

Kurs auf 5G:

**Wie private 5G-Netzwerke
und Edge Computing zum
Unternehmenserfolg beitragen**

Ein Bericht von
Digital Catapult
im Auftrag von
Verizon Business,
November 2021

verizon✓

Inhalt

Hintergrund und Ziel	02
Methodik	02

01

Einleitung	03
-------------------	-----------

02

Definition der Technologien	05
------------------------------------	-----------

Was sind 5G, privates 5G und Edge Computing?	06
Unterstützung der Industrie 4.0	07

03

Geschäftliche Vorteile	08
-------------------------------	-----------

Private 5G-Netzwerke	09
Edge Computing	10

04

5G-Netzwerke und Edge Computing in Europa	11
--	-----------

5G-Netzwerke	12
Kapazität, Verfügbarkeit und Variation der Frequenzbereiche	15
Edge Computing	15

05

Kann privates 5G tatsächlich Innovationen fördern?	16
---	-----------

Der aktuelle Stand der Innovationen in Sachen 5G-Netzwerke	17
Unterhaltungsindustrie	18
Häfen, Flughäfen und Verkehrsknotenpunkte	20
Fertigung, Logistik und das Baugewerbe	20
Krankenhäuser und Gesundheitswesen	22
Andere Einsatzbereiche: Hochschulen und Einzelhandel	23

06

Herausforderungen bei der Einführung	24
---	-----------

Falsche Vorstellungen und Missverständnisse	25
Wissenslücken und Fachkräftemangel	25
Mangel an Informationen	27
Wirtschaftlichkeit und ROI	28
Mangel an Fallstudien	29
Beschränkte Anzahl an Geräten und begrenzte Interoperabilität	29
Mangel an einheitlichen Vorschriften und Standards	30
Unterschiedliche Definitionen	30
Die Auswirkungen der Covid-19-Pandemie auf 5G und digitale Innovationen	31

07

Fazit	32
--------------	-----------

Was Sie zu Beginn Ihrer 5G-Initiative bedenken sollten	34
Danksagungen und Anhang	36
Beteiligte	39

Hintergrund und Ziel

Dieser Bericht ist für Entscheidungsträger in Unternehmen bestimmt, die Hintergrundinformationen zu privaten 5G-Netzwerken und Edge Computing benötigen, um ihre Unternehmensziele zu erreichen. Er wurde von Digital Catapult im Auftrag von Verizon erstellt und soll Wissenslücken bezüglich dieser Technologien schließen.

Die Grundlage für diesen Bericht bilden umfassende Gespräche mit Branchenexperten im Vereinigten Königreich, in Deutschland und in vielen weiteren europäischen Staaten, in denen der 5G-Ausbau unterschiedlich weit vorangeschritten ist. Er bietet einen Einblick in die Vorteile von 5G (insbesondere private 5G-Netzwerke) und Edge Computing für Unternehmenskunden.

Die Verizon Business Group bietet Services und Produkte für Unternehmen und Behörden weltweit – von branchenführenden Netzwerklösungen, einschließlich privaten 5G- und Cyber-Sicherheitslösungen, bis zu Services für das Kundenerlebnis und die Kollaboration – an.

Digital Catapult ist die anerkannte Autorität im Bereich moderne digitale Technologie im Vereinigten Königreich und verfügt über umfassende Kenntnisse und Erfahrungen zum praktischen industriellen Einsatz von 5G. Durch Kollaboration und Innovation treibt Digital Catapult die Einführung moderner digitaler Technologien voran, um branchenübergreifend das Wachstum zu fördern und neue Marktchancen zu erschließen.

Methodik

Die im Bericht zusammengefassten Erkenntnisse basieren auf Gesprächen mit Führungskräften im Sommer 2021. Die Experten stammten aus verschiedenen Branchen, unter anderem Telekommunikation, Transport, Fertigung, Live Events und Bildung. Im Folgenden werden die Befragten als Experten, Führungskräfte oder Befragte bezeichnet.

Zusätzliche Erkenntnisse stammen aus einem Workshop mit 13 Teilnehmern, bei dem Vertreter von Unternehmen und Institutionen, die 5G nutzen, mit Vertretern von Anbietern, Forschungsinstituten und akademischen Einrichtungen zusammenkamen, die das Potenzial von privaten 5G-Netzwerken und Edge Computing untersuchen.

Die Ergebnisse dieser Primärforschung wurden durch weitere Daten und Informationen aus Quellen wie wissenschaftlichen Zeitschriften, Nachrichtenartikeln, Whitepapers und Onlinequellen ergänzt.

01

Einleitung



Einleitung

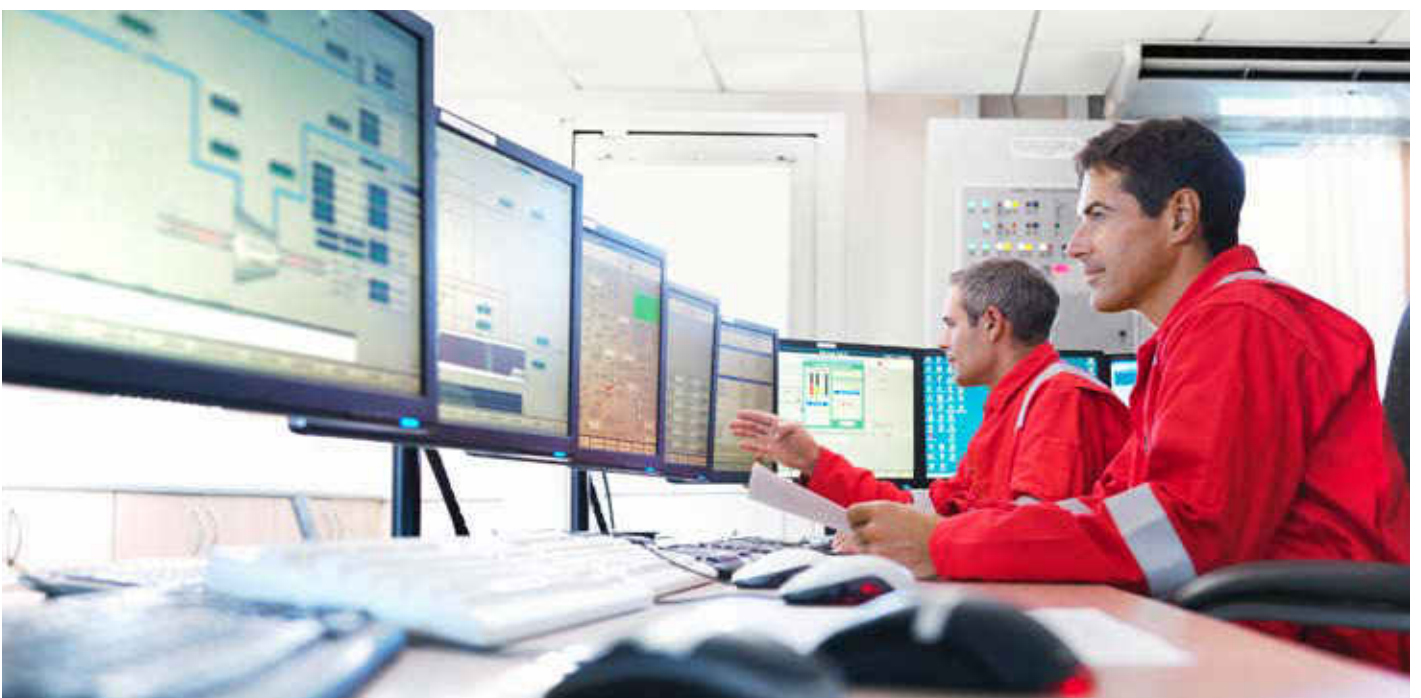
5G ist die neue Generation der Mobilfunktechnologie, aber häufig wird sie nur in Bezug auf die schnellere Konnektivität betrachtet, ohne die zahlreichen anderen innovativen Funktionen von 5G zu berücksichtigen. Viele Branchen werden von einer Kombination aus privaten 5G-Netzen (lokalen Netzwerken, die dem jeweiligen Unternehmen gehören und von ihm betreut werden) und Edge Computing (der Verlagerung der Datenverarbeitung an den Netzwerkrand und damit näher an den Nutzungsort) profitieren.

Das Potenzial dieser Technologien ist enorm, aber 5G und Edge Computing sind komplex und stecken noch in den Kinderschuhen. Da es bisher kaum relevante Erkenntnisse aus der Praxis gibt, werden die Vorteile von 5G vielerorts überschätzt oder falsch verstanden. Experten zufolge erschwert dies die objektive Entscheidungsfindung über den potenziellen Nutzen von 5G und Edge Computing für einzelne Unternehmen.

Mit dem vorliegenden Bericht möchten wir diese Informationslücke schließen. Er soll Unternehmen in den Anfangsstadien ihrer 5G-Recherchen als Leitfaden dienen und ihnen die mit privaten 5G-Netzwerken und Edge Computing möglichen neuen Arbeitsmethoden und innovativen Anwendungsfälle sowie weitere geschäftliche Vorteile präsentieren. Er enthält Empfehlungen und Hinweise für Unternehmen, die diese Technologien genauer kennenlernen, einführen und einsetzen möchten.

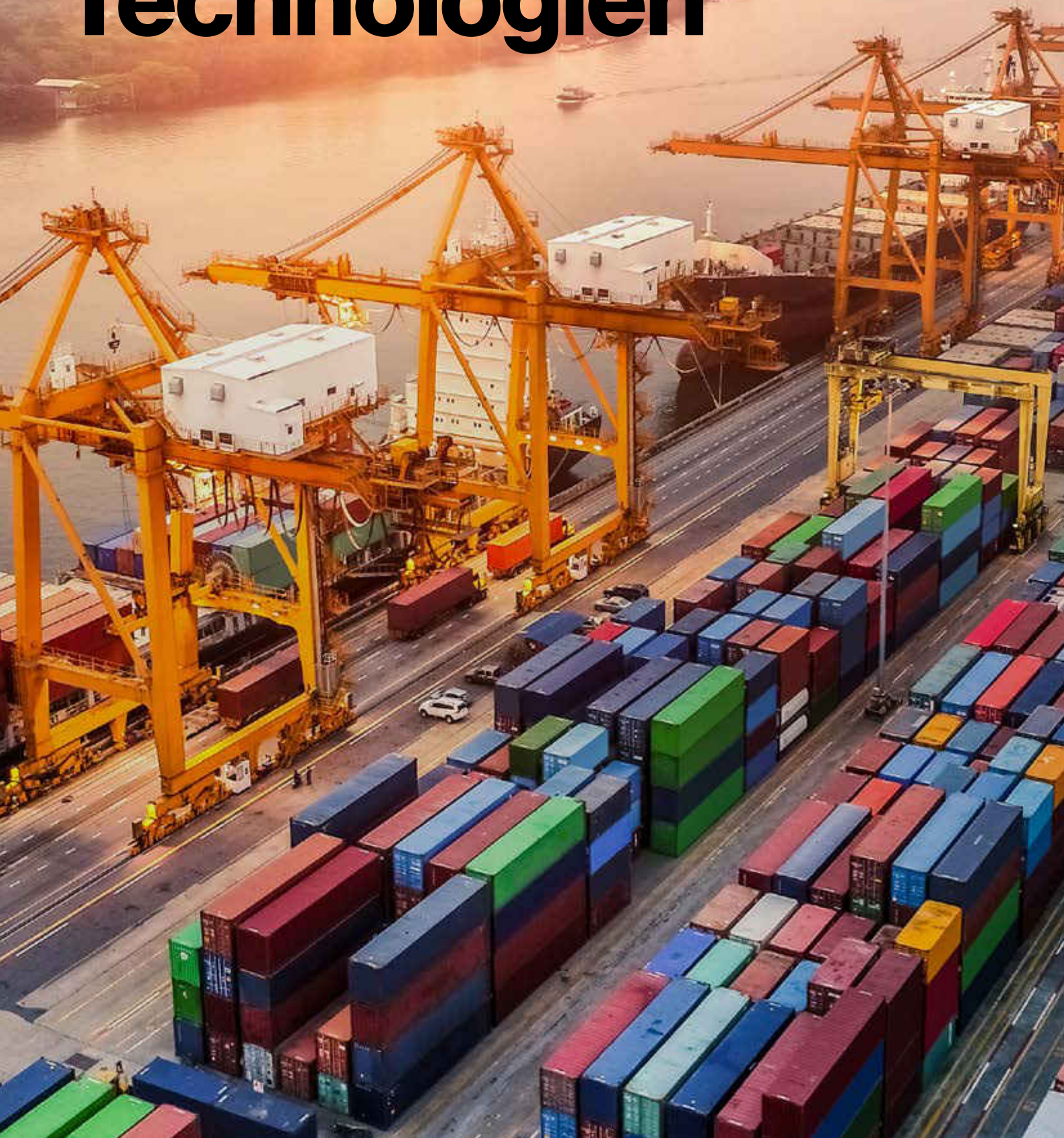
Die Erkenntnisse stammen von Branchenexperten, Netzbetreibern und Innovatoren und decken unter anderem die folgenden Themen ab:

- Die größten geschäftlichen Vorteile in verschiedenen Sektoren – von den Medien bis zur Fertigungsbranche, einschließlich aussagekräftiger Kundenreferenzen
- Hürden, die bei der Einführung überwunden werden müssen, und Empfehlungen dazu
- Einsatzmöglichkeiten der Technologie und deren Unterschiede zu anderen Optionen
- Verfahren und Vorgaben im Zusammenhang mit privaten 5G-Netzwerken in Europa



02

Definition der Technologien



Was sind 5G, privates 5G und Edge Computing?

5G: Die 5. Generation des Mobilfunkstandards sorgt für eine deutliche Verbesserung der Netzwerkleistung und Service Level, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, die große Unternehmen benötigen.

5G bietet bis zu 100-mal höhere Geschwindigkeiten als 4G, eine extrem niedrige Latenz, hohe Zuverlässigkeit und größere Kapazität. In Zukunft können darüber bis zu eine Million Geräte pro Quadratkilometer ohne Interferenzen verbunden werden – mit 4G sind es nur 2.000. 5G wird zudem für stabile und zuverlässige Verbindungen sorgen, und zwar auch für Gegenstände wie Autos, die sich schnell bewegen. In den kommenden Jahren werden sich damit innovative Anwendungen unterstützen lassen – von Smart Cities, vernetzten Häfen, innovativen Live Events bis zu Telearbeit, modernen professionellen Schulungsangeboten und Qualitätssicherung.

Privates 5G: 5G-Netzwerke, die für eine bestimmte Organisation oder ein bestimmtes Unternehmen eingerichtet wurden. Da WLANs nicht verwaltete Frequenzbereiche gemeinsam nutzen, können sie einander überschneiden und dann unter Interferenz leiden. Private 5G-Netzwerke nutzen hingegen genau abgegrenzte lizenzierte Frequenzen, sodass ein Unternehmen zahlreiche Geräte verbinden kann, ohne dass die Servicequalität sinkt. Ein privates 5G-Netzwerk hat nur eine eingeschränkte Reichweite und deckt begrenzte Flächen wie einen Hafen, eine Mine, einen Campus, ein Lager, eine Fabrik oder mehrere Standorte eines Unternehmens ab. Öffentliche 5G-Netzwerke sollen hingegen eine möglichst große Reichweite haben, um zahlreichen Nutzern zur Verfügung

zu stehen. Ein privates 5G-Netzwerk kann auf die individuellen Anforderungen eines Unternehmens abgestimmt werden.

Privates 5G unterscheidet sich in mehreren Punkten von anderen Verbindungsoptionen wie privaten Glasfasernetzen, privatem WLAN und privatem 4G/LTE. Private 5G-Netzwerke bieten eine maßgeschneiderte Abdeckung, hohe Leistung, dedizierte Kapazität, große Zuverlässigkeit sowie eine erheblich niedrigere Latenz als bei der aktuellen Netzwerkkommunikation üblich. Dank der Funktionen, der Flexibilität und den Datenschutz- und Sicherheitsmaßnahmen können mit privatem 5G ganz neue Anwendungen und Services erschlossen werden.

