie und der Verwendung dedizierter Frequenzen kann es die höchsten Anforderungen an die Dienstqualität hinsichtlich Latenz, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Kommunikationsnetze erfüllen. Deshalb gelten sie als wichtiger Wegbereiter für die Fabrik der Zukunft und sind derzeit. Im Gegensatz zu kabelgebundenen Vernetzungen ermöglichen mobile Funklösungen eine flexiblere und dynamischere Produktion. Somit bereitet die Mobilfunkkommunikation neue Wege, durch die gewonnene Flexibilität eine höhere Produktivität zu erreichen.

5G-Netze für spezifische Anforderungen der industrielle Kommunikation

5G steht nicht nur für eine innovative Funktechnologie, die ein erweitertes Frequenzspektrum bereitstellt. Gerade in Kombination mit neuen Technologien wie dem Internet der Dinge (IoT), der bedarfsgerechten und automatisierten Verteilung von IT-Ressourcen (Mobile Edge Cloud) und mit Künstlicher Intelligenz (KI) stellen 5G-Campusnetze neue Technologien und Dienste bereit, die in den heutigen WiFi- und verkabelten Netzen noch nicht realisierbar sind. 5G bietet herausragende Eigenschaften für 5G-Campusnetze im industriellen Einsatz und wird mit der zunehmenden Digitalisierung ein wichtiger Baustein für die erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0.

»5G bietet herausragende Eigenschaften für 5G-Campusnetze im industriellen Einsatz und wird mit der zunehmenden Digitalisierung ein wichtiger Baustein für die erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0.«

5G-Campusnetze bieten erhöhte Zuverlässigkeit, vorhersehbare Leistungsfähigkeit und integrierte Sicherheit für Anwendungen im industriellen Umfeld. Entscheidendes Merkmal ist eine durchgängige Funkabdeckung, und zwar ohne Unterbrechungen beim Funkzellenwechsel auch über große Standorte hinweg, sowohl im Innen- als auch im Außenbereich. 5G-Campusnetze bieten Funktionalitäten zur Unterstützung kritischer Anwendungen in der

Industrieproduktion, d.h. für Anwendungen mit hohen Anforderungen an Zuverlässigkeit und garantierte, kurze Reaktionszeiten (geringe Latenz). Dank drahtloser Anbindung können die Netze jederzeit flexibel an veränderte Produktionsbedingungen oder Herstellungs- bzw. Logistikprozesse angepasst werden.

Künftig werden immer mehr Produkte 5G-fähig sein und für bereits vorhandene Maschinen werden entsprechende Module zur Nachrüstung auf dem Markt erwartet.

5G-Campusnetze lassen sich in unterschiedlicher Integrations-tiefe in Bezug auf 5G-Mobilfunknetze der landesweiten («öffentlichen») Mobilfunkbetreiber (MNO) aufbauen. Neben vollständig isolierten Netzen («Eigenbetrieb») und rein auf öffentlichen Netzen basierenden virtuellen Netzen können auch verschiedenste Zwischenformen umgesetzt werden. Drei Integrationstiefen beschreiben daher die wesentlichsten Varianten von 5G-Campusnetzen: Die isolierten Netze («Eigenbetrieb»), die Hybridnetze (Teile mit einem MNO-Netz verknüpft, teilweise Eigenbetrieb) und die virtuell eigenen Netze.

Eine wichtige Neuerung von 5G-Netzen ist die Möglichkeit der Bereitstellung lokaler bzw. netznaher Berechnungskapazitäten mittels Mobile Edge Clouds (MEC), einer lokalen Cloud-Infrastruktur im Netz, um Anwendungen eine Datenverarbeitung ohne lange Paketlaufzeiten zu ermöglichen.

Allgemein wird erwartet, dass KI im Kontext von 5G-Campusnetzen mehr und mehr an Bedeutung gewinnt und zu einem integralen Bestandteil dieser Netze wird. KI wird notwendig, um die Komplexität großer Produktionsanlagen leichter beherrschbar zu machen.

