
5G – Schlüsseltechnologie für die vernetzte Gesellschaft

Perspektiven des Paradigmen-
wechsels in der Mobilfunk-
und Netztechnologie

5G – Erfolgsfaktor der deutschen Wirtschaft und Mehrwert für die digitalisierte Gesellschaft

In der Plattform 1 „Digitale Netze und Mobilität“ des Digital-Gipfels der Bundesregierung engagieren sich Unternehmen, das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur sowie Vertreter aus Verbänden und Wissenschaft, um den Ausbau der 5G-Technologie und ihren Einsatz in Deutschland zu gestalten und zu fördern. Ziel ist es, den Wirtschaftsstandort Deutschland zu stärken und zu einem weltweiten Leitmarkt für innovative Services und Geschäftsmodelle auf Basis der 5G-Technologie zu entwickeln.

Ultrahohe Datenraten

Die vernetzte Gesellschaft erwartet, dass Breitbandverbindungen immer und überall in hoher Qualität zur Verfügung stehen. Immer mehr Menschen werden datenintensive Dienste, bisher meist audiovisuelle Mediendienste, nutzen. Berücksichtigt man, dass sich bei der Mobilfunknutzung immer mehrere Geräte einen Zugangspunkt und die verfügbare Datenrate teilen müssen, ergeben sich insbesondere in dicht bevölkerten Gegenden (Innenstädte, hohe Gebäude und Veranstaltungsgelände) hohe Anforderungen an die Netzinfrastruktur, um den Bedarf nach sehr hoher Kapazität zu befriedigen.

Echtzeitreaktion – taktiles Internet

In einer vernetzten Gesellschaft werden zukünftig Anwendungen davon abhängen, dass Daten möglichst in Echtzeit zur Verfügung stehen. Beispielsweise hängt das effektive Arbeiten in virtuellen Räumen davon ab, dass Reaktionen auf Eingaben ohne wahrnehmbare Reaktionszeiten (geringe Latenz) erfolgen.

5G verfolgt als ein wesentliches Entwicklungsziel eine möglichst geringe Ende-zu-Ende-Latenz, um auch extrem zeitkritische Kommunikation zwischen Menschen und Maschinen sowie zwischen Maschinen zu ermöglichen. Ziel ist dabei je nach konkretem Anwendungsfall eine Latenz von nur wenigen Millisekunden.

Optimale Verfügbarkeit

In einer vernetzten Gesellschaft gibt es die Anforderung, immer und überall eine möglichst optimale Versorgung mit Kommunikationsdiensten nutzen können, sei es durch Personen oder vernetzte Dinge. Insbesondere die Nutzung in der Bewegung – in Autos und Zügen – stellt hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit damit auch inhärent das Mobilitätsmanagement in den Netzen. Die Übergabe der Kommunikation von einer zur nächsten Funkzelle muss zuverlässig und mit hoher Geschwindigkeit funktionieren.

5G wird diese Verfügbarkeit ermöglichen und darüber hinaus eine umfassende Konvergenz zwischen allen Netzzugangsarten realisieren und die digitale Plattform für alle Kommunikations- und Vernetzungsanwendungen darstellen.

Sichere Verfügbarkeit

In der vernetzten Gesellschaft wird die Internetverbindung eine ähnlich wichtige Funktion wie heute die Stromversorgung haben. Ein Ausfall hätte enorme wirtschaftliche Folgen. Eine neue Mobilfunkgeneration muss daher Sicherungsmechanismen implementieren, die eine möglichst umfassende und auch bei sehr hoher Belastung sichere Verfügbarkeit der Netze insgesamt garantieren.

5G wird die technologisch bedingten Beschränkungen der bisherigen Systeme (Stichwort zellulare Netze) durch neue Prinzipien aufheben und somit einem anderen Anspruch an die Verfügbarkeit gerecht werden.