Edge Computing: Als Edge Computing bezeichnet man die Datenverarbeitung in der Nähe des Endbenutzers oder der Datenquelle. Die dafür benötigte Speicherkapazität befindet sich dabei ebenfalls am Netzwerkrand (dem sogenannten Edge) und nicht in der Cloud. Edge Computing ist eine der wichtigsten technologischen Voraussetzungen für 5G und für private 5G-Netzwerke sogar noch wichtiger. Multi Access Edge Computing (MEC) ist in zwei Varianten verfügbar: öffentlich und privat. Bei privatem MEC befinden sich bestimmte MEC Services am Standort des Unternehmens, zum Beispiel einem Campus, einer Fabrik oder einem Logistikzentrum. Die Computing-Plattform ist eng mit der zugrunde liegenden Netzwerkinfrastruktur verbunden, die entweder bei einem Telekommunikationsanbieter oder in den Räumlichkeiten des Kunden implementiert ist. Dadurch kann einerseits das Datenvolumen reduziert werden, das über ein externes Netzwerk übertragen werden muss (wenn die Daten am Kundenstandort verarbeitet werden), und andererseits die Länge des Übertragungswegs



Private 5G-Netzwerke bieten enorme Vorteile ... Bei einem lizenzierten Frequenzbereich bezahlen Sie sozusagen für die Vermeidung von Interferenzen. Bei einem WLAN wissen Sie nie genau, wie stark die Interferenz ist, und da Sie Daten nicht nach Bedarf sofort übertragen können, steigt die Latenz.

Petar Popovski, Professor für Wireless Communications, Universität Aalborg (Dänemark)

verkürzt werden. Zu den Vorteilen zählen die niedrigere Latenz, der geringere Verkehr im Kernnetzwerk und die Reduzierung der Übertragungskosten. Ein weiterer Vorteil von On Premises Edge Computing ist, dass Daten für Anwendungen mit strikten Sicherheits- oder Compliance-Anforderungen im Unternehmen verbleiben.

Mit einer MEC Plattform können viele verschiedene Workloads dort ausgeführt werden, wo sie benötigt werden – von Endbenutzeranwendungen wie immersiven und industriellen Automatisierungsanwendungen bis zu virtuellen Netzwerkfunktionen (VNF) wie zentralen und dezentralen Einheiten des Funkzugangsnetzes (Radio Access Network, RAN) in 4G und 5G.

Unterstützung der Industrie 4.0

5G und Edge Computing schaffen gute Voraussetzungen für die vierte industrielle Revolution, die auch als Industrie 4.0 bezeichnet wird. Die dritte industrielle Revolution war von der Digitalisierung geprägt. Die Innovationen von Industrie 4.0 sind durch die Kombination von Technologien, zum Beispiel künstliche Intelligenz, Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR) und dem Internet der Dinge (Internet of Things, IoT), mit modernen Netzwerken möglich. Im Mittelpunkt steht dabei vor allem die umfassende Automatisierung.



Damit wird die Grundlage für Robotersysteme, digitale Zwillinge, Predictive Analytics und Visualisierung geschaffen. Auch die Nutzung komplexerer vernetzter Geräte wie beispielsweise Sensoren und Tracker und zahlreiche andere Funktionen werden unterstützt und ermöglichen dann unter anderem Reaktionen nahezu in Echtzeit.

Bei der Industrie 4.0 geht es um die Schaffung cyber-physischer Systeme, sowohl für neue Anwendungsfälle, Geschäftsmodelle und -chancen als auch zur Lösung seit Langem bekannter Probleme. Das Konzept ist besonders für vernetzte Wertschöpfungsketten (in den Produktionsstätten der Zukunft) und intelligente Lieferketten (oder Lieferkette 4.0), Geschäftsabläufe und Produkte relevant.

Laut Branchenexperten sind Unternehmen mit zunehmender Automatisierung der Prozesse auf zuverlässige Verbindungen angewiesen, die Anwendungen wie die vorausschauende Wartung ermöglichen. Konkret bedeutet das, dass mit steigender Zahl der Industrie 4.0-Lösungen und weiteren Einsatzbereichen 5G zur Grundvoraussetzung für datenhungrige Funktionen wird.



Je größer die Flexibilität und Modularisierung einer Produktionslinie, desto wichtiger wird die zuverlässige drahtlose Kommunikation in Echtzeit. Private 5G-Netzwerke werden diese drahtlose Konnektivität bereitstellen. Wir setzen beim Aufbau von Smart Factorys große Hoffnungen in das Potenzial dieser Technologie.

Niklas Ambrosy,
Volkswagen und 5G ACIA
(Deutschland)

03

Geschäftliche Vorteile



5G und Edge Computing können die Effizienz in Unternehmen steigern, da sie Technologieinnovationen fördern und den Geschäftsbetrieb zukunftssicher gestalten. Mit fahrerlosen Transportfahrzeugen (Automated Guided Vehicles, AGVs), Drohnen, Sensortechnologie und Industrierobotern – die allesamt durch private 5G-Netzwerke und Edge Computing Realität werden – werden sie zu wahren Unternehmen der Zukunft.

Private 5G-Netzwerke

Private 5G-Netzwerke bieten Unternehmen diverse Vorteile, unter anderem:

- Besserer Datenschutz und größere Sicherheit
- Höhere Produktivität
- Größere Effizienz und weniger Ausfallzeiten
- Nachhaltigkeit

Die geschäftlichen Vorteile setzen sich aus den Vorteilen eines privaten Unternehmensnetzwerks und den Vorteilen der 5G-Technologie zusammen.

Zu den Vorteilen eines privaten Netzwerks gehören unter anderem:

- **Besserer Datenschutz und stärkere Sicherheit:** 5G-Standards sind von Grund auf sicher (secure by design), das heißt, die Sicherheitsfunktionen sind nativ in die 5G-Architektur integriert. Der Eigentümer oder Betreiber eines privaten 5G-Netzwerks kann sein Sicherheitsprogramm, einschließlich der Konfiguration und der Prozesse, selbst verwalten und muss die Kontrolle nicht an einen externen Netzwerkanbieter abtreten. Außerdem kann er Einstellungen vornehmen, die in einem öffentlichen Netzwerk eventuell nicht möglich wären. Er kann beispielsweise festlegen, wer eine Verbindung herstellen darf, oder dass die Daten in der On-Premises-Umgebung verbleiben müssen. Daher ermöglichen private 5G-Netzwerke ein höheres Maß an Vertraulichkeit (Confidentiality), Integrität (Integrity) und Verfügbarkeit (Availability), die sogenannte CIA-Triade der Cyber-Sicherheit.¹
- **Anpassung des Netzwerks an die individuellen Anforderungen:** Ein privates Netzwerk kann im Gegensatz zu einem öffentlichen Netzwerk genau an die Anforderungen

des Unternehmens angepasst und entsprechend konfiguriert werden. Auch die weitere Entwicklung kann auf die Pläne und die neuen Anforderungen abgestimmt werden.

- **Vollständige Kontrolle über das Netzwerk:** Der Eigentümer oder Betreiber behält auch nach der Bereitstellung die vollständige Kontrolle über sein privates 5G-Netzwerk und kann für eine konsistente und einheitliche Verwaltung der IT-Systeme sorgen.

Zu den Vorteilen der 5G-Technologie für private Unternehmensnetzwerke gehören unter anderem:

- **Niedrige Latenz:** Die niedrige Latenz ist einer der größten Vorteile von 5G. Die meisten Geschäftsprozesse profitieren von einer niedrigen Latenz, da dadurch die Reaktionszeit reduziert wird. In bestimmten Bereichen, zum Beispiel bei der Kollaboration mit externen Mitarbeitern, lässt sich nur auf diese Weise die erforderliche Qualität erzielen. Die Latenz liegt bei 5G derzeit zwischen 17 und 26 Millisekunden (ms) und ist damit bereits deutlich niedriger als bei 4G (36 bis 48 ms).² Theoretisch könnte sie in einem privaten 5G-Netzwerk auf wenige Millisekunden reduziert werden, insbesondere in Kombination mit Edge Computing, das die Anwendungslatenz zusätzlich reduziert.³ Durch diese niedrigere Latenz werden ferngesteuerte Prozesse möglich. Unternehmen können dies für eine bessere Auslastung der Personalressourcen einsetzen und so zu einem nachhaltigen Geschäftsbetrieb übergehen.
- **Zuverlässigkeit:** Experten erwarten, dass 5G-Netzwerke wesentlich zuverlässiger als andere Verbindungsmethoden sein werden. Die stabileren Kodierungsmethoden bei 5G sollten Übertragungsprobleme verringern, wodurch sich die Ausfallzeiten reduzieren und die Abläufe optimieren lassen.
- **Network Slicing:** Mit 5G kann ein physisches Kommunikationsnetz in mehrere virtuelle Netzwerke aufgeteilt werden. Diese virtuellen Netzwerke können dann gezielt so konfiguriert werden, dass sie unterschiedliche Anforderungen erfüllen und verschiedenen Benutzern die richtigen Services bereitstellen. Dadurch lassen sich zudem die Ausfallzeiten für kritische Anwendungen weiter reduzieren. Network Slicing bietet eine beispiellose Flexibilität und einen höheren Return on Investment (ROI), da eine Infrastruktur für diverse Services genutzt werden kann.

1. <https://www.verizon.com/about/news/verizon-advances-5g-network-and-cyber-security>

2. <https://5g.co.uk/guides/4g-versus-5g-what-will-the-next-generation-bring/>

3. https://www.3gpp.org/ftp/Information/presentations/Presentations_2017/2017_03_Bertenyi_5G_3GPP.pdf

- **Eigener Frequenzbereich ohne Interferenzen:** Private 5G-Netzwerke nutzen bestimmte Frequenzbereiche, die je nach Standort zugewiesen werden. Auf diese Weise lassen sich Überschneidungen und Interferenzen vermeiden. Damit unterscheiden sie sich von WLAN, wo es durchaus zu Überschneidungen kommen kann. Da private 5G-Netzwerke nicht unter Interferenz leiden, unterstützen sie einen höheren Durchsatz und ermöglichen den Unternehmen eine größere Kontrolle.
- **Uneingeschränkte Mobilität:** WLAN und 5G sind Mobilfunktechnologien, doch 5G unterstützt die Bewegung vernetzter Geräte in großen Bereichen ohne Konnektivitäts- oder Leistungseinbußen wesentlich besser. Dadurch wird eine Vielzahl an innovativen Einsatzbereichen in der Industrie erstmals technisch machbar.

Da private 5G-Netzwerke sowohl die Vorteile eines privaten Unternehmensnetzwerks als auch die der 5G-Technologie bieten, sind sie eine einzigartige Lösung für Unternehmenskunden.



Edge Computing

Um die Vorteile von 5G wirklich auszuschöpfen, müssen Unternehmen 5G-Netzwerke mit den besten CPU- und Datenspeicherkapazitäten kombinieren. Damit wird Edge Computing zur Notwendigkeit, denn zahlreiche Industrie 4.0-Anwendungen erfordern eine niedrige Latenz und die Verarbeitung großer Datenmengen. In Umgebungen, in denen zahlreiche drahtlose Geräte eingesetzt und gesamte Produktionsstätten mit 5G und latenzempfindlichen Industrie 4.0-Lösungen ausgestattet sind, ist Edge Computing nicht nur hilfreich, sondern ein Muss.

Durch Edge Computing wird die Latenz reduziert,⁴ da die Verarbeitung näher am Ort der Datenerfassung stattfindet. Die niedrigere Latenz trägt unmittelbar zur Verbesserung der Qualität der Nutzungserfahrung (Quality of Experience, QoE) bei und kann auch neue Servicearten unterstützen, zum Beispiel kollaborative Roboter (Collaborative Robots, Cobots). Auf diese Weise lassen sich zudem die Umleitung des Datenverkehrs über ein zentrales Rechenzentrum und die damit verbundenen Kosten reduzieren. Auch für industrielle Anwendungsfälle, wie Roboter und autonome Transportfahrzeuge, eignen sich das private Edge Computing und private Netzwerke. Dadurch können bestimmte Daten in der On-Premises-Umgebung verbleiben, sodass die Sicherheit verbessert und gegebenenfalls auch die Kosten für die Roboter reduziert werden.

Durch Edge Computing werden viele Services robuster und ausfallsicher. Nicht alle Umgebungen verfügen über zuverlässige Hochgeschwindigkeitsverbindungen mit dem Internet. Werden die Anwendungen auf der Edge Computing Plattform in der Produktionsstätte ausgeführt, sind sie auch bei schlechten Internetverbindungen oder Unterbrechungen weiterhin verfügbar, sodass die Ausfallzeiten reduziert werden.

Die von uns befragten Experten wiesen darauf hin, dass Edge Computing nicht nur die Latenz privater 5G-Netzwerke entscheidend verbessert, sondern auch die Sicherheit. Da die Daten lokal verarbeitet werden, sind sie von vielen internetbasierten Bedrohungen isoliert. Dadurch sind die Systeme automatisch sicherer und die konsistente Umsetzung der Compliance-Vorgaben einfacher.⁵ Service Provider können dies nutzen, um sowohl die Servicebereitstellung als auch die Netzwerke zu verbessern.

Am Edge können beispielsweise bestimmte leistungsbezogene Informationen vom Funkzugangsnetz (Radio Access Network, RAN) abgerufen werden. Mithilfe dieser Daten lassen sich Einstellungen wie die Videokodierung anpassen und optimieren, um die Nutzererfahrung bei hoher Netzwerkauslastung zu verbessern. Außerdem können Service Provider dank Kontextdaten wie dem geografischen Standort ihre Netzwerke vor Angriffen schützen. So können sie beispielsweise Datenverkehr von unbekanntem Standorten herausfiltern, der unter Umständen für betrügerische Aktivitäten genutzt wird.

Der Einzelhandel gehört zu den Branchen, die vom Edge Computing erheblich profitieren könnten. Mithilfe der Daten und Analysen am Edge können Einzelhändler die Aktivitäten der Kunden im Geschäft nachvollziehen und dann angemessene Maßnahmen ergreifen, um die Konversionsraten zu verbessern. Videos aus intelligenten Kameras lassen sich direkt auf dem Gerät oder am Edge verarbeiten, um beispielsweise den Weg der Kunden durch das Geschäft, den Umgang der Kunden mit Produkten und die Interaktionen zwischen Verkäufern und Kunden besser zu verstehen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können wiederum helfen, die Konversionsraten zu verbessern und sowohl die Produktivität der Mitarbeiter als auch die Effektivität der Planungstools zu steigern.

4. <https://www.techtarget.com/searchnetworking/answer/What-are-Edge-Computing-challenges-for-the-network>

5. Zum Beispiel, um den Anforderungen der DSGVO nachzukommen.

04

5G-Netzwerke und Edge Computing in Europa



5G-Netzwerke

Ungefähr alle zehn Jahre gibt es eine neue Generation von Systemen für die drahtlose Kommunikation. Daher wird weltweit erwartet, dass 5G die 2009 auf den Markt gebrachten 4G-Netzwerke in Kürze ersetzen wird. Europäische Politiker und Branchengrößen sind bemüht, die Region in verschiedenen 5G-bezogenen Punkten voranzubringen, zum Beispiel in Bezug auf die Open RAN-Verfügbarkeit⁶ (Radio Access Network) und die Geräteproduktion.

Europa gehört zu den Vorreitern in Bezug auf mobile Netzwerke: 4G wurde 2009 zuerst in Schweden eingeführt⁷ und der GSM-Standard (Global System for Mobile Communications) wurde 1991 in Europa entwickelt. Dennoch liegen andere Länder wie Südkorea, Japan, China und die USA bei dem Ausbau der 5G-Netzwerke in Bezug auf geografische Abdeckung, Geschwindigkeit und Erfahrung vorn.⁸ Die Regierungen mehrerer europäischer Länder beabsichtigen, dies zu ändern.

Politische Ziele, Tests und Implementierungen

Vereinigtes Königreich

Die britische Regierung will das Vereinigte Königreich als Vorreiter für 5G-Innovationen etablieren und hat ehrgeizige Ziele gesetzt.⁹ Bis 2027 soll der Mehrheit der Bevölkerung 5G zur Verfügung stehen,¹⁰ die landesweite Abdeckung ist bis 2033 geplant.¹¹ Außerdem soll eine offene, innovative

Kundenreferenz: Testbed des 5G Innovation Center

Das Testbed des 5G Innovation Centre (5GIC) an der University of Surrey deckt eine Fläche von vier Quadratkilometern des Universitätscampus ab, auf der 5G- und Edge Computing Funktionen in Bezug auf Cyber-Sicherheit, 5G-Anwendungen, Network Slicing und andere Aspekte geprüft werden können.

