



---

# Erfolgsfaktor 5G

Innovation und Vielfalt für die  
nächste Stufe der Digitalisierung



# Vorwort

Im digitalen Wettbewerb fällt Europa immer weiter hinter die USA und Asien zurück. Doch die Hoffnung ist, dass der Anschluss an die konkurrierenden Wirtschaftsstandorte gelingt, wenn wir die eigenen Stärken in Sektoren wie Deep Tech mit Industrie 4.0, künstlicher Intelligenz, E-Mobility und Smart Cities bewusst ausspielen.

Ein wesentlicher Teil dieser Strategie ist von der Bereitstellung zukunftsfähiger Gigabitnetze abhängig. Ihr Ausbau ist kein Selbstzweck. Vor dem Hintergrund der tief greifenden Umwälzungen im Zuge der Digitalisierung ist die Vernetzung eine zwingende Voraussetzung für gesellschaftliche Teilhabe und die Sicherung unserer Wettbewerbsfähigkeit sowie unseres Wohlstandsniveaus.

Besonders die erfolgreiche Einführung von 5G ist ein zentraler Hebel für die weiter voranschreitende Digitalisierung – mit ihr wird die Bedeutung der Vernetzung eine neue Dimension erreichen und der industrielle Kern unserer Wirtschaft in die Internetökonomie integriert. Denn mit 5G zeichnet sich ein Quantensprung in Bezug auf Schnelligkeit, Verlässlichkeit und Verfügbarkeit des Mobilfunks ab.

Die deutsche Ambition, als First Mover einen 5G-Leitmarkt zu schaffen, ist richtig. Sie braucht jedoch die optimalen Weichenstellungen. Nur mit einem ambitionierten 5G-Ausbau lässt sich eine dauerhafte Spaltung – in hochdigitalisierte und zunehmend abgehangene Volkswirtschaften, aber auch in eine digital und eine analog lebende Gesellschaft – verhindern. Nur mit einer breiten Vielfalt an 5G-Lösungen, die sich im Wettstreit messen, kann der Nährboden für wirtschaftliche und gesellschaftliche Innovation bereitet werden. Den Weg dahin hat die Internet Economy Foundation gemeinsam mit Roland Berger in der vorliegenden Studie beleuchtet – sie zeichnet das Bild einer neuen Stufe der Vernetzung, die geprägt ist von vielfältigem Wettbewerb, einer Vielzahl neuer Geschäftsmodelle und Innovationspotenziale rund um 5G sowie der Teilhabe an den Vorzügen der Digitalisierung in der Stadt und auf dem Land.

Wir freuen uns auf die konstruktive Zusammenarbeit und auch kritische Auseinandersetzung mit allen, die an diesem Ziel mitwirken wollen.



**Friedbert Pflüger**  
Vorsitzender  
Internet Economy  
Foundation



**Clark Parsons**  
Geschäftsführer  
Internet Economy  
Foundation

## **WAS JETZT ZU TUN IST: Sieben Maßnahmen machen 5G in Deutschland zum Erfolg**

- 1. Zügige Frequenzvergabe**
- 2. Schnelles Testen**
- 3. Ambitionierte Ausbauziele**
- 4. Staatliche Investitionen  
in die Zugangsnetze**
- 5. National Roaming**
- 6. Klare Diensteanbieter-  
und MVNO-Verpflichtung**
- 7. Offener Marktzugang**

---

## Inhalt

<b>1</b>	<b>DER WEG ZUM LEITMARKT FÜR 5G</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>WARUM BRAUCHEN WIR 5G?</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>WAS IST 5G?</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>DER 5G-ZEITPLAN</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>WIE 5G ZU EINEM ERFOLG WIRD</b>	<b>32</b>



**1**

**Der Weg  
zum  
Leitmarkt  
für 5G**

Schon Ende 2020, in nur etwas mehr als zwei Jahren, soll in Deutschland mit 5G ein neuer Mobilfunkstandard eingeführt werden. Erste darauf basierende Angebote für den Kunden gehen dann an den Start, neue Geschäftsmodelle rund um 5G entstehen.

Im Gegensatz zu den bisher eher evolutionären Entwicklungsstufen im Mobilfunk ist 5G eine Revolution. Zum ersten Mal steht nicht mehr primär das Mobiltelefon oder Smartphone als Endgerät im Fokus. Der neue Standard ist für das Netz der Dinge optimiert, für die Milliarden von vernetzten Endgeräten, die in Zukunft miteinander und mit uns kommunizieren werden.

Revolutionär sind deshalb auch seine technischen Fähigkeiten. Die Geschwindigkeit von 5G im Up- und Download von Daten ist beeindruckend. Völlig neu aber ist seine Fähigkeit, Daten fast in Echtzeit zu übertragen. So wird das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) für extrem kritische Anwendungen wie das autonome Fahren oder die Telemedizin erst möglich. Gleichzeitig ist 5G aber auch für maschinelle Massendaten ausgelegt, für Tausende von Geräten innerhalb einer Funkzelle, die zuverlässig und energieeffizient Daten miteinander austauschen. Industrielle Geschäftsmodelle wie Predictive Maintenance oder IoT-Plattformen, über die Maschinen entlang industrieller Prozesse vollautomatisiert Daten miteinander austauschen, brauchen 5G.

Deshalb ist der neue Mobilfunkstandard für die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland extrem wichtig. Gelingt es uns nicht, 5G so schnell einzuführen wie andere Länder und als zusätzlichen Hebel für die zügige

Digitalisierung unserer industriellen Kompetenz einzusetzen, dann geraten wir ins Hintertreffen. Deshalb hat Deutschland zu Recht den Anspruch, ein Leitmarkt für 5G-Anwendungen zu werden. Hier gilt es, schnell zu sein, denn unsere Konkurrenten im internationalen Standortwettbewerb haben die Bedeutung von 5G ebenfalls längst erkannt. Japan, Korea und China liegen mit ihren ehrgeizigen Plänen, 5G in der Fläche einzuführen, an der Spitze, die USA und die skandinavischen Länder folgen dichtauf.

Wir dürfen nicht riskieren, in diesem Rennen zurückzufallen. Bisher hat jeder neue Mobilfunkstandard zu einem Innovationsschub geführt. Komplette Industrien und Ökosysteme mit enormer Wertschöpfung sind rund um das mobile Internet entstanden. Allerdings nicht unbedingt in Deutschland. Die globalen Marktführer – denken wir an Facebook mit Instagram und WhatsApp, an Spotify, WeChat oder an die iPhone-Applikationswelten von Apple – machen sich Netzwerkeffekte zunutze, um mit attraktiven Angeboten schnell eine große Zahl von Konsumenten an sich zu binden. Gelingt amerikanischen oder asiatischen Konkurrenten das auch im industriellen Internet, ist die deutsche Industrieführerschaft in Gefahr. Denn eines ist klar: Je länger wir für den Rollout von 5G in der Fläche brauchen, desto schwieriger wird es für deutsche Unternehmen, sich im mobilen Internet der Dinge als globale Marktführer zu etablieren.

Gleichzeitig würde auch der Bürger verlieren – und das nicht nur als Arbeitnehmer gefährdeter Industrieunternehmen. Ohne ein funktionierendes 5G-Netz in der Fläche entfallen all die neuen Anwendungen, die das

Leben in Deutschland einfacher, leichter, besser machen. Ohne 5G kein autonomes Fahren, keine vernetzten Städte, kein Smart Farming und damit keine Lebensmittel, bei denen die Belastung mit Pestiziden minimiert ist, keine optimierte Logistik, die die Straßen freier macht, und keine Telemedizin auf höchstem Niveau. Verlieren würden Bürger sowohl in Städten als auch auf dem Land. Ländliche Regionen wären überproportional betroffen, wenn der 5G-Rollout einen Bogen um sie machen würde. Das Hochtechnologieland Deutschland kann es sich nicht leisten, seinen Bürgern Spitzentechnologie vorzuenthalten. Niemand würde das verstehen. Deutschland kann es technologisch schaffen und das Geld für Investitionen ist vorhanden – bei Unternehmen wie beim Staat. Was wir brauchen, sind ein politischer Wille, ein ehrgeiziger Plan und eine schnelle Umsetzung.

Es gilt also, schnell und intelligent zu sein. Wir brauchen rasche Frequenzauktionen mit wettbewerbs- und innovationsfreundlichen Bedingungen, die eine möglichst große Zahl und Vielfalt innovativer Anbieter zur Folge haben. Die Vergabebedingungen der Frequenzen müssen dafür sorgen, dass rasch eine hohe Abdeckung der Bevölkerung erzielt und der ländliche Raum berücksichtigt wird. Der Ausbau von 5G muss von zusätzlichen Anstrengungen beim Glasfaserausbau begleitet werden. Denn der schnellste Mobilfunk braucht auch das schnellste Festnetz.

Ein schneller Rollout alleine reicht allerdings nicht: Wir benötigen auch die richtigen Angebote für den Kunden, sei es B2B oder B2C – zugeschnitten auf seine Bedürfnisse, innovativ, von hoher Qualität und zu einem be-

zahlbaren Preis. Diese gibt es nur in einem funktionierenden Wettbewerb. Nur bei einer Vielzahl von Anbietern wird sich eine Vielzahl von neuen Lösungen entwickeln, die auf den neuen, technischen Möglichkeiten von 5G aufsetzen. Es gibt keinen größeren Treiber für Innovationen als den Wettbewerb. Und nur im Wettbewerb entscheidet sich, welche Lösungen die besten sind.

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit es funktionierenden Wettbewerb auf den 5G-Märkten in Deutschland gibt? Im Grunde ist es einfach und nicht anders als auf anderen Märkten: Allen Anbietern von 5G-Lösungen muss die ganze Bandbreite der Wertschöpfung zur Verfügung stehen. Das bedeutet auch, dass Anbieter, die nicht selbst über die Frequenzen verfügen, frei entscheiden können, welche Wertschöpfungsstufen sie bedienen. Gesetze und Verordnungen rund um 5G müssen so ausgestaltet sein, dass sie das gewährleisten. Konkret muss eine Diensteanbieter- und MVNO-Verpflichtung (Mobile Virtual Network Operator) den freien Wettbewerb von Ideen und Lösungen garantieren. Jeder Anbieter kann so seine Expertise und Aufstellung bestmöglich in den Wettbewerb einbringen. Der Markt entscheidet. Die Kunden – Unternehmen wie Verbraucher – profitieren von bestmöglichen Angeboten, Service und Preisen. Und eine schnelle, auch den Massenmarkt erfassende Durchdringung gelingt am effektivsten.

Mit unseren Argumenten ergeben sich zwangsläufig die Schlussfolgerungen, was jetzt zu tun ist. Wir brauchen eine zügige Frequenzvergabe, eine Vielzahl von Testfeldern, auch in ländlichen Gegenden, und ambitionierte Ausbauziele, um den Rollout von 5G in der Fläche rasch



und reibungslos durchzuführen. Wir benötigen staatliche Unterstützung beim Ausbau der Zugangsnetze. Wir brauchen National Roaming, um Angebote möglichst weit zu verbreiten und die 5G-Netze optimal auszulasten. Und wir brauchen eine Diensteanbieter- und MVNO-Verpflichtung, welche die Netzbetreiber verpflichtet, eine Mitnutzung der Netze auf allen Wertschöpfungsstufen anzubieten.

Unsere Studie wirft Licht auf zahlreiche Facetten von 5G. Im Mittelpunkt stehen dabei die Anwendungen, nicht die Technik. Zunächst erläutern wir, warum wir 5G brauchen. Eine leichte Übung angesichts der Bedeutung von 5G für die Digitalisierung unserer Gesellschaft. Es folgt ein Überblick über die drei wesentlichen Anwendungsfelder von 5G – verbessertes mobiles Breitband, massive Maschine-zu-Maschine-Kommunikation und ultrazuverlässige sowie verzögerungsfreie Kommunikation – und die spezifischen Stärken von 5G. Darauf bauen sieben Use Cases auf, die sich von E-Health über Smart Farming bis hin zu IoT-Plattformen spannen. Wir werfen einen Blick auf den Zeitplan von 5G und die zur Verfügung stehenden Frequenzen. Und wir schildern, welche Faktoren entscheidend sind, um 5G zum Erfolg zu führen. Unsere Studie schließt mit einem kurzen Überblick über die „To-dos“ – damit auf dem Weg in die Gigabitgesellschaft eine vielfältige Anbieterlandschaft im Wettbewerb um die besten 5G-Lösungen entsteht und Deutschland tatsächlich zum Leitmarkt für 5G wird.