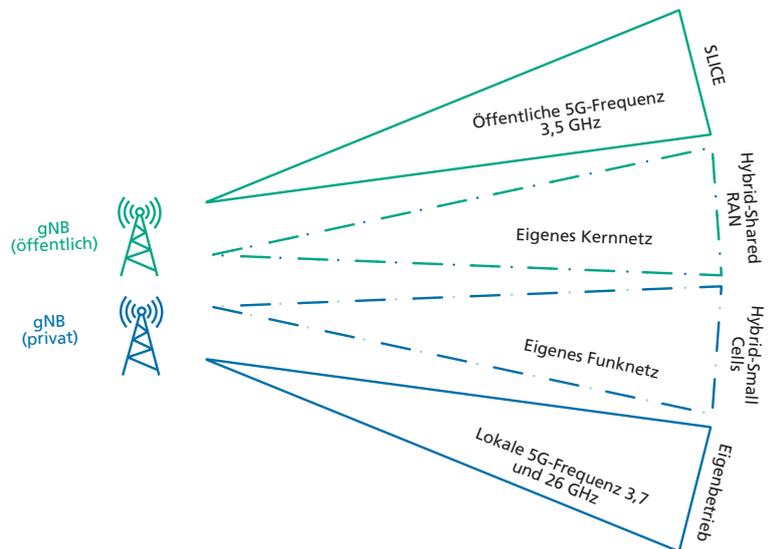


Abb. 1: Funkspektren und Betreibermodelle für 5G-Campusnetze

<p>Handlungsempfehlung: Infrastruktur</p>	<p>1 Auswählen</p>
<ul style="list-style-type: none"> • LTE System mit 5G Radio Teil bei Vergrößerung der Bandbreite • Mietung eines Slice beim öffentlichen Netzbetreiber oder Kaufen eines eigenen Netzes beim Telekomanbieter • Pay per use • Bauen eines rein privaten Netzes oder eines hybriden Netzes mit öffentlichem Zugang • Beschaffung des Netzes als geschlossenes System aus einer Hand oder als Open Source zum Beispiel mit Schnittstellen der Open Ran Alliance 	

MODULAR UND SKALIERBAR: 5G-NETZKOMPONENTEN

Dr.-Ing. Maik Hampicke, Fraunhofer IZM

5G-Netzkomponenten

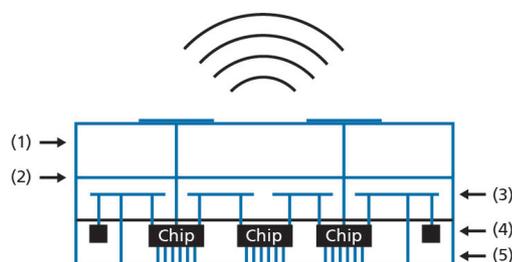
Ein 5G-Mobilfunknetz besteht aus drei grundlegenden Segmenten: dem Kernnetz (Core Network), dem Funkzugangsnetz mit Antennen (Radio Access Network / RAN) und den Endgeräten. Hierbei lässt sich das Funkzugangsnetz wiederum unterteilen in Basisstationen und die dazugehörigen Antennen. Viel stärker als bisherige Netze wird die zukünftige 5G-Netzarchitektur einen Baukastencharakter mit unterschiedlichen Hardware- und Software-Konstellationen haben. Diese erlaubt es, Netzinfrastrukturen flexibel aufzubauen, dezentral und modular zu betreiben und über Software für unterschiedlichste Einsatzszenarien zu konfigurieren. Die Grundlage der 5G-Netze basiert auf teilweise völlig neuen Lösungsansätzen. Hierzu zählen unter anderem die Einführung:

- der sog. »Small Cells« (sehr viele kleine Sendestationen mit niedriger Sendeleistung),
- von Basisstationen mit mehreren Antennenelementen (Massive MIMO),
- von Beamforming-Technologie (sog. Strahlformung) zur Ausrichtung der Abstrahlung direkt auf die Endgeräte.