Es umfasst sowohl Innenräume als auch Außenbereiche. Im Testbed-RAN können komplexe Algorithmen zur Verbesserung der 5G-Nutzererfahrung und Tools für die Benutzermodellierung entwickelt werden. Es unterstützt verschiedene Projekte und KMU-Partner. Interessierte Parteien können sich an die Universität wenden, um für sie relevante Optionen zu besprechen.¹⁵

und vielfältige 5G-Lieferkette aufgebaut werden, um die Sicherheit und Resilienz der digitalen Netzwerke zu gewährleisten.¹² Im Oktober 2021 hat die britische Regierung ein strategisches Rahmenwerk für die Entwicklung, Bereitstellung und Einführung von 5G und zukünftigen Netzwerken in den nächsten zehn Jahren vorgestellt.¹³

Der Einsatz privater 5G-Netzwerke nimmt langsam zu und es gibt inzwischen verschiedene Initiativen wie das Testprogramm „5G Testbeds and Trials“ (5GTT)¹⁴ der Regierung sowie

Tests privater Unternehmen. Die britischen Mobilfunknetzbetreiber (Mobile Network Operators, MNOs) sind an mehreren dieser Tests beteiligt und arbeiten eng mit Partnern zusammen, um die erforderlichen Netzwerkfunktionen bereitzustellen.

Die britische Medienaufsichtsbehörde Ofcom arbeitet ebenfalls mit Netzbetreibern zusammen, um die Interoperabilität und die Integration offener Netzwerklösungen, einschließlich Open RAN, zu testen.

Die meisten von der Regierung finanzierten Tests im Rahmen des 5GTT-Programms werden derzeit in der Unterhaltungsindustrie durchgeführt (insbesondere für immersive Projekte in Zusammenhang mit Augmented Reality und Virtual Reality) und es gibt einige Tests in ländlichen Gebieten für die Tourismusbranche.¹⁶ Die industrielle Fertigung, das Bauwesen, Mobilitätsanwendungen, Häfen und Logistikunternehmen bilden die zweitgrößte Gruppe des 5GTT-Tests.

Die Ergebnisse aus der ersten Auswertung des Industrial 5G Testbeds and Trials Programms deuten darauf hin, dass bei einer „... potenziell frühen Einführung der Technologie in Branchen wie dem Gesundheitswesen und der Fertigung“ 2,58 Milliarden GBP für die britische Wirtschaft generiert oder eine Rendite von 15 GBP für jedes investierte GBP erzielt werden könnten.¹⁷

6. Open RAN ist die Bezeichnung für die branchenweiten Standards für Radio Access Network-Schnittstellen, die Verbindungen zwischen den Geräten der Anbieter und Netzwerkflexibilität zu niedrigeren Kosten ermöglichen.

7. <https://techcrunch.com/2009/12/14/4g-mobile-network-sweden-teliasonera/>

8. <https://www.opensignal.com/2021/02/03/benchmarking-the-global-5g-experience>

9. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1009577/uk-innovation-strategy.pdf

10. <https://www.gov.uk/government/publications/statement-of-strategic-priorities>

11. <https://www.gov.uk/government/publications/future-telecoms-infrastructure-review>

12. <https://www.gov.uk/government/publications/5g-supply-chain-diversification-strategy>

13. <https://www.gov.uk/government/consultations/wireless-infrastructure-strategy-call-for-evidence>

14. <https://www.gov.uk/guidance/5g-testbeds-and-trials-programme>

15. <https://www.surrey.ac.uk/institute-communication-systems/facilities/campus-testbed>

16. https://uk5g.org/media/uploads/resource_files/UK5G_5GTT_Sector_and_Place_Matrix_24022021.pdf

17. <https://www.gov.uk/guidance/5g-programme-findings>

Branchengrößen wie der US-amerikanische Autohersteller Ford, der deutsche Technologiekonzern Siemens und der britische Maschinenhersteller Tharsus arbeiten mit Mobilfunknetzbetreibern, Forschungs- und Technologieorganisationen (Research and Technology Organisations, RTOs)¹⁸ und anderen Partnern zusammen, um Anwendungsbereiche, Netzwerkanforderungen und weitere Netzwerkparameter für optimale 5G-Umgebungen für Unternehmen zu ermitteln. Logistikunternehmen und Lagerstätten beginnen ebenfalls damit, sich näher mit 5G zu beschäftigen. So entwickelt der Hafen von Southampton¹⁹ derzeit ein privates 5G-Netzwerk für sein Gelände.

Kundenreferenz: 5G Verticale ISS

Im Rahmen des französischen Covid-19-Wiederaufbauplans untersucht das Projekt *5G Verticale Interoperable Souveraine Sécurisée* (5G Verticale ISS)²⁵ unter Leitung des Telekommunikationsanbieters Alsatis diverse Anwendungsbereiche, die von Projektpartnern wie Gesundheitsdienstleistern, lokalen Behörden und Branchengrößen vorgeschlagen wurden. Neben der Einführung von 5G in diesen Sektoren soll auch die Einbindung älterer Anwendungsfälle und Netzwerke ermöglicht werden.

Deutschland

Die Bundesregierung veröffentlichte 2016 ihre 5G-Strategie für Deutschland, um bis 2025 zum Leitmarkt für 5G-Netzwerke und -Anwendungen zu werden.²⁰

Die Strategie konzentriert sich auf fünf Bereiche:

1. Forcierung des Netzrollouts
2. Bedarfsgerechte Bereitstellung von Frequenzen
3. Kooperationsförderung zwischen Telekommunikations- und Anwenderindustrie – unter Berücksichtigung der Anforderungen, Vorschläge und Lösungen der relevanten Anwenderindustrien bei den Standardisierungsprozessen
4. Koordinierte und gezielte Forschung
5. Initiierung von 5G für Städte und Kommunen

Die Bundesregierung sucht auch die Zusammenarbeit mit anderen europäischen Ländern, um die Entwicklung und Förderung privater 5G-Netzwerke in der Industrie voranzutreiben. Eine Partnerschaft zwischen Deutschland und Frankreich hat zum Ziel, die Souveränität Europas in Bezug auf innovative Technologien zu untermauern.²¹ Im Mai 2021 wurden Fördermittel in Höhe von 20 Millionen Euro für private 5G-Netzwerklösungen ausgeschrieben.²²

Frankreich

Frankreich unterstützt ebenfalls die Nutzung und Entwicklung von 5G. Cédric O, Staatssekretär für Digitales, gab bekannt, dass Frankreich „... bis 2022 [die Entwicklung einer] eigenen Lösung für Unternehmensnetzwerke“ anstrebe. Bisher konzentrieren sich die 5G-Implementierungen und -Tests vor allem auf Industrie 4.0, Smart Citys und vernetzte Mobilität.²³

Im Juli 2021 präsentierte die französische Regierung eine Strategie,²⁴ mit der 5G zum Kernpunkt der Industrie wird und die auf vier Säulen basiert:

1. Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit Frankreichs durch die Entwicklung neuer 5G-Einsatzbereiche in allen Branchen
2. Ausbau der Kapazität der Telekommunikationsnetzwerke bis 2022–2023
3. Unterstützung modernster F&E-Initiativen für zukünftige Netzwerktechnologien
4. Verstärkte Ausbildung und Rekrutierung von Fachkräften zur Bewältigung der Entwicklungs- und Implementierungsanforderungen zukünftiger Netzwerke

18. <https://www.ericsson.com/en/news/3/2020/ericsson-and-digital-catapult-to-unlock-5g-potential-with-uk-smart-manufacturing-partners>

19. <https://www.verizon.com/about/news/verizon-european-private-5g-deal-associated-british-ports>

20. https://www.bmwi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile

21. <https://www.euractiv.com/section/digital/news/eu-commission-greenlights-german-initiative-to-eradicate-dead-spot-problem/>

22. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/05/20210525-Deutschland-und-Frankreich-starten-Foerderaufwurf-zu-5G-Anwendungen-und-privaten-Kommunikationsnetzen.html>

23. <https://www.arcep.fr/cartes-et-donnees/nos-publications-chiffrees/experimentations-5g-en-france/tableau-de-bord-des-experimentations-5g-en-france.html>

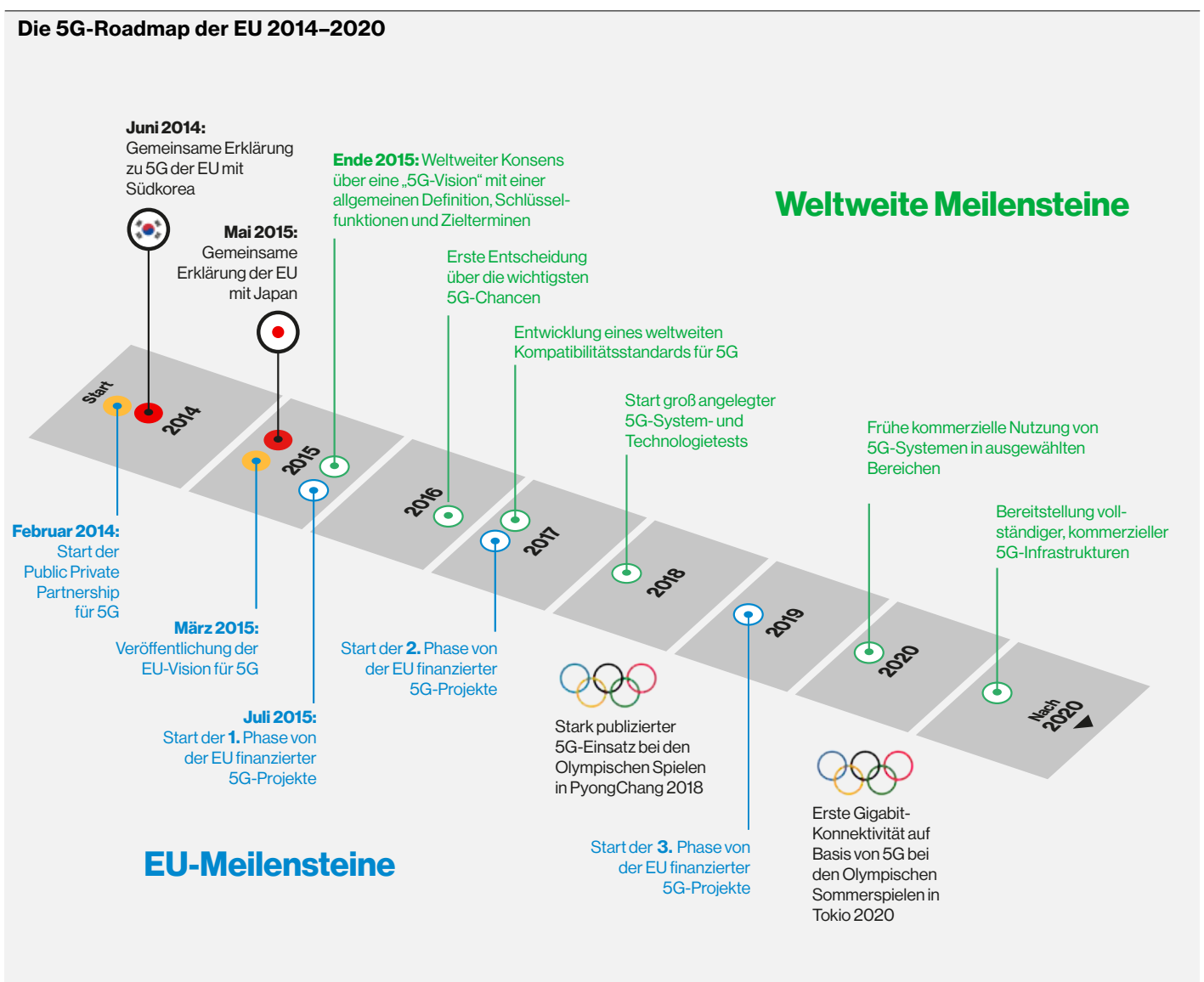
24. <https://www.economie.gouv.fr/plan-de-reliance/5g-lancement-strategie-nationale>

25. https://www.ffttelecoms.org/nos-travaux-et-champs-dactions/soutien-du-comite-strategique-de-filieres-infrastructures-numeriques-projets-innovants-lies-au-developpement-de-la-5g/#projet_engage_5g_and_beyond

Die Europäische Union

Die Europäische Kommission hatte sich zum Ziel gesetzt, die Einführung und Verfügbarkeit von 5G für Unternehmen zu verbessern,²⁶ und fügte 2021 als weiteren Punkt die 5G-Abdeckung aller bewohnten Gebiete bis 2030 hinzu.²⁷ Die EU fördert verschiedene 5G-Tests durch gemeinsame Forschungs- und Innovationsprogramme wie Horizon Europe. Bis März 2021 wurden in 25 der 27 EU-Mitgliedsstaaten und dem Vereinigten Königreich über 200 Tests gestartet.²⁸

Die 5G-Roadmap der EU 2014–2020



26. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/5g-action-plan>

27. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en

28. <https://5gobservatory.eu/5g-trial/major-european-5g-trials-and-pilots/>

Kapazität, Verfügbarkeit und Variation der Frequenzbereiche

Das Frequenzspektrum ist die Grundlage für die drahtlose Kommunikation und 5G nutzt mehrere Radiofrequenzbänder. Die verschiedenen Länder haben jeweils bestimmte Frequenzbänder für 5G reserviert. Laut der Richtlinie (EU) 2018/1972²⁹ (auch Europäischer Kodex für elektronische Kommunikation genannt) sollten die EU-Mitgliedsstaaten die 5G-Frequenzen bis Ende 2020 vergeben haben, aber nicht alle Länder konnten diese Frist einhalten. Nationale Behörden vergeben die Frequenzbänder an Mobilfunknetzbetreiber meist in Auktionen. In manchen Ländern, unter anderem Deutschland, Frankreich und dem Vereinigten Königreich, werden sie auch Unternehmen zugewiesen. Durch die Covid-19-Pandemie haben sich die Auktionen für öffentliche Netz- und Mobilfunknetzbetreiber verzögert.

In Deutschland, Frankreich, dem Vereinigten Königreich und einigen anderen Märkten wurden eigene 5G-Regelungen diskutiert oder bereits erlassen, damit Unternehmen Frequenzbereiche beantragen und für private 5G-Netzwerke nutzen können.

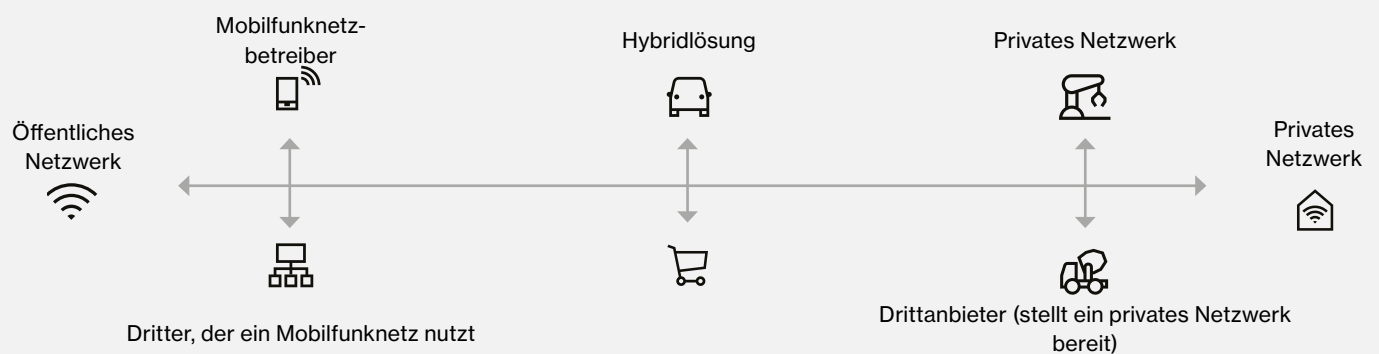
Edge Computing

Wenn Sie noch nie von Edge Computing gehört haben, sind Sie nicht allein: In unseren Interviews haben wir festgestellt, dass Kommunikationsunternehmen die Technologie noch nicht umfassend bekannt gemacht haben. Da bei den modernen digitalen Services der Industrie 4.0 immer größere Datenmengen anfallen, erwägen viele europäische Unternehmen Technologien wie Edge Computing zur Verwaltung und Speicherung ihrer Daten. Dieser Trend spiegelt sich auch in den steigenden Investitionen von Cloud-Anbietern (wie Amazon Web Services, Google Cloud Platform und Microsoft Azure)

in Edge Computing wider. Die EU stuft dies als eine große Chance für Europa ein. Laut dem von der EU finanzierten Projekt Next Generation Internet of Things (NGIoT)³¹ ebnet Edge Computing „... den Weg für neue Anwendungen, neue Wertversprechen und nachhaltiges Wachstum und unterstützt damit den European Green Deal“.³²

Die britische Organisation UK Research and Innovation (UKRI) fördert mehrere Verbundforschungsprojekte rund um Edge Computing, unter anderem Intelligent Edge of Things, das sich mit der Entwicklung einer intelligenten dreistufigen Edge-IoT-Architektur befasst,³³ und Piccolo, das den Einsatz von Edge Computing und 5G-Services für die Verarbeitung von Fahrzeugdaten und die IoT-Bildverarbeitung untersucht.³⁴ Auch die Regierungen einzelner EU-Länder unterstützen Edge Computing aktiv. So hat Deutschland beispielsweise im Juni 2020 Fördermittel für ein Edge Computing Forschungsprogramm angekündigt.