**Je länger wir für den Rollout von 5G in der Fläche brauchen, desto schwieriger wird es für deutsche Unternehmen, sich im mobilen Internet der Dinge als globale Marktführer zu etablieren.**

The background of the slide is a light grey gradient with a pattern of white dots of varying sizes, arranged in a way that creates a sense of depth and movement, similar to a perspective view of a grid of points.

**2**

**Warum  
brauchen  
wir 5G?**

## 2 Warum brauchen wir 5G?

Der Mobilfunk der fünften Generation ist mehr als eine weitere, inkrementelle Fortentwicklung der bisherigen mobilen Kommunikation. Er ist ein technologischer Quantensprung, der die vielleicht wichtigste Grundlage des viel beschworenen Internet of Things und einer umfassenden Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft legt. Denn nur mithilfe von 5G können die Dinge, also die Milliarden von internetfähigen Geräten, die in Zukunft miteinander kommunizieren sollen, auch tatsächlich effizient in der Fläche miteinander vernetzt werden.

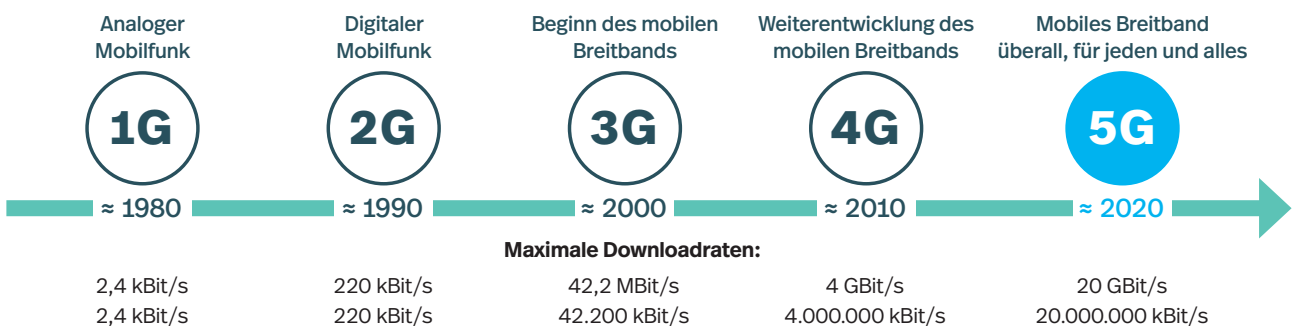
Bis zu 70 Milliarden Geräte sollen es nach Analystenschätzungen bereits 2025 weltweit sein. Natürlich Smartphones, aber vor allem auch Steuerungseinheiten, Sensoren und mit der Umwelt interagierende Technik.

Verbaut in Gegenstände, die uns umgeben: In unserem Auto, unserer Wohnung oder unserer Kleidung. Aber auch – entlang der industriellen Wertschöpfungsketten – in Anlagen, in Maschinen, in Logistikketten, bis hin zum Endverbraucher. Auf der Basis ihrer Daten entsteht eine enorme Vielzahl von neuen Anwendungen, nicht nur in der Industrie, sondern auch im Gesundheitswesen, der Landwirtschaft oder im E-Government.

Blicken wir zurück: Vor etwas mehr als 25 Jahren nehmen die 2G-Netze den Betrieb auf. GSM als erster digitaler Mobilfunkstandard macht mobile Sprachtelefonie für jeden überhaupt erst möglich und erschwinglich. Eine neue Branche entsteht, zahlreiche neue, bisher unbekannte Geschäftsmodelle rund um die mobile Kommunikation werden geschaffen.

### A Geschwindigkeitsexplosion – Die Bandbreite wächst mit jedem neuen Mobilfunkstandard deutlich. 5G ist mehr als acht Millionen Mal schneller als 1G.

Die Evolution des Mobilfunks



Quelle: Ericsson, Roland Berger

In den 2000er-Jahren wird mit UMTS der 3G-Standard ausgerollt. Nicht mehr Telefonie, sondern Daten stehen jetzt im Vordergrund. Das Smartphone verdrängt das Handy. Apple bringt das iPhone auf den Markt. Mit den „Apps“ halten Millionen von neuen Anwendungen ihren Einzug in das mobile Endgerät. Es entsteht eine neue, hochinnovative Industrie – diesmal rund um das internetfähige Mobiltelefon.

Anfang dieses Jahrzehnts folgt dann mit LTE der 4G-Standard. Deutlich schneller als 3G, aber immer noch mit einem Fokus auf das Mobiltelefon. Wieder entstehen neue, hochskalierbare Geschäftsmodelle, oft mit Ursprung in den USA oder China. Start-ups wie Instagram, WhatsApp oder WeChat nutzen die hohen Datenraten von 4G für neue Dienstleistungen, Facebook und Google finden den Weg vom Rechner auf das Smartphone. →A

Jeder neue Mobilfunkstandard hat also für einen Innovationsschub gesorgt. Neue Anwendungen werden möglich, neue Geschäftsmodelle und Ökosysteme entstehen. Natürlich nachgefragt vom Endkunden: Chat-Funktionen, soziale Netzwerke, mobiler E-Commerce, mobiles Banking, E-Health-Anwendungen oder Spiele und Videostreaming auf dem Handy oder Tablet machen uns das Leben leichter – oder unterhaltsamer.

Mit 5G findet die mobile Datenkommunikation nun endgültig den Weg vom Mobiltelefon in fast jedes Gerät. Kombiniert mit Technologien wie der Cloud, künstlicher Intelligenz und immer leistungsfähigeren Chips, wird die Anzahl der neuen Anwendungen, die 5G ermöglicht, exponentiell wachsen. Viele davon werden industrielle

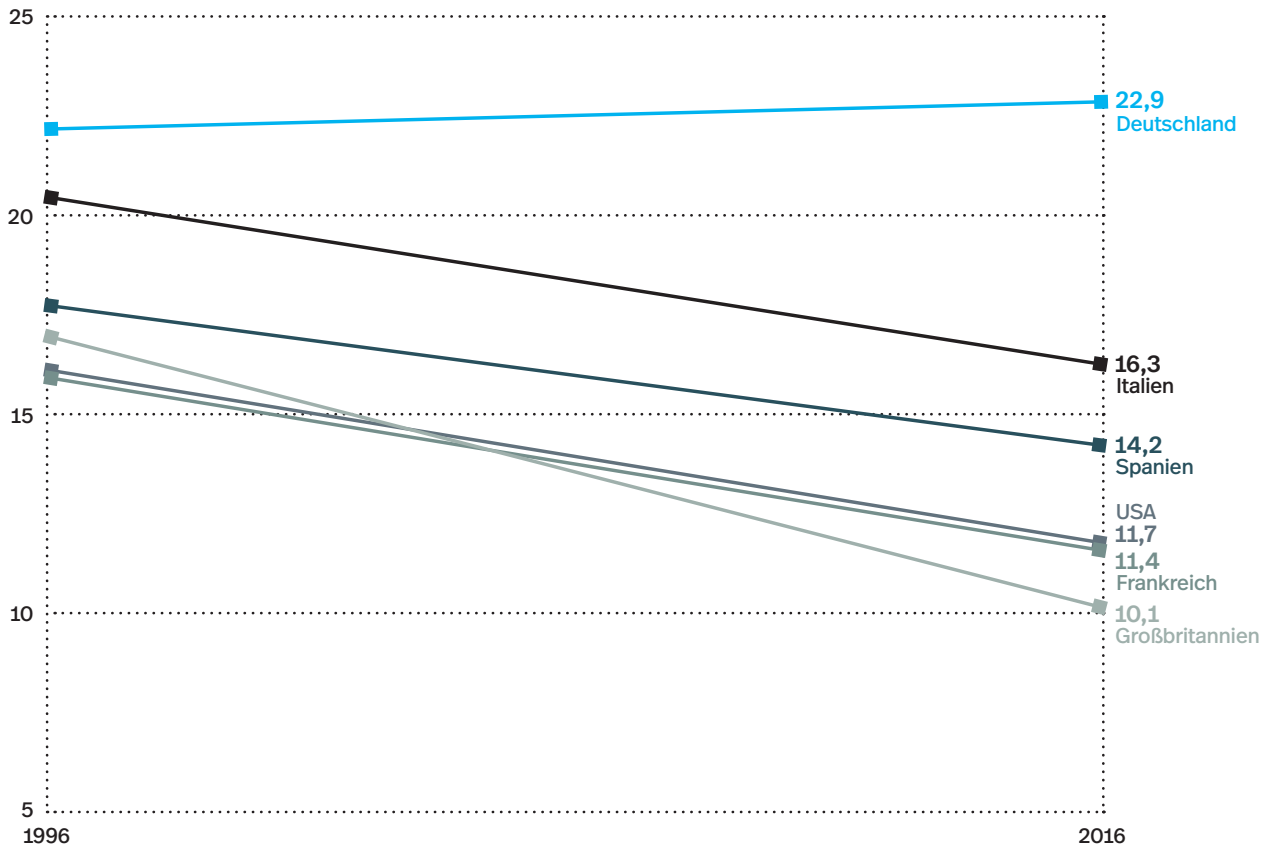
IoT-Applikationen sein – ein Schlüsselfeld für Deutschland. Denn mit einem Anteil der herstellenden Industrie von 23% am Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist Deutschland eine führende westliche Industrienation. In vielen anderen Ländern ist die industrielle Wertschöpfung in den letzten 20 Jahren deutlich zurückgegangen, in Deutschland aber stabil geblieben. →B

Das ist ein Beleg für die hohe Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie – aber auch für kritische Abhängigkeiten. In Abwesenheit eines starken Finanzsektors oder einer global aktiven Internetwirtschaft wird unsere Volkswirtschaft von Industrien wie dem Automobilbau, dem Maschinen- und Anlagenbau und der Chemie maßgeblich getragen. Diese drei Branchen machen fast 50% der Wertschöpfung im verarbeitenden Gewerbe in Deutschland aus – alleine in der Automobilindustrie sind über 800.000 Arbeitnehmer direkt beschäftigt.

Doch die deutsche Vormachtstellung ist in Gefahr. Nicht nur durch immer stärkere Konkurrenz, gerade aus dem asiatischen Raum, sondern auch durch ganz neue Anbieter, sogenannte Over-the-Top-Player aus anderen Branchen, die ihre Kompetenz in digitalen Geschäftsmodellen dazu nutzen, in angestammte Domänen der deutschen Industrie einzudringen. Das zeigt das Beispiel autonomes Fahren: Alphabet (Google), mit der Tochter Waymo, und Apple – im Projekt Titan – arbeiten intensiv an der Entwicklung selbstfahrender Autos. Eigentlich wenig überraschend, ist doch ein autonomes Fahrzeug das ultimative mobile Endgerät. Und mit dem richtigen Endgerät entstehen neue Massenmärkte. Die Ökosysteme, die rund um das iPhone entstanden sind, zeigen dies.

**B Industrieller Spitzenreiter – Im Gegensatz zu anderen wichtigen Industrienationen konnte Deutschland seinen Industrieanteil in den letzten 20 Jahren konstant halten.**

Entwicklung der Anteile der herstellenden Industrie am BIP 1996–2016 (%)



Quelle: Weltbank, Bureau of Economic Analysis, Roland Berger

**Die deutsche Industrie reagiert:** Industrie 4.0 vernetzt ganze Produktionssysteme bis hin zum fertigen Produkt. Eine vollautomatisierte, selbstorganisierende Produktion wird möglich. IoT-Plattformen deutscher Unternehmen schaffen die Basis für komplett digitalisierte Prozesslandschaften. Das Ziel: eine effiziente Produktion zu niedrigen Kosten bei maximaler Kundenorientierung, Qualität und Flexibilität. Die Fertigung hochindividueller Produkte in kleinsten Stückzahlen wird so ökonomisch möglich, Manufaktur trifft auf industrielle Produktion, starre Wertschöpfungsketten werden zu dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken.

Die Potenziale der Digitalisierung der deutschen Industrie sind gewaltig. Gelingt die digitale Transformation, so wird diese im Jahre 2025 eine zusätzliche Wertschöpfung von ca. 85 Milliarden Euro realisieren<sup>1</sup>. Aber: Ohne einen schnellen und flächendeckenden 5G-Rollout wird dieses Szenario nicht zu realisieren sein.

