

Max-Planck-Str. 4, D-40237 Düsseldorf
Parking 10/1/10, A-1010 Wien
www.sbr-net.com

Mobilfunk der 5. Generation

Auswirkungen auf Markt, Wirtschaft und die öffentliche Hand

SBR-Diskussionsbeitrag 21

DI Wolfgang Reichl
Dr. Ernst-Olav Ruhle
Dipl.-Wirtschaftsingenieur Stephan Wirsing

Juli 2017

INHALTSVERZEICHNIS

Executive Summary	3
1 Einleitung.....	4
2 Mobilfunk der 5. Generation.....	7
3 5G hat das Potenzial einer Allzwecktechnologie	12
3.1 5G als Hebel für globales Wirtschaftswachstum	12
3.2 5G-Strategie der Europäischen Union.....	12
3.3 5G-Strategie in Deutschland und Österreich.....	13
3.4 5G – Hype oder „Must have“?	14
4 5G Use Cases	17
4.1 Automobilindustrie	17
4.2 M-Health	18
4.3 Industrie 4.0	19
4.4 Energieversorgung	20
4.5 Smart Cities	21
4.6 Smart Homes.....	22
5 Neue Geschäftsmodelle für 5G.....	23
6 Regulierungsthemen.....	24
7 Zusammenfassung.....	25
Literaturverzeichnis	26

Executive Summary

Die Wirtschaft und die Politik setzen große Hoffnungen in den Mobilfunk der 5. Generation. Die Erwartungshaltung nach dem Erfolg des mobilen Breitbands und des Smart Phone ist hoch. Die 5. Generation soll aber mehr sein, als „nur“ besseres 4G. 5G soll die technologischen Möglichkeiten umsetzen und Mobilfunk als Allzwecktechnologie positionieren. 5G soll die Einsatzmöglichkeiten des Mobilfunks in anderen Märkten wie Verkehr, e-Health, Energieversorgung und Industrie 4.0 ermöglichen. Dazu hat die ITU-R acht Schlüsselanforderungen definiert, die die neue Mobilfunktechnologie erfüllen muss um als 5G zu gelten.

Die wirtschaftlichen Erwartungen an 5G wurden von der Beratungsfirma IHS abgeschätzt. Im Jahr 2035 soll 5G ein Hebel für eine Wirtschaftsleistung von 12,3 Billionen USD sein.

Die Vereinigten Staaten, Fernost und Europa fördern die Entwicklung von 5G und haben ehrgeizige Ziele zur Umsetzung gesetzt. Mobilfunkbetreiber sehen die Einführung von 5G als Chance, die Rahmenbedingungen für ihr wirtschaftliches Handeln zu verbessern.

Ein zentrales Anliegen ist, dass die öffentliche Hand begreift, dass ihr eine wichtige steuernde und gestaltende Rolle zukommt.

In diesem Diskussionsbeitrag sind die technischen Möglichkeiten und die möglichen wirtschaftlichen Auswirkungen von 5G dargestellt. Europa hat ehrgeizige Pläne um den Einsatz von 5G zu fördern und sieht dies als komplementär zum Glasfaserausbau.

Die Anwendungsfälle (use cases) sind vielfältig und 5G hat das Potenzial durch weltweite Standardisierung, große Stückzahlen und Skalenvorteile Basis für eine Funk-Allzwecktechnologie zu werden.

1 Einleitung

Mobilfunk hat die sozialen und ökonomischen Strukturen der letzten Jahrzehnte wesentlich beeinflusst. In den 1990er-Jahren hat der Aufschwung der Mobilfunknutzung begonnen und heute stehen wir in Österreich bei einer Penetration an SIM-Karten von 162,6 % der Bevölkerung¹. Bereits heute sind die durchschnittlichen Bandbreiten im Mobilfunk in Österreich höher als im Festnetz². Die Zuwachsraten beim Mobilfunk der vierten Generation sind enorm und LTE gilt als eine der erfolgreichsten Technologien weltweit.

