

**O<sub>2</sub> Business**  
can do



# 5G-Campusnetze für Unternehmen

Professionelle Mobilfunknetze zur Automatisierung  
und Digitalisierung als Schlüsseltechnologie

# Inhalt

<b>1. Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2. Campusnetze auf 5G-Mobilfunkbasis</b>	<b>3</b>
<b>3. Architekturmodelle für 5G-Campusnetze</b>	<b>4</b>
Architekturmodell isoliert	4
Architekturmodell virtuell (Slicing)	5
Kombination von Architekturmodellen für 5G-Campusnetze mit dem öffentlichen Mobilfunknetz	6
Architekturmodell lokal	6
Architekturmodell zentralisiert	7
Architekturmodell hybrid	8
<b>4. Anwendungsbeispiele für 5G-Campusnetze</b>	<b>9</b>
Beispiel 5G-Campusnetz isoliert	9
Anwendungsfall Ergänzung oder Ersatz von WLAN	9
Vernetzung auf großer Fläche und Sicherheit für medizinische Anwendungen	10
Remote-Support in Echtzeit	10
Zeitsynchrone Koordination von bewegten Objekten	11
Fernsteuerung von Fahrzeugen	11
Beispiel Architekturmodell virtuell (Slicing)	12
6G Health Institute	12
Beispiel Architekturmodell zentralisiert	12
Objekterkennung in Echtzeit – auch mit Netzwerkkern in der Cloud	12
<b>5. Angebot O<sub>2</sub> Business</b>	<b>13</b>

# 1. Einleitung

Die Digitalisierung zählt zu den größten Herausforderungen, die Unternehmen aller Branchen derzeit bewältigen müssen. Die Industrie macht damit den entscheidenden Schritt zur Industrie 4.0. Es geht dabei nicht nur um Technik, sondern um nahezu alle Arbeitsabläufe, um die Organisation von Unternehmen, auch um Geschäftsmodelle. Digitalisierung ist dabei kein Selbstzweck. Vielmehr soll sie Geschäftsprozesse beschleunigen, Wissen einfach und gezielt zur Verfügung stellen, Mitarbeitende entlasten, mehr Flexibilität und Geschwindigkeit ermöglichen, neue unternehmerische Perspektiven eröffnen. Das kann die Digitalisierung jedoch nur leisten, wenn sie mit der richtigen Vernetzung einhergeht: Erst im Zusammenspiel von Menschen und Geräten, von Sensoren, Aktoren und Maschinen, oft auch von Robotern und autonomen Fahrzeugen entstehen die Vorteile der Digitalisierung. Daten müssen verfügbar sein und zusammengeführt werden, damit sie ausgewertet und genutzt werden können für effizienteres Arbeiten, für neue Erkenntnisse und resilientere Unternehmensführung. Selbstverständlich unter sorgfältiger Berücksichtigung von Datenschutz und Mitarbeitendeninteressen.

Das Thema der Vernetzung in Unternehmen ist nicht neu. Es zählt heute zu den wichtigen Aspekten der Infrastrukturplanung jedes Gebäudes. Doch die bisher üblichen Vernetzungstechnologien stoßen in vielen Bereichen an ihre Grenzen: Das klassische Ethernet per Netzkabel ist unflexibel, das WLAN wird immer stärker durch die massiv gestiegene Anzahl von Endgeräten und deren erhöhten Datentransfer beansprucht und ermöglicht auch in den kommenden Varianten keine ausreichende Zuverlässigkeit und Sicherheit für prozess-, zeit- und sicherheitskritische Anwendungen.

Unternehmen und Mitarbeitende nutzen wie selbstverständlich und täglich Mobilfunk für die Vernetzung. Ob im Büro, auf dem Werksgelände, im Homeoffice oder unterwegs – per Mobilfunk kann gerade mit den modernen Standards 4G und 5G schnell und flexibel die erforderliche Datenverbindung hergestellt werden.

Doch die Vernetzung in einem Unternehmen bedarf einer ganzheitlichen Netzwerklösung für alle Bereiche.

Hierfür gibt es heutzutage professionelle Lösungen, die Mobilfunk und Unternehmensnetz zusammenbringen und Unternehmen höchst zuverlässig und sicher, schnell und flexibel vernetzen, zum Beispiel ein 5G-Campusnetz. Hierbei kommt der aktuelle Mobilfunkstandard 5G zum Einsatz, der hohe Datenraten und geringe Latenz ermöglicht, der höchste Sicherheitsanforderungen erfüllt, eine gute Ausbreitung auch bei schwierigen baulichen Verhältnissen zulässt und als geschlossene Campuslösung genau an die Anforderungen des Unternehmens angepasst und implementiert werden kann.