Die industrielle Dimension von 5G und die mit einer gelungenen Markteinführung verbundenen positiven Auswirkungen auf unsere Position im globalen Wettbewerb sind wichtig für den Standort Deutschland. Für die Menschen in Deutschland bringt 5G aber auch sehr greifbare, direkte Effekte. Sie profitieren von Innovationen und Lösungen, die ohne 5G bisher undenkbar waren. Einige davon haben wir in dieser Studie in konkreten Anwendungsbeispielen skizziert.

**Sie zeigen:** 5G ist ein entscheidender Baustein zur Lösung von gesellschaftlichen oder ökologischen Problemen. Gute medizinische Versorgung im Alter, auch in ländlichen Regionen. Ein schonender Umgang mit der Umwelt durch besseren Einsatz von Ressourcen in Industrie und Landwirtschaft. Individuelle und effiziente Mobilitätslösungen. Dies sind nur einige wenige Beispiele.

**Vielleicht am wichtigsten:** 5G verbindet Menschen. Im wörtlichen Sinne. Aber auch, indem es hilft, regionale Gefälle auszugleichen. Von Nord nach Süd, von Ost nach West und zwischen ländlichen und urbanen Räumen. Schaffen wir es, mithilfe von 5G und mit dem damit verbundenen Breitband-Rollout die Qualität unserer digitalen Infrastrukturen bundesweit nach oben anzugleichen, dann sorgen wir auch für gleiche Startbedingungen in der Gigabitgesellschaft und gleiche Lebensverhältnisse im ganzen Land.

---

<sup>1</sup> Siehe auch Roland Berger/BDI, 2015, Die Digitale Transformation der Industrie

## Case 1

# E-HEALTH 5G fürs Leben



Vor dem Hintergrund unseres demografischen Wandels zu einer immer älter werdenden Gesellschaft nehmen auch altersbedingte Krankheiten massiv zu. Mit dem Eintritt der geburtenstarken Jahrgänge in die späteren Lebensphasen wird sich diese Entwicklung in Deutschland weiter beschleunigen. Eine andere Herausforderung liegt in der mangelhaften medizinischen Versorgung ländlicher, dünn besiedelter Gebiete. Oft fehlt es hier schlicht an Ärzten und Krankenhäusern in erreichbarer Nähe. Schließlich erfordert das rasant wachsende Angebot an neuer Hochleistungsmedizin immer leistungsstärkere Kommunikationslösungen. Denn immer mehr medizinische Systeme, Instrumente und Sensoren arbeiten nicht „stand-alone“, sondern brauchen eine schnelle, stabile Vernetzung. Eine Lösung für die genannten Herausforderungen stellen E-Health-Anwendungen dar, die mit 5G-Technik ihr volles Potenzial entfalten können.

E-Health steht für den Einsatz digitaler Technologien im Gesundheitswesen und umfasst beispielsweise Anwendungen wie roboterunterstützte Operationen, die Fernüberwachung und -analyse der Vitalfunktionen von Patienten und videobasierte Arztgespräche. Patienten profitieren von besserer Diagnose und Behandlung. Der Einsatz von 5G zur Vernetzung ermöglicht eine neue Qualität und einen flächendeckenden Einsatz von E-Health-Anwendungen. Dabei nutzen die verschiedenen Anwendungen unterschiedliche Stärken von 5G. So darf es bei einer robotergestützten Operation keine langen Verzögerungen zwischen dem Steuerungsimpuls des Arztes und der Reaktion des OP-Roboters geben. Die Daten von Kameras und Sensoren müssen mit höchster Zuverlässigkeit übertragen werden. 5G kann hier mit seiner äußerst geringen La-

tenzzeit und seiner extrem hohen Zuverlässigkeit punkten. In Zukunft kann das sogar die Durchführung oder Unterstützung von Operationen durch Spezialisten ermöglichen, die Hunderte von Kilometern entfernt sitzen. Bei der Fernüberwachung medizinischer Parameter von Patienten kommt es darauf an, dass Sensoren nicht nur stabil arbeiten, sondern auch möglichst langlebig sind und wenig Energie verbrauchen. Schließlich kann es sich hier auch um Sensoren handeln, die an Körperimplantaten wie etwa Herzschrittmachern sitzen und erst nach einem Zeitraum von vielen Jahren ausgewechselt werden. 5G-Chips mit langen Batterielaufzeiten bieten dafür eine maßgeschneiderte Lösung. Schließlich profitieren mobile E-Health-Anwendungen von der Fähigkeit von 5G, stabile Verbindungen auch bei hohen Bewegungsgeschwindigkeiten der Nutzer zu garantieren. So können Rettungsassistenten aus einem digitalisierten Krankenwagen über 5G ohne Verzögerung Vital- und Videodaten ihres Patienten ins Krankenhaus funken und sich von dort Rat von Spezialisten einholen. Ein Vorzug von 5G, der insbesondere in ländlichen Gegenden, wo der Weg ins Krankenhaus oder in eine Spezialklinik weit ist, Leben retten kann.

**„Der 5G-Mobilfunkstandard wird das Trägermedium für Industrie 4.0 und die Selbstvernetzung im Internet der Dinge. Hierdurch wird eine Vielzahl von individuellen Industrielösungen erst möglich, die wir für schnelle und erfolgreiche Innovation brauchen.“**

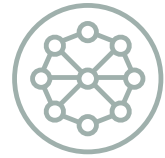
**Dr. Dirk Stenkamp**  
Vorsitzender des Vorstandes, TÜV NORD AG



## Case 2

# FIRMENINTERNE 5G-NETZE

## Power für virtuelle Zwillinge



Deutschland ist ein Industrieland – knapp ein Viertel der deutschen Wertschöpfung wird vom verarbeitenden Gewerbe erbracht, das rund 7,3 Millionen Menschen beschäftigt und regelmäßig für neue Exportrekorde sorgt. Zahlreiche Services sind darüber hinaus mit der deutschen Industrie verknüpft. So verdanken wir unsere herausragende industrielle Stellung nicht nur exzellenten und innovativen Produkten, wie Maschinen, Autos oder Anlagen, sondern auch hochmodernen Fabriken. Nur mit industriellen Prozessen der Weltklasse – hochgradig automatisiert, präzise und flexibel – kann ein Hochlohnland wie Deutschland mit dem Wettbewerb aus Schwellen- und Entwicklungsländern mithalten. Es ist daher für Deutschland ein Muss, auch bei der nächsten Entwicklungsstufe der Fertigung hin zur Industrie 4.0 die Nase vorn zu haben. Industrie 4.0 verbindet die klassische Produktion mit allen Möglichkeiten von IT und Vernetzung. 5G wird hier zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor, denn zahlreiche Anwendungsfälle wie Mensch-Maschine-Kollaborationen, fahrerlose Transportsysteme, mobile Werkzeuge oder Roboter benötigen eine hochleistungsfähige und zuverlässige Funktechnologie.

Ein enormer Vorteil von 5G ist es, dass Unternehmen für die beschriebenen Anwendungen firmeneigene 5G-Netze aufbauen und nutzen können. Sie werden damit unabhängig von den klassischen Netzbetreibern. Unternehmen entscheiden, wie schnell sie ihr Netz aufbauen und wie sie es konfigurieren, sie haben alle Sicherheitsaspekte in der eigenen Hand. Um ihr Netz optimal aufzubauen und zu betreiben, ist es wichtig, dass die Unternehmen von „Enablern“ unterstützt werden – netzunabhängigen Mobilfunkdienstleistern, die gemeinsam mit den Unternehmen individualisierte

Lösungen entwickeln. In der Fabrik der Zukunft kann 5G die ganze Bandbreite seiner Stärken ausspielen. Ein hoher Datendurchsatz ist beispielsweise bei Augmented-Reality-Anwendungen notwendig. Servicetechniker bekommen in der Zukunft Informationen in ihre AR-Brille eingespielt und müssen sich nicht mehr durch dicke Handbücher kämpfen, wenn sie eine komplexe Maschine warten oder reparieren. Das steigert die Effizienz und ermöglicht das Durchspielen komplexer Szenarien. Die rasche Reaktionszeit und hohe Zuverlässigkeit von 5G ist gefragt, wenn es um die Steuerung der laufenden Produktion geht. Hier handelt es sich häufig um URLLC-Anwendungen (siehe Seite 19), bei denen es darauf ankommt, Daten nahezu fehlerfrei und ohne Verzögerung zu übertragen. Damit wird es möglich, Maschinen, Roboter, vollständige Fertigungslinien und letztlich die ganze Fabrik als „virtuellen Zwilling“ abzubilden und in Echtzeit zu steuern. Man spricht vom „taktilen Internet“, weil Menschen Produktionslinien über haptische und visuelle Schnittstellen so steuern, als säßen sie direkt an der Maschine. Fazit: 5G und Industrie 4.0 – auch hier kann man von untrennbaren Zwillingen sprechen.

# 3

## Was ist 5G?

### 5G – ein Standard, drei Anwendungsfelder

Die fünfte Mobilfunkgeneration unterscheidet sich radikal von ihrem Vorgänger. War 4G primär für das Smartphone optimiert, so wird 5G der mobile Standard für alle vernetzten Dinge – egal, wo sie sich befinden: im öffentlichen Raum, in der Industrie und in anderen Wirtschaftssektoren oder beim Endverbraucher.

De facto finden sich unter dem gemeinsamen Label 5G drei sehr unterschiedliche Anwendungsszenarien. Jedes dieser Szenarien ist im geplanten 5G-Standard definiert und mit sehr unterschiedlichen Anforderungen bezüglich Bandbreite, Latenz, Mobilität oder Kapazität hinterlegt.

## 1 Verbessertes mobiles Breitband

### Enhanced Mobile Broadband/eMBB

5G im eMBB-Szenario ermöglicht deutlich schnellere mobile Datenverbindungen und ist die Antwort auf den exponentiell wachsenden mobilen Datenhunger gerade der privaten Nutzer. Hohe Datenraten, gepaart mit einer hohen Kapazität und Verfügbarkeit, machen eMBB ideal für die Übertragung von ultrahochauflösenden Video- und Fernsehformaten wie zum Beispiel 4K oder 8K, für Augmented- und Virtual-Reality-Anwendungen und damit auch für das „immersive gaming“. Durch seine Geschwindigkeit könnte eMBB auch als „5G fixed wireless“ oder „5G Wireless-to-the-home“ in hohen Frequenzbändern gerade in dünnbesiedelten und anderweitig nicht erschließbaren Räumen zur Überbrückung der letzten Meile und damit zur direkten Breitbandanbindung von Haushalten und Unternehmen dienen. Stabile Verbindungen sind selbst zwischen Endgeräten möglich, die sich mit Geschwindigkeiten von bis zu 500 km/h bewegen, zum Beispiel in Drohnen oder in Hochgeschwindigkeitszügen.

## 2 Massive Maschine-zu-Maschine-Kommunikation

### Massive Machine Type Communication/mMTC

Auch „massive IoT“ genannt, ist mMTC optimiert für den industriellen Einsatz. Das Szenario: Eine sehr hohe Anzahl von Endgeräten, verbaut zum Beispiel in Sensoren oder Steuerungssystemen. Sie senden und empfangen mit niedrigen Datenraten, verbrauchen wenig Energie und sind auf möglichst geringe Übertragungs- und Wartungskosten optimiert. So kann zum Beispiel in industriellen Fertigungsprozessen die gesamte Wertschöpfungskette konstant überwacht und gesteuert werden. Mit mMTC wird das Internet of Things in der Fläche überhaupt erst möglich.