Sicherheit

Die Sicherheitsarchitektur bisheriger 3G- und 4G-Netze hat sich als äußerst solide erwiesen und ist daher eine hervorragende Basis, auf der unter Berücksichtigung der neuen, zukünftigen Anwendungsszenarien und Anforderungen (beispielsweise hinsichtlich von extrem niedriger Latenz oder extrem effizientem Handover) die zukünftige 5G-Sicherheitsarchitektur entwickelt werden kann. Zu den neuen Anforderungen wird dabei auch eine erhöhte Flexibilität von Sicherheitsmechanismen zählen, sodass diese beispielsweise nicht nur leistungsfähigen Endgeräten wie Smartphones gerecht werden, sondern auch erlauben, einfache IoT-Geräte, wie z. B. Sensoren mit geringem Energie-Budget, sicher zu vernetzen.

Netzarchitektur

Für die Vielzahl von Geschäfts- und Anwendermodellen bietet 5G eine hoch flexible und skalierbare Architektur, in der die Netzfunktionen virtualisiert sind (Network Function Virtualisation, NFV) und gemäß den Anforderungen bezüglich Leistungsfähigkeit und operativer Effizienz verteilt (wie Multi-Access Edge Computing, MEC / Distributed Cloud Computing) oder zentral implementiert werden können.

Energieeffizienz

Die vernetzte Gesellschaft wird in einem erheblichen Maße durch die Vernetzung unterschiedlichster Sensoren und die Auswertung der von diesen generierten Daten getrieben. Viele Sensoren werden nicht dauerhaft mit einer Stromquelle verbunden sein können. Die Anbindung mobiler und fest installierter Sensoren muss daher mit einem möglichst geringen Energiebedarf erfolgen können.

Mit 5G wird es möglich sein, eine bis zu zehnmal längere Laufzeit solcher Low-Power-Sensoren zu erzielen.

5G – der Paradigmenwechsel der Mobilfunk- und Netztechnologie

Die Vernetzung von Märkten, Branchen, Industrien und der Gesellschaft wird sich in den kommenden Jahren radikal verändern. Stand bisher die infrastrukturelle breitbandige Basisvernetzung im Vordergrund, geht es zukünftig um die Vernetzung nahezu aller Dinge zu einem „Internet of Things“. In den kommenden Jahren werden nicht mehr nur Millionen von Smartphones und Computern vernetzt sein. Die momentan in der Entwicklung befindliche integrierte Mobilfunk- und Netztechnologie 5G hat den Anspruch, die zukünftigen Anforderungen für die Kommunikation in dieser vollständig vernetzten Informationsgesellschaft sehr viel umfassender als bisher zu erfüllen.

Schätzungen gehen davon aus, dass bis 2020 weltweit 50 bis 500 Milliarden Dinge vernetzt sein werden. Die sich ergebenden Potenziale wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklung haben enorme Auswirkungen auf das volkswirtschaftliche Wachstum und die zukünftige Wertschöpfung, denn 5G ist eine der Schlüsseltechnologien der Digitalisierung aller Lebens- und Wirtschaftsbereiche.

Auf dem Weg zum globalen Standard

5G bedeutet einen Paradigmenwechsel, der vielfältige Implikationen für die Gestaltung und Umsetzung neuer Nutzen- und Anwendungsszenarien hat. Der Einsatz und die Nutzung von 5G erfordern ein umfassendes Umdenken bei der Gestaltung von neuartigen Angeboten und Leistungen und bei der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Diese Veränderungen werden teilweise evolutionären, teilweise disruptiven Charakter haben. Märkte bzw. Marktgrenzen, Branchen und ganze Industrien werden sich und damit die Gesellschaft verändern.

Es gilt, Geschäftsmodelle und Bedarfe in den Blick zu nehmen, um mit 5G die Grundlage weiterer Innovation und Wertschöpfung sicherzustellen und auszubauen. Die große Mehrzahl zukünftiger Anwendungen wird von der universellen und allgegenwärtigen Verfügbarkeit mobiler bzw. drahtloser Vernetzung und Internetanbindung abhängen, deren Leistungsfähigkeit über die der heutigen Technologien hinausgeht.