Aber die Grenzen der Entwicklung des Mobilfunks sind noch lange nicht erreicht. Die Entwicklung des Mobilfunks wird in Generationen eingeteilt. Seit 1980 beobachten wir etwa alle 10 Jahre eine neue Mobilfunkgeneration.



Abbildung 1: Mobilfunk Generationen (SBR basierend auf Qualcomm)

¹ RTR Telekom Monitor, Jahresbericht 2016.

² Akamai State-of-the-Internet Konnektivitätsbericht.

Eine Einteilung von Technologien in Generationen ist nicht selbstverständlich. Wenn man die Entwicklung des Mobilfunks analysiert, so erkennt man aber wesentliche Funktionssprünge, die etwa alle 10 Jahre auftreten. Die 1. Generation des Mobilfunks war analog und war ausschließlich auf Sprache fokussiert. Systeme in den 1980er-Jahren waren nicht miteinander kompatibel (die Technologien waren AMPS, NMT für Nordic Mobile Telephone und TACS). Die Endgeräte waren groß, schwer und füllten den Kofferraum eines Fahrzeuges. Es gab kein Roaming und bei Grenzübergängen wurden die Anlagen plombiert, um eine Nutzung in anderen Ländern zu verhindern.

Als 2. Generation des Mobilfunks bezeichnet man die erste weltweite, von Europa initiierte, Standardisierung des GSM. GSM steht heute für „Global System for Mobile Communications“ und war ursprünglich die Abkürzung der Standardisierungsgruppe im Rahmen der CEPT: „Groupe Spécial Mobile“, welche mit der Entwicklung eines europäischen Standards bereits im Jahr 1982 begonnen hatte. GSM wird als Erfolgsstory der europäischen Standardisierung und der europäischen Wirtschaft gesehen und hat zu einem signifikanten Anstieg der Mobilfunkpenetration in Europa geführt. GSM war zwar nicht ausschließlich für Sprache konzipiert, aber die wesentlichen Anwendungen der zweiten Generation waren Sprache und – ein bisschen überraschend – Short Message Service. Datenübertragung war bei GSM zwar möglich, hat aber nie kommerzielle Bedeutung erlangt. Die wichtigste Funktion war Roaming, da GSM als globales Mobilfunknetz, bestehend aus einzelnen auf nationaler Ebene miteinander konkurrierenden Netzen, konzipiert war.

Das eigentliche Zeitalter der mobilen Datenübertragung begann mit der 3. Generation des Mobilfunks etwa im Jahr 2000. Die Versteigerung der UMTS-Lizenzen/Frequenzen, die auch (zumindest in Deutschland) als "Unerwartete Mehreinnahmen zur Tilgung der Staatsschulden"³ interpretiert wurde, war ein Hype, der insbesondere in Deutschland und Großbritannien zu extrem hohen Summen geführt hat, welche die Netzbetreiber zu zahlen bereit waren. Die 3. Generation des Mobilfunks brachte eine neue Funkschnittstelle basierend auf Wideband CDMA (Code Division Multiple Access) und ermöglichte Datenübertragung in der Größenordnung des Festnetz ADSL. Mit der 3. Generation des Mobilfunks lag der Fokus nicht mehr ausschließlich auf Sprache, sondern bewegte sich zu mobilem Breitband und Anwendungen wie E-Mail und Webbrowsering.

³ So ein Zitat, das dem damaligen deutschen Finanzminister Hans Eichel nachgesagt wird, der mit 50 Mrd. € aus der Versteigerung die durch die deutsche Wiedervereinigung bewirkten Staatsschulden zumindest reduzieren konnte. Auch in anderen Ländern waren die Versteigerungserlöse beträchtlich (z.B. in Großbritannien), aber nicht so hoch wie in Deutschland.