Modulare und skalierbare Komponenten

Die Erweiterung des 5G-Netzausbaus von < 6 GHz (Campusnetze) bis zu 26 GHz (mmWellen-Bereich) macht eine komplette Neuentwicklung der gesamten Hardware bei 26 GHz nötig. Die Entwicklung wird hierbei vor allem durch folgende Anforderungen getrieben:

- niedrige Herstellungskosten
- Funktionalität/Performance
- hohe Zuverlässigkeit
- weitere Miniaturisierung der Komponenten



Zur Vermeidung stetiger Hardwareneuentwicklungen der Komponenten bei veränderten Netzanforderungen werden skalierbare 5G-Plattformen bzw. Antenna-in-Packaging-Plattformen (AiP) entwickelt. Auf diese Weise wird eine hohe Flexibilität beim Netzaufbau sichergestellt (vgl. Abb. 2).

Eine weitere Schlüsselanforderung ist die Skalierbarkeit, die insbesondere für den Aufbau von großen Antennenarrays von Bedeutung ist. Dies wird erreicht, indem zunächst grundlegende Antennenelemente entwickelt werden und diese dann in laterale Dimensionen angeordnet, so dass je nach Anforderungen neue Systeme erzeugt werden, die wiederum eine Vielzahl an Szenarien abdecken (vgl. Abb. 3).

Während in den Frequenzbereichen bis 6 GHz die Komponenten für den Aufbau von 5G-Campusnetzen zur Verfügung stehen, sind bei Komponenten in den höheren Frequenzbereichen (26 GHz) noch zahlreiche technische Problemstellungen zu lösen.

Ein Massive MIMO Ansatz (Multiple-Input, Multiple-Output) stellt die Weiterentwicklung der Mehr-Antennen-Technik dar, bei der die Anzahl der Antennenfelder signifikant bis auf mehrere hundert erweitert wird und damit bei einer festgelegten Bandbreite eine erheblich höhere Netzwerkkapazität und damit eine höhere Datenrate ermöglicht wird. Auf diese Weise können mehrere Endgeräte in einer Zelle gleichzeitig mit hohen Datenraten versorgt werden.

5G-Testverfahren und Testumgebungen

Für die Komponenten in den Frequenzbereichen um 26 GHz sind zusätzliche Testverfahren zur Erhöhung der Zuverlässigkeit zu entwickeln. Im Vordergrund stehen dabei Alterungstests in

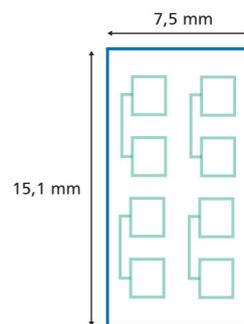


Abb. 2 (S.12): Beispiel einer Antenna-in-Package-Plattform für mm-Wellen 5G:

(1) Antennenregion, (2) Abschirmung, (3) Umverdrahtungslagen, (4) Komponentenlage, (5) Lage für das thermische Management

Abb. 3: Antennenarray eines 5G mmWellen Moduls

Hinblick auf funktionale Eigenschaften der 5G-Komponenten. Aufgrund der hohen Frequenzen wird es auch eine stärkere Wechselwirkung zur Aufbau- und Verbindungstechnik und den Umweltlasten geben. Zudem spielt die Materialkomponente in den Frequenzbereichen eine weitaus größere Rolle als bei niedrigeren Frequenzen, weshalb sich auch Effekte in der Materialalterung stärker auf die Funktionalität auswirken.