In vielen bestehenden und zukünftigen Anwendungsfällen bieten gerade 5G-Campusnetze die bestmögliche Vernetzung. Wenn es beispielsweise darum geht, autonom fahrende Transportsysteme oder selbststeuernde Drohnen zu koordinieren, müssen große Datenmengen in Echtzeit fließen. Oder wenn größere Gelände wie ein Logistikstandort mit Lager und Verladung erschlossen werden sollen, schafft ein 5G-Campusnetz eine gute und vor allem sehr zuverlässige Vernetzung über die Fläche. Besonders bei datenintensiven Anwendungen wie Fernsteuerung in Echtzeit oder Anwendungen von Augmented Reality kann ein 5G-Campusnetz die erforderliche Datenbandbreite dediziert zur Verfügung stellen.

Dieses Whitepaper stellt die wichtigsten Architekturmodelle für 5G-Campusnetze vor, erläutert die Unterschiede, bietet Argumente für die eine oder andere Lösung und zeigt Anwendungsbeispiele auf, in denen sie ihre besonderen Vorteile ausspielen.

## 2. Campusnetze auf 5G-Mobilfunkbasis

Ein Campusnetz ist ein Kommunikationsnetzwerk, das in einem räumlich begrenzten Bereich IT- und Kommunikationsgeräte miteinander verbindet, unabhängig von der Vernetzungstechnologie. So kann man das klassische LAN in einem Unternehmen bereits als Campusnetz verstehen, selbstverständlich auch ein firmeninternes WLAN. Dazu vergleichsweise neu ist die Möglichkeit, per Mobilfunk Campusnetze zu realisieren. Mit der 4G-Netzwerktechnologie wird dies bereits realisiert. Und mit dem 5G-Mobilfunkstandard als Nachfolger hat diese Möglichkeit einen wesentlichen technologischen Schub bekommen. Zum einen können Mobilfunkanbieter in ihren Netzen räumlich begrenzte Bereiche als virtuelle eigenständige Netze definieren, in denen sie über die entsprechenden Antennen ihre Services speziell für die dortigen Nutzenden anbieten. Zum anderen gibt es Frequenzbänder, die beispielsweise in Deutschland bei der Frequenzvergabe für 5G durch die Bundesnetzagentur für Unternehmensnetzwerke auf ihrem Betriebsgelände, sprich Campus, vorgesehen sind. Und nicht zuletzt wurde 5G zwar nicht nur, aber auch speziell mit Fokus auf diese Industrieanforderungen entwickelt.

**Verglichen mit anderen Vernetzungstechnologien bietet ein Campusnetz auf Mobilfunkbasis, insbesondere nach dem neuen 5G-Standard, klare Vorteile:**

- erhöhte Zuverlässigkeit durch Netzressourcen-Management auf Einzelverbindungs-Ebene
- vorhersehbare Leistungsfähigkeit durch Konfigurierbarkeit der Prioritäten
- integrierte Sicherheit durch ein geschlossenes privates Netz
- durchgängige Funkabdeckung bei Funkzellenwechsel (Handover)
- verbesserte Gebäudedurchdringung bei vergleichbarer Frequenz
- hohe Datengeschwindigkeit (perspektivisch bis 20 Gbit/s)
- geringe Latenz (je nach Umsetzung bis hinunter zu 1 Millisekunde) für Echtzeitanwendungen
- größere Energieeffizienz gegenüber dem bestehenden Mobilfunknetz
- große Nutzer- und Geräteanzahl pro Funkzelle (Massive IoT mit bis zu 1 Millionen Geräten pro Quadratkilometer)

Mobilfunkstandards sind von Anfang an auf einen professionellen Betrieb ausgelegt, vom Konzept über Hard- und Software bis hin zu Administration und Services. In der Folge bieten Mobilfunknetze hohe Zuverlässigkeit und große Ausfallsicherheit.

**Ein 5G-Campusnetz bringt zusätzliche Vorteile:**

- hohe Sicherheit für Datenverkehr im eigenen Campusnetz ohne komplexe Kompensationsprozesse
- individuelle Anpassbarkeit der Leistungsdaten (zum Beispiel Datengeschwindigkeit, Latenz, Priorisierung von Anwendungen)
- 5G-Vorteile auf dem eigenen Campus voll ausreizbar
- optional einfacher Übergang ins öffentliche Mobilfunknetz

# 3. Architekturmodelle für 5G-Campusnetze

Es wird zwischen zwei wesentlichen Architekturmodellen für 5G-Campusnetze unterschieden, und zwar zwischen einem isolierten, dedizierten 5G-Campusnetz, das mit eigener Hard- und Software inklusive Antennen und Netzwerkkern betrieben wird, und einem virtuellen 5G-Campusnetz, das über Netzwerkbereiche im öffentlichen Mobilfunknetz über sogenanntes Slicing bereitgestellt wird. Darüber hinaus können beide Architekturen in verschiedenen Varianten miteinander kombiniert werden.