## 3 Ultrazuverlässige und verzögerungsfreie Kommunikation

### Ultra Reliable and Low Latency Communication/URLLC

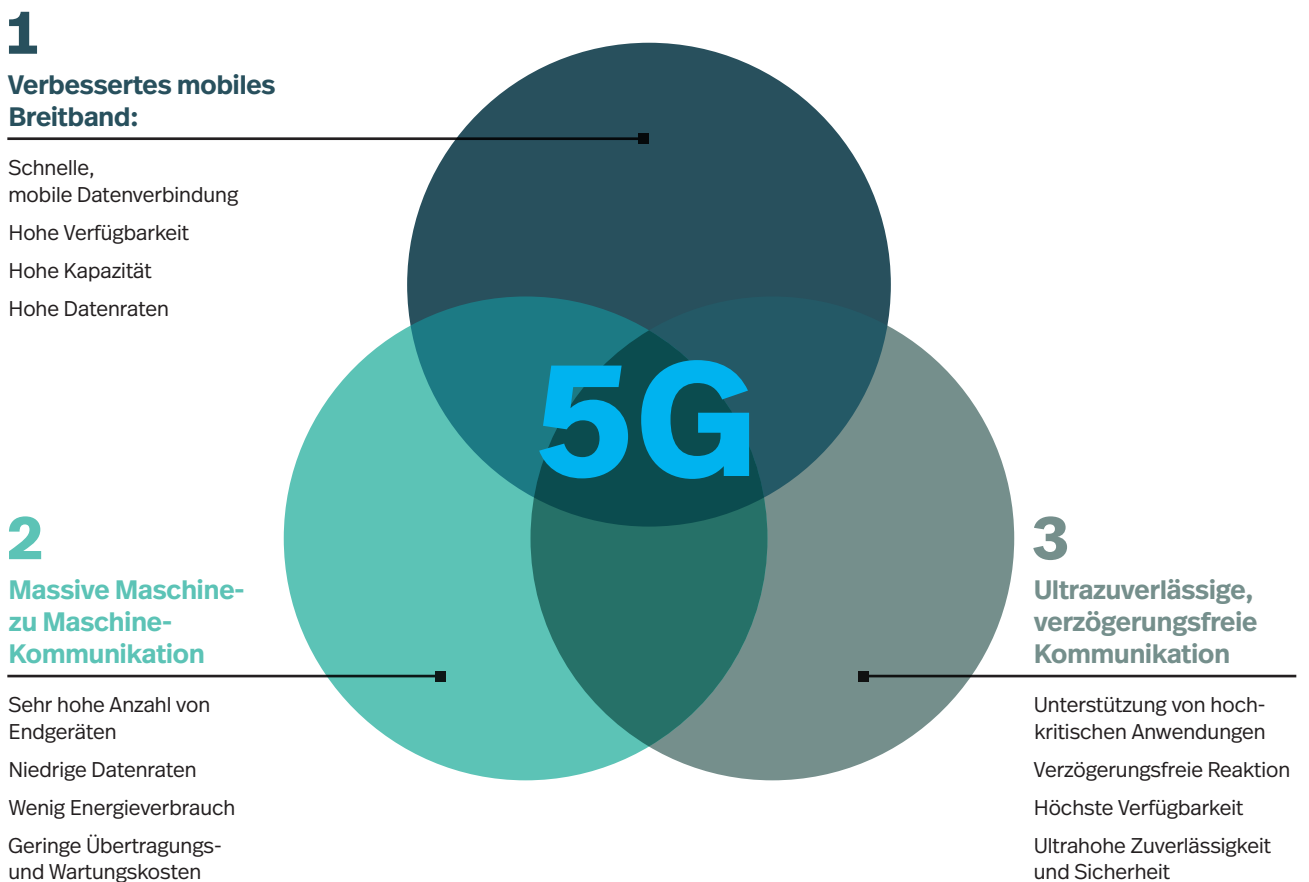
Ebenfalls primär für B2B-Anwendungen konzipiert ist das URLLC-Konzept. Allerdings geht es hier um die Unterstützung von hochkritischen Anwendungen, bei denen es auf verzögerungsfreie Reaktion, höchste Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit ankommt. URLLC ist für das „mission-critical IoT“ optimiert und damit der mobile Wegbereiter des „taktilen Internets“, in dem es Menschen möglich ist, nahezu in Echtzeit über mobile Schnittstellen mit Maschinen und Robotern zu interagieren und sie über haptische und visuelle Impulse zu steuern.

---

**C Flexibler Standard – Aufgrund seiner vielseitigen Leistungsmerkmale ist 5G Basis für sehr unterschiedliche Anwendungen**

---

Die drei Anwendungsfelder von 5G



---

Quelle: Qualcomm, Roland Berger

**Die drei Anwendungsszenarien, für die 5G ausgelegt und spezifiziert ist, skizzieren bereits die Hauptmerkmale von 5G: →C**

## 5G ist schnell

Extrem schnell. Download-Geschwindigkeiten von bis zu 20 Gigabit pro Sekunde (Gbit/s) sind unter Idealbedingungen theoretisch möglich – der komplette Inhalt einer DVD ist damit in zwei Sekunden heruntergeladen. Ein Upload erfolgt mit maximal 10 Gbit/s. Im Vergleich zu einem modernen 4G-Standard (LTE Advanced) ist 5G damit ca. 20-mal schneller.

Realistisch soll 5G selbst in sehr eng bebauten urbanen Ballungsräumen mit einer entsprechend hohen Anzahl zu versorgender Endgeräte ca. 100 Megabit in der Sekunde (Mbit/s) im Download und 50 Mbit/s im Upload erreichen. Das ist keine echte Konkurrenz für den Breitbandanschluss via Glasfaser. Dennoch ist es möglich, einen Film im UHD-Format so in wenigen Sekunden zu laden, medizinische UHD-Bilder können in Echtzeit aus dem OP an Spezialisten weitergeleitet werden.

## 5G ist verzögerungsfrei

In einem 5G-Netz gelangen Datenpakete in kürzester Zeit vom Sender zum Empfänger. Eine geringe Latenzzeit ist wichtig für kritische Anwendungen, die fast in Echtzeit kommunizieren müssen, zum Beispiel im autonomen Fahren oder in der Telemedizin. Für diese Anwendungen sieht der 5G-Standard in der Übertragung eine Latenzzeit

von maximal 1 Millisekunde (ms) vor. Im 4G-Standard liegen die Latenzen derzeit durchschnittlich noch bei ca. 120 ms. Damit schlägt 5G auch die menschlichen Reflexe – wir brauchen ca. 12 ms, bis wir überhaupt beginnen, auf eine Gefahrensituation zu reagieren.

## 5G ist zuverlässig

Gerade in kritischen Anwendungen wie etwa der Echtzeit-Steuerung einer zentralen Produktionsmaschine muss ein Datenpaket jederzeit, mit höchster Wahrscheinlichkeit, fehlerfrei und mit geringstmöglicher Verzögerung beim Empfänger ankommen. Eine Zuverlässigkeit von 99,999% ist für solche Anwendungen mindestens nötig. 5G kann eine Zuverlässigkeit von bis zu 99,9999999% erreichen, theoretisch ist nur maximal in einem von zehn Milliarden Fällen ein Datenpaket fehlerhaft, kann nicht übertragen werden oder kommt zu spät beim Empfänger an. Hinzu kommt eine sehr robuste Konnektivität, da eine 5G-Verbindung parallel über mehrere Antennen und Frequenzen läuft.

## 5G ist energieeffizient

In der Energieeffizienz pro übertragenes Bit nähert sich 5G dem theoretischen Optimum. Das ist in zweifacher Hinsicht wichtig. Zum einen steigt das Datenvolumen mit 5G exponentiell. Stiege der Energieverbrauch proportional, würde nicht nur die Umwelt belastet, sondern auch die Geschäftsmodelle von Netzbetreibern und Anwendern wären in Gefahr. Das Gegenteil ist der Fall:

5G selbst ist ca. 100-mal energieeffizienter als der Vorgängerstandard 4G. Unter der Annahme einer Vertausendfachung des Datenvolumens gehen Telekommunikationsunternehmen für 5G von einer Halbierung des Stromverbrauchs im gesamten Netz aus. Zum anderen sollte, gerade in mobilen IoT-Anwendungen, der einzelne 5G-Chip nur wenig Energie verbrauchen, um hohe Batterielaufzeiten zu garantieren und so Wartungszyklen maximal zu verlängern. Batterielebenszeiten von über zehn Jahren gelten hier mittlerweile als realistisch.

## 5G ist virtuell

Die Implementierung von 5G geht einher mit einer Neukonfiguration der gesamten Netzinfrastruktur – von der 5G-Luftschnittstelle über die erdgebundenen Glasfaser-Zugangsnetzwerke bis hinein in die Kernnetze der Telekommunikationsanbieter. Netz- und Dienstplattformen werden virtualisiert, dynamisch können individuell definierte Dienste über anwendungsspezifische Netzwerkscheiben angeboten werden. Dieses sogenannte Network Slicing erlaubt es, maßgeschneiderte virtuelle Netzwerke für die unterschiedlichsten Kundenanforderungen bereitzustellen. Die Qualität des jeweiligen Service ist garantiert – ganz so, als hätte der Endkunde sich ein eigenes exklusives Netz allein nach seinen individuellen Spezifikationen gebaut.

**„Betrachten wir die für Virtual-Reality-Anwendungen nötige Bandbreite, wird völlig klar, dass 5G der einzig mögliche Schritt nach vorne ist.“**

**Dr. Andreas Wilhelm**  
Co-Founder und CEO, XYmatic

## Case 3

# SMART FARMING Big Data auf dem Acker



Alle reden von Industrie 4.0, doch in deren Schatten ereignet sich auch in der Landwirtschaft eine Revolution. Smart Farming oder Landwirtschaft 4.0 sind die Stichworte. Melkroboter, selbstfahrende Traktoren und Mähdrescher, Drohnen, die Pflanzenschutzmittel ausbringen, und viele weitere Innovationen symbolisieren die Digitalisierung auf dem Feld und im Stall. All das geht nicht ohne Sensoren und eine enge Vernetzung zur Verarbeitung der Daten und zur Steuerung der Systeme. Kabelgebundene Lösungen entfallen hier weitgehend, denn mit ihnen lassen sich weder Fahrzeuge steuern noch eine Vielzahl von auf einer Ackerfläche verteilten Sensoren sinnvoll mit einer Zentrale verbinden. Ein Fall für 5G!

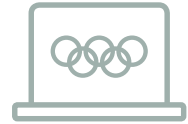
Im Smart Farming kann 5G gleich zwei unterschiedliche Stärken ausspielen. Schauen wir uns zunächst die große Anzahl von Sensoren an. Sie können stationär, z.B. am Boden, oder beweglich, z.B. an fahrbaren Maschinen, an Drohnen oder an Tieren, angebracht werden und melden dem Landwirt, wie es um die Gesundheit seiner Tiere steht, welcher Teil seiner Ackerfläche welchen Ertrag bringt, wo Unkräuter oder Schädlingsbefall vorhanden sind, wie es um den Nährstoffhaushalt und die Feuchtigkeit des Bodens bestellt ist und wie hoch die Sonneneinstrahlung ist. Hier kommt es auf die Langlebigkeit der funkenden Sensoren, niedrigen Energieverbrauch und geringe Kosten an. Die Datenrate der einzelnen Sensoren ist klein, doch müssen Tausende von Vernetzungen geschaffen werden. Diese Massenkommunikation von Sensoren ist der optimale Einsatzbereich von mMTC, also der 5G-Kommunikation einer Vielzahl von Maschinen mit niedrigen Datenraten.

Geht es hingegen um das Einspielen umfangreicher Wetterdaten, die Vernetzung von landwirtschaftlichen Maschinen und die Steuerung führerloser Fahrzeuge, sind höchste Zuverlässigkeit, hohe Bandbreiten und geringe Latenz gefragt – ein ähnlicher Anwendungsfall für 5G wie beim autonomen Fahren oder der Vernetzung industrieller Maschinen. Es kommt also auf den Anwendungsfall und den optimalen Einsatz der 5G-Technik an. Der Nutzen von Smart Farming, das erst mit 5G sein volles Potenzial ausschöpfen kann, liegt auf der Hand: Weniger Schadstoffe in der Nahrung und im Grundwasser durch einen geringeren Einsatz von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie von Dünger, eine punktgenaue Bewässerung und Bodenbearbeitung, ein optimaler Einsatz von Maschinen, Aussaat und Ernte zum besten Zeitpunkt, eine individuelle Tierversorgung, eine verbesserte Logistik. 5G und Smart Farming versprechen damit das, was bisher weder Bio- noch konventionelle Landwirtschaft einzeln leisten konnten: gleichzeitig für mehr Ökologie und mehr Effizienz bei der Produktion unserer Lebensmittel zu sorgen.



## Case 4

# GAMING MIT 5G Spiel ohne Grenzen



Online-Gaming erfreut sich in Deutschland nicht nur großer Beliebtheit bei einer Vielzahl von Spielern – gut 34 Millionen gibt es hier aktuell. Auch die Politik erkennt die Relevanz von E-Sport für eine moderne Gesellschaft längst an. Der Koalitionsvertrag hebt explizit hervor, dass der „E-Sport wichtige Fähigkeiten schult, die nicht nur in der digitalen Welt von Bedeutung sind“. E-Sport soll als eigenständige Sportart mit Vereins- und Verbandsrecht anerkannt und zu Olympia geführt werden. Analog zur Filmförderung soll eine Förderung von Online-Games den Entwicklerstandort Deutschland stärken. Als wichtiger Baustein soll der Deutsche Computerspielpreis weiterentwickelt und gestärkt werden.