Potenzielle Geschäftsmodelle für die Bereitstellung von drahtlosen Verbindungen, einschließlich 5G



29. <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-europe-fit-for-the-digital-age/file-5g-action-plan>

30. https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0017/222173/spectrum-strategy-statement.pdf

31. <https://www.ngiot.eu/>

32. <https://www.ngiot.eu/report-iot-and-Edge-Computing-opportunities-for-europe/>

33. <https://gtr.ukri.org/projects?ref=106199#/tabOverview>

34. <https://gtr.ukri.org/projects?ref=106196>

05

Kann privates 5G tatsächlich Innovationen fördern?



Viele Experten sind der Ansicht, dass neue Trends und Anwendungsfälle in der Fertigung, Live-Entertainment, im Gesundheitswesen und in anderen Branchen sowie bestimmte Anwendungen wie AR-/VR-Lösungen, die Kollaboration von Menschen an unterschiedlichen Standorten und Qualitätsprüfungen nur mit 5G möglich sind. Branchenexperten weisen jedoch darauf hin, dass diese Technologien und Anwendungen nicht wirklich neu sind. Allerdings konnten sie bisher nicht ihr volles Potenzial entfalten, da keine zuverlässigen und sicheren drahtlosen Hochgeschwindigkeitsverbindungen verfügbar waren. Private 5G-Netzwerke schaffen Abhilfe und fördern dadurch auch Innovationen.

Private 5G-Netzwerke können auch die sich derzeit rasant verändernde Arbeitswelt unterstützen. Durch die Covid-19-Pandemie wurden in den meisten Branchen alternative Geschäftsmodelle und häufig auch Telearbeit erforderlich. Branchenexperten sehen die Möglichkeit, mit 5G vorhandene Prozesse zu verbessern und innovative Arbeitsweisen und neue Nutzenversprechen zu schaffen.

Der aktuelle Stand der Innovationen in Zusammenhang mit privaten 5G-Netzwerken

Die Mehrheit der Unternehmen, die wir im Rahmen dieser Studie untersucht haben und die bereits 5G und Edge Computing nutzen, befinden sich noch im Anfangsstadium. Bei den Endbenutzern und Integratoren sieht es ähnlich aus: Sie befinden sich größtenteils noch in der Planungsphase und nur eine kleine Gruppe hat bereits begonnen, die Technologie zu testen und zu implementieren.

Aus einem Bericht der GSA (Global Mobile Suppliers Association)³⁵ zu privaten Netzwerken geht hervor, dass weltweit 370 Unternehmen LTE (4G) oder private 5G-Mobilfunknetze nutzen oder eine Lizenz für die Bereitstellung erhalten haben. Im Mai 2021 waren es noch 311 Organisationen. Laut Dr. Esmat Mirzamany, International 5G Solution Lead bei Verizon, wird die Zahl weiter zunehmen³⁶ und Branchenexperte Mathieu Lagrange, Networks & Security Director bei dem französischen Forschungs- und Technologie-Institut b<>com sagte ebenfalls, dass es „eine starke Nachfrage nach privaten Netzwerklösungen“ gibt und dass der europäische Markt „bis 2030 mit einem Wachstum von etwa 20 Prozent pro Jahr“ rechnen kann.³⁷

Unternehmen reagieren bisher eher zögerlich auf private 5G-Netzwerke. Viele Anwendungen befinden sich noch in der PoC- (Proof of Concept) oder PoV-Phase (Proof of Value), Geräte und Appliances gibt es ebenfalls oft nur als Prototyp. In der PoC- und PoV-Phase wird ermittelt, wie ein Produkt funktioniert bzw. welchen Nutzen es in bestimmten Anwendungsbereichen hat.



Je mehr PoV durchgeführt werden, desto besser wird der Nutzen von 5G ersichtlich und desto eher sind Unternehmen bereit, es zu testen. Aber wie bei jeder neuen Technologie wird es eine Weile dauern, bis [private 5G-Netzwerke] ihre kommerzielle Reife erreicht haben.

Dr. Esmat Mirzamany, International 5G Solution Lead, Verizon

35. <https://gsacom.com/paper/private-mobile-networks-executive-summary-august-2021/>

36. Interview von Digital Catapult mit Dr. Esmat Mirzamany, Verizon

37. <https://b-com.com/en/accelerate/do-you-really-need-this-private-5g-network>

Unterhaltungs- industrie

Die Unterhaltungsbranche verändert sich rasant – sowohl in Bezug auf den Konsum als auch auf die Produktion. Kulturschaffende müssen innovativ bleiben und das betrifft sowohl die Erstellung von Inhalten, die Distributionsmodelle als auch die Erlebnisse, die sie den immer anspruchsvolleren Kunden bieten.

5G wird zunehmend mit anderen innovativen Technologien wie AR/VR kombiniert. Die technischen Vorteile von 5G, insbesondere die niedrige Latenz und große Kapazität, ermöglichen die praktische Umsetzung neuer kreativer Ideen, Anwendungen und Streams in der Unterhaltungsindustrie, zum Beispiel in den Bereichen Live-Sportveranstaltungen, Gaming, Theater, Musik, Fernsehen und Filme.



Einer der größten Vorteile von [privatem] 5G für die Kunst- und Kulturbranche ist die Möglichkeit, nahtlose hybride Erlebnisse anzubieten – die physische und die digitale Welt zu vereinen.

Donna Close, Digital Culture Associate, Brighton Dome & Brighton Festival (BDBF)

Kundenreferenz: 5G Festival

Das 5G Festival findet im Südosten Englands statt und ist eines der ersten 5G-gestützten hybriden Festivals weltweit. Auf vernetzten, innovativen und funktionalen Plattformen können Musiker und Künstler an unterschiedlichen Standorten gemeinsam komponieren, proben und ihre Musik produzieren. Auch dem Publikum werden neue Möglichkeiten für die Interaktion bei Live-Konzerten geboten. Das 5G Festival nutzt ein privates 5G-Netzwerk für Tests an den Veranstaltungsorten und öffentliche 5G-Netzwerke für die Bereitstellung der Inhalte bei den Zuschauern zu Hause.

Bei den Tests des preisgekrönten Festivals standen wichtige Aspekte von 5G für die Remote Collaboration von Musikern im Mittelpunkt. Dabei wurde unter anderem geprüft, welche Audiolatenz für die Zusammenarbeit von Künstlern an verschiedenen Standorten noch erträglich ist und wie die räumliche Audiowiedergabe (3D-Audio) als Alternative zu Stereo die Kollaboration verbessern kann.³⁸

Ein potenziell weiterer Vorteil für Veranstaltungsorte wäre die Möglichkeit, räumliche Beschränkungen zu umgehen, indem sie die Live-Unterhaltung zusätzlich an

Privathaushalte übertragen. Das ist schon mit relativ wenigen Geräten möglich: Es wird ein Point-to-Point-Netzwerk an dem Veranstaltungsort benötigt, über das ein Kamerteam den Audio- und den Video-Feed direkt an ein Studio sendet, wo sie live abgestimmt und an die Zuschauer gestreamt werden.

Das Festival wurde aus den 200 Millionen GBP des 5G Testbeds and Trials-Programms (5GTT) des britischen Kulturministeriums (Department for Digital, Culture, Media & Sport) finanziert. Zu den beteiligten Partnern gehören Brighton Dome, Metropolis Studios, O2, Sonosphere, Digital Catapult, Audiotonix, BDBF, Warner Music Group, Mativision und Live From.



5G FESTIVAL

38. <https://uk5g.org/discover/testbeds-and-trials/5g-festival/>

Gavin Newman, Brand Director bei dem Londoner Tonstudio Metropolis Studios, bezeichnet das laufende 5G Festival-Projekt als „äußerst aufschlussreich in Bezug auf die Möglichkeiten von [privatem] 5G und seinen Vorteilen. ... Es wird reibungslose Performance, Kommunikation und Workflows ermöglichen“. Newman hebt besonders die Möglichkeit hervor, von Remote-Standorten aus zu kollaborieren und zu proben. Das sei „eine bahnbrechende Neuerung für die Live-Musikbranche und die Kunst-Community insgesamt“. Mit solchen Anwendungen will die Branche Zeit und Kosten sparen.

„The Remotes“ ist eine Musikgruppe, die für die Tests des 5G Festival gegründet wurde. Dank der niedrigen Latenz und großen Kapazität von 5G konnten die Musiker gemeinsam proben und auftreten, obwohl sie sich an unterschiedlichen Orten im Land befanden. Sie nutzten Augmented-Reality-Brillen des Herstellers Nreal's Mixed Reality (MR) und 360°-Video. Die Nreal-Brillen ermöglichen eine immersive Erfahrung. Diese Einsatzbereiche für 5G „haben uns einen Blick in die Zukunft vermittelt“, sagt Newman.³⁹

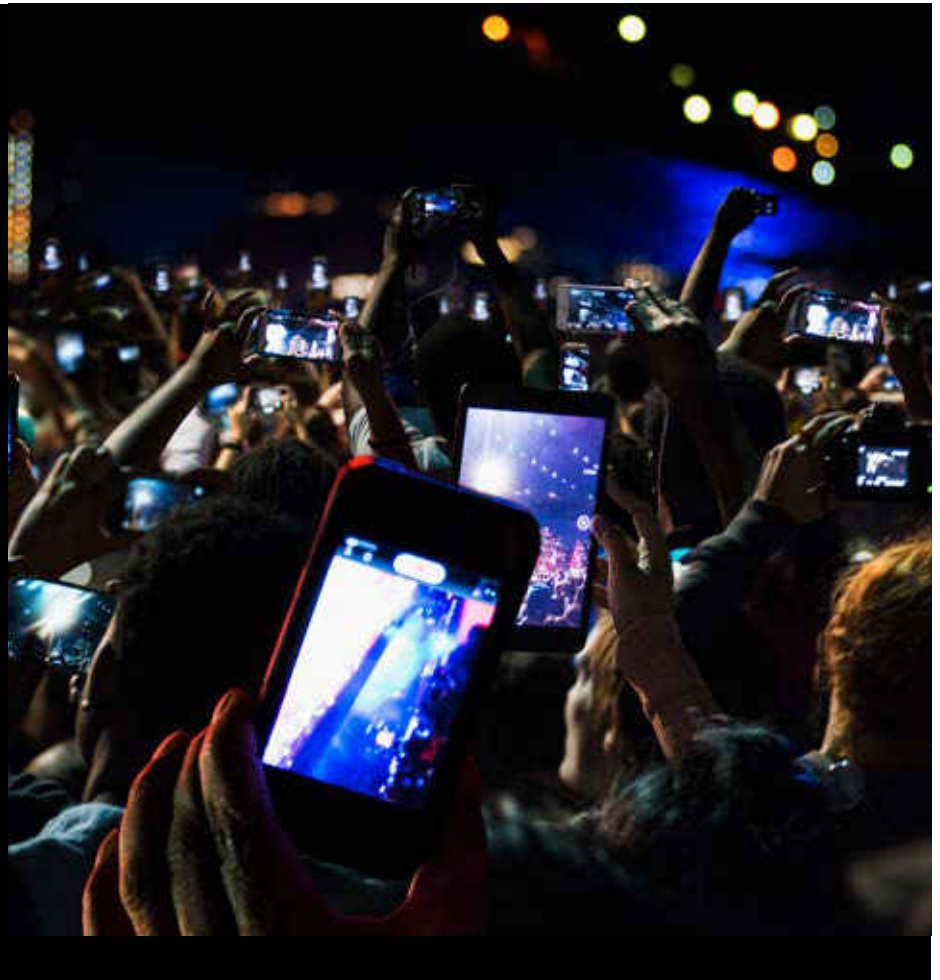
Die Kombination aus 5G und dem IoT, in Form von Wearables, bietet Zuschauern ebenfalls die Möglichkeit, in nahezu Echtzeit mit den Künstlern zu interagieren und dadurch sogar in einem gemeinsamen kreativen Prozess die Darbietung zu beeinflussen.

In der Unterhaltungsindustrie beginnen sich auch Fußballclubs für private 5G-Netzwerke und ihre Möglichkeiten für das Publikum und die Interaktionen mit der Sportart zu interessieren.

Kundenreferenz: 5G VISTA

5G VISTA (Video in Stadia Technical Architecture) ist ein kollaboratives F&E-Projekt, das zum Teil staatlich finanziert wurde und in London durchgeführt wird. Das Ziel ist, mithilfe von MEC Live-HD-Videostreams mit Aufnahmen aus mehreren Blickwinkeln und interaktive Inhalte der Veranstaltung bereitzustellen – und zwar sowohl auf den Geräten der Besucher vor Ort als auch für Zuschauer im gesamten Land.

Das Projekt soll die bereits vorhandene Nachfrage von Seiten der Kunden aufzeigen und einen Business Case für 5G-gestützte Sportveranstaltungen liefern. Eine vollständige Übertragung einer Live-Sportveranstaltung mit 5G LTE feMBMS (Further Evolved Multimedia Broadcast Multicast Service) ist für Februar 2022 geplant. Die Zuschauer sollen sich dann auf ihren Smartphones sofort spannende Momente als Wiederholung ansehen und das Geschehen aus verschiedenen Kamerablickwinkeln verfolgen können.⁴⁰



39. Interview von Digital Catapult mit Gavin Newman, Metropolis Studios

40 <https://uk5g.org/discover/testbeds-and-trials/project-vista/>

Häfen, Flughäfen und Verkehrsknotenpunkte

Häfen, Flughäfen und andere Verkehrsknotenpunkte sind wichtige Märkte für 5G- und Service Provider. An diesen riesigen Umschlagplätzen werden bereits hohe Investitionen in öffentliche Mobilfunknetze (für Innenräume und Außenbereiche), WLAN- und andere Drahtlostechnologien getätigt.⁴¹

Der Flughafen Köln/Bonn entwickelt beispielsweise ein privates 5G-Netzwerk, um innovative Anwendungen wie intelligente Gepäck- und Grenzkontrollen zu testen und die Effizienz insgesamt zu steigern.⁴² Die Bundesnetzagentur erteilte dem Flughafen eine Lizenz für die Frequenzen von 3,7 GHz bis 3,8 GHz.

Kundenreferenz: ABP Ports

ABP Ports ist der Betreiber des Hafens in Southampton im Vereinigten Königreich. Er arbeitet mit Branchenpartnern zusammen, um in bestimmten Hafenbereichen sichere Verbindungen bereitzustellen. Die 5G-Integration wird ihm die folgenden Vorteile verschaffen:

- Einfachere Konnektivität
- Größere Sicherheit und Zuverlässigkeit der Kommunikation zwischen den Terminals
- Unterstützung der Entwicklung neuer und stärker automatisierter Prozesse

Da bei IoT, KI, maschinellem Lernen und Datenanalysen große Datenmengen generiert und verarbeitet werden, ist ein privates 5G-Netzwerk erforderlich. Daher wird ein Großteil der Infrastruktur für diese komplexen Technologien auf 5G basieren.⁴³

Fertigung, Logistik und Baugewerbe

Deutschland, Italien, Frankreich und das Vereinigte Königreich gehören zu den zehn größten Herstellerländern der Welt.⁴⁴ Doch die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Hersteller wird von Konkurrenten in anderen Regionen angefochten, sowohl in Bezug auf die Produktionsmenge als auch auf die Einführung industrieller digitaler Technologien, einschließlich 5G.