Handlungsempfehlung: Netzkomponenten

2 Konfigurieren

- sog. skalierbarer Systemintegrations-Plattformen ermöglichen der 5G-Hardware sich an die jeweilige Anwendung und die Umgebungsbedingungen anzupassen und damit individualisierte 5G-Netze aufzubauen
- 5G-Komponenten müssen in Anwendungsbereichen wie Smart-City oder in der Produktion sehr harschen Umgebungsbedingungen standhalten und wartungsarm und damit wesentlich robuster sein.
- Eine einfache Konfigurierbarkeit der Komponenten, um die deutlich komplexeren 5G-Netze an die Gegebenheiten unterschiedlicher Infrastrukturen anzupassen.
- Durch die Erhöhung der Antennendichte, müssen sehr viel stärker auch die Energieeffizienz und die Herstellungskosten berücksichtigt werden

SICHER VERNETZT: EDGE CLOUD

Dr.-Ing. Florian Schreiner, Fraunhofer FOKUS

Campusnetze können sehr flexibel aufgebaut werden, jedoch muss bei der Integration genau betrachtet werden, welche Anforderungen die Dienste haben. Anwendungen in der Produktion stellen hohe Anforderungen an die Dienste im 5G-Netz.

Industrielle Produktion erfordert höchste Leistungsfähigkeit an 5G-Netze

Während sich Endnutzer bei Nutzung von öffentlichen 5G-Netzen und öffentlichen, Cloud-basierten Diensten weitaus weniger Gedanken bzgl. Integration in IT- und IoT-Infrastrukturen und Plattformen machen müssen, stellt der Aufbau einer privaten 5G-Infrastruktur und deren Integration in lokale und ggf. öffentliche IT- und IoT-Infrastrukturen und Plattformen oftmals eine Herausforderung dar. In vielen Fällen befriedigen extern genutzte, Cloud-basierte IT-/IoT-Plattformen und Dienste jedoch nicht die Anforderungen an Latenzen, Bandbreiten, Verfügbarkeit, Sicherheit und Datenschutz.

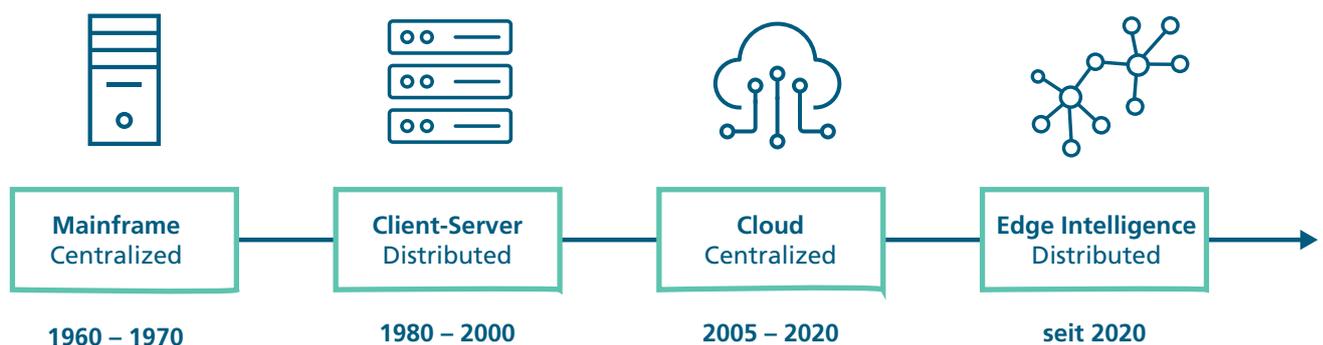


Abb. 4: Entwicklungsstufen von IT- und IoT-Infrastrukturen und Plattformen

Anwendungen in der Produktion erfordern spezielle hochperformante Infrastruktur

Die Integration von privaten und lokalen Edge Clouds in die 5G-Campusnetz-Infrastruktur birgt in vielen Fällen signifikante Vorteile gegenüber der Nutzung öffentlicher Cloud-Infrastrukturen. Insbesondere können extrem niedrige Reaktionszeiten mittels lokaler Edge Clouds realisiert werden, was für viele missionskritische Dienste, insbesondere in der Produktion von entscheidender Bedeutung ist. Darüber hinaus kann mittels lokaler Edge Clouds ein Datenschutzlevel gewährleistet werden, welches von externen Cloud-Infrastrukturen nicht erreicht werden kann.