Was ist – neben interessanten, motivierenden Spielen – wichtig für Online-Spieler? Vor allem ein System, in dem sie ihre Fähigkeiten ohne technische Einschränkungen zur Entfaltung bringen können. Wenn schon beim einfachen Surfen im Internet Verzögerungen stören können, so ist das beim E-Sport, dessen Dynamik von der Reaktionsschnelle der Spieler abhängt, noch sehr viel mehr der Fall. 5G kann die Latenzzeit im Idealfall auf unter 1 ms senken – ein Geschenk für Millionen von Online-Spielern weltweit. Damit sorgt 5G auch für faire Wettkampfbedingungen. Bei vielen Online-Spielen entscheidet die Latenzzeit über Sieg oder Niederlage. Ein fairer Wettkampf ist bei unterschiedlich hohen Latenzzeiten nicht möglich. Im letzten Jahr ging durch die einschlägige Presse, dass ein bekanntes südkoreanisches E-Sport-Team für ein wichtiges Qualifikationsspiel 2017 extra zum Gegner nach Singapur flog, weil dort die Latenzzeiten weniger als halb so groß waren als in Südkorea. Mit 5G können sich E-Sportler mobil in Echtzeit messen, Verzögerungen gehören der Vergangenheit an und die Chancengleichheit bleibt gewahrt.

Spieleentwickler bejubeln 5G vor allem wegen der enormen Bandbreite, die ihnen völlig neue Möglichkeiten bei Virtual- und Augmented-Reality-Spielen erschließt. Mit 5G können derartige Spiele noch realistischer gestaltet werden. Die Integration umfangreicher Umgebungsdaten, z.B. aus Google Street View, ermöglicht es, Charaktere in der Augmented Reality zu entwickeln, die mit der Umgebung und den Spielern interagieren und sehr viel ausgefeilter ausgearbeitet werden, als es bisher der Fall war. Bandbreite wird zudem kein Hindernis mehr dafür sein, dass mehrere Spieler gemeinsam oder gegeneinander spielen. Erinnert man sich an den Hype, den die Suche nach Pokemons ausgelöst hat, kann man sich vorstellen, auf welches Interesse die neuen Augmented-Reality-Spiele stoßen werden.

Schließlich können sich Freunde von Virtual-Reality-Spielen darauf freuen, dass ihnen 5G in Zukunft teure Investitionen in neue Hardware erspart. Bislang erforderten derartige Spiele und die entsprechenden Systeme stets die leistungsstärksten Grafikkarten und Prozessoren, also die neuesten und teuersten Computer – anders war es schlicht nicht möglich, mit den virtuellen Welten zu verschmelzen. Mit 5G lässt sich die notwendige Rechenpower einfach in die Cloud verschieben. Der Nutzer benötigt nur noch die unmittelbar notwendige Hardware, wie zum Beispiel ein VR-Headset – und los geht's in der virtuellen Welt!



## Case 5

# AUTONOMES FAHREN Reisen mit 5G-Chauffeur



Mit dem Aufkommen des autonomen Fahrens steht unser Verkehrssystem aktuell vor der vermutlich größten Umwälzung seit Einführung des Automobils – 5G wird dabei zur Schlüsseltechnologie. Autonome Fahrzeuge versprechen zahlreiche Vorteile: Menschliche Fehler werden ausgeschlossen, Unfälle wegen Übermüdung gehören ebenso der Vergangenheit an wie solche wegen überhöhter Geschwindigkeit oder Alkoholeinfluss. Der Fahrer wird zum Insassen, der während der Fahrt arbeiten, schlafen oder sich einen Film anschauen kann. Viele Autofahrer nutzen mit den Assistenzsystemen ihrer Fahrzeuge bereits Vorstufen des autonomen Fahrens – und haben es schätzen gelernt, wenn der Bremsassistent sie in einem unkonzentrierten Moment vor einem Unfall bewahrt hat. Dennoch ist es ein großer Schritt vom assistierten Fahren zum komplett autonomen Fahren. Sicherheit ist oberstes Gebot, sonst wird es keine Akzeptanz geben, denn Menschen sind führerlose Fahrzeuge im Straßenverkehr nicht gewohnt.

Voraussetzung für sicheres autonomes Fahren ist die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander und mit ihrer Umwelt. Permanent muss das eigene Auto mit anderen Autos und Verkehrsteilnehmern, mit Ampelanlagen, Verkehrsleitsystemen und anderen relevanten Infrastrukturen kommunizieren. Die Anforderungen an das Kommunikationssystem übertreffen dementsprechend alles, was bisher im Verkehr üblich war: Enorm hohe Datenmengen müssen mobil, mit einer minimalen Verzögerung und mit höchster Zuverlässigkeit übertragen werden. Die aktuellen Mobilfunkstandards sind dazu nicht in der Lage. 5G dagegen ist mit seiner hohen Bandbreite, geringen Latenzzeit und nahezu perfekten Zuverlässigkeit ideal geeignet, die Kommunikation des

vernetzten Fahrens zu übernehmen. Die Leistungsfähigkeit von 5G kommt nicht nur der Sicherheit zugute, sie schafft auch die Voraussetzung dafür, dass die Effizienz des Verkehrs wesentlich gesteigert wird. Verkehrsflüsse können in Echtzeit koordiniert werden, Staus werden vermieden, LKWs können spritsparend in einer Kolonne mit sehr geringem Abstand hintereinander fahren (Platooning), die Fahrten von Autos koppeln sich an die Takte anderer Verkehrsträger an.

Drei Aspekte sind entscheidend, um autonomes Fahren und die Vernetzung des Verkehrs über 5G rasch und sicher für alle Verkehrsteilnehmer einzuführen. Erstens müssen Automobil- und Telekommunikationsindustrie eng zusammenarbeiten, um die funktionale Sicherheit eines autonomen Fahrzeugs jederzeit zu gewährleisten. Bislang konnten die Automobilhersteller das selbstständig leisten – nun sind sie auf die Qualität eines Systems angewiesen, das außerhalb ihrer Hoheit liegt. Zweitens müssen die Tarife von 5G erschwinglich sein, um allen Verkehrsteilnehmern eine Nutzung zu ermöglichen – ein Argument für einen funktionierenden Wettbewerb zwischen den Anbietern. Schließlich muss die Netzabdeckung von 5G rasch möglichst umfassend sein, denn allein aus Sicherheitsgründen ist ein Abreißen der Verbindung gefährlich und darf in keinem Fall plötzlich und für die Insassen unvorhersehbar erfolgen. Kooperation, Wettbewerb, Netzabdeckung – es gibt viel zu tun, doch mit 5G steht erstmals die Technologie zur Verfügung, die den Verkehr von morgen ermöglicht.

The background of the page is a light gray color with a pattern of curved, dotted lines. The lines are composed of small, light gray dots and curve from the top left towards the bottom right, creating a sense of depth and movement. The density of the dots increases as they curve, making the lines appear to converge and disappear into the distance.

# 4

## Der 5G- Zeitplan

Mit der 5G-Initiative für Deutschland hat der Bund den Startschuss gegeben. Deutschland soll ein Leitmarkt für 5G-Anwendungen werden. Mit Konnektivität in den größten deutschen Städten und entlang aller Hauptverkehrswege wird bis 2025 das neue Zeitalter der Mobilfunktechnik eingeläutet. Das wird ca. 30% der Netzabdeckung entsprechen. Der im Februar 2018 ausgehandelte Koalitionsvertrag zwischen CDU/CSU und SPD sieht dabei eine 5x5G-Strategie vor, bei der deutschlandweit zunächst fünf ausgewählte Regionen mit dem neuen Mobilfunkstandard ausgestattet werden sollen. Auch ländliche Regionen sollen von der Strategie profitieren. Erste Nutzungen von 5G sollen bereits ab dem Jahr 2020 ermöglicht werden. →D

Um dieses Ziel zu erreichen, werden in den kommenden Jahren die entsprechenden Voraussetzungen für den Rollout der 5G-Netze geschaffen.

Die technischen Grundlagen für die Einführung von 5G werden derzeit in Gremien der Internationalen Fernmeldeunion (ITU-R) und des 3rd Generation Partnership Project 3GPP vorangetrieben. Unter der Bezeichnung IMT-2020 erarbeitet die ITU-R dabei konkrete Anforderungen für die zukünftige 5G-Funktechnik. 3GPP entwickelt bis 2020 die entsprechenden technischen Spezifikationen, um eine fehlerfreie Funktion der Mobilfunknetze im Rahmen von 5G zu gewährleisten. Im Zeitplan des globalen Standardisierungsprozesses bilden die

---

**D Vom Labor in die Fläche – Mit der Verfolgung eines ambitionierten Zeitplans soll Deutschland zum Leitmarkt für 5G-Anwendungen werden.**

---

Der Zeitplan von 5G



Quelle: Roland Berger

sogenannten 3GPP Releases wichtige Meilensteine. Ende 2017 wurden die Spezifikationen für den Rollout von 5G in der Non-Stand-alone-Variante als erster Teil von Release 15 verabschiedet. Hierbei handelt es sich um ein verbessertes LTE-Netz, das höhere Datenraten und reduzierte Latenzen bietet. Dieser Betriebsmodus wird in der Anfangszeit von 5G eine wichtige Rolle spielen. Im Laufe des Jahres 2018 soll der zweite Teil von Release 15 verabschiedet werden, die Stand-alone-Variante, bei der LTE nur noch als Fallback zum Einsatz kommt und neue Dienste und Network Slicing möglich sind. Damit wird der Weg für groß angelegte Feldexperimente und den kommerziellen Rollout ab 2019 bereitet. Die Verabschiedung des finalen 5G Release 16 ist für Ende 2019 vorgesehen. Er beinhaltet alle Standards, die für die Erfüllung der ITU-Anforderungen für 5G notwendig sind.

Welche Frequenzbereiche in Zukunft international für 5G nutzbar gemacht werden, soll im Rahmen der Weltfunkkonferenz der ITU im Jahr 2019 festgelegt werden. Der Aktionsplan der EU-Kommission sieht vor, provisorische Frequenzbänder noch vor der Weltfunkkonferenz bereitzustellen. Nach dem Plan der europäischen Telekommunikationsminister sollen sich die Mitgliedstaaten 2019 auf eine technische Harmonisierung der für 5G wichtigen Frequenzbänder in den Bereichen 2,4–3,8 GHz und 24,25–27,5 GHz einigen. Diese Frequenzbereiche sind von der Bundesnetzagentur als Pionierbänder identifiziert, die für den Ausbau hochleistungsfähiger digitaler Infrastrukturen als Erste zur Verfügung stehen.

5G ist sehr flexibel und kann unterschiedlichste Anwendungen unterstützen. Dazu braucht es viel Spektrum,

also eine Vielzahl von Radiofrequenzen. Dabei gilt: Je höher die Frequenz, desto niedriger die Reichweite des Signals, aber umso höher die Übertragungsraten. Eine schnelle Datenübertragung und gleichzeitig eine große Reichweite sind auf einer Frequenz nicht möglich. Deshalb nutzt 5G für seine unterschiedlichen Anwendungsbereiche sowohl niedrigere als auch höhere Frequenzen – genau das macht es so flexibel, nur so kann es die unterschiedlichsten Anwendungen unterstützen. Hinzu kommt: Für eine Übertragung kann 5G parallel unterschiedliche Frequenzbänder nutzen. →E

Das Frequenzband mit den niedrigsten Trägerfrequenzen, das für eine Anwendung bei 5G infrage kommt, umfasst den Bereich zwischen 694 und 790 MHz. Dieser sogenannte 700-MHz-Bereich wird in Deutschland zurzeit noch für DVB-T genutzt. Mit der laufenden Umstellung auf DVB-T2 werden die Frequenzen dort schrittweise bis 2019 frei. Auf EU-Ebene ist beschlossen, dass die frei werdenden Frequenzen für Mobilfunkbetreiber zur Verfügung stehen. In Deutschland wurde ein Großteil des Frequenzbereiches bereits 2015 an die drei Mobilfunknetzbetreiber versteigert.

Das 700-MHz-Band ist für 5G-Anwendungen mit geringer Latenz und moderaten Breitbandansprüchen geeignet, also etwa für vernetztes Fahren auf Nebenstrecken. Bestehende Antennenstandorte können genutzt werden, die Versorgung funktioniert aufgrund der niedrigen Frequenz auch in Gebäuden, sodass damit auch Sensoren und Zähler kostengünstig angebunden werden können. Europa kann sich mit der Nutzung des 700-MHz-Bandes eine internationale Führungsrolle bei oben genannten

5G-Anwendungen sichern, denn führende Märkte in Asien besitzen keine vergleichbaren Frequenzressourcen unterhalb von 1 GHz für 5G.

bilfunknetzbetreibern aber aufgrund der technologie-neutralen Ausgestaltung der Frequenznutzungsrechte bereits jetzt für 5G genutzt werden.