Die Fertigungs- und die Logistikbranche gehören zu den Vorreitern bei 5G und die Fertigungsbranche ist einer der Sektoren, in denen die meisten Experimente mit privaten 5G-Netzwerken durchgeführt werden.⁴⁵ Globale multinationale Hersteller wie die Automobilhersteller Ford und Volkswagen AG, der Luftfahrtkonzern BAE Systems und der Kabelhersteller Prysmian Group testen, wie sie damit ihre Prozesse optimieren können.⁴⁶

Aufgrund der niedrigen Latenz von 5G können Fertigungsprozesse mit Cobots, AGVs und digitalen Zwillingen sowie ferngesteuerten Funktionen, zum Beispiel zur vorausschauenden Wartung von Geräten, Qualitätskontrolle und Anomalieerkennung optimiert werden. 5G kann auch zu Produktivitätssteigerungen beitragen. Laut einem Test von Worcester Bosch im Vereinigten Königreich konnte die Produktivität einiger Anwendungen mit privatem 5G um zwei Prozent gesteigert werden.⁴⁷



41. <https://stlpartners.com/research/airports-the-roles-of-5g-private-networks/>

42. <https://www.airport-technology.com/news/cologne-bonn-airport-ntt/>

43. <https://www.abports.co.uk/news-and-media/latest-news/2021/verizon-business-signs-its-first-european-private-5g-contract-with-associated-british-ports/>

44. Make UK, UK Manufacturing Facts 2020/21

45. <https://uk5g.org/attend/driving-smart-x-world-with-private-5g-networks/>

46. Experteninterviews von Digital Catapult, Sommer 2021

47. <https://www.ericsson.com/en/cases/2020/the-5g-factory-of-the-future>

Kundenreferenz: 5G Factory of the Future

5G Factory of the Future wird von einem Konsortium aus Industrie-konzernen, wissenschaftlichen Einrichtungen und KMUs geleitet, dem unter anderem BAE Systems, IBM, AMRC NW, Digital Catapult, aql, Miralis und MTT angehören. Das Projekt testet 5G-Verbindungen in fünf typischen Einsatzbereichen der Fertigungsbranche. Dabei wird das Potenzial von 5G in den folgenden Bereichen untersucht:

- RTM-Echtzeit-Überwachung und Regelkreissteuerung, um sicherzustellen, dass die Eingangsvariablen innerhalb ihrer sehr engen Toleranzbereiche bleiben
- Monitoring von Fabrikumgebungen zur Unterstützung rekonfigurierbarer Fertigungszellen
- Optimierte Monitoring der Verpackung und Produktqualität in der gesamten Lieferkette für mehr Transparenz und die digitale Übergabe
- XR/AR für Unterstützung, Kollaboration und Inspektionen per Fernzugriff
- Nutzung digitaler Zwillinge zur Erstellung einer Referenzarchitektur, zur Rekonstruktion bestimmter Szenarien zur Simulation von Situationen aus der Praxis sowie zur Nutzung historischer Daten zur Erstellung von Prognosen über das Prozessverhalten und zur Optimierung von Fabriklayouts und Arbeitsflüssen

Zu den erwarteten Testergebnissen zählen geringere Ausfallzeiten der Betriebsanlagen, verminderte Infrastrukturanforderungen und eine Vorlage für zukünftige Verbindungen.⁴⁸

Umfragen zufolge planen 76 Prozent der Hersteller in vier Ländern, bis 2024 private 5G-Netzwerke zu nutzen.⁴⁹ Ein Beispiel ist ein Werk von Volkswagen in Deutschland, in dem derzeit FTS (fahrerlose Transportsysteme) für die Serienfertigung eingesetzt werden. Sie sind in den Produktionsprozess eingebunden und werden über WLAN gesteuert. Der Automobilhersteller plant, in naher Zukunft auf eine Matrix-Produktion umzustellen, um noch flexibler agieren zu können. Die zu montierenden Fahrzeuge werden nur an die Stationen gebracht, die für ihre Konfiguration und Produktion relevant sind. Auf diese Weise lässt sich die Produktivität steigern, da Schritte, die bei bestimmten Fahrzeugen nicht notwendig sind, übersprungen werden können. Doch die Produktion wird dadurch komplexer und Volkswagen muss geeignete Konzepte testen, zum Beispiel ein zentrales Leitsystem in der Cloud zur Steuerung der autonomen AGVs. Das Unternehmen möchte die Anforderungen zukünftiger Produktionssysteme mithilfe eines privaten 5G-Netzwerks erfüllen.⁵⁰ Mit 5G und der damit verbundenen niedrigen Latenz können fahrerlose Transportfahrzeuge viel schneller fahren – und so die Effizienz steigern – ohne die Sicherheit zu beeinträchtigen.

Die Ergebnisse aus den Gesprächen und der Sekundärforschung deuten darauf hin, dass Fertigung und Logistik auch weiterhin Vorreiter der 5G-Nutzung sein werden. Ihre Erfahrungen, Anwendungsfälle und Tests zu technischen Anforderungen kommen dann auch anderen Branchen zugute. Bei der Entwicklung von Geräten und Technologie-Infrastrukturen in der Fertigung wird in Zukunft wahrscheinlich 5G vorausgesetzt werden, sowohl für interne Zwecke als auch für die Interaktionen mit Partnern in digitalen Lieferketten.



In den nächsten fünf bis zehn Jahren werden Digital Twins und vernetzte Lieferketten weiterentwickelt und neue Peripheriegeräte mit 5G-Unterstützung entwickelt werden. Daher wird es immer wichtiger, es in die eigenen Prozesse einzubinden.

Farooq Yaqub, Innovation Engineer & XR Lead, Ford

48. <https://uk5g.org/discover/testbeds-and-trials/5g-factory-future/>

49. https://accedian.com/wp-content/uploads/2021/09/Accedian_Accelerating-Smart-Manufacturing-with_Analyst-Research.pdf

50. Interview von Digital Catapult mit Niklas Ambrosy, Volkswagen DE

Obwohl sich neue digitale Technologien im Baugewerbe in der Regel nur langsam durchsetzen, hat auch dieser Sektor damit begonnen, das Potenzial von privaten 5G-Netzwerken und Edge Computing zu testen, zum Beispiel für das Monitoring von und Verbindungen in Infrastrukturprojekten wie Flughäfen und Autobahnen. Branchenexperten betonen, dass es gerade für diese Branche wichtig ist, sich auf die Zukunft vorzubereiten. Gebäude und Infrastrukturen werden für eine lange Zeit genutzt und müssen daher auch zukünftigen Anforderungen gerecht werden.

Die Abdeckung ist auf Baustellen häufig schlecht, da die notwendige Infrastruktur erst errichtet wird. Außerdem verändert sich die Umgebung ständig und sehr schnell, sodass häufiger Änderungen an der Netzwerkkonfiguration vorgenommen werden müssen. In privaten 5G-Lösungen ist das wesentlich einfacher. Baustellen sind sozusagen temporäre Fertigungsstätten und benötigen daher ebenfalls eine niedrige Latenz für die Kontrolle. Studien zufolge könnte Edge Computing in der Baubranche auch die Effizienz und Qualität der Arbeitsschutzmaßnahmen verbessern.⁵¹



Kundenreferenz: Ferrovial

Das spanische Unternehmen für Transportinfrastruktur und Mobilitätsservices Ferrovial arbeitet mit Microsoft, 3M, Kapsch TrafficCom und anderen internationalen Partnern an der Entwicklung einer 5G-fähigen AIVIA Smart Roads-Plattform.

Das Projekt wurde Anfang 2021 gestartet und nutzt private 5G-Netzwerke und andere Technologien für den Bau und den Betrieb zukunftsweisender Straßen. Diese Straßen sind ein wichtiger Bestandteil der vernetzten Infrastruktur für vernetzte und fahrerlose Fahrzeuge und verbessern gleichzeitig auch die Sicherheit für konventionelle Fahrzeuge. Private 5G-Netzwerke werden für die Bauphase eingesetzt, die Öffentlichkeit wird später öffentliche 5G-Netzwerke nutzen. So lassen sich Staus vermeiden, die Fahrtzeiten verkürzen und den Verkehrsteilnehmern 5G-Verbindungen bereitstellen.⁵²

Krankenhäuser und das Gesundheitswesen

In Krankenhäusern unterstützen private 5G-Netzwerke neue Anwendungen und verbessern die Kollaboration und Automatisierung. Ein entscheidender Vorteil privater 5G-Netzwerke ist der Datenschutz: Krankenhäuser können vor Ort Mobilfunknetze bereitstellen und müssen die Daten nicht über öffentliche Netzwerke senden. Die hohe Geschwindigkeit, niedrige Latenz und hohe Bandbreite privater 5G-Verbindungen (in Kombination mit Mixed-Reality- und KI-Funktionen) könnten Präzisionsmedizin in nahezu Echtzeit und die schnelle Freigabe großer Dateien ermöglichen und dadurch die Patientenbetreuung verbessern. Laut einer aktuellen Studie⁵³ könnte die Gesundheitsbranche von den folgenden 5G-Vorteilen profitieren:

- Telemetrie- und VR-Schulungen zu chirurgischen Eingriffen
- Schnelle und zuverlässige Übertragung großer Dateien mit medizinischem Bildmaterial
- Stabilere Hochgeschwindigkeitsverbindungen für Krankenhausgeräte

51. https://www.itcon.org/papers/2020_25-ITcon-Chen.pdf

52. https://newsroom.ferrovial.com/en/press_releases/ferrovial-lanches-aivia/

53. https://accedian.com/wp-content/uploads/2021/09/Accedian_5G-Brief_Healthcare.pdf

Kundenreferenz: Engage 5G & Beyond

Im Rahmen des Covid-19-Wiederaufbauplans hat die französische Regierung Fördermittel für das Projekt „Engage 5G & Beyond“ von b<>.com bereitgestellt, einer von acht Forschungs- und Technologieorganisationen, die staatliche Unterstützung erhalten. Ziel des Projekts ist es, Lösungen für eine bessere Fernbetreuung von Patienten über private 5G-Netzwerke am Universitätsklinikum Rennes zu entwickeln.⁵⁴ Damit sollen der Betrieb effizienter gestaltet und Vorteile wie die nahtlose Bereitstellung großer Dateien, die Übertragung von Patientendaten direkt in die Krankenzimmer und die Freisetzung von mehr WLAN-Kapazität für die Patienten erzielt werden. Im Laufe der nächsten drei Jahre wird Engage 5G & Beyond auch 5G-Experimente für die Industrie 4.0 und die Energiebranche unterstützen.



Auch die britische Stadt Liverpool hat ein privates 5G-Netzwerk eingerichtet,⁵⁵ um 5G-Lösungen für Gesundheits- und Pflegedienstleister zu testen, mit denen die Kosten optimiert und dem Personal zusätzliche Netzwerkkapazität bereitgestellt werden sollen. Am King's College London (KCL) wurden in einem 5G-Netzwerk Chirurgieroboter eingesetzt, um zu zeigen, wie durch die Fernsteuerung von haptischen, taktilen, visuellen und Audiotechnologien Chirurgen und andere Ärzte bei der Diagnose unterstützt oder sogar chirurgische Eingriffe an jedem Standort weltweit vorgenommen werden können.⁵⁶

Andere Einsatzbereiche: Hochschulen und Einzelhandel

Auf einem Universitätsgelände können private 5G-Netzwerke für größere Effizienz bei Routineaufgaben und bessere Verbindungen für Studenten und Fakultätsmitglieder sorgen sowie Tests zu weiteren akademischen Einsatzbereichen ermöglichen.

Der Einzelhandel und Freizeiteinrichtungen testen 5G, um neue Kundenerlebnisse anzubieten und den Netzwerkzugriff auch bei einem hohem Datenverkehrsaufkommen sicherstellen zu können. 5G-fähige Einkaufszentren wie The Square in Camberley, Vereinigtes Königreich, und Mall of Tripla, Finnland, testen gemeinsam mit Forschungs-, Technologie- und Branchenpartnern neue Verbindungsmethoden, um in Zukunft datengestützte Kundenerlebnisse, innovative Nutzenversprechen und die Entwicklung von Smart Citys zu unterstützen.



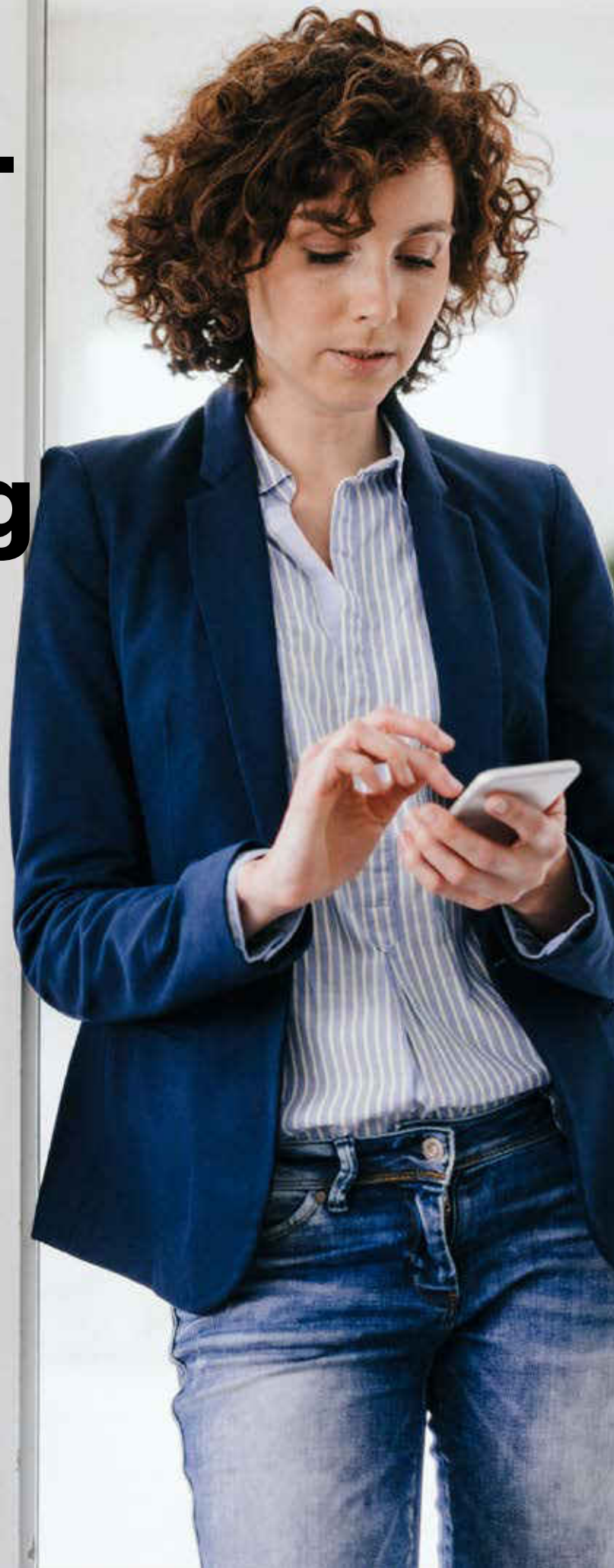
54. <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/presse/france-reliance/france-reliance-developper-des-applications-5g-dans-domaine-de-la-sante>

55. Liverpool 5G: Das Netzwerk wurde für ein Konsortium aus Behörden, Gesundheitsdienstleistern und Sozialdiensten, des NHS, Forschern der Universität, Organisationen anderer Sektoren, lokalen KMU und einem britischen 5G-Technologieanbieter eingerichtet.