Studien und Prognosen machen deutlich, dass die zukünftigen Anforderungen die Verfügbarkeit von lediglich höherer Bandbreite weit übersteigen. Für die vernetzte Gesellschaft müssen mobile Anbindungen weitestgehend flächendeckend und zu jeder Zeit bedarfsgerecht zur Verfügung stehen. Dies umfasst insbesondere auch sogenannte Echtzeitanwendungen, die besonders hohe Anforderungen an kurze Reaktionszeiten stellen. Darüber hinaus wird die vernetzte Gesellschaft durch eine Vielzahl von Sensoren in allen Lebensbereichen gekennzeichnet sein, deren Einsatz und Funktion wesentlich von einem geringen Energiebedarf beim Austausch der Daten abhängen.

Neben diesen anspruchsvollen Anforderungen in vielfältigen Anwendungsfeldern muss die Entwicklung von 5G weiteren Rahmenbedingungen Rechnung tragen. Neben der massiven Zunahme vernetzter Geräte handelt es sich dabei insbesondere

um ein stark wachsendes Datenvolumen, das zukünftig in den Netzen transportiert werden muss. 5G muss daher nicht nur flexibel und skalierbar, sondern bei der ab 2020 zu erwartenden Verfügbarkeit auch bezahlbar sein und nachhaltig durch die Netzbetreiber implementiert werden können.

Wie bei den früheren Mobilfunkgenerationen ist auch der Weg zu 5G eine Evolution der Technik. Als Netz der Netze ist 5G neben originären Leistungsmerkmalen des neuen 5G-Standards durch die Koexistenz, Integration und Weiterentwicklung von 4G / LTE und anderen Netztechnologien charakterisiert. Es gibt Anwendungen, die sich schon heute und auch zukünftig mit 4G / LTE realisieren lassen und ggf. bedarfsgerecht weiterentwickelt werden. Hierzu zählen z. B. landwirtschaftliche Applikationen in der großen Fläche oder das Auslesen von Stromzähler-Verbrauchsständen.

Die Entwicklung und anwendungsbezogene Verfügbarkeit von 5G wird auch von den weiteren Standardisierungsschritten abhängen. Bereits heute werden Basisstationen verbaut, die 5G-fähig sind und entlang der zunehmenden Verfügbarkeit von 5G Endgeräten lediglich eines Softwareupdates zur späteren 5G-Nutzung bedürfen.

Mit 5G werden künftig auch die verschiedenen Anforderungen von Anwendungsgebieten an die Technologie berücksichtigt, wie z.B. in den Bereichen Latenz, Zuverlässigkeit, Durchsatz und Energieeffizienz. So wird beispielsweise im Bereich Industrie 4.0 für bestimmte Anwendungsszenarien eine Latenz von < 1 ms wichtig sein, wohingegen für das automatisierte Fahren eine Latenz von ≤ 10 ms ausreichend sein wird.

Neue Geschäftsmodelle entwickeln

Das volle Potenzial von 5G als Mobilfunk- und Netztechnologie wird sich nur im Kontext neuer, innovativer Geschäftsmodelle entfalten können. Das heutige subscriptionsbasierte und weitgehend werbefinanzierte Modell für den Zugang bei vielen Anwendungen wird bei den professionellen und teils kritischen Anwendungen nicht ausreichen. Neue Geschäftsmodelle werden im Dreieck Netzbetreiber, Anwendungsbetreiber und Nutzer entstehen und insbesondere die Risikoeinschätzungen der einzelnen Teilnehmer anwendungsbezogen in den Vordergrund stellen. Der Ausfall einer Kommunikationskomponente im Fall hoch automatisierten Fahren wird zum Beispiel eine höher bewertete Relevanz haben als im Anwendungsfall Mediennutzung. 5G ermöglicht diese differenzierte Gestaltung von Services.

Um 5G ab 2020 erfolgreich in Deutschland zu implementieren, ist es erforderlich, dass Unternehmen, Wissenschaft, Verwaltung und Politik daran arbeiten, die notwendigen Weichenstellungen zeitnah herbeizuführen. Geschäfts- und Organisationsmodelle müssen hinsichtlich notwendiger Veränderungsbedarfe analysiert und erforderliche Kompetenzen identifiziert werden. Durch ein abgestimmtes Handeln wird es gelingen, Deutschland zu einem Leitmarkt der 5G-Nutzung zu machen.