Während ERP- und MES-Dienste sowohl auf externen Cloud-Infrastrukturen, als auch auf Edge Clouds betrieben werden können, erlauben Edge Clouds den speziellen Betrieb von Echtzeitdiensten (z. B. virtuellen Steuerungen) mittels Integration in industrielle Echtzeitnetze.

Die auf lokalen Edge Clouds betriebenen IoT-Dienste lassen auf der einen Seite die echtzeitnahe Aggregation verteilter (Sensor-)daten zu, auf der anderen Seite können Maschinen, Roboter und fahrerlose Transportsystem aus der Edge Cloud in Echtzeit überwacht, gesteuert und navigiert werden.

Darüber hinaus erlauben Edge-Cloud-basierte KI-Systeme und -Dienste eine echtzeitnahe Datenanalyse, welche insbesondere in Kombination mit echtzeitnaher Videoanalyse vollkommen neue Möglichkeiten, wie etwa für den Anlagen- und Personenschutz, für die Qualitätssicherung und für den Abgleich und Interaktion mit digitalen Zwillingen im Feld, eröffnen.

Handlungsempfehlung: Plattformen

3 Implementieren

- Wichtige Kommunikationsinfrastruktur für die zukünftige Produktion
- 5G und Edge Computing ermöglichen neue Einsatzgebiete
- Der Aufbau von 5G-Campusnetzen kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Mittels Nutzung von Edge Clouds können Echtzeitdienste durch Edge-Intelligence für flexible Produktion und sichere Mensch-Technik-Kooperation betrieben und hoher Datenschutz gewährleistet werden.

MEHRWERT: 5G-ANWENDUNGEN

Dipl.-Ing. Claudio Geisert, Fraunhofer IPK

Die umfassende Vernetzung von Menschen, Objekten und Prozessen spielt in der heutigen Produktion eine zunehmend wichtigere Rolle. Sie ist die Voraussetzung dafür, dass in einer verteilten Produktion die richtige Information zum richtigen Zeitpunkt beim richtigen Adressaten zur Verfügung steht und Produktions- und Service-Prozesse sowohl effektiv als auch effizient durchgeführt werden können. Nachfolgend werden Beispiele für 5G-Anwendungen im industriellen Kontext erläutert.

Kontextsensitive Assistenz

Die Komplexität moderner Produktionsanlagen nimmt stetig zu. Damit steigen aber auch die Anforderungen an die Fähigkeiten von Service-Technikern. Insbesondere in der Diagnosephase vor Ort benötigen diese zahlreiche Informationen und häufig auch zielgerichtete Unterstützung. Augmented Reality, also die digitale Informationsanreicherung der Realität, ist ein aktueller Lösungsansatz, der es Service-Technikern unter anderem ermöglicht, über ein in der Cloud hinterlegtes und der realen Szene überlagertes Datenmodell Einblicke in die Produktionsanlage und zusätzliche Informationen zu erhalten. Mit 5G kann all dies in Echtzeit erfolgen, trotz großer Datenmengen und Zusatzinformationen aus vernetzten Sensorknoten. So kann beispielsweise der virtuelle Blick in ein schadhaftes Getriebe, angereichert mit Temperatur- und Schwingungsdaten helfen, Schadensort und -art exakt zu identifizieren und den Techniker bei der Schadensbehebung kontextsensitiv anleiten.