56. <https://www.kcl.ac.uk/archive/news/informatics/newsrecords/king's-demonstrates-how-5g-technology-can-enable-mission-critical-services>

06

Herausforderungen bei der Einführung



Bei allen innovativen Technologien treten in den ersten Phasen noch Kinderkrankheiten auf. Auch privates 5G und Edge Computing bilden da keine Ausnahme. Ihre Einführung in Unternehmen wird ebenfalls Herausforderungen aufwerfen, von Problemen bei der Verbindung mit älteren Netzwerken und dem Mangel an kompatiblen Geräten bis zu Schwierigkeiten bei der Auswahl der besten Einsatzbereiche für jede Branche.⁵⁷

Falsche Vorstellungen und Missverständnisse

5G ist eine komplexe Technologie. Es ist daher kaum verwunderlich, dass es falsche Vorstellungen und Wissenslücken gibt.

Eine weit verbreitete falsche Annahme ist, dass viele der Vorteile von 5G und Edge Computing schon mit WLAN und anderen Verbindungsmethoden erzielt werden können. Das stimmt so nicht. Neuere Versionen von LTE und Wi-Fi 6 bieten zwar eine höhere Kapazität, aber sie können Funkressourcen nicht so effizient verwalten wie 5G. 4G bietet eine Art Network Slicing, allerdings müssen dafür einige Kernelemente repliziert werden und es ist nicht durchgängig. Einige der von uns befragten Experten wiesen zudem darauf hin, dass auch manche Unternehmen mit ihrer Vermarktung der Technologie zu den 5G-Mythen beitragen. Ein Teil der Behauptungen über das Potenzial der neuen Technologie scheinen übertrieben und gewisse Aussagen könnten sogar irreführend sein. Die Wahrheit liegt irgendwo in der Mitte.

Wissenslücken und Fachkräftemangel

Die Experten, mit denen wir für diese Studie sprachen, berichten, dass häufig nur bestimmte Teams in einem Unternehmen, zum Beispiel die F&E-Abteilung oder die für Digitalisierung, Automatisierung und Innovation Verantwortlichen, gute Kenntnisse von privaten 5G-Netzwerken haben. Das Know-how der Mitarbeiter, die direkt an den privaten 5G-Netzwerken arbeiten, wird meist nicht intern weitergegeben. Laut einer Studie von Accedian würden 68 Prozent der befragten Hersteller aus vier Ländern das Management eines privaten Netzwerks lieber auslagern, als die Aufgaben intern zu verteilen, weil sie so komplex sind.⁵⁸ Damit mehr Mitarbeiter 5G-Kenntnisse erwerben können, müssen die Technologieexperten ihre Kenntnisse und Best Practices mit Kollegen im Unternehmen teilen.

Wenn sich Managementteams nicht für 5G engagieren, ist dies meist auf Wissenslücken zurückzuführen: Die meisten Entscheidungsträger reagieren zögerlich, weil ihnen die unmittelbaren Vorteile nicht bewusst sind. Für einen eindeutigen Business Case muss nachvollziehbar sein, welche Vorteile 5G den einzelnen Teams bietet – und nicht nur der IT-Abteilung. Die von uns befragten Experten betonten, dass Vorstände und Managementteams am besten durch konkrete Anwendungsfälle und Best Practices von den Vorteilen von 5G überzeugt werden. Auch die Unterstützung der 5G-Technologieanbieter ist notwendig.



5G wird häufig als die ultimative Technologie präsentiert, mit der sich alle Probleme lösen lassen. Doch das weckt falsche Erwartungen und entspricht in Bezug auf Betrieb, Kosten und Technologie auch nicht der Realität.

Stefano Brandinali, Chief Digital Officer der Prysmian Group (Italien)

57. <https://www.capgemini.com/gb-en/wp-content/uploads/sites/3/2021/06/Final-Web-Report-5G.pdf>

58. https://accedian.com/wp-content/uploads/2021/09/Accedian_Accelerating-Smart-Manufacturing-with_Analyst-Research.pdf

Die größte Hürde wird nicht die Implementierung der [5G-]Technologie sein, sondern die Notwendigkeit, die Einstellung aller Beteiligten zu ändern. Es gibt viel zu lernen und alle müssen ein gewisses Maß an Änderungen und potenziellen Risiken hinnehmen. Doch trotz aller Herausforderungen werden die Vorteile letztendlich überwiegen.

Erfahrener Techniker bei einem führenden Datenspeicher-Serviceanbieter

Wenn sich Unternehmen für 5G entscheiden, den Mitarbeitern aber die notwendigen Kenntnisse fehlen, müssen Sie entweder in entsprechende Schulungen investieren oder neue Fachkräfte einstellen. In einigen Branchen besteht sogar großes Interesse an der Technologie, aber das begrenzte Know-how in Bezug auf die technischen und geschäftlichen Aspekte von 5G führt schnell zu Resignation.

Im Live-Event Sektor nimmt das Interesse an privaten 5G-Netzwerken beispielsweise zu. Die Verantwortlichen sind der Ansicht, dass sie mithilfe der Technologie ihr aktuelles Angebot modernisieren und neue Geschäftsmodelle schaffen können – von den Prozessen zur Inhaltsgenerierung über die Workflows zur Aufzeichnung bis zu neuen Arten der Darbietung. Viele Unternehmen nahmen die Pandemie zum Anlass, sich mit der Theorie hinter 5G zu befassen, aber die meisten konnten keine Tests durchführen.

In einer Umfrage des Capgemini Research Institute⁵⁹ wird zudem angemerkt, dass potenzielle Endbenutzer privater 5G-Netzwerke auch Fachwissen benötigen, um die relevante Infrastruktur und branchenspezifischen Lösungen für ihr Unternehmen zu

erwerben. Laut Branchenexperten ist die Risikobereitschaft in europäischen Unternehmen geringer als in anderen Ländern weltweit und da den Mitarbeitern die notwendigen Kenntnisse fehlen und sie erst geschult werden müssen, bleibt wenig Spielraum für 5G-Experimente.

Branchenumfragen zufolge sind Beschäftigte in allen Branchen interessiert und würden sich gern fortbilden, aber Managementteams wissen oft nicht, wo sie hochwertige und branchenbezogene Schulungen buchen können. Das Problem wird daher eher darin bestehen, Fortbildungsangebote für die Mitarbeiter zu finden, statt neue Fachkräfte einzustellen. In einigen technologiegestützten Branchen verfügen manche Mitarbeiter eventuell schon über die notwendigen Kenntnisse für die Implementierung und Nutzung von 5G, aber für die Fortbildung des Großteils der Mitarbeiter ist die Unterstützung Dritter notwendig. Unternehmen sollten sich daher vielleicht am besten austauschen, gegenseitig Empfehlungen geben und Mitarbeiter motivieren, sich fortzubilden und auf dem Laufenden zu halten.



59. <https://www.capgemini.com/gb-en/wp-content/uploads/sites/3/2021/06/Final-Web-Report-5G.pdf>

Mangel an Informationen

Die von uns befragten Experten wiesen auf den Mangel an Informationen zu Anwendungsfällen und Erfahrungen mit privaten 5G-Netzwerken hin. Da die Technologie noch nicht weit verbreitet ist, können branchenspezifische Kenntnisse häufig nur auf spezialisierten Konferenzen, durch Fachverbände und Foren wie 5G-ACIA ausgetauscht werden.⁶⁰ Einige der Befragten erwähnten zudem, dass sie spezifische Informationen nur von den Geräteherstellern erhalten können.

Ein Teil dieser Schwierigkeiten lässt sich durch die Teilnahme an kollaborativen F&E-Projekten, den Austausch mit anderen Unternehmen in der Branche, die Berücksichtigung von Ergebnissen erfolgreicher Tests und die Zusammenarbeit mit Netzbetreibern überwinden. Behörden, nationale Innovationseinrichtungen (z. B. UK Research & Innovation) und Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationszentren (wie die Fraunhofer-Gesellschaft in Deutschland, Digital Catapult im Vereinigten Königreich und Carnot Institutes in Frankreich) können eine wichtige Rolle bei den F&E-Initiativen spielen und Proof-of-Value-Konzepte zur Ermittlung der zu erwartenden Rendite unterstützen.



Wir können privates 5G immer noch nicht offiziell in unserem Budget einplanen, da wir zu wenig darüber wissen und es keine Tarifangaben gibt, mit denen sich die Kosten für die Datenübertragungen vor Ort veranschlagen lassen. Es würde helfen, mehr wissenschaftliche Arbeiten und Ressourcen mit verschiedenen Anwendungsbeispielen und Beschreibungen zu Workflows zu haben, die als Inspiration, Best Practices und Vorlagen dienen könnten.

Tomasz Witkowski, Director of Technology & Engineering der Twickenham Film Studios



60. <https://5g-acia.org>



Wirtschaftlichkeit und ROI

Der Erfolg einer Technologie basiert in der Regel auf dem Interesse der Öffentlichkeit, aussagekräftigen Präsentationen und genaueren Angaben zum ROI ab. Erstanwender merkten an, dass Tests zu industriellem 5G hauptsächlich in multinationalen Organisationen durchgeführt werden. Sie schätzen, dass kleinere Unternehmen in etwa drei Jahren erste 5G-Experimente starten werden.

5G-Tests und -Implementierungen müssen sorgfältig und für einen bestimmten Anwendungsfall vorbereitet werden, um einen maximalen ROI zu erzielen. Chris White, Electrification Manager bei Ford Europe sagte bei dem Private Networks Forum im Mai 2021 dazu:⁶¹ „... Es gibt einen Business Case für all die Vorteile, die [privates 5G] in Unternehmen fördert –

von Industrie 4.0 über Augmented Reality bis zur vorausschauenden Wartung mithilfe von IoT-Sensoren. Für all das gibt es einen Business Case, aber [der Markt] muss sich bewusst sein, dass man ein 5G-Netzwerk nicht einfach implementieren und dann Rendite erzielen kann. Man muss darauf aufbauen.“⁶² Unternehmen müssen also nicht nur berücksichtigen, dass zwischen der Implementierung von 5G und positiven Ergebnissen eine gewisse Zeit verstreichen kann, sondern auch sicherstellen, dass der Anwendungsfall für ein privates 5G-Netzwerk im Detail festgelegt wurde.

Ein potenzieller Nachteil von 5G ist die Tatsache, dass seine Vorteile vor allem in Kombination mit anderen Technologien zutage treten. Einigen Unternehmen ist das Risiko, mehrere neue Technologien gleichzeitig einzuführen, eventuell zu hoch, solange keine ausreichenden Erfahrungswerte vorliegen.

Branchenuntersuchungen legen nahe, dass Tests mit privaten 5G-Netzen auf Grundlage mehrerer Anwendungsfälle helfen können, Investitionen zu rechtfertigen. Service Provider müssen in den diversen Abteilungen Anwendungsfälle sammeln, die Genehmigung des Managementteams einholen und sicherstellen, dass die Netzwerk- und IT-Infrastrukturteams von Beginn an beteiligt sind.⁶³

Ein entscheidender Punkt für den Business Case ist die Netzwerkflexibilität: Da das Netzwerk auch für zukünftige Services genutzt werden kann, sorgt es für eine zukunftssichere Konnektivität – und es wird auch über den spezifischen Anwendungsfall hinaus ein ROI erzielt. Experten geben auch zu bedenken, dass die Nutzung eines öffentlichen 5G-Netzwerks zwar eventuell günstiger ist, Unternehmen in diesem Fall aber wesentlich weniger Kontrolle und Flexibilität haben.

61. <https://www.privatenetworksforum.com/home>

62. <https://enterpriseiotinsights.com/20210525/channels/news/enterprises-dont-understand-the-tech-or-the-business-case-ford-on-what-to-fix-with-private-5g>

63. https://accedian.com/wp-content/uploads/2021/09/Accedian_Accelerating-Smart-Manufacturing-with_Analyst-Research.pdf

Mangel an Fallstudien

Es gibt immer mehr industrielle Einsatzbereiche für 5G. Dazu gehören unter anderem die Fernüberwachung und -steuerung von Maschinen sowie Qualitätskontrollen und Inspektionen per Fernzugriff, der Betrieb von AGVs und anderer autonomer Roboter, industrielle Schulungsangebote, digitale Zwillinge und die Kollaboration von Mitarbeitern an unterschiedlichen Standorten über AR/VR.⁶⁴ Diese wurden bisher jedoch kaum dokumentiert und publiziert.

Der Mangel an bekannten Fallstudien und Kundenreferenzen beeinträchtigt die Bereitschaft zu 5G-Experimenten. Bekannte Anwendungsbereiche müssen unbedingt identifiziert und dokumentiert werden, um die Erkenntnisse mit den diversen Branchengrößen und Wissenschaftlern zu teilen.

In einigen Unternehmen ist man überzeugt, dass 5G die Einführung neuer Produkte, Services und Geschäftsmodelle ermöglichen und dadurch auch die Umsätze steigern und die Investitionen für die Anschaffung rechtfertigen wird. Aus den Umfrageergebnissen zu diesem Bericht lässt sich herauslesen, dass sich die Nachfrage steigern ließe, wenn Technologieanbieter und -betreiber 5G-Einsatzbereiche und den geschätzten ROI angeben würden. Hier besteht eine Chance für Unternehmen, gemeinsam mit den Anbietern Tests durchzuführen.

Beschränkte Anzahl an Geräten und begrenzte Interoperabilität

Bei neuen Technologien treten zu Beginn häufig Probleme mit der Verfügbarkeit, Interoperabilität und Kompatibilität der Geräte und Infrastrukturen auf. Derzeit gibt es nur wenige kompatible 5G-Geräte, doch das wird sich mit zunehmenden Niveaus des 5G-Netzes wahrscheinlich ändern.⁶⁵ Experten weisen darauf hin, dass auf dem Privatkundenmarkt 5G-fähige Smartphones und Breitbandgeräte für Privathaushalte angeboten werden, Produkte für industrielle Einsatzbereiche oder Unternehmensanwendungen jedoch bisher kaum verfügbar sind.

Einige befürchten, dass dadurch ein typisches Henne-Ei-Problem entstehen könnte: Ohne 5G-Geräte fehlt der Anreiz, in 5G-Netzwerke zu investieren. Andere betonen, dass 5G-fähige Geräte aber auch abwärtskompatibel und für 4G geeignet sein müssten. Das könnte allerdings Sicherheitsrisiken bergen.⁶⁶

Auch die Interoperabilität von Geräten mit unterschiedlichen Betriebssystemen wurde als kritisches Problem angeführt, das Gerätehersteller und Systemintegratoren beheben müssen. Um das ganze Potenzial von 5G auszuschöpfen, müssen sich ältere Geräte nahtlos in die Servicearchitektur für 5G-Geräte integrieren lassen. Diverse Beteiligte bemühen sich bereits um eine Lösung.



64. <https://www.capgemini.com/gb-en/wp-content/uploads/sites/3/2021/06/Final-Web-Report-5G.pdf> und Erkenntnisse aus Interviews/Workshops

65. <https://www.capgemini.com/gb-en/wp-content/uploads/sites/3/2021/06/Final-Web-Report-5G.pdf>

66. <https://www.electropages.com/blog/2020/10/vulnerability-old-tech-how-5g-may-face-problems>

Mangel an einheitlichen Vorschriften und Standards

Obwohl es globale 5G-Standards gibt, unterscheiden sich die nationalen Vorgaben zu 5G und Edge Computing. Es gibt kein einheitliches Rahmenwerk für Europa und die Zuteilung der 5G-Frequenzbereiche ist noch nicht abgeschlossen. Durch die Covid-19-Pandemie hat sich die Entwicklung von Standards zusätzlich verzögert. Aus diesen Gründen fällt es Unternehmen schwer, einen Business Case für 5G zu erstellen. Einer der von uns befragten Experten fasste es so zusammen: „... Da die meisten 5G-Initiativen ihre Hardware bisher nur als Prototyp

entwickelt haben, der noch nicht auf dem Markt verfügbar ist, kann der TCO nicht ermittelt werden, weil viele Normvorgaben noch nicht implementiert wurden“.

Die **5G Releases** können ebenfalls zu Beginn verwirrend sein. Das Branchengremium 3GPP erstellt Standards für die Funkkommunikation und nutzt ein System aus sogenannten „Releases“, die zeitgleich entwickelt werden und Entwicklern eine zuverlässige Plattform für die Implementierung von Features bietet. Neue Features werden dann in den jeweils nächsten Releases veröffentlicht.⁶⁷ Bereits angekündigt wurden die Releases 15, 16, 17 und 18, aber 3GPP wird im Laufe der Zeit weitere hinzufügen, wenn sich die Anforderungen und Technologien weiterentwickeln.