Im Frequenzbereich um 2 GHz stehen zwei Frequenzblöcke zwischen 1.920 und 1.980 sowie zwischen 2.110 und 2.170 MHz zur Verfügung. Diese Frequenzbänder werden aktuell für UMTS genutzt, können von den Mo-

Der größere Teil der Lizenzen läuft Ende 2020, ein kleinerer Ende 2025 aus. Die 5G-Anwendungsfelder sind in diesem Frequenzbereich ähnlich wie beim 700-MHz-Band. In erster Linie kommt auch dieser Bereich für die

**E Großes Spektrum – 5G nutzt verschiedene Frequenzbereiche für unterschiedliche Anwendungen. Je höher der Frequenzbereich, desto höher die Bandbreite.**

Frequenzbereiche für 5G



**FREQUENZBEREICH**

694-790 MHz	2110-2170 MHz 1920 -1980 MHz	3,4-3,8 GHz	24,25-27,5 GHz	27,8-29,6 GHz	31,8-33,4 GHz
-------------	---------------------------------	-------------	----------------	---------------	---------------

**BEREITSTELLUNG**

Ab 2020	> 3 Frequenzbänder ab 2021 > 2 Frequenzbänder ab 2026	> 3 Frequenzbänder ab 2021 > 1 Frequenzband ab 2022	N.A., von der Bundesnetzagentur für hochfrequenten Bereich vorgeschlagen	N.A., von der Bundesnetzagentur für hochfrequenten Bereich vorgeschlagen	N.A., von der Bundesnetzagentur für hochfrequenten Bereich vorgeschlagen
---------	--	--	--	--	--

**USE CASES**

Versorgung in der Fläche bei moderaten Breitbandansprüchen	Anbindung großer Geräteanzahl mit höheren Datenraten	Kleinzellige, datenintensive Umgebung; große Anzahl Endgeräte	Dienste mit sehr großer Bandbreite und Kapazität in lokalen Gebieten
--	--	---	--

Quelle: Bundesnetzagentur, Roland Berger

großzahlige Ankopplung von Sensoren infrage. Gebäudewände werden von den Funkwellen durchdrungen. Es lassen sich etwas größere Bandbreiten als im 700-MHz-Band realisieren und die Funkzellen sind kleiner.

Frequenzbänder im Bereich von 3,4-3,8 GHz sind zurzeit an Anbieter von Broadband Wireless Access vergeben. Darunter sammeln sich verschiedene drahtlose Breitbandtechnologien wie Wireless Local Loop oder WiMax, deren Erfolg in Deutschland allerdings gering war. In diesem Frequenzbereich lassen sich an bestehenden Mobilfunk-Basisstandorten mit fortschrittlicher Technik Übertragungsbandbreiten von 1-2 Gbit/s realisieren. Aufgrund des beschränkten Frequenzvorrats kommt man nicht in den Spitzenbereich von 5G, jedoch lassen sich auch mit diesen Bandbreiten vielfältige Anwendungen realisieren. So ist dieser Frequenzbereich prädestiniert für die Vernetzung von Fahrzeugen mit anderen Fahrzeugen und ihrer Umgebung – Voraussetzung ist ein dichtes Netz von Antennen an der Fahrtstrecke.

In Deutschland und auch im übrigen Europa stehen die Frequenzen in diesem Bereich – im Gegensatz zu anderen Regionen – kurzfristig zur Verfügung. Die Lizenzen der aktuellen Nutzer laufen in Deutschland Ende 2021 bzw. Ende 2022 aus. Damit können sich Deutschland und Europa eine internationale Führungsrolle bei 5G-Anwendungen sichern. Voraussetzung ist allerdings eine rasche Harmonisierung der regulatorischen Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene, um bei der

Lizenzvergabe große zusammenhängende Kanäle von 100 MHz anbieten zu können, die 5G-Anbietern ausreichend Möglichkeiten bieten, attraktive Anwendungen zu entwickeln. Die aktuellen Lizenzen in Deutschland im Band von 3,4-3,8 GHz sind sehr kleinteilig und müssen erst noch zusammengeführt werden.

5G-Anwendungen mit sehr hohem Bandbreitenbedarf, wie etwa beim Übertragen ultrahochauflösender Videos, benötigen aus physikalischen Gründen große Trägerbandbreiten, die es nur in hohen Frequenzbändern gibt. Die Bundesnetzagentur sieht in ihrem aktuellen Eckpunktpapier für den Ausbau digitaler Infrastrukturen vor, dass sie Frequenzen oberhalb von 24 GHz unter der Beachtung aktueller Nutzungen bedarfsgerecht zur Verfügung stellen wird<sup>3</sup>. Als infrage kommende Frequenzbänder wurden die Frequenzbereiche um 26, 28 und 32 GHz identifiziert.

Diese Bänder werden aktuell von verschiedensten breitbandigen Diensten wie Richtfunk oder Satellitenfunk genutzt. Experten sehen die frühe Verfügbarkeit von Ressourcen in höheren Frequenzbändern als besonders relevant für das Einnehmen einer europäischen Führungsposition in 5G an, da sie in den Anwendungen mit höchster Bandbreite das größte Innovationspotenzial von 5G sehen. In diesen Bereichen sind auch Asien und die USA aktiv. So werden die ersten 5G-Lösungen in Asien und den USA im 28-GHz-Bereich erwartet. Falls Europa bei der Bereitstellung der hohen Frequenzbereiche nicht schnell ist, droht es, den Anschluss zu verlieren.

---

<sup>3</sup> Bundesnetzagentur, 2017, Eckpunkte für den Ausbau digitaler Infrastrukturen und Bedarfsermittlung für bundesweite Zuteilungen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz, S. 23-24, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/EckpunkteBedarfsermittlung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/EckpunkteBedarfsermittlung.pdf?__blob=publicationFile&v=2), abgerufen am 22.02.2018



## Case 6

# 5G IN DER SMART CITY Hochleistungsnetz mit Köpfchen



Mit rund 63 Millionen Menschen leben mehr als drei Viertel der deutschen Bevölkerung in Städten. Dort konzentrieren sich Wirtschafts- und Kaufkraft, Hochschulen und Verwaltung, Verkehrsinfrastruktur und Freizeiteinrichtungen. Sie sind die Gründungshochburgen für Start-ups, Brutstätten für Innovationen und Ausgangspunkte sozialer und politischer Bewegungen. Von der Dynamik städtischer Zentren profitiert das ganze Land. Gleichzeitig haben Städte mit ihrer Größe, der dichten Besiedlung und einer hohen Komplexität zu kämpfen. Die Verkehrsinfrastruktur ist regelmäßig überlastet, Staus zur Rushhour sind in deutschen Städten Alltag, die Belastung mit Schadstoffen an viel befahrenen Straßen enorm. Parkplätze sind knapp, Straßenbahnen und Busse zu Stoßzeiten überfüllt. Viele unkoordinierte Baustellen quälen zusätzlich, denn die Verkehrsinfrastruktur wird meistens nicht vorausschauend, sondern erst dann erneuert, wenn akute Probleme auftauchen. Das Gleiche gilt für das Wasser- und Stromnetz, das in vielen Städten am Ende seiner Lebensdauer angelangt ist. Die Energienetze müssen sich auf schwankende Stromeinspeisung durch die wachsende Zahl dezentraler Energieerzeugungsanlagen, beispielsweise Solar-Panels auf dem Hausdach, einstellen. In Zukunft werden Steuerungsaufgaben in Städten noch wachsen, etwa wenn autonome Fahrzeuge auf die Straße kommen oder eine Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge aufgebaut und koordiniert werden muss.

Städte stehen also vor einer Vielzahl von Aufgaben. Lösungen verspricht das Konzept der „Smart City“. Dahinter verbirgt sich die Idee, Informations- und Kommunikationstechnologien zu nutzen, um die genannten Aufgaben besser zu planen und untereinander abzustimmen. Städte sollen „intelligent“ werden und die

Bürger von mehr Effizienz im Verkehr, bei Verwaltungs- und Versorgungsleistungen und anderen Aktivitäten profitieren. 5G kann Smart Cities in Deutschland erstmals Wirklichkeit werden lassen. Sensoren an Autos können über ein 5G-Netz in Echtzeit freie Parkplätze identifizieren und den Verkehrsfluss melden, sodass Ampeln entsprechend geschaltet werden. Autonome Fahrzeuge können ebenso wie der öffentliche Nahverkehr über 5G koordiniert werden. Aggregierte Daten helfen bei der Planung neuer Verkehrswege. Sensoren in Brücken und Abwasserrohren überwachen deren Zustand. Sensoren in Abfallbehältern melden deren Füllstand, sodass Müllfahrzeuge ihre Routen optimieren können. Die Einspeisung des Stroms aus dezentralen Solaranlagen wird über 5G so koordiniert, dass die Stromnetze optimal ausgelastet sind. Die über 5G vernetzte Stadt schafft für ihre Bürger mehr Lebensqualität und sorgt für einen geringeren Ressourcenverbrauch. Und auch in puncto öffentlicher Sicherheit hilft 5G. In Krisenfällen, in denen die öffentlichen Kommunikationsnetze schnell überlastet sind, kann Einsatzkräften über das 5G-spezifische Network Slicing ein eigenes exklusives Netz zur Verfügung gestellt werden.

Und was bringt 5G für die rund 20 Millionen Deutschen, die auf dem Land leben? Selbstverständlich sind die geschilderten Lösungen nicht auf Städte beschränkt. Sie können – bei entsprechend ausgebauter 5G- und Glasfaserinfrastruktur – ebenso auf dem Land eingesetzt werden und bieten damit eine Perspektive, den ländlichen Raum attraktiver zu machen. Deshalb sollte auf dem Weg zu Smart Germany neben der Smart City auch „Smart Country“ nicht vernachlässigt werden.

The background of the slide is a light grey gradient that darkens towards the right. It is covered with a pattern of white dots of varying sizes, creating a starry or particle-like effect.

**5**

**Wie 5G  
zu einem  
Erfolg wird**



Die deutschen 5G-Ausbaupläne sind ambitioniert. Dennoch: Andere sind schneller. In Japan und China gehen schon 2019 erste 5G-Netzwerke in den Betrieb. Noch in diesem Jahr startet die schwedische Telia großflächige 5G-Pilotprojekte in Stockholm und Tallinn. Die Olympischen Winterspiele im Februar 2018 waren auch ein großer 5G-Feldversuch der südkoreanischen Telekommunikationsindustrie. Und ausgerechnet in den USA gibt es zurzeit sogar Überlegungen, innerhalb der nächsten drei Jahre ein komplett von der Regierung finanziertes 5G-Netzwerk zu errichten und an die Telekommunikationsanbieter zu vermieten.

## Schnelligkeit ist entscheidend

Deshalb müssen wir zügig Fahrt aufnehmen. Ein erster Schritt: die Veröffentlichung der genauen Vergabebedingungen für die geplante 5G-Frequenzauktion. Nur wenn klar ist, unter welchen Auflagen und mit welchem Auktionsdesign die Frequenzen vergeben werden, können Unternehmen planen. Nur wenn diese Planung steht, kann auch investiert werden. Der tatsächliche Zeitpunkt der Auktion muss mit Augenmaß angesetzt werden: so schnell wie möglich – aber mit hinreichend Luft für eine optimale Vorbereitung der beteiligten Unternehmen.

Der zweite Schritt: eine schnelle Pilotierung der ersten 5G-Versuche, parallel in Stadt und Land. Für einen erfolgreichen Sprung aus dem Labor in die Fläche müssen Unternehmen – Netzausrüster wie Netzbetreiber, aber auch Enabler (s. Kasten) und Anwender – Erfahrungen sammeln.