5G – eine Technologie, vielfache Einsatzmöglichkeiten

Als integrierte Mobilfunk- und Netztechnologie wird 5G nahezu alle Branchen, Märkte und Industrien verändern. Dabei werden sich durch 5G bestehende Prozesse und Leistungen ebenso verändern, wie völlig neue Anwendungsszenarien ermöglicht werden. Die zentrale Herausforderung besteht darin, die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten frühzeitig zu erkennen und die daraus resultierenden Veränderungsbedarfe zu identifizieren. Die dargestellten Beispiele aus den Bereichen Mobilität, Energie, Logistik, Media & Entertainment, sowie industrielle Produktion stehen exemplarisch für eine Vielzahl denkbarer Szenarien und sollen illustrativ dazu anregen, die Implikationen der 5G-Technologie in weiteren Anwendungsfeldern zu analysieren. 5G ist dabei auch die Vernetzungsgrundlage für die Entstehung neuer Wertschöpfungsketten in Smart Cities und Smart Regions.



5G in der Mobilität

Das hoch automatisierte Fahren rückt immer näher und ist eines der Zukunftsfelder der deutschen Automobilindustrie. Schon heute werden Assistenzfunktionen angeboten, die Teilaspekte des automatisierten Fahrens enthalten, z. B. ein Stauassistent, der innerhalb des Fahrstreifens bremst und wieder beschleunigt, je nachdem wie sich das vorausfahrende Fahrzeug verhält. Für die weitergehende Automatisierung ist neben zusätzlicher Sensorik auch der Austausch von Sensordaten mit den umgebenden Fahrzeugen erforderlich, um das Fahren weiter zu verbessern. Die mit 5G erreichbaren geringen Ende-zu-Ende-Verzögerungen in der Größenordnung unter 10 ms (Ziel 1 ms) ermöglichen eine kooperative Umplanung im Falle eines unerwarteten Ereignisses. Stausituationen erfordern die Kommunikation von Tausenden Teilnehmern innerhalb einer Kommunikationszelle.

Neben dem Automobilssektor wird 5G auch eine entscheidende Rolle bei der Digitalisierung des Bahnbetriebes spielen: So wird 5G es ermöglichen, Züge hochzuverlässig und in Echtzeit zu steuern, um eine höhere Kapazität und Zuverlässigkeit auf der Schiene zu erreichen. Eine latenzminimierte Übertragung von Video und Sensordaten von Zügen und Infrastrukturelementen und deren Verarbeitung z. B. in lokalen Edge Clouds würde es zudem ermöglichen, in Echtzeit und automatisiert auf kritische Ereignisse zu reagieren sowie Passagierflüsse effizient zu steuern.