Unterschiedliche Definitionen

Laut Experten sorgen auch unterschiedliche Definitionen für Probleme. Beispielsweise wird der Begriff „Edge Computing“ in verschiedenen Unternehmen unterschiedlich definiert, was wiederum die Bedeutung privater 5G-Netzwerke für die Lösung beeinflusst.

Wenn Edge Computing auf der Cloud-Ebene stattfindet und extrem niedrige Latenzzeiten erfordert, dann ist 5G unerlässlich. Findet die Datenverarbeitung hingegen auf Geräteebene statt, kommt man vielleicht auch ohne privates 5G-Netzwerk aus, sofern keine großen Datenvolumen von diesem Gerät zu einer zentralen virtuellen Maschine oder in die Cloud übertragen werden müssen. Für bestimmte Anwendungsfälle wird unter Umständen trotzdem ein privates 5G-Netzwerk benötigt. Nutzt ein Unternehmen zum Beispiel IoT-Sensoren, deren Daten mithilfe von KI/ML am Netzwerkrand verarbeitet werden (also nicht in der Cloud), können mit einem privaten 5G-Netzwerk Reaktionen nahezu in Echtzeit erzielt werden.



67. <https://www.3gpp.org/specifications/67-releases>

Die Auswirkungen der Covid-19-Pandemie auf 5G und digitale Innovationen

Die Auswirkungen der Covid-19-Pandemie sind nahezu in jedem Bereich der Gesellschaft zu spüren. In den meisten Branchen mussten Unternehmen zur Telearbeit wechseln. Die zur Unterstützung dieser großflächigen und bis dahin beispiellosen Umstellung erforderlichen robusten IT-Infrastrukturen waren mehr als je zuvor auf digitale Lösungen angewiesen. Dasselbe gilt auch für neue Technologien und 5G.

Die befragten Experten nannten sowohl positive als auch negative Auswirkungen der Pandemie auf die 5G-Implementierungen. Einige Kulturbetriebe beschleunigten die Einführung neuer Technologien, da sie neue Wege finden mussten, um Zuschauer zu erreichen und mit dem Publikum zu interagieren. Dieser Bereich hatte sich bisher kaum für virtuelle Angebote interessiert, aber mit modernen Netzwerken wie privatem 5G konnten das Brighton Dome & Brighton Festival (BDBF) und andere beinahe das immersive Erlebnis einer Präsenzveranstaltung vermitteln. Veranstaltungsorte haben auch neue Möglichkeiten ausprobiert, wie sie mit Künstlern kollaborieren können. Ein Beispiel dafür ist das 5G Festival (siehe die entsprechende Fallstudie in Kapitel 5). Laut BDBF ist das 5G Festival „ein wahrer Innovationsmotor“.⁶⁸

Aufgrund der Pandemie wurden auch einige staatliche 5G-Testprojekte vorangetrieben. So stehen bei dem Covid-19-Wiederaufbauplan

der italienischen Regierung (National Recovery and Resilience Plan, NRRP)⁶⁹ die Energiewende und die Infrastruktur im Mittelpunkt. Das Konzept „Smart Villages“, das bisher nur in der Theorie ausgearbeitet worden war, wurde während der Pandemie getestet und vorgestellt. In Zukunft können damit praktische Tests zu privaten 5G-Netzwerken in Regionen und sozialen Gruppen durchgeführt werden, die bisher über keine Verbindungen verfügten und daher kaum von dem technologischen Fortschritt profitiert haben.⁷⁰

Zu den negativen Auswirkungen der Pandemie gehören die verzögerte Entwicklung von 5G-Standards, insbesondere die Veröffentlichung von Release 16,⁷¹ und die Unterbrechung der 5G-Frequenzauktionen weltweit. Außerdem wurde aufgrund der finanziellen Lage allgemein weniger in Innovationen investiert.⁷²



Viele Veranstaltungsorte können nur eine begrenzte Zahl an Personen zulassen. Mit privaten 5G-Netzwerken haben sie die Möglichkeit, Interessierten Erlebnisse außerhalb dieser Orte anzubieten – entweder zu Hause oder unterwegs. Damit sind immersive Veranstaltungen möglich, ohne dass alle Zuschauer am selben Ort sein müssen.

Stephen Hilton, Gründer und Director, City Global Futures Ltd and Fellow, University of Bristol Digital Futures Institute

68. Interview von Digital Catapult mit Donna Close, BDBF

69. <https://www.mef.gov.it/en/focus/The-National-Recovery-and-Resilience-Plan-NRRP/>

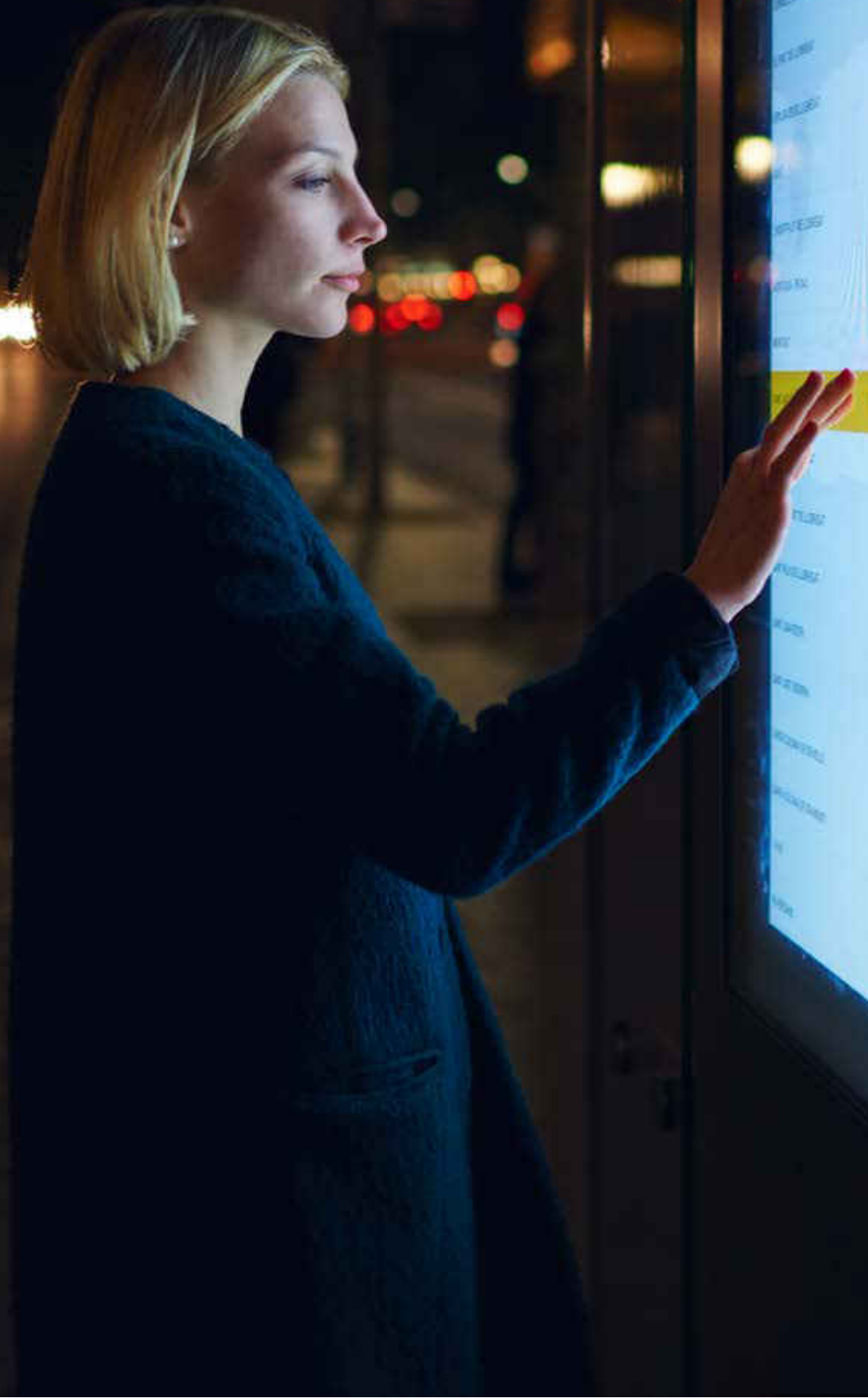
70. Interview von Digital Catapult mit Stefano Brandinali, CDO, Prysmian Group

71. Release 16 ist der nächste Release der 5G-Standards. Zu den wichtigsten Funktionen gehören Non-Public Networks (NPN, d. h. private Netzwerke), bessere Services für IoT und Time-Sensitive Networking (TSN, insbesondere für die Automatisierung im Industriebereich) sowie mobiles IoT über 5G.

72. <https://www.capgemini.com/gb-en/wp-content/uploads/sites/3/2021/06/Final-Web-Report-5G.pdf>

07

Fazit



Der unmittelbare Nutzen sollte nicht überbewertet werden, doch private 5G-Netzwerke und Edge Computing bieten europäischen Endbenutzern enorme Vorteile. Privates 5G kann – insbesondere in Kombination mit Edge Computing – die Abläufe optimieren, Innovationen fördern und bessere Wertschöpfung ermöglichen. 5G-Erstanwender sind meist über private 5G-Netzwerke informiert, aber nicht alle wissen, dass sich die Einbindung von Edge Computing für sie lohnt. Denn diese beiden Technologien ergänzen sich optimal. Die Kombination ist vor allem bei der Planung zukünftiger Infrastrukturen interessant.

Ein Teil der Stärke Europas liegt auch in den vertikalen Branchen. Diese Ecosysteme sind bereits in sehr vielen Punkten ausgereift, sodass sich die Investition in 5G lohnt. Unternehmen sollten jetzt die ersten Maßnahmen ergreifen, um das Potenzial voll auszunutzen.

Die wichtigsten Vorteile im Überblick

Die Vorteile eines privaten Unternehmensnetzwerks

- **Vollständige Kontrolle über das Netzwerk:** Ein privates 4G/5G-Netzwerk kann gezielt an die Anforderungen eines Unternehmens und Standorts angepasst und vom Eigentümer kontrolliert werden.
- **Besserer Datenschutz und stärkere Sicherheit:** Die Eigentümer/Betreiber von 5G-Netzwerken können ihre eigene Sicherheitsstrategie verwalten, einschließlich der Konfiguration und Prozesse.
- **Anpassung des Netzwerks an die individuellen Anforderungen:** Das Netzwerk kann an die individuellen Anforderungen eines Unternehmens angepasst werden. Diesen Vorteil bieten öffentliche Netzwerke nicht.



Die technologischen Vorteile von 5G

- **Niedrige Latenz:** Eine niedrige Latenz verkürzt die Reaktionszeiten für kritische und nicht kritische Prozesse und ist in den meisten Geschäftsabläufen von Vorteil.
- **Zuverlässigkeit:** 5G-Netzwerke bieten zuverlässigere Services als andere Verbindungsmethoden.
- **Network Slicing:** Ein physisches Kommunikationsnetz kann in mehrere virtuelle Netzwerke aufgeteilt werden, die dann unterschiedlich konfiguriert werden können, um die Flexibilität und den ROI zu steigern.
- **Eigener Frequenzbereich ohne Interferenzen:** Da private 5G-Netzwerke nicht unter Interferenz leiden, unterstützen sie einen höheren Durchsatz und ermöglichen den Unternehmen eine größere Kontrolle.
- **Uneingeschränkte Mobilität:** Das bedeutet, dass vernetzte Ressourcen in großen Bereichen bewegt werden können, ohne dass die Verbindungsqualität und -leistung abnehmen.

Was Sie zu Beginn Ihrer 5G-Initiative bedenken sollten

Da es sich bei 5G und Edge Computing noch um recht neue Technologien handelt, sind noch viele Fragen offen. Geeignete Produkte werden – wie bei anderen neu aufkommenden Technologien auch – noch einige Zeit auf sich warten lassen, aber der Markt entwickelt sich recht schnell.

Wie die Kundenreferenzen in diesem Bericht zeigen, sind erste Experimente bereits möglich. Unternehmen, die sich einen Wettbewerbsvorteil verschaffen möchten, sollten sofort damit beginnen. Die beste Methode, um sich über Lösungen mit privatem 5G und Edge Computing zu informieren, ist sie auszuprobieren.

Dabei sind folgende Punkte zu beachten:



Planung und Anwendungsfälle

Das enorme Potenzial von privaten 5G-Netzwerken und Edge Computing lässt sich nur ausschöpfen, wenn sie für konkrete industrielle Probleme und Fälle eingesetzt werden. Wie alle Technologieinvestitionen müssen sie einem bestimmten Zweck dienen. 5G bietet zwar zahlreiche Vorteile, doch bisher wurden wenige konkrete Anwendungsfälle präsentiert. Die Zahl nimmt aber langsam zu und die Erkenntnisse werden denen helfen, die diese Technologie testen möchten.

Unternehmen sollten Fallstudien über die Anfangsstadien der 5G-Nutzung aus ihrer eigenen und anderen Branchen auswerten, um eine solidere Informationsbasis für ihre Tests zu haben – und sie sollten später auch ihre eigenen Ergebnisse entsprechend präsentieren. Dabei sollte der Fokus stets auf einem bestimmten Problem liegen, das mit 5G behoben werden soll. Ein zielgerichteter Plan und spezifischer Anwendungsfall bilden die ideale Ausgangsbasis für ein Experiment. Überlegen Sie sich, von welchen der einzigartigen Funktionen dieser Technologie Ihr Unternehmen profitieren würde, und planen Sie dann sorgfältig die Kosten, die Finanzierung und den ROI.

Entwurf eines Business Case und ROI-Prognose

Unternehmen müssen sich darauf einstellen, dass die Amortisierung von 5G-Investitionen einige Zeit in Anspruch nehmen kann, aber für viele ist es eine notwendige Anschaffung für die datenhungrigen Prozesse der Zukunft. Der Einsatz von 5G muss langfristig betrachtet werden und dabei gilt es auch, die Vielzahl an potenziellen Vorteilen zu berücksichtigen. Unternehmen müssen noch stärker als bei anderen Technologien zwischen den Kosten für Anschaffung, Schulung und Betrieb und den langfristigen Vorteilen einer zukunftssicheren Infrastruktur abwägen. Umfragen zufolge handelt es sich bei den Erstanwendern überwiegend um

Großkonzerne, die über ausreichend Kapital und Fachkräfte verfügen, um die Bedingungen, Konfigurationen und Betriebsstrukturen zu testen, unter denen 5G einen deutlichen Vorteil bietet.

Viele 5G-Nutzer können ihre anfänglichen Investitionen jedoch reduzieren, indem sie die erforderlichen Komponenten in ihre bestehende IT- und Kommunikationsinfrastruktur integrieren. In der Regel muss nicht sofort die gesamte Kommunikationsinfrastruktur ersetzt werden. Für die Finanzierung der Tests und der Einführung eines privaten 5G-Netzwerks gibt es verschiedene Möglichkeiten, zum Beispiel kollaborative F&E-Projekte, staatliche Fördermittel und die Eigenfinanzierung. Zudem sollten Unternehmen auch alternative Methoden für die Kosten-Nutzen-Analyse erwägen, die nicht nur die Effizienz, sondern auch weniger greifbare Aspekte wie die Kundenzufriedenheit, das Markenimage und die Gründlichkeit der Qualitätskontrolle berücksichtigen. Weitere Vorteile sind sofortige Kostenreduzierungen (wie geringere Energiekosten), langfristige Einsparungen (zum Beispiel durch die Vermeidung von Strafgebühren und Produktrückrufen) und Innovationen, die das Unternehmen für Fachkräfte interessanter machen.

Jetzt investieren oder abwarten?

5G und Edge Computing sind noch nicht weit verbreitet. Potenzielle Erstanwender haben häufig Schwierigkeiten, Referenzanwendungen zu finden, die für ihren Einsatzbereich relevant sind und aussagekräftige Ergebnisse liefern.

Doch die Zahl der Anwendungsfälle nimmt zu. Die Ergebnisse aus den Gesprächen und der Sekundärforschung deuten darauf hin, dass Fertigung und Logistik auch weiterhin Vorreiter der 5G-Nutzung sein werden. Ihre Erfahrungen, Anwendungsfälle und Tests zu technischen Anforderungen kommen dann auch anderen Branchen zugute.