Der eigentliche Durchbruch des mobilen Breitbandes ist aber erst mit der 4. Generation etwa im Jahr 2010 gekommen. Heute sieht man LTE, eine neue Funkschnittstelle, welche die 4. Generation des Mobilfunks bestimmt, als eine der erfolgreichsten weltweit eingesetzten Technologien an.

Es stellt sich nun die Frage: was kann die 5. Generation des Mobilfunks Neues bringen?

2 Mobilfunk der 5. Generation

Seit einigen Jahren spricht man von Mobilfunk der 5. Generation. Um einen Generationensprung zu rechtfertigen, muss die 5. Generation des Mobilfunks mehr bieten als „nur“ noch schnelleres mobiles Breitband. Diese neuen Funktionen gibt es tatsächlich in allen Bereichen der Mobilfunknetze.

Bei Endgeräten zeichnet sich eine Integration in die Dinge des täglichen Bedarfs ab. Ein bekanntes Beispiel ist das Europäische Projekt eCall, eine verpflichtende Integration eines Mobilfunksenders in Fahrzeuge, der bei Verkehrsunfällen automatisch den Standort zur nächsten Notrufstelle übermittelt⁴. Man spricht aber auch von sogenannten "Wearables", also Mobilfunksendern in Kleidungsstücken, aber auch für medizinische Zwecke können Mobilfunkanbindungen gute Dienste leisten. Auch wenn das Smart Phone heute als universelles Endgerät gilt, so gibt es doch noch eine große Vielfalt von Endgeräten, die mit Mobilfunkanbindung ausgestattet werden können.

Es gibt auch wesentliche Fortschritte im Funknetz. Multi-Antennensysteme (MIMO – Multiple Input Multiple Output) erlauben eine Vervielfachung der Übertragungsraten, setzen aber hohe Rechenleistung voraus, um Interferenzen herauszurechnen. Aktive Antennensysteme erlauben es, den Funkstrahl wie einen Scheinwerfer auf das betreffende Endgerät auszurichten und diesem Endgerät nachzuführen. Eine wesentliche Verkleinerung und kostengünstige Implementierung von Mobilfunksendern erlaubt heute schon, kleinere Zellen wirtschaftlich zu errichten. Neben dem Spektrum, das heute bereits für Mobilfunk im Einsatz ist, wird überlegt, zusätzliches Spektrum im 3-GHz-Band, im 6-GHz-Band, aber auch in höheren Frequenzbändern zu nutzen. Man überlegt, von einer ausschließlichen Nutzung abzugehen und zu einer flexibleren Nutzung (Shared Spectrum) zu kommen.

Auch die Architektur der Mobilfunknetze hat sich seit der Einführung in den 1990er-Jahren wesentlich gewandelt. Im Mobilfunknetz der 2. Generation war das Kernnetz ähnlich wie eine digitale Vermittlungsstelle aufgebaut und für Sprachübertragung optimiert. Heute ähnelt das Kernnetz einer LTE-Implementierung eher dem Internet. Die allgemeinen Trends der IT-Technologie werden sich auch auf die Mobilfunksysteme auswirken. Virtualisierung und Software Defined Networks werden eine weitere Vereinfachung der Netzstrukturen bringen. Abbildung 2 zeigt eine Übersicht der Technologie Trends im Mobilfunk.

⁴ Siehe https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/action_plan/ecall_en