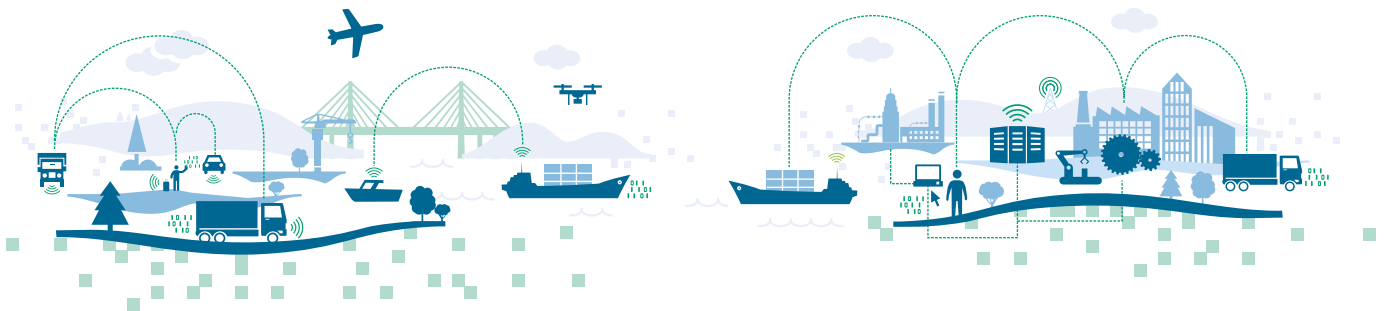
5G in den Energienetzen

Wo bislang zentralisierte Systeme für Prognose und Betriebsführung mit wenigen Sensoren und Aktoren zum Einsatz kamen, werden in Zukunft dezentrale Systeme auf lokaler Ebene mit einem hohen Vernetzungsgrad die Architektur bestimmen. Ziel wird es sein, lokale und regionale Energieverteilernetze durch die dynamische Steuerung von Erzeugern, Lasten und Speichern so zu optimieren, dass diese sich in einem energetischen Gleichgewicht befinden. Dazu sind Kommunikationsbeziehungen in lokalen und regionalen Strukturen mit sehr kleiner Latenz (kurze Regelzeitkonstanten aufgrund fehlender Trägheit großer Maschinen im Energiesystem) notwendig. Auch die direkte Interaktion zwischen Lasten und Erzeugern ohne Nutzung der Kerninfrastruktur des 5G-Netzes muss sichergestellt sein (Device-2-Device-Kommunikation).



5G in der Mediennutzung

Neben der Produktion von Inhalten und der Vernetzung von Sendeunternehmen/anstalten wird 5G auch in der Verbreitung von audiovisuellen Inhalten von großer Bedeutung sein. Inhalte-Anbieter streben für die Nutzer einen nahtlosen Zugang zu Inhalten und Diensten an – zu jeder Zeit, an jedem Ort und mit jedem Endgerät. Die Nutzung soll unabhängig vom Übertragungsmodus (Unicast, Multicast oder Broadcast) und dem Zugangsnetz (Festnetz, Mobilfunknetz, Rundfunknetz), als auch unabhängig davon, wie sich der Nutzer zwischen diesen Netzen bewegt, möglich sein. Die Produktion und Nutzung von audiovisuellen AR, VR, 360° Inhalten wird in den nächsten Jahren sehr stark zunehmen. Damit die Nutzer diese neuen Formate und beispielsweise auch Online-Gaming störungsfrei nutzen können, ist eine niedrige Latenz von wenigen Millisekunden notwendig.