Unternehmen, die sich genauer informieren möchten, sollten diverse Quellen heranziehen – von Wissenschaftlern über gemeinnützige Organisationen und staatliche Quellen bis zu Branchenforen innerhalb und außerhalb des eigenen Sektors. Die Durchführung von Hackathons und der Austausch mit Wissenschaftlern sind ebenfalls gute Möglichkeiten, aus den Erfahrungen von 5G-Nutzern, -Anbietern und innovativen Entwicklern zu lernen, die Lösungen entwickeln und neue Erkenntnisse gewinnen. 5G-Nutzer sollten sich fortlaufend über Tests und praktische Erfahrungen austauschen, da damit die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Implementierung steigt. Besonders hilfreich sind Konferenzen und kollaborative Forschungsprojekte zu privaten 5G-Netzwerken. Unternehmen sollten auch bedenken, dass das Risiko frühzeitiger Tests eventuell nicht so groß ist wie das Risiko, die Vorteile zu verpassen, die

sich Erstanwendern bieten. Denn die Einführung einer neuen Technologie ist mit einem hohen Zeitaufwand verbunden: Es dauert eine Weile, sich damit vertraut zu machen, die Vorteile zu ermitteln und Ideen zu entwickeln, für welche Anwendungszwecke sie eingesetzt werden kann.

Wissensaustausch und 5G-Vorlagen

Wenn sich mehr Unternehmen für private 5G-Netzwerke und Edge Computing interessieren, können die Erstanwender Erfahrungen weitergeben, die für ihre ganze Branche relevant sind. Eventuell werden dann erste 5G-Roadmaps mit Vorlagen für die Einführung in bestimmten Sektoren erstellt.

Tester und Erstanwender werden gebeten, ihre Erfahrungen zu teilen, sofern dies möglich ist. In den branchenrelevanten Vorlagen könnten beispielsweise die Infrastrukturanforderungen

und Methoden zur Gewährleistung von Interoperabilität und Kompatibilität zwischen verbundenen Geräten, branchenspezifische oder allgemeine Standards und Vorgaben beschrieben sein. Diese Informationen helfen bei der Erstellung eines Business Case und der Berechnung des ROI.

Mut zur Innovation

Innovationen und neue Technologien bergen immer ein gewisses Risiko, aber sie bringen auch Vorteile mit sich und verbessern die Zukunftsfähigkeit von Unternehmen. Laut der von uns befragten Experten kann mangelnde Risikobereitschaft den Fortschritt hemmen. In Unternehmen wird der enorme Wert der erfassten, aber bislang ungenutzten Daten inzwischen erkannt. Mit 5G können Unternehmen das IoT noch effektiver nutzen und Daten für diverse Zwecke verwenden, zum Beispiel für digitale Zwillinge.



Innovationen erfordern Offenheit und Mut, aber sie schaffen die Grundlage für zukünftiges Wachstum. Vorsicht ist durchaus angebracht, aber Unternehmen sollten Neuerungen offen gegenüberstehen, um Fortschritte zu erzielen und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.

Danksagungen und Anhang

Danksagungen

Dieser Bericht wurde von Digital Catapult im Auftrag von Verizon Business erstellt.

Wir danken den folgenden Führungskräften, mit denen wir für diesen Bericht gesprochen haben:

- **Tomasz Witkowski**, Director of Technology & Engineering, Twickenham Film Studios (Vereinigtes Königreich)
- **Gavin Newman**, Brand Director, Metropolis Studios (Vereinigtes Königreich)
- **Donna Close**, Digital Culture Associate, Brighton Dome & Brighton Festival (Vereinigtes Königreich)
- **Farooq Yaqub**, Innovation Engineer & XR Lead, Ford (Vereinigtes Königreich)
- **Stephen Hilton**, Gründer und Director, City Global Futures Ltd und Fellow, University of Bristol Digital Futures Institute (Vereinigtes Königreich)
- **Paul Adams**, Marketing Director, Nokia (Vereinigtes Königreich)
- **Esmat Mirzamany**, International 5G Solution Lead, Verizon Business (Vereinigtes Königreich)
- **Oliver Swift**, Team Leader, Technology Capability Delivery, BAE Systems AIR, (Vereinigtes Königreich)
- **Adrian Talbot**, Head of Centre of Excellence for Mobility & Digital Infrastructure, Ferrovial (Vereinigtes Königreich/ Spanien)
- **Xavier Riley**, SVP, Digital Strategy and Innovation, Standard Industries (Vereinigtes Königreich/USA)
- **Stefano Brandinali**, Chief Digital Officer (CDO), Prysmian Group (Italien)
- **Niklas Ambrosy**, Volkswagen & 5G ACIA (Deutschland)
- **Petar Popovski**, Professor für Wireless Communications, Universität Aalborg (Dänemark)

Zuteilung privater Frequenzbänder in der EU und dem Vereinigten Königreich

Deutschland, Frankreich und das Vereinigte Königreich gehören zu den wenigen Ländern, die privaten Unternehmen Frequenzen direkt (und nicht nur über die Mobilfunknetzbetreiber) zuteilen.

Vereinigtes Königreich

Die britische Medienaufsichtsbehörde Ofcom hat zwei neue Bereitstellungsmethoden für den Zugang zu Frequenzbändern für Mobiltechnologie eingeführt: Shared Access-Lizenzen (gemeinsamer Zugang) und Local Access-Lizenzen (lokaler Zugang).

Unternehmen können sich für den koordinierten Zugang zu Shared Access-Bändern in bestimmten Regionen bewerben. Die Bewerbungen werden in der Reihenfolge des Eingangs berücksichtigt. Bisher wurden die folgenden Frequenzbänder zugewiesen:

- 1800-MHz-Band: 1781,7 bis 1785 MHz gepaart mit 1876,7 bis 1880 MHz
- 2300-MHz-Band: 2390 bis 2400 MHz
- 3800- bis 4200-MHz-Band
- 24,25 bis 26,5 GHz (nur für leistungsschwache, auf Innenräume beschränkte Netzwerke)

Ofcom geht davon aus, dass die auf Innenräume beschränkten Lizenzen für die 24,25- bis 26,5-GHz-Bänder für industrielle Zwecke und Unternehmen geeignet sind, die ihre eigenen privaten Netzwerke einrichten möchten. Zudem rechnet die Behörde damit, dass das 3,8- bis 4,2-GHz-Band für private industrielle 5G-Netzwerke genutzt werden wird

und stellt dieses Frequenzband daher nicht für das nationale mobile Breitband zur Verfügung. Diesen Zweck soll stattdessen das 3,6- bis 3,8-GHz-Band erfüllen.⁷³

Über die Local Access-Lizenzen bietet Ofcom Zugang zu einem Frequenzbereich, der bereits an Mobilfunknetzbetreiber vergeben ist, aber in einem bestimmten Gebiet innerhalb von drei Jahren ab dem gesetzten Stichtag weder genutzt wird noch zur Nutzung geplant ist.⁷⁴

Zur Umsetzung seiner Ziele für das Frequenzbereichsmanagement hat Ofcom sich verpflichtet, die Frequenzbänder auf unterschiedliche Weise bereitzustellen. Dazu zählen auch spezielle Lizenzen für Innovationen und Tests (wie das 5GTT-Programm).

Deutschland

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) hat 100 MHz in dem Frequenzband von 3700 MHz bis 3800 MHz für die Nutzung durch private Unternehmen reserviert. Diese werden als Campusnetze oder lokale Netze bezeichnet. Bis Oktober 2021 wurden lokale 5G-Frequenzbereiche bereits an 158 Unternehmen in diversen Sektoren und Branchen vergeben – von Universitäten bis zu Fertigungsunternehmen, Behörden und multinationalen Beratungsunternehmen. Dazu zählen zum Beispiel Accenture, Airbus, Audi und BMW. In diesen Frequenzbereichen dürfen Unternehmen 5G-Netzwerke auf ihrem Gelände einrichten, sofern sie nachweisen, dass diese für einen bestimmten Zweck genutzt und dafür zwingend notwendig sind. Deutschland ist eines der wenigen Länder, in denen die Aufsichtsbehörde konkrete Zahlen zu Lizenzbewerbungen und -zuteilungen veröffentlicht.⁷⁵

Frankreich

Die französische Regulierungsbehörde ARCEP hat 5G-Frequenzbereiche für experimentelle industrielle Zwecke

freigegeben, zum Beispiel für „Industries of the Future“, vernetzte Mobilität, IoT, Smart Citys und Gaming. Die Frequenzbereiche werden Unternehmen seit Mai 2019 über ein Online-Portal angeboten. Im Februar 2020 wurden dem Flughafenbetreiber ADP Group und seinem Tochterunternehmen HubOne eine 4G- und 5G-Lizenz mit einer Laufzeit von zehn Jahren angeboten, von der auch Air France profitiert. Dem Energieversorgungsunternehmen EDF wurde eine 10-Jahres-Lizenz für das Kernkraftwerk Blayais angeboten. Dem Mobilitätsanbieter TransDev wurde ein Frequenzbereich in Rouen für einen Zeitraum von vier Jahren (2020 bis 2024) zugeteilt.

Europäische Union

Die Europäische Kommission erarbeitet gemeinsam mit den Mitgliedsstaaten eine EU-weite Funkfrequenzpolitik und koordiniert die Abstimmung und Implementierung zur Förderung von Innovationen. Die Funkfrequenzpolitik der EU hat drei übergeordnete Ziele:

- Koordinierung der Nutzung des Funkfrequenzspektrums
- Förderung einer effizienteren Nutzung der Frequenzbereiche
- Bereitstellung zuverlässiger Informationen zu der aktuellen Nutzung, zukünftigen Nutzungsplänen und der Verfügbarkeit der Frequenzbereiche

Die Mitgliedsstaaten koordinieren die Nutzung der Frequenzbereiche durch die Umsetzung der Kommissionsentscheidungen auf nationaler Ebene. Die letzte Entscheidung wurde im Juni 2021 verabschiedet und betrifft das WLAN und die koordinierte Nutzung des 6-GHz-Bands für Drahtlosnetzwerke in der gesamten EU.

73. https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf

74. https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0017/222173/spectrum-strategy-statement.pdf

75. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Offentliche-Netze/LokaleNetze/Zuteilungsinhaber3,7GHz.pdf?__blob=publicationFile&v=14

5G-Releases von 3GPP

In jedem veröffentlichten Release beschreibt 3GPP eine Reihe neu definierter, entwickelter und genehmigter Features. Nach der Genehmigung (oder einem sogenannten „Freeze“) können die Spezifikationen nicht mehr geändert werden.

- **Release 15** (genehmigt im März 2017) ist die erste Gruppe der 5G-Standards und die derzeit am häufigsten verwendete Version. Der Umfang erscheint eventuell begrenzt, ist aber für erste Tests und Experimente im Allgemeinen ausreichend. Er umfasst Angaben zu höheren Geschwindigkeiten und Kapazitäten, mobilem Breitband und komplexeren Funktionen wie MIMO (Multiple Input Multiple Output). Die nachfolgenden Releases werden weitere grundlegende Angaben zur Bereitstellung umfassen, aber wenn Unternehmen darauf warten, verpassen sie gegebenenfalls die Vorteile der Erstanwender.
- **Release 16** (genehmigt im Juni 2018) wurde vor allem von vertikalen Branchen für Non-Terrestrial Networks (NTN), Vehicle to Everything (V2X), öffentliche Sicherheit und Industrial Internet of Things (IIoT) eingeführt. Mit diesem Release sollte 5G als Ersatz für private kabelgebundene Ethernet-, WLAN- und LTE-Netzwerke genutzt werden können.

- **Release 17** (für Juni 2022 geplant) und Release 18 werden klare Vorteile für verschiedene Branchen mit sich bringen. Ähnlich wie Release 16 wird auch Release 17 Features aus den vorherigen Releases verbessern, unter anderem Features der privaten 5G-Netzwerke. Außerdem wird er neue Features beinhalten, zum Beispiel eine längere Akkulaufzeit und Satellitenzugriff.

- **Release 18** Die Liste der Features, die festzulegen und aufzunehmen sind, ist noch bis Ende 2021 offen. Aufgrund der Covid-19-Pandemie hat sich die Veröffentlichung dieses Releases verzögert. Laut dem von 3GPP vorgegebenen Zeitplan soll das erste Paket von Release 18 im Dezember 2021 genehmigt werden.



Beteiligte

Wir danken allen Branchenexperten, mit denen wir für diesen Bericht gesprochen haben.



Tomasz Witkowski, Director of Technology & Engineering, Twickenham Film Studios (Vereinigtes Königreich)



Gavin Newman, Brand Director, Metropolis Studios (Vereinigtes Königreich)



Donna Close, Digital Culture Associate, Brighton Dome (Vereinigtes Königreich)



Farooq Yaqub, Innovation Engineer & XR Lead, Ford (Vereinigtes Königreich)



Esmat Mirzamany, International 5G Solution Lead, Verizon (Vereinigtes Königreich)



Oliver Swift, Team Leader, Technology Capability Delivery, BAE Systems AIR, (Vereinigtes Königreich)



Adrian Talbot, Head of Centre of Excellence for Mobility & Digital Infrastructure, Ferrovial (Vereinigtes Königreich/Spanien)



Petar Popovski, Professor für Wireless Communications, Universität Aalborg (Dänemark)



Xavier Riley, SVP, Digital Strategy and Innovation, Standard Industries (Vereinigtes Königreich/USA)



Niklas Ambrosy, Volkswagen & 5G ACIA (Deutschland)



Stephen Hilton, Gründer und Director, City Global Futures Ltd und Fellow, University of Bristol Digital Futures Institute

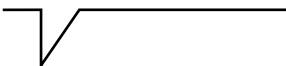


Stefano Brandinali, Chief Digital Officer (CDO), Prysmian Group (Italien)

Mit Beiträgen von:

Paul Adams, Marketing Director, Nokia (Vereinigtes Königreich)

Und einem Senior Engineer bei einem führenden Data Storage Service Provider



Über die Autoren

Verizon

Verizon Communications Inc. (NYSE, Nasdaq: VZ) wurde am 30. Juni 2000 gegründet und gehört zu den weltweit führenden Anbietern für Technologie-, Kommunikations-, Informations- und Unterhaltungsprodukte und -services. Das Unternehmen hat seinen Hauptsitz in New York City, USA, und Niederlassungen auf der ganzen Welt. 2020 beliefen sich die Umsätze auf 128,3 Milliarden USD. In seinen preisgekrönten Netzwerken und Plattformen bietet das Unternehmen Daten-, Video- und Sprachservices und -lösungen an und bedient damit die Nachfrage nach Mobilität, zuverlässigen Netzwerkverbindungen, Sicherheit und Kontrolle.

Digital Catapult

Digital Catapult ist die anerkannte Autorität im Bereich moderne digitale Technologie im Vereinigten Königreich. Durch Kollaboration und Innovation treibt es deren Einführung in der Branche voran, um Wachstum und Marktchancen in allen Wirtschaftszweigen zu fördern.

Es bringt erfahrene Forscher, Start-ups, aufstrebende Unternehmen und Branchenführer zusammen, um gemeinsam neue Wege zu finden, Herausforderungen zu meistern und das volle Potenzial des Vereinigten Königreichs zu erschließen. In Expertenprogrammen und Testeinrichtungen fördert es Innovationen und sorgt dafür, dass die richtigen Lösungen in der Praxis eingesetzt werden.

Digital Catapult hat sich zum Ziel gesetzt, schneller neue Chancen zu finden und Partner optimal zu unterstützen: Es will Hindernisse überwinden, Risiken minimieren, neue Märkte erschließen und verantwortungsvoll Produkte, Services und Erlebnisse für die Zukunft gestalten.

Digital Catapult gehört zum Catapult Network, das Unternehmen dabei unterstützt, ihre guten Ideen in nützliche Produkte und Services umzuwandeln. Das Netzwerk wurde von Innovate UK gegründet und besteht aus weltweit führenden Technologie- und Innovationszentren.

The Verizon logo consists of the word "verizon" in a bold, lowercase, sans-serif font. A red checkmark is positioned to the right of the letter "n".The Catapult Digital logo features the word "CATAPULT" in a bold, uppercase, sans-serif font. Below it, the word "Digital" is written in a smaller, lowercase, sans-serif font. The entire logo is contained within a white rectangular box.