Mensch-Roboter-Kollaboration

Mensch und Roboter haben unterschiedliche Fähigkeiten, welche in der industriellen Produktion häufig erst dann gewinnbringend zum Tragen kommen können, wenn beide im selben Arbeitsraum miteinander interagieren. Dies ist zum Beispiel bei Montageaufgaben der Fall. Hier führen die Kraft und Ausdauer des Roboters gepaart mit der Geschicklichkeit und Kreativität des Menschen zu Synergieeffekten. 5G ermöglicht ein solches Szenario durch die Gewährleistung der Sicherheit des Menschen mittels Echtzeitüberwachung des Arbeitsraums und des Prozesses.

Selbstorganisierende Produktion

Die moderne Produktion findet heute immer mehr in sogenannten soziotechnischen Ökosystemen statt, in denen der Mensch und Technologien strukturiert miteinander vernetzt sind – und das über Firmengrenzen hinaus. Die Unternehmen kooperieren in weltweit verteilten Zuliefernetzen, was Termintreue aufgrund vielfältiger Ursachen zu einer großen Herausforderung macht.

Dazu kommt der Trend zu individualisierten Produkten und der Aufhebung starr verketteter Fertigungslinien. Neben autonom agierenden Transportsystemen, werden zunehmend auch die Produktionsanlagen selbst mobil. In einer solchen, sich ständig neu organisierenden Produktion müssen alle beteiligten Menschen, Objekte und Prozesse miteinander vernetzt sein. Sie benötigen Informationen zu ihrem und dem Status der anderen, um einen möglichst optimalen Produktionsablauf gewährleisten zu können. 5G gewährleistet die Kommunikation zwischen der enormen Vielzahl smarter Systeme in Echtzeit, wodurch eine selbstorganisierte Produktion überhaupt erst möglich wird.

Entwicklung der nächsten Mobilfunkgeneration 6G

Seit 2017 laufen bereits weltweit Vorlauforschungen für die nachfolgende Mobilfunkgeneration 6G, die im Jahr 2030 eingeführt werden soll.

Erwartungen an die weiterentwickelten und noch leistungsfähigeren Netzwerke gehen von einer gesteigerten Übertragungsgeschwindigkeit bis ca. 1 Tbit/s zum Echtzeitdatentransfer bei

höchsten Zuverlässigkeiten für das Internet of Everything (IoE) aus. Hierfür sind für die Mobilkommunikation neue Hardwareentwicklungen für > 100 GHz und Datenübertragungen im THz-Bereich notwendig. Bisher wurden solche hohen Frequenzen nicht für die Mobilkommunikation verwendet.

Wichtige Anwendungsszenarien finden sich u.a. im Echtzeittransfer von immensen Datenmengen wieder, wie etwa dem parallelen Streaming von unkomprimiertem Videomaterial. Anwendungsbereiche werden unter anderem im echten autonomen Fahren oder der Tele-Chirurgie in der Medizin gesehen.

5G sub 6 GHz ist in Teilbereichen bereits heute nutzbar. Ab 2023 werden 5G-Netze dann in Frequenzbereiche von 26 GHz (sog. mm-Wellenspektrum) vorstoßen, wofür derzeit Komponenten und Infrastruktur entwickelt werden, um die volle Funktionalität von 5G mmWellen entfalten zu können. Damit werden voraussichtlich Latenzen von 1 ms und Datenraten von bis zu 20 Gbit/s ermöglicht, eine Leistungsfähigkeit, die bisher nur mit kabelgebundenen Systemen möglich war.

Anwendungen – Handlungsempfehlung

4 Profitieren

- Effektive und effiziente Störungsbehebung Dank aggregierter Echtzeitdaten und Einblicke in nicht zugängliche Anlagenbereiche
- Gefahrlose Mensch-Roboter-Kollaboration ohne aufwändige und behindernde Sicherheitstechnik
- Flexible und störungsarme Produktion auch bei kleinen Losgrößen

Kontakt

Leistungszentrum Digitale Vernetzung

info@digitale-vernetzung.org

www.digitale-vernetzung.org