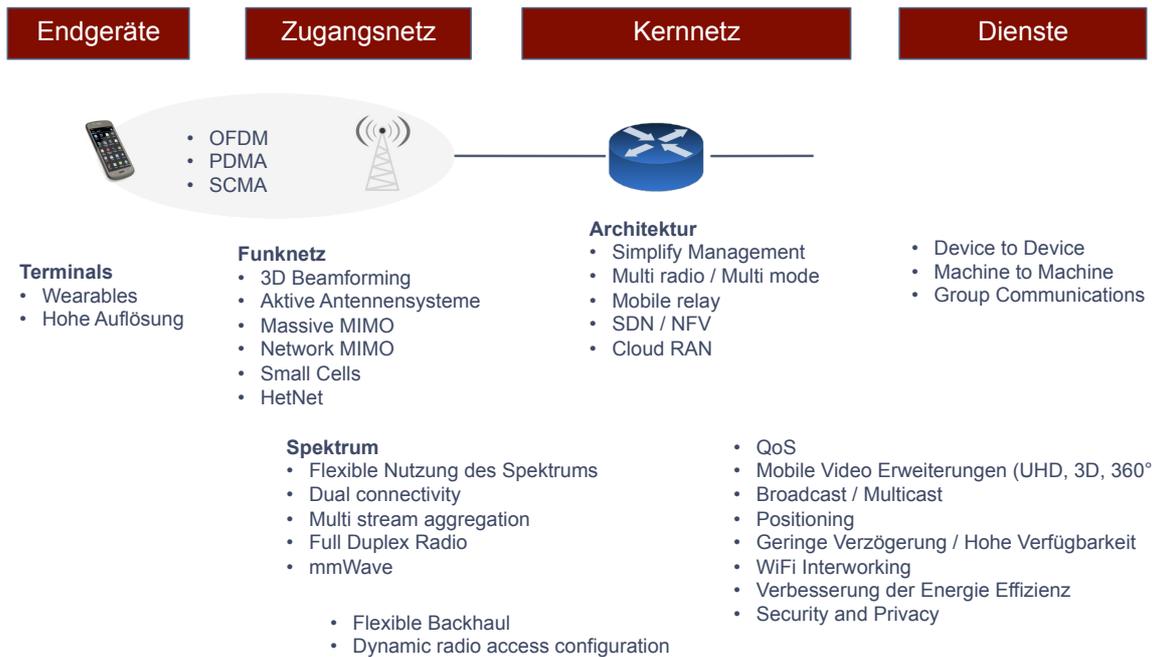


Abbildung 2: Technologie Trends im Mobilfunk (Quelle: ITU-R M.2320-0)

Es gibt also bereits die technologischen Bausteine, welche eine neue Mobilfunkgeneration bestimmen können. Die sozioökonomische Entwicklung der letzten Jahrzehnte ist durch Mobilfunk maßgeblich beeinflusst. Das Smart Phone ist ein Bestandteil des täglichen Lebens geworden. Skaleneffekte und globale Verfügbarkeit sind Schlüsselfaktoren von Mobilfunksystemen. Die technischen Möglichkeiten und die sozioökonomische Bedeutung des Mobilfunks haben die Politik, aber auch die Industrie, zu einer Vision eines neuen Mobilfunksystems angeregt.

Ein Mobilfunksystem der 5. Generation soll mehr sein als schnelleres Breitband. 5G soll das Potenzial haben, neue Märkte zu erschließen. In den Anwendungsbeispielen werden Möglichkeiten für den Einsatz von 5G im Gesundheitssystem (E-Health), im Verkehrswesen (Intelligent Transport Systems), bei Energienetzen (Smart Grid) und bei der Automatisierung der Industrie (Industrie 4.0/Internet der Dinge) genannt. Die Anforderungen dieser unterschiedlichen Märkte gehen weit auseinander. Heutige Mobilfunksysteme können diese Anforderungen nicht erfüllen. Technische Möglichkeiten sind aber vorhanden bzw. absehbar. Man hat daher begonnen, die Anforderungen für die Nutzung des Mobilfunks in diesen Märkten zusammenzutragen. Die Internationale Telekommunikation Union ITU hat in der Spezifikation ITU-R 2083 acht verschiedene Anforderungen an ein Mobilfunksystem der neuen Generation, das für viele Märkte universell einsetzbar sein soll, zusammengeführt (siehe Abbildung 3).