## Architekturmodell isoliert



Beim Architekturmodell „Isoliert“ handelt es sich um ein 5G-Campusnetz, das ohne Verbindung zu einem öffentlichen Mobilfunknetz ausschließlich mit eigener Hard- und Software betrieben wird. Es umfasst den eigenen Netzwerkkern (Network Core) plus eigenem Funknetz (RAN, Radio Access Network) inklusive Antennen und Verkabelung und nutzt einen eigenen Frequenzbereich. Für die gesicherte Kommunikation werden dedizierte SIM-Karten für das eigene Netz eingesetzt. Ein isoliertes 5G-Campusnetz kann grundsätzlich von einem Unternehmen selbst betrieben werden, aber auch der Betrieb durch einen Mobilfunkanbieter ist möglich.

### Die wichtigsten Charakteristika für ein isoliertes 5G-Campusnetz

- Vollständig isolierter Betrieb vom öffentlichen Mobilfunknetz nicht zugänglich
- Selbstständigkeit ähnlich anderen Netzwerken, die Unternehmen für sich betreiben
- Dedizierte Hard- und Software vor Ort zur eigenen Verfügung
- Volle Kontrolle der Daten im Unternehmen

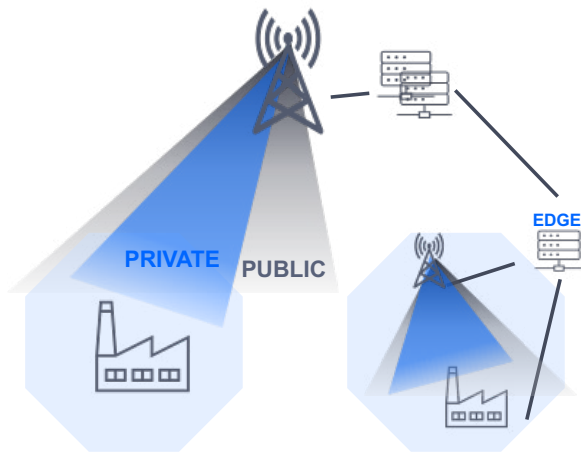
### Vorteile eines isolierten 5G-Campusnetzes

- Maximale Flexibilität in der Anpassung des Netzes an die Anforderungen des Unternehmens (Datengeschwindigkeit, Latenz, Priorisierung)
- Daten verlassen das Unternehmen nicht.

### Herausforderungen eines isolierten 5G-Campusnetzes

- Höherer Planungs- und Installationsaufwand mit entsprechenden Kosten
- Bei Selbstbetrieb im Unternehmen hoher eigener Administrationsaufwand
- Hohe Kompetenz in Netzwerkbetrieb und -administration erforderlich

## Architekturmodell virtuell (Slicing)



Beim „Slicing“ wird innerhalb des öffentlichen 5G-Mobilfunknetzes ein eigener Bereich für ein virtuelles 5G-Campusnetz bereitgestellt. Er funktioniert wie ein eigenes virtuelles Netzwerk innerhalb des öffentlichen Mobilfunknetzes, nutzt dessen Hard- und Software, steht aber in seiner Leistungsfähigkeit ausschließlich für das 5G-Campusnetz bereit. Der Betrieb erfolgt durch einen Mobilfunkprovider, der den entsprechenden Bereich sowohl performance- als auch sicherheitstechnisch in seinem Netz einrichtet. O<sub>2</sub> Business setzt hier bereits auf den echten, zukunftssicheren Stand-alone-5G-Slicing-Standard.

### Die wichtigsten Charakteristika für ein 5G-Campusnetz per Slicing

- Eigener privater Netzwerkbereich innerhalb des öffentlichen 5G-Mobilfunknetzes
- Nutzungsmöglichkeit wie ein eigenes virtuelles Netzwerk innerhalb des zugewiesenen Bereichs und innerhalb der zugesicherten Kapazität

### Vorteile eines virtuellen 5G-Campusnetzes

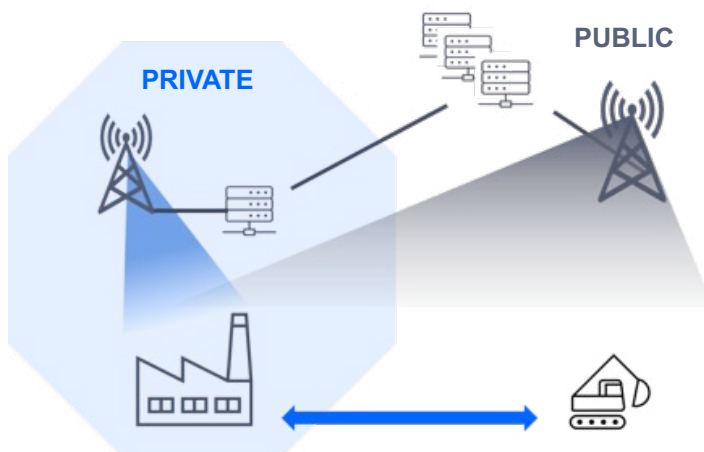
- Keine Investition in eigene Hard- und Software für das Netzwerk, da Betrieb vollständig durch Mobilfunkprovider durchgeführt wird
- Schnelle Einrichtung ohne eigenen Installationsaufwand
- Geringer eigener Aufwand für Betrieb und Administration