### ENABLER

Die Bundesnetzagentur zur Bedeutung von Enablern: „Für innovative Dienste und Geschäftsmodelle in Bereichen wie Industrie 4.0, Smart Factory, Smart Car oder Smart Home können Telekommunikationsunternehmen als Partner für Unternehmen aus anderen Wirtschaftssektoren dienen (sogenannte ‚Enabler‘). Dies betrifft zum einen die etablierten bundesweiten Mobilfunknetzbetreiber. Zum anderen können weitere bundesweite Netzbetreiber, regionale oder lokale Netzbetreiber sowie Mobile Virtual Network Operators (MVNO) und Diensteanbieter die Rolle eines ‚Enablers‘ einnehmen. Gerade mit einer Vielzahl im Wettbewerb agierender ‚Enabler‘ könnte der größtmögliche Nutzen in Bezug auf Auswahl, Preise und Qualität erreicht werden. Dies könnte sowohl dem Verbraucher als auch Partnerunternehmen aus anderen Wirtschaftssektoren zugutekommen.“<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Bundesnetzagentur, 2017, Eckpunkte für den Ausbau digitaler Infrastrukturen und Bedarfsermittlung für bundesweite Zuteilungen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz, S. 22, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/EckpunkteBedarfsermittlung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/EckpunkteBedarfsermittlung.pdf?__blob=publicationFile&v=2), abgerufen am 22.02.2018

# „Stadtwerke vernetzen auf Basis von Glasfaser und 5G verschiedene Einzelprojekte zur Smart City Community: Apps zur Parkplatzsuche, eine effektive Verkehrssteuerung oder intelligente Abfallbehälter. Der Bürger profitiert.“

Katherina Reiche  
Hauptgeschäftsführerin, Verband kommunaler Unternehmen (VKU) e.V.

Die große Bandbreite der Use Cases – einige sind in dieser Studie beschrieben – muss in realen Umgebungen getestet und standardisiert werden: in Städten und in dünn besiedelten Regionen, in Fabriken, in landwirtschaftlichen Betrieben, in Krankenhäusern, an wichtigen Logistikstandorten, auf wichtigen Verkehrsstrecken und in Haushalten. An relevante Tests anderer Technologien, etwa für das autonome Fahren, können sich 5G-Tests anschließen, um von den Erfahrungen zu profitieren und beim Start von 5G von Beginn an dabei zu sein. Eine schnelle Erteilung von Versuchsfrequenzen durch die Bundesnetzagentur ist dafür notwendig. Deutsche Forschungsinstitute und Netzbetreiber führen bereits lokale 5G-Versuche durch – wie aktuell am Hamburger Hafen. Für die Vielzahl von Anwendungen, die durch 5G ermöglicht werden, sind viele weitere nötig. Eine große Anzahl von Tests erlaubt möglichst vielen 5G-Anbietern, wichtige Erfahrungen zu sammeln, und fördert den Wettbewerb schon vor dem kommerziellen Start von 5G.

Der dritte Schritt, der Ausbau in der Fläche, muss dann schnell erfolgen. Aber er muss für die beteiligten Unternehmen auch planbar sein. Ambitionierte und realistische Ausbauziele und überprüfbare Zwischenziele helfen dabei. Im Koalitionsvertrag angedacht sind statt wie bisher lediglich einer einzigen nun fünf 5G-Pilotregionen (5x5G). Das ist gut und richtig – auch weil andere Länder bisher schneller sind als der „Leitmarkt“ Deutschland. Zwingend erforderlich ist, dass die Einführung von 5G auf eine möglichst große Anzahl von Anbietern – Netzbetreiber, MVNOS, Enabler und Diensteanbieter – verteilt wird. Wir brauchen von Anfang an funktionierenden Wettbewerb, damit ein Maximum an Produkt-

und Serviceinnovationen in der gebotenen Zeit für alle Bevölkerungsschichten verfügbar und bezahlbar und in allen Anwendungsfeldern erreicht wird.

Für den nächsten Schritt, den schnellen Rollout in der Fläche, ist der parallele Ausbau des Glasfasernetzes entscheidend. Auf den ersten Blick klingt das paradox: Warum braucht ein Funkstandard so viel Kabel? Aber: 5G ist im Vollausbau zum einen sehr kleinzellig, zum anderen sehr datenintensiv. Also müssen sehr viele Antennen mit hohen Übertragungsraten über Glasfaser an die Netze angebunden werden. Andersherum betrachtet: 5G ist die Verlängerung eines hochperformanten Glasfasernetzes über die Luftschnittstelle hin zum Kunden. Egal, von welcher Seite man es sieht – ohne Glasfaser geht es nicht. Dabei sind die Anforderungen an den Ausbau der Glasfaser-Zugangsnetze hoch: Zurzeit gibt es in Deutschland ca. 75.000 Mobilfunk-Basisstationen. Mit dem Ausbau von 5G wird sich diese Zahl vervielfachen, gerade in den Frequenzbereichen über 24 GHz, in denen die Reichweite einer Basisstation unter 500 Meter sinken kann. Und Basisstationen braucht es nicht nur in Ballungsräumen, sondern auch in bislang nur schlecht mit Glasfaser angebotenen ländlichen Räumen.

Betrachtet man die bisherige Bilanz des deutschen Breitbandausbaus, so erkennt man die damit verbundenen Herausforderungen. Nach einer aktuellen Untersuchung des Statistischen Bundesamtes verfügten 2017 nur 42% der deutschen Unternehmen mit Zugang zum Internet und mindestens zehn Beschäftigten über einen festen Breitbandanschluss mit einer Bandbreite von mindestens 30 Mbit/s. Das ist nur geringfügig mehr als der

Durchschnitt der EU-28 (40%) und liegt deutlich unter den führenden Nationen Dänemark (73%), Niederlande (65%) und Schweden (64%). Besonders alarmierend: Während der EU-Durchschnitt von 2016 auf 2017 um 6 Prozentpunkte gestiegen ist, betrug der Zuwachs in Deutschland nur 4 Prozentpunkte. Deutschland fällt also im EU-Vergleich zurück!

Vor diesem Hintergrund dürfen die Lektionen aus dem Start des UMTS-Netzes (3G) nicht vergessen werden. Hohe staatliche Erlöse aus der Frequenzauktion standen hier einem relativ langsamen Netzausbau, einem wenig ausgeprägten Wettbewerb und teuren Angeboten für Endkunden gegenüber. Eine intelligente Ausgestaltung der Auktionsbedingungen, die die Endpreise nicht ins Unermessliche steigen lässt, ist deshalb nötig. Auch sollte die Zahlung für ersteigerte Frequenzen erst erfolgen, wenn die Frequenzen auch tatsächlich frei und damit nutzbar sind. Auf jeden Fall kann eine flächendeckende 5G-Versorgung nicht alleine durch hohe Versorgungsauflagen für die Netzbetreiber erreicht werden. Vielmehr müssen extrem dünn besiedelte Regionen, deren Ausbau privatwirtschaftlich definitiv unrentabel ist, durch staatliche Förderung unterstützt werden.

Wie auch immer die Förderung im Detail erfolgt: Gelingt uns der großflächige Ausbau der Glasfaser-Zugangsnetze, dann schlagen wir zwei Fliegen mit einer Klappe: Zum einen legen wir die Grundlage für einen schnellen 5G-Mobilfunk-Rollout, zum anderen schaffen wir endlich die gute Festnetz-Breitbandanbindung der Haushalte und Unternehmen, auf die Bürger und Wirtschaft seit Langem warten.

# „Ob wir selber 5G machen wollen? Aber natürlich. Für unsere Region ist das lebenswichtig.“

Theo Weirich  
Geschäftsführer, Wilhelm.tel

Ein weiterer Baustein, gerade für die schnelle Erschließung ländlicher Gebiete, ist das sogenannte National Roaming. Ist das Netz eines bestimmten Telekommunikationsanbieters nicht flächendeckend ausgebaut, wird der Endkunde automatisch mit dem Netz eines anderen Betreibers verbunden (ähnlich wie bei der Verknüpfung internationaler Netze). Der Netzbetreiber bietet diese Mitnutzung wiederum dem eigentlichen Vertragspartner des Kunden an. Dessen Netzanbindung ist so garantiert, obwohl sein Anbieter keine volle Netzabdeckung hat. Gleichzeitig werden die vorhandenen Netze besser genutzt und damit unterschiedlich ausgebaute überregionale und regionale Netze zu einem flächendeckenden Netz verknüpft, was zu einer effizienteren Auslastung und durch die von allen Anbietern gemeinsam getriebene Nachfrage zu einer schnelleren Durchsetzung am Massenmarkt und einer schnelleren

Refinanzierung der Investitionen führt. Das gemeinsame Ziel: ein schnellerer Netzausbau in der Fläche bei reduziertem finanziellen Aufwand für den einzelnen Netzbetreiber und einer optimierten Netzauslastung. Auch ganz neue Wettbewerber profitieren – sie können zügig und ohne voll ausgebautes Netz ihren Markt erschließen. Ein historisches Beispiel dafür gibt es: 1999 startete der vierte und kleinste deutsche Mobilfunkanbieter, die Viag Interkom (später O2), die damals nur über ca. 55% Netzabdeckung verfügte, das National Roaming über die D1-Netze der Deutschen Telekom. Für den schnellen Ausbau und die maximale Flächenabdeckung durch alle Netzbetreiber ist es daher wichtig, die Frequenznutzung mit einer Verpflichtung zu National Roaming zu verknüpfen.

## Fairer Wettbewerb für große Angebotsvielfalt

Neben einem schnellen Ausbau und einer guten, für alle verfügbaren Infrastruktur braucht es für den Erfolg von 5G in Deutschland aber vor allem eins: einen fairen Wettbewerb auf dem Netz. Für eine schnelle Marktdurchdringung mit einer Vielzahl von Angeboten, für die Etablierung neuer, innovativer Geschäftsmodelle, aber auch für im wahrsten Sinne des Wortes preiswerte Angebote für den Endkunden. Denn diese wollen in den Genuss innovativer Dienste auf Basis von 5G kommen. Sie wollen, dass Landwirtschaft, Städte, Industrie und Verkehr die Umwelt weniger belasten. Sie wollen rollenden Verkehr statt Staus. Sie wollen Zugang zu schnellen Netzen – auch auf dem Land. Und die Betriebe, ob Landwirtschaft oder

## Case 7

# IoT-PLATTFORMEN UND 5G

## Ein effizientes Zusammenspiel



Unsere Wirtschaft hat sich durch das Internet zu einer Plattformökonomie entwickelt. Das Geschäftsmodell der großen Digitalkonzerne aus den USA und China, wie Google, Apple, Facebook, Amazon, Alibaba, Baidu und Tencent, basiert auf ihren Plattformen, auf denen sie möglichst viele Teilnehmer über ihre Angebote zusammenbringen. Die Besonderheit von Plattformen ist, dass ihr Nutzen mit jedem zusätzlichen Teilnehmer mehr als linear ansteigt. Denn mit jedem neuen Teilnehmer steigt der Mehrwert für alle Teilnehmer – man spricht von einem Netzwerkeffekt<sup>5</sup>.

Auch in der Industrie haben internetbasierte Plattformen enorm an Bedeutung gewonnen. IoT-Plattformen sind die Schaltzentralen im Internet der Dinge. Über sie verknüpfen sich produzierende Unternehmen mit ihren Lieferanten und Abnehmern, sodass die gesamte Wertschöpfungskette überwacht, koordiniert und optimiert wird. Auch hier profitieren die Teilnehmer von Netzwerkeffekten, Industrieunternehmen sind daher daran interessiert, möglichst viele Partner auf ihre IoT-Plattform zu ziehen.

Konkret geht es bei IoT-Plattformen in der Industrie zum Beispiel um die Überwachung von Maschinen, um Anomalien festzustellen und vorausschauend eine Wartung durchzuführen. In anderen Fällen geht es um die Kontrolle der Lieferkette und die Optimierung des Produktionsablaufs. Mithilfe der Analyse von Daten, die an der beim Kunden eingesetzten Maschine anfallen, kann der Lieferant wiederum die Effizienz des Einsatzes messen und seinem Kunden im Bedarfsfall eine Änderung von Maschinenparametern oder alternative

Einsatzmöglichkeiten vorschlagen, um die Effizienz zu steigern. Während branchenübergreifende IoT-Plattformen oft von IT-Firmen oder den großen Anbietern von Automatisierungstechnik entwickelt und vertrieben werden, gibt es bei IoT-Plattformen, die auf branchenspezifischen Datenformaten, Schnittstellen und Protokollen aufsetzen, häufig gemeinsame Entwicklungen von IT- und Branchen-Spezialisten – diese Plattformen nennt man vertikale Plattformen.