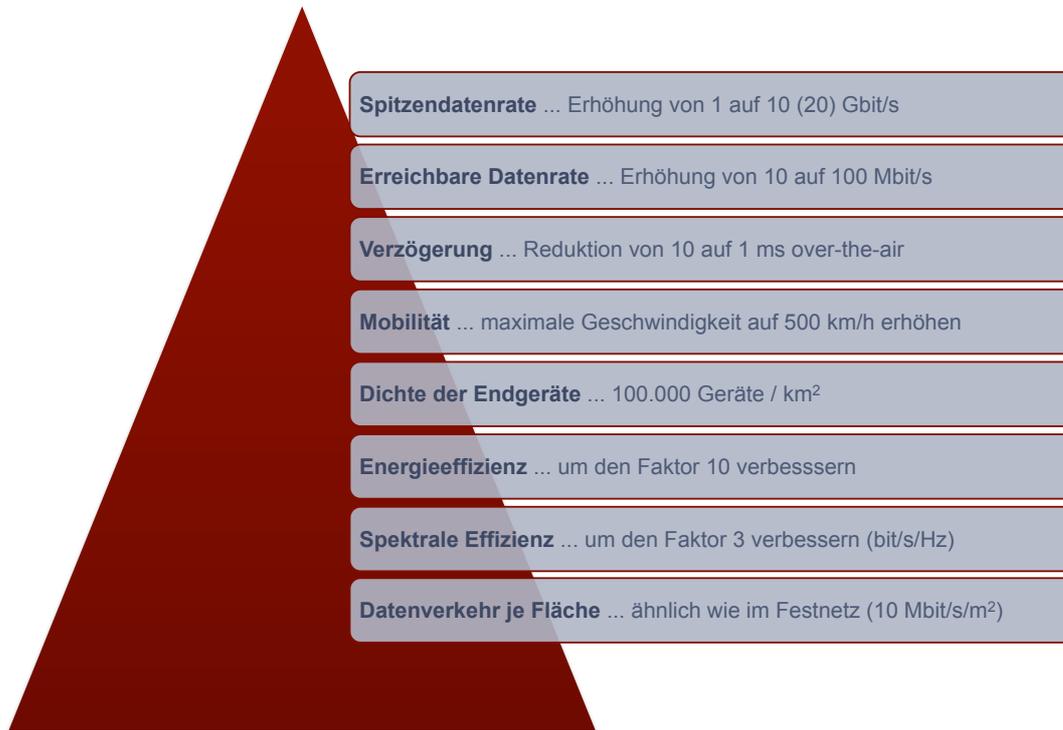


Abbildung 3: IMT 2020 Capabilities (ITU-R M.2083)

Mobilfunk der fünften Generation (die ITU-R nennt dies „IMT for 2020 and beyond“) soll folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Spitzendatenrate soll von 1 Gbit/s auf 10 bzw. 20 Gbit/s erweitert werden. Dies klingt eigenartig, wenn man daran denkt, dass die durchschnittliche Datenrate im Mobilfunk heute bei 20 Mbit/s liegt. Andererseits ist aber die Spitzendatenrate im europäischen Markt ein wesentlicher Vermarktungsfaktor und die Netzbetreiber überbieten einander mit neuen Meldungen über Spitzenwerte, die im Labor erreicht wurden. Wenn man bei der 4. Generation von Gigabit spricht, dann soll die 5. Generation eine Erhöhung um einen Faktor 10 ermöglichen. Dazu wird ein erhebliches Maß an neuem, zusätzlichem Spektrum erforderlich sein.
- Die erreichbare Datenrate soll sich von 10 auf 100 Mbit/s erhöhen. Dies klingt schon wesentlich realistischer, wenn man daran denkt, dass es heute durchschnittliche Datenraten von 20 Mbit/s gibt. Eine Erhöhung auf 100 Mbit/s würde ungefähr den Vorstellungen des Festnetzes für das Jahr 2020⁵ entsprechen.
- Reduktion der Verzögerung