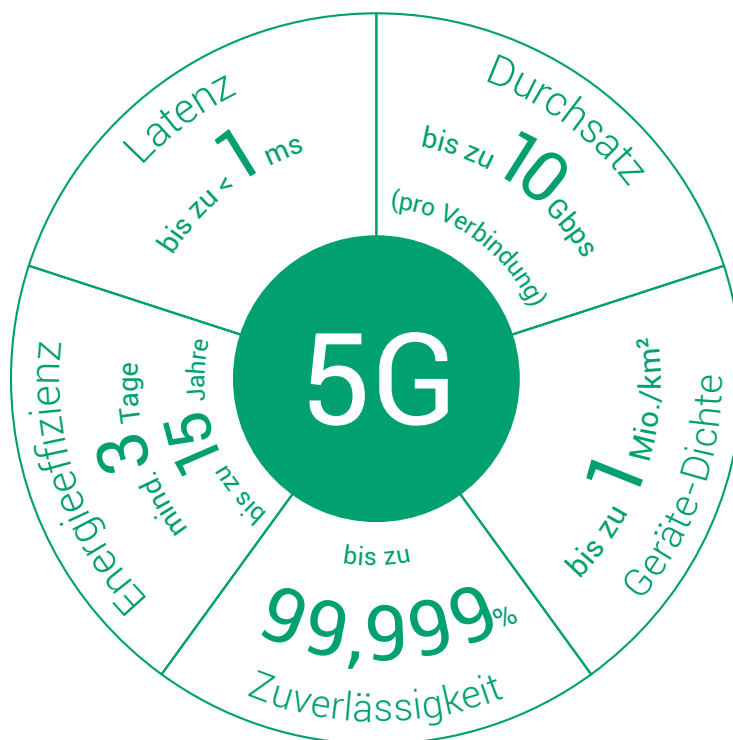


5G in der Logistik

Die Erfassung von Bearbeitungs- und Qualitätszuständen eines Produkts wird wesentlich feingranularer erwartet als heute. Neben den Anforderungen an Echtzeit, Verfügbarkeit und gegebenenfalls sogar nachsteuernde Optionen für den Kunden während der Produktion zeigen Kunde und Produzent zunehmend Interesse an einer lückenlosen Transportüberwachung und einer gemeinsamen Wareneingangskontrolle in Echtzeit. Dazu muss die übergreifende und konvergente Nutzung klassischer Überwachungsinstrumente wie Optik und Sensorik übergreifend auch in großer Anzahl funktionieren. Ergänzend zu den bisherigen Transportmitteln können auch ferngesteuerte und fernüberwachte Drohnen zum Einsatz kommen.

5G in der industriellen Produktion

Die Steuerung einzelner industrieller und landwirtschaftlicher Produktionsmittel im Sinne einer höchst dynamischen und flexiblen Fertigung erfordert eine hierfür geeignete Hardware, einen auf Resilienz eingerichteten Kommunikationsstandard sowie eine für diese Anwendungen adäquate und bei Bedarf lokal ausschließlich nutzbare Frequenzressource. IoT im Produktionsumfeld ist zunehmend durch eine Vielzahl von Sensoren und Aktoren charakterisiert, die immense Informationsmengen generieren. Für die zunehmend drahtlose Übertragung dieser Daten werden geeignete Protokolle benötigt. Diese durch IoT gewonnenen Daten werden die Grundlage für die Nutzung in Systemen mit künstlicher Intelligenz (KI) sein, um Produktions- und Dienstleistungsprozesse effizienter und somit kostengünstiger zu gestalten.



Die Partner

Der Dialog über die Chancen und Entwicklungen der 5G-Technologie in Deutschland wird im Rahmen des Digital-Gipfels geführt von:

AUDI AG
BMW AG
Breitbandbüro des Bundes
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.
Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (Bitkom)
Daimler Center for Automotive IT Innovations (DCAITI)
Deutsche Bahn AG
Deutsche Telekom AG
E.ON SE
Ericsson GmbH
Fraunhofer FOKUS
Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut
Huawei Technologies Co., Ltd.
Institut für Rundfunktechnik GmbH
Intel Corporation
Mugler AG
Nokia
P3 communications GmbH
Robert Bosch GmbH
Samsung Electronics GmbH
Sennheiser electronic GmbH
Siemens AG
Telefonica Germany GmbH & Co. OHG
Telekom Deutschland GmbH
Technische Universität Dresden / 5G Lab
TÜV Rheinland Consulting
VAUNET – Verband privater Medien e. V.
Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V. (VATM)
Verband der Automobilindustrie e. V.
Vodafone GmbH
Vodafone Kabel Deutschland GmbH
Volkswagen AG
ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.

5G-Dialogforen

Die Dialogforen 5G sind wesentlicher Bestandteil der „5G-Initiative für Deutschland“, die Ende September 2016 vom BMVI gestartet wurde. Die Dialogforen zeigen zukünftigen Anwendern der 5G-Mobilfunk- und Netztechnologie frühzeitig die Chancen und Möglichkeiten dieser Technologie auf und fördern den branchenübergreifenden Austausch. Dialogforen fanden statt mit Anwendern aus den Bereichen Automobil, Gesundheit, Logistik, Medien- und Kreativwirtschaft, Landwirtschaft, Industrie, Energie und BOS. Ziel war und ist es, zukünftige Anwender an der Entwicklung von 5G zu beteiligen und branchenübergreifende Kooperationen und Projekte anzustoßen.

Kontakt/Ansprechpartner

Wenn Sie weitere Informationen benötigen oder an der Entwicklung der 5G-Technologie in Deutschland mitwirken möchten, stehen Ihnen folgende Ansprechpartner gern zur Verfügung.

Olaf Reus

Leiter der Fokusgruppe 5G
olaf.reus@ericsson.com

Nick Kriegeskotte

Leiter der Projektgruppe
„Kommunikation und Anwendungen“
n.kriegeskotte@bitkom.org

Ulrich Rehfuß

Leiter der Projektgruppe
„Technologische und regulatorische Rahmenbedingungen“
ulrich.rehfuess@nokia.com