5G ist ein entscheidender Enabler für den optimalen Einsatz von IoT-Plattformen in der Industrie. Die oben aufgeführten, typischen Einsatzfälle erfordern eine Unzahl von Sensoren, die sich an Vor- und Endprodukten, an der Verpackung, in Lieferfahrzeugen, Lagerräumen und Produktionsmaschinen befinden. Die Sensoren messen zum Beispiel Vibrationen, Druck, Positionen oder die Temperatur. Jeder einzelne Sensor funkt nur kleine Datenmengen und das auch nicht in hoher Frequenz. In diesem Fall schlägt 5G alle anderen Funktechnologien, weil es äußerst energieeffizient arbeitet. So können Zehntausende von Sensoren kostengünstig und über eine lange Laufzeit betrieben werden. Die Zuverlässigkeit von 5G sorgt dafür, dass Streitfälle, wie sie zum Beispiel zwischen Lieferant und Produzent bzgl. gemessener Parameter vorkommen könnten, minimiert werden. Hinzu kommt, dass 5G es den Teilnehmern einer Plattform ermöglicht, ihre Plattform über Network Slicing in einem exklusiven virtuellen Netz zu betreiben. Insgesamt verhilft 5G IoT-Plattformen zur vollen Leistungsfähigkeit und führt somit zu höherer Betriebssicherheit, effizienteren Prozessen, geringeren Kosten und einer optimierten Produktqualität.

<sup>5</sup> Vergleiche auch: I.E.F, 2016, Fair Play in der digitalen Welt – Wie Europa für Plattformen den richtigen Rahmen setzt, [https://www.ie.foundation/content/4-publications/rb\\_cop\\_16\\_011\\_ief\\_plattformstudie\\_de\\_online.pdf](https://www.ie.foundation/content/4-publications/rb_cop_16_011_ief_plattformstudie_de_online.pdf)

**„Wir sind überzeugt, dass 5G eine Kerntechnologie für Konnektivität in der Industrie 4.0 wird. Durch die verbesserte Bandbreite und kürzere Reaktionszeit können komplexere Aufgaben am Endgerät gelöst und relevante Datenströme von Maschinen und Anlagen erzeugt werden, die nie für die Nutzung im Internet vorgesehen waren.“**

Josef Brunner  
CEO, relayr

Industrie, brauchen die neuen, auch in unseren Use Cases beschriebenen Lösungen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Denn die Konkurrenz in anderen europäischen Ländern, Asien und den USA schläft nicht. Deshalb müssen neue überregionale, aber besonders auch regionale 5G-Anbieter zum Zuge kommen können. Letztere könnten in enger Zusammenarbeit mit Unternehmen, Kommunen und Landkreisen für maßgeschneiderte lokale Angebote sorgen. Zusammen mit Anbietern für und aus der Industrie, die nicht lokale, sondern „vertikale“ Dienste und Lösungen verkaufen – sei es für eine bestimmte Industrie oder eine spezielle Anwendung – sorgen sie für den richtigen Wettbewerbsdruck aus der Fläche. Ein vollwertiges 5G-Angebot bedingt allerdings die wechselseitige Verknüpfung dieser Netze mit verpflichtendem National Roaming. Denn ansonsten enden die Funkverbindungen beim Überschreiten der Ortsgrenze.

Betreiben diese Anbieter keine eigenen Netze, so müssen sie die Möglichkeit haben, die Infrastrukturen der Netzbetreiber zu nutzen, um deren Dienste mit den eigenen Lösungen und Angeboten zu bündeln und weiter an den Endkunden zu verkaufen. Die Basis dafür bietet aktuell die sogenannte Diensteanbieterverpflichtung. Sie macht es Unternehmen, die keine eigenen Netze betreiben, überhaupt erst möglich, Mobilfunkdienstleistungen anzubieten. Gäbe es sie nicht, so wären in

Deutschland die drei großen Mobilfunknetzbetreiber die einzigen Anbieter – eine Monokultur mit entsprechenden Auswirkungen auf die Vielfalt des Angebots, den Preis und die Qualität der bereitgestellten Dienste. Kurz: Die Diensteanbieterverpflichtung sorgt für einen funktionierenden Wettbewerb. Dass wir mehr Wettbewerb brauchen, macht ein Blick auf das Preisniveau im deutschen Mobilfunk klar<sup>6</sup>: Deutschland ist ein vergleichsweise teures Mobilfunkland, der Preis für die mobile Datennutzung liegt deutlich über dem europäischen Durchschnitt.<sup>7</sup> Eine Ausweitung der Diensteanbieterverpflichtung auf 5G ist deshalb sinnvoll, gerade damit sich 5G auf einem gesunden Preisniveau schnell im Massenmarkt durchsetzt. Das unterstreicht auch die Monopolkommission<sup>8</sup> in ihren Empfehlungen an die Bundesregierung. Die Vergabe der 5G-Frequenzen sollte deshalb mit einer Verpflichtung der an der Frequenzauktion beteiligten Unternehmen verknüpft werden, die Mitnutzung ihrer Netze zu gewährleisten. Dabei muss Wettbewerb auf allen Wertschöpfungsstufen sichergestellt sein. Neben einer reinen Diensteanbieterverpflichtung ist deshalb auch eine MVNO-Verpflichtung notwendig und rechtlich zulässig. Alternative Anbieter könnten als MVNO die eigene Wertschöpfung erhöhen und Produkte sowie Preise stärker differenzieren. Nur so kann das Innovations- und Investitionspotenzial vollumfänglich ausgeschöpft werden.

---

6 Siehe auch: IE.F, Dot-econ, 2016, Europe's Next Generation Networks: The Essential Role of Pro-Competitive Access Regulation, [https://www.ie.foundation/content/4-publications/160823\\_ief\\_procompaccreg\\_01.pdf](https://www.ie.foundation/content/4-publications/160823_ief_procompaccreg_01.pdf), abgerufen am 22.02.2018

7 Rewheel, 2017, The state of 4G pricing – 2H2017, [http://research.rewheel.fi/downloads/The\\_state\\_of\\_4G\\_pricing\\_DFMonitor\\_8th\\_release\\_2H2017\\_PUBLIC.pdf](http://research.rewheel.fi/downloads/The_state_of_4G_pricing_DFMonitor_8th_release_2H2017_PUBLIC.pdf), abgerufen am 22.02.2018

8 Monopolkommission, 2017, Telekommunikation 2017 – Auf Wettbewerb bauen, Sondergutachten 78



# WAS JETZT ZU TUN IST

## Sieben Maßnahmen machen 5G in Deutschland zum Erfolg

### 1. Zügige Frequenzvergabe

Die Regierungsbildung hat sich hingezogen. Deutschland riskiert, hinter den ursprünglichen Zeitplan für den 5G-Rollout zurückzufallen. Deshalb müssen die Vergabebedingungen für die Auktionen zur Vergabe der 5G-Frequenzen nun zügig festgelegt und mit ausreichend Planungszeitraum für die Unternehmen umgesetzt werden.

### 2. Schnelles Testen

Um den Netzausbau voranzutreiben, sollen zusätzliche Testfelder für den 5G-Ausbau geschaffen werden. Und das nicht nur wie bisher geplant im städtischen Raum, sondern gerade auch in ländlichen Gebieten und unter breiter Beteiligung möglicher Anwender. So können wichtige Erfahrungen gesammelt werden, die Grundvoraussetzung für eine schnelle Implementierung in der Fläche sind.

### 3. Ambitionierte Ausbauziele

Die Planung für den Rollout sollte mutig sein, aber realistisch bleiben. Eine breite Definition von prioritär zu versorgenden Gebieten schafft schnell die notwendige kritische Masse. Allerdings dürfen die zukünftigen 5G-Netzbetreiber nicht überfordert werden. Das gilt insbesondere für neue regionale oder überregionale Marktteilnehmer, aber auch für Anbieter von spezifischen Anwendungen und Industrielösungen. Ein Zuviel an Vorgaben macht Investitionen unrentabel und erschwert einen funktionierenden Wettbewerb, der Staat wird zu einem Mehr an Subvention des Netzausbaus gezwungen.

### 4. Staatliche Investitionen in die Zugangsnetze

Ohne hochbitratige Anbindung der 5G-Antennen an die Kernnetze kann der neue Mobilfunkstandard seine Leistungsfähigkeit nicht realisieren: keine schnelle mobile Internetverbindung ohne lokale Glasfaseranbindung. Ausbau von 5G und Glasfasernetzen muss Hand in Hand gehen.

### 5. National Roaming

Für eine gute Netzabdeckung gerade in ländlichen Regionen muss es den Endkunden ermöglicht werden, automatisch das Netz eines anderen Anbieters zu nutzen, sollte der eigene dort keine Netzversorgung bieten. Durch den räumlich differenzierten Netzausbau der einzelnen Anbieter wird die Infrastruktur lokal besser genutzt, die Netzbetreiber insgesamt entlastet. Für Netzbetreiber sollte es daher verpflichtend sein, National Roaming anzubieten, auch für ihre bestehenden 3G- und 4G-Netze: zur effizienten Nutzung begrenzter Ressourcen, zur Vermeidung von Versorgungslücken und zur Förderung des Wettbewerbs, indem regionale Netze miteinander und mit bundesweiten Netzen verbunden werden.

### 6. Klare Diensteanbieter- und MVNO-Verpflichtung

Für einen nachhaltigen Wettbewerb zugunsten der privaten und geschäftlichen Anwender soll die Vergabe der Frequenzen an die Netzbetreiber mit der Verpflichtung verbunden sein, Vorleistungsprodukte zu diskriminierungsfreien Konditionen auf allen Wertschöpfungsstufen anzubieten. Nur auf dieser Basis können Unterneh-



men ohne eigene Netze oder Frequenznutzungsrechte ihren Kunden innovative Dienstleistungsangebote machen und als „Enabler“ für eine schnelle Durchdringung des Marktes durch 5G-Dienste sorgen. Und nur so wird sichergestellt, dass 5G und darauf basierende Anwendungen nicht nur einem exklusiven Anwenderkreis vorbehalten bleiben, sondern sich für alle gesellschaftliche Bevölkerungsgruppen öffnen und so die digitale Teilhabe aller Bürger auch in Zukunft gewährleisten.

#### **7. Offener Marktzugang**

5G bringt neue Geschäftsmodelle. Und damit auch neue Marktteilnehmer. Für einen echten Wettbewerb der Ideen und Lösungen müssen neue regionale oder überregionale Anbieter genauso zum Zuge kommen können und mit Vorteilen für Neueinsteiger gefördert werden wie die Anbieter vertikaler Lösungen, z.B. Unternehmen aus der Industrie oder deren Enabler.

**„Ein schneller 5G-Ausbau ist von enormer Bedeutung für innovative Geschäftsmodelle – so können z.B. mobile und immer datenintensivere KI-Anwendungen zügig in der Fläche angeboten und skaliert werden.“**

**Marian Gläser**  
Co-Founder und CEO, Brighter AI

# GLOSSAR

**3GPP** | 3rd Generation Partnership Project

**4K** | Hochauflösendes digitales Videoformat (UHD-1) mit ca. 4-mal so viel Bildpunkten wie Full HD (ca. 4000 x 2200 Bildpunkte)

**8K** | Hochauflösendes digitales Videoformat (UHD-2) mit ca. 16-mal so viel Bildpunkten wie Full HD (ca. 7700 x 4320 Bildpunkte)

**BIP** | Bruttoinlandsprodukt

**DVB-T** | Digital Video Broadcasting – Terrestrial. Ein digitaler, erdgebundener Fernsehstandard, wird in Deutschland zwischen 2017 und 2019 durch den HD-Standard DVB-T2 ersetzt

**eMBB** | Enhanced Mobile Broadband

**Gbit** | Gigabit

**GHz** | Gigahertz

**GSM** | Global System for Mobile Communications (2G)

**HD** | High Definition (hohe Auflösung)

**IMT** | International Mobile Telecommunications

**IoT** | Internet of Things (Internet der Dinge)

**ITU** | International Telecommunication Union

**ITU-R** | Radiocommunication Sector der ITU

**kbit** | Kilobit

**LTE** | Long Term Evolution (4G)

**Luftschnittstelle** | Strecke der drahtlosen Übertragung von Daten mittels elektromagnetischer Wellen

**Mbit** | Megabit

**MHz** | Megahertz

**mMTC** | Massive Machine Type Communication (Maschine-zu-Maschine-Kommunikation)

**ms** | Millisekunde

**MVNO** | Mobile Virtual Network Operator

**UHD** | Ultra High Definition (siehe auch 4K und 8K)

**UMTS** | Universal Mobile Telecommunications System (3G)

**URLLC** | Ultra-Reliable and Low-Latency Communications

**VR** | Virtual Reality

**WiMax** | Worldwide Interoperability for Microwave Access. Eine drahtlose Zugangstechnik zu Breitbandinternet

**Wireless Local Loop** | Drahtloser Teilnehmeranschluss zwischen der Ortsvermittlungsstelle und dem Hausanschluss