### Herausforderungen eines virtuellen 5G-Campusnetzes

- Parallelbetrieb zum öffentlichen Mobilfunk, sodass ausreichend 5G-Leistungsfähigkeit für die öffentlichen Mobilfunkkund:innen bleiben muss und die für ein privates Netz verfügbare Kapazität (ohne optionalen Ausbau) begrenzt ist
- Einschränkung in der Anpassung von Services für eigene Anwendungen, zum Beispiel ist eine extrem kurze Latenz nur mit optionalem Edge Computing möglich

# Kombination von Architekturmodellen für 5G-Campusnetze mit dem öffentlichen Mobilfunknetz

## Architekturmodell lokal



Ein isoliertes 5G-Campusnetz kann mit dem öffentlichen 5G-Mobilfunk kombiniert werden. Dabei funktionieren Geräte mit ihren SIM-Karten sowohl im privaten wie auch im öffentlichen Mobilfunknetz.

### Die wichtigsten Charakteristika für ein 5G-Campusnetz lokal

- Eigener Betrieb des Campusnetzwerks, kombiniert mit Zugang zum öffentlichen Mobilfunknetz
- SIM-Karten ermöglichen Netzverbindung innerhalb des eigenen isolierten Campusnetzwerks und des öffentlichen Mobilfunknetzes

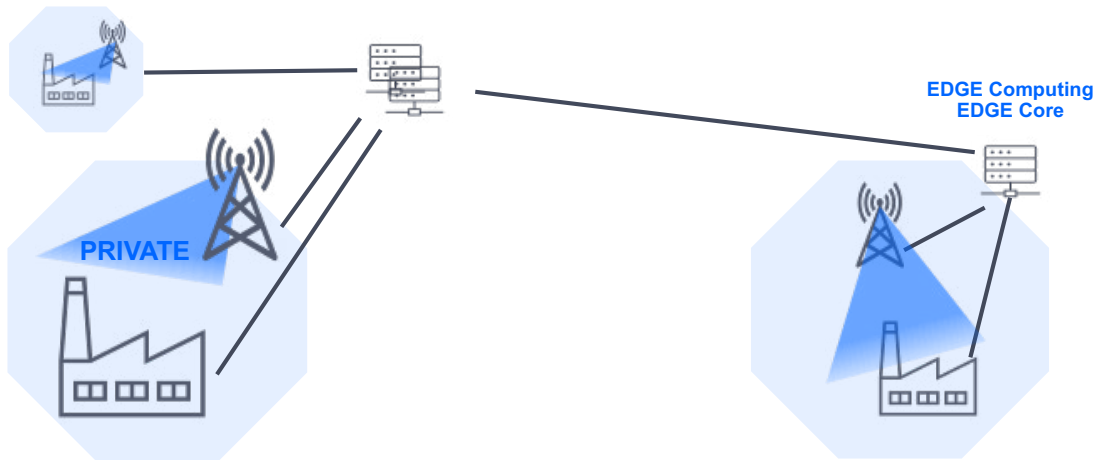
### Vorteile eines 5G-Campusnetzes lokal

- Einfacher Übergang vom eigenen Campusnetz in das öffentliche Mobilfunknetz für mobile Anwendungen
- Erweiterung der 5G-Konnektivität über den eigenen Campus hinaus

### Herausforderungen eines 5G-Campusnetzes lokal

- SIM-Karten für Nutzung von Campusnetz und öffentlichem Mobilfunknetz, die den Anforderungen für beide Netze unterliegen

## Architekturmodell zentralisiert



5G-Campusnetze können auch parallel an mehreren Standorten betrieben werden, die sich einen Netzwerkkern teilen und an den jeweiligen Standorten mit eigenen Antennen und entsprechender Installation den Zugang zum Campusnetz ermöglichen.

### Die wichtigsten Charakteristika für ein 5G-Campusnetz zentralisiert

- Campusnetzwerk über mehrere Standorte verteilt
- In den meisten Varianten vollständige Unabhängigkeit vom öffentlichen Mobilfunknetzwerk

### Vorteile eines 5G-Campusnetzes zentralisiert

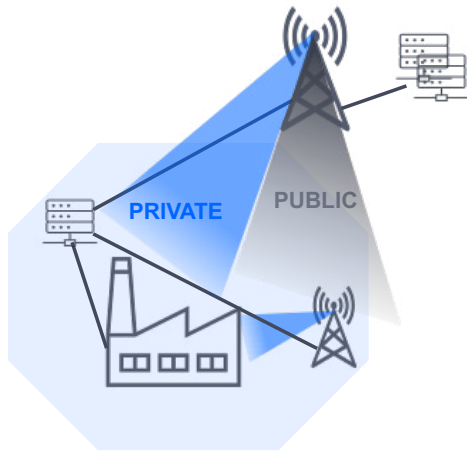
- Gemeinsamer Betrieb mehrerer lokaler Campusnetze mit gemeinsamer Administration
- Einfache Nutzung von 5G-Geräten an allen eigenen Standorten innerhalb des 5G-Campusnetzes

### Herausforderungen eines 5G-Campusnetzes zentralisiert

- Hoher Aufwand bei Eigenbetrieb, siehe auch Architekturmodell isoliert



## Architekturmodell hybrid



Ein 5G-Campusnetz mit eigenem Frequenzbereich kann auch über die Antennen eines Mobilfunkproviders betrieben werden. Dabei wird das Funkzugangnetz, das RAN, des Mobilfunkunternehmens genutzt.

### Die wichtigsten Charakteristika für ein 5G-Campusnetz hybrid

- Eigener Frequenzbereich für das 5G-Campusnetz
- Radiozugangnetz (RAN) über die Installation des Mobilfunkproviders mit seinem öffentlichen Netzwerk

### Vorteile eines 5G-Campusnetzes hybrid

- Volle Leistungsbandbreite im eigenen Frequenzspektrum
- Niedriger Aufwand, da kein – oder weniger – eigenes RAN aufgebaut werden muss

### Herausforderungen eines 5G-Campusnetzes hybrid

- Bei Nutzung der privaten Frequenzbereiche, Sicherstellung der Einhaltung der Grenzen der Zuteilungsfläche für die Abdeckung

# 4. Anwendungsbeispiele für 5G-Campusnetze

O<sub>2</sub> Business hat bereits eine ganze Reihe an 5G-Campusnetzen in unterschiedlichen Architekturmodellen umgesetzt und betreibt sie zu einem guten Teil selbst. Dabei kann O<sub>2</sub> Business auch auf die Kompetenz und Erfahrung von Netzwerkspezialist:innen innerhalb des Telefónica Konzerns und den Geschäftsbereich Telefónica Tech zurückgreifen. Das macht das Angebot von O<sub>2</sub> Business nicht nur kompetent und ermöglicht die gesamte Bandbreite an individuell auf die Anforderung von Kund:innen zugeschnittenen 5G-Campusnetzen. Vielmehr ist auch der zuverlässige professionelle Betrieb der Lösung über Telefónica Operations Center rund um die Uhr gesichert, und zwar mit Betriebsmodellen, die Verfügbarkeitswerte bis hin zu den berühmten 4 oder 5 „Neunen“ ermöglichen.

## Beispiel 5G-Campusnetz isoliert

### Anwendungsfall Ergänzung oder Ersatz von WLAN

Kabelgebundenes LAN und Wireless LAN (WLAN) sind für die allermeisten Unternehmen die Methode der Wahl zur Vernetzung von Computern, Maschinen und Geräten. Doch auf großen Flächen und insbesondere bei schwierigen baulichen Verhältnissen stoßen sie damit an Grenzen: LAN erfordert für jedes vernetzte Gerät eine aufwändige Verkabelung. Dieses Problem kann WLAN zwar lösen, doch WLAN kann beispielsweise in Gebäuden mit vielen Wänden aus Stahlbeton oder großen komplizierten Einbauten wie Maschinen nicht auf günstige Weise alle Bereiche ausleuchten.

Dieses Problem führte bei Hamburger Containerboard im österreichischen Pitten dazu, nach einer Alternative zu suchen. In dem Unternehmen stehen riesengroße Maschinen, die aus Altpapier hochwertige Wellpappenroh-papiere herstellen. Die komplexe Anlage, in der zunächst der Rohstoff sortiert, mit Wasser aufgeschlossen, dann zu Papierbahnen über unzählige Rollen geführt, verdichtet und getrocknet wird, macht die lückenlose Vernetzung über WLAN sehr schwer, wenn nicht gar unmöglich.

Deshalb beauftragte Hamburger Containerboard die Bayerische Funknetz GmbH, eine Lösung und den dazu passenden Lösungspartner zu finden. Daraus entstand der Plan, ein isoliertes 5G-Campusnetz aufzubauen. Die wesentlichen Vorteile dieser Lösung sieht das Unternehmen zum einen in der guten Durchdringung und Ausbreitung von 5G-Netzen gerade auch in Bereichen, die für andere Funktechnologien schwierig zu versorgen sind. Zum anderen sorgt ein isoliertes Campusnetz dafür, dass die Daten in diesem Netz das Unternehmen nicht verlassen. Hamburger Containerboard legt großen Wert darauf, die Datenhoheit unbedingt zu behalten.

O<sub>2</sub> Business errichtete in einer Partnerschaft mit Drei Österreich auf einem Drei-Frequenzen-Band mit Hardware von Ericsson ein isoliertes privates 5G-Campusnetz auf dem Werksgelände von Hamburger Containerboard, das genau an die Erfordernisse des Unternehmens angepasst wurde. Funklöcher spielen jetzt keine Rolle mehr auf dem Werksgelände, was auch die Arbeitssicherheit erhöht. Geschäftsprozesse und Abläufe können nun zuverlässig durchgehend digitalisiert werden. Daten im 5G-Campusnetz verlassen das Unternehmen nicht. Neue Projekte wie ein digitaler Zwilling des Altpapierlagers können aufgebaut und in Echtzeit genutzt werden. Die Grundlage für eine weitere Digitalisierung des Produktionsbetriebs in Richtung Industrie 4.0 ist gelegt.

### **Vernetzung auf großer Fläche und Sicherheit für medizinische Anwendungen**

Im Gesundheitswesen muss die Digitalisierung sehr strenge Richtlinien für Sicherheit und Datenschutz einhalten. Schnell geht es um sehr persönliche Daten von Patient:innen und Vitalfunktionen, die unbedingt vor unbefugtem Zugriff geschützt werden müssen. Dabei steigen Nachfrage und Wunsch nach mehr drahtloser Vernetzung – nicht nur für die mobilen Geräte, beispielsweise im Krankenhaus, sondern auch für Information und Unterhaltung von Patient:innen.

Um die Möglichkeiten des Mobilfunkstandards 5G zu testen und Erfahrungen mit neuen Anwendungen zu sammeln, suchte das Helios Park-Klinikum Leipzig einen Partner, der ein isoliertes 5G-Campusnetz aufbauen konnte. 5G ermöglicht die Vernetzung von sehr vielen Gegenständen innerhalb einer Funkzelle, sodass in einem Krankenhaus nicht nur medizinische Apparaturen, sondern auch nicht medizinische Gegenstände wie Rollstühle und Krankbetten vernetzt und ebenfalls per 5G lokalisiert werden können. Das macht nicht nur Überwachung und Steuerung der Systeme einfacher, sondern ermöglicht beispielsweise auch die präzise Lokalisierung der vernetzten Gegenstände; sie werden schnell und leicht auffindbar.

Im isolierten Campusnetz bleiben dabei alle Daten auf dem Klinikgelände. So ist maximale Sicherheit für Daten und Anwendungen garantiert. Der Parallelbetrieb, beispielsweise des WLANs für Patient:innen, bleibt davon unberührt; hohe Datenanforderungen, etwa durch Videostreaming von Patient:innen, haben keine Auswirkung auf das 5G-Campusnetz. So kann sich das Klinikum auf Datenschutz und Zuverlässigkeit der Anwendungen im 5G-Campusnetz verlassen.

Zukünftig sind Anwendungen vorstellbar, die durch eine Kombination des isolierten 5G-Campusnetzes mit dem öffentlichen 5G-Mobilfunknetz funktionieren, beispielsweise für die Datenübertragung von Geräten wie Insulinpumpen oder Herzschrittmachern. Die könnten im Klinikum per 5G-Campusnetz eingestellt werden. Sind Patient:innen dann zu Hause, können nahtlos Daten zur Kontrolle ans Klinikum gesendet werden, sodass medizinisches Fachpersonal bei Bedarf schnell eingreifen kann.

### **Remote-Support in Echtzeit**

Videobilder in Echtzeit zu übertragen, gehört zu den Bandbreiten-intensiven Anwendungen. Braucht technisches Personal an Maschinen oder in einer Produktion Unterstützung von Kolleg:innen, die nicht gleich vor Ort sind, kann eine Videoübertragung helfen, den entfernten Expert:innen die Situation zu erklären. Wenn sie mit Erklärungen und Hilfestellungen per Bildschirm eingreifen sollen, ist eine breitbandige Übertragung quasi in Echtzeit erforderlich. Für eine solche Anwendung ist ein isoliertes 5G-Campusnetz ganz hervorragend geeignet, weil es kurze Reaktionszeiten, sogenannte Latenzzeiten, von bis zu einer Millisekunde ermöglicht.

Ein Automobilhersteller steht beim Produktionsanlauf eines neuen Modells vor der Herausforderung, das Know-how aus der Entwicklung an die Produktion weiterzugeben. Beide Abteilungen müssen eng zusammenarbeiten, doch in der Regel liegen diese beiden Bereiche räumlich voneinander getrennt. Wenn in der Produktion die Kompetenz von der Entwicklung eingebunden werden soll, kostet das Zeit. Möglicherweise müssen sogar längere Reisen in Kauf genommen werden. Per Remote Expert, einer Lösung für die Übertragung von Echtzeitvideos aus einer Brille für Augmented Reality und Instruktion von entfernt arbeitenden Expert:innen, lässt sich das vermeiden: Videos aus der Produktion können über entsprechende Datenbrillen in Echtzeit an die Entwicklung übertragen werden. Dort können Kolleg:innen direkt nicht nur per Sprache mit den Anrufer:innen kommunizieren, sondern ebenfalls die Videos schriftlich kommentieren und zum Beispiel farbliche Marker setzen, um Hilfestellung und Instruktionen zu geben und Korrekturen richtig und zeitnah zu platzieren.

Ein isoliertes 5G-Campusnetz liefert die hierfür benötigte Bandbreite und stellt die erforderliche Geschwindigkeit der Daten mit geringer Latenz in Echtzeit zur Verfügung. In diesem Fall wurde die Lösung in einem zentralisierten Netz bereitgestellt. Aufgrund der Cloud-Strategie des Kunden geschah dies in dem weltweit ersten Cloud-5G-Campusnetz, von dem ein Stand-alone-5G-Kernnetz von Ericsson auf einer Amazon-Web-Services-Cloud-Umgebung erfolgreich betrieben wurde.

### **Zeitsynchrone Koordination von bewegten Objekten**

Wenn es um die Koordination von bewegten Gegenständen geht, sind Echtzeitanwendungen gefragt. Das gilt insbesondere, wenn beispielsweise eine automatisiert fliegende Drohne als Zubringer mit einem fahrerlosen Transportfahrzeug (AGV, Automated Guided Vehicles) synchronisiert werden muss. Soll die Drohne ein transportiertes Gut auf einem fahrenden AGV abstellen, entscheiden Bruchteile von einer Sekunde über Erfolg oder Misserfolg.

In einem isolierten 5G-Campusnetz lassen sich die Netzwerkservices so einstellen, dass Daten mit minimaler Latenz übertragen werden. Damit kann die zeitsynchrone Koordination von Drohne und AGV gelingen.

Bei einem Automobilhersteller kommt genau solch eine Lösung in einem isolierten 5G-Campusnetz zum Einsatz. Die automatisierte Bestückung von einer Drohne auf selbstfahrende AGVs erfolgt durch Koordination in Echtzeit. Neben dem Vorteil der Echtzeitanwendung garantiert das isolierte 5G-Campusnetz technisch auch, dass alle firmenkritischen Daten entsprechend der Firmenvorgabe innerhalb des eigenen IT-Sicherheitsbereichs bleiben.

### **Fernsteuerung von Fahrzeugen**

Echtzeitübertragung ist auch der Schlüssel für die erfolgreiche Fernsteuerung von Fahrzeugen. Das gilt insbesondere, wenn es um die sehr präzise Kontrolle, beispielsweise von einem Gabelstapler, geht. Da geht es nicht nur ums Fahren. Vielmehr muss beispielsweise die Transportgabel sehr fein justiert werden, um etwa in einem Regallager genau unter eine Europalette zu fahren und diese anzuheben.

Das Start-up enabl hat eine Software entwickelt, die genau diese Anwendung unterstützt. Fahrer:innen brauchen nicht mehr direkt auf einem Gabelstapler zu sitzen. Vielmehr kann die Fernsteuerung in einem isolierten 5G-Campusnetz in Echtzeit erfolgen.

Das funktioniert aber nicht nur innerhalb eines 5G-Campusnetzes, sondern kann auch über das öffentliche 5G-Mobilfunknetz laufen. Das 5G-Campusnetz bietet jedoch die Sicherheit, dass keine Unterbrechungen zu befürchten sind. Es bietet damit die Basis für ein schnelles Arbeiten wie im Offline-Betrieb.

Auf der Hannover Messe 2023 zeigte O<sub>2</sub> Business die Anwendung, in der von einem Arbeitsplatz auf dem Messegelände Hannover ein Gabelstapler im 5G-Campusnetz des Lehrstuhls für Fördertechnik Materialfluss Logistik der Technischen Universität München auf dem Campus in Garching gesteuert wurde. Dank hoher Bandbreite und insbesondere niedriger Latenz konnte der Gabelstapler ohne merkliche Verzögerung aus der Ferne gesteuert werden.

## Beispiel Architekturmodell virtuell (Slicing)

### 6G Health Institute

Schnell und unaufwändig für Anwender:innen lässt sich ein virtuelles 5G-Campusnetz einrichten. Es nutzt garantierte Kapazitäten im öffentlichen 5G-Mobilfunknetz per Slicing. Innerhalb des definierten Rahmens kann es genutzt werden wie ein eigenes Netzwerk.

Das 6G Health Institute erforscht Anwendungsmöglichkeiten des 5G-Mobilfunkstandards und braucht dafür ein eigenes 5G-Netz, um dessen Eigenschaften und Fähigkeiten möglichst frei und umfassend erforschen zu können. Die Mitarbeitenden wollen Zugriff auf die Konfiguration haben, um diese verändern und administrieren zu können. So wollen sie die optimale Konfiguration für unterschiedliche Gesundheitsanwendungen in 5G-Netzen ermitteln.

In einem virtuellen 5G-Campusnetz von O<sub>2</sub> Business haben die Wissenschaftler:innen dort die Freiheit, Anwendungen im Zusammenspiel mit ihrem virtuellen 5G-Campusnetz zu testen. Großes Interesse haben sie auch am Zusammenspiel zwischen privatem 5G-Campusnetz und öffentlichem 5G-Mobilfunknetz, denn sie sehen darin wichtige Anwendungsszenarien für das Gesundheitswesen. So können beispielsweise Rettungsdienste Daten per öffentlichem 5G-Netz gleich am Ort eines laufenden Einsatzes aufnehmen, an ein Krankenhaus senden und bei Ankunft am Krankenhaus gleich nahtlos alle Informationen über bereits eingeleitete Behandlungen und Stabilisierungsmaßnahmen oder Abrechnungsdaten übermitteln. Auch wollen die Wissenschaftler:innen Szenarien untersuchen, bei denen Patient:innen Daten innerhalb eines 5G-Campusnetzes etwa von einem Klinikum und auch zu Hause per öffentlichem 5G-Mobilfunknetz austauschen.

Aus der Zusammenarbeit des 6G Health Institute und O<sub>2</sub> Business ist eine Partnerschaft entstanden, in der die weitergehende Vernetzung und Digitalisierung des Gesundheitswesens erforscht wird und die auch bis hin zu 6G, dem Mobilfunktechnik der sechsten Generation, reichen soll.

## Beispiel Architekturmodell zentralisiert

### Objekterkennung in Echtzeit – auch mit Netzwerkkern in der Cloud

Cloud-Anwendungen lassen sich überall einführen, wo es einen Zugang zum Internet gibt. Eigene Installation von Servern und weiterer Hardware sowie Software ist nicht erforderlich. Gerade Unternehmen, die mit ihrer IT einen „Cloud first“-Ansatz fahren, kommt es entgegen, wenn sie den Netzwerkkern für ein eigenes Campusnetz aus der Cloud beziehen können. Ein solches Netz verhält sich wie andere 5G-Campusnetze. Zusätzlich kann der Netzwerkkern mit anderer Software direkt verbunden werden, sodass es zu einer Beschleunigung der Gesamtlösung kommt.

Selbst Objekterkennung in Echtzeit ist möglich, wie O<sub>2</sub> Business auf der Hannover Messe 2023 zeigte: Die Installation eines 5G-Campusnetzes nutzte einen Netzwerkkern, der aus der Cloud bei einem Hyperscaler verwendet wurde. Eine solche Installation eines 5G-Campusnetzes beschleunigt nicht nur den Roll-out, sondern ermöglicht auch, den Netzwerkkern unmittelbar mit weiteren Anwendungen zu kombinieren, beispielsweise einer künstlichen Intelligenz zur Objekterkennung, die in derselben Cloud läuft. Auf der Hannover Messe 2023 zeigte O<sub>2</sub> Business eine entsprechende Installation auf einem Edge-Server der Amazon-Plattform Snowball: Ein vorinstallierter 5G-Netzwerkkern sorgte in Verbindung mit einem Computer-Vision-System dafür, dass verschiedene Objekte ohne spezielle Ausrichtung in Echtzeit erkannt und sortiert werden konnten.

# 5. Angebot O<sub>2</sub> Business

O<sub>2</sub> Business unterstützt Kund:innen bei allen Architekturmodellen von 5G-Campusnetzen. Im Vordergrund stehen Anwendung und Nutzen für die Kund:innen. Danach richtet sich die Wahl des passenden Architekturmodells. O<sub>2</sub> Business arbeitet mit unterschiedlichen Hard- und Softwarepartner:innen zusammen, mit deren Technologie 5G-Campusnetze aufgebaut werden.

O<sub>2</sub> Business unterstützt Kund:innen bei der Wahl des richtigen Architekturmodells sowie der geeignetsten Netztechnik, bei der konkreten Planung, Installation, Einführung und dem Betrieb vor Ort. Das reicht vom Konzept bis hinunter auf die Ebene einzelner Antennen inklusive Verkabelung.

Für den Betrieb bietet O<sub>2</sub> Business maximale Flexibilität: Der Telekommunikationsprofi kann je nach Kundenwunsch den Betrieb eines isolierten 5G-Campusnetzes übernehmen und entsprechende Service-Level garantieren. Es ist aber auch ein gemeinsamer Betrieb mit Kund:innen möglich, und die Kund:innen können das private 5G-Campusnetz auch vollständig selbst übernehmen.

O<sub>2</sub> Business ist damit der flexible Full-Service-Provider für Ihr 5G-Campusnetz und Anwendungsfälle, vom Consulting über Planung und Roll-out bis zum Betrieb.

## Alles aus einer Hand – von Anfang an.

Gerne beraten wir Sie näher zu unseren Produkten und Services und helfen Ihnen, die für Sie passende Lösung zu finden. O<sub>2</sub> Business bietet Unternehmenskunden innovative Lösungen für das Internet der Dinge, Cloud und private Netzwerke, die den Mehrwert erhöhen und Kosten senken.



Online unter: [o2business.de/produkte/campusnetworks/](https://o2business.de/produkte/campusnetworks/)

### Ihr:e Ansprechpartner:in

Telefónica Germany GmbH & Co. OHG · D 80992 München ·  
WEEE-Reg.-Nr. DE 10160685 · [o2business.de](https://o2business.de) ·  
E: [campusnetworks@telefonica.com](mailto:campusnetworks@telefonica.com) · T: 0049 40 51 90 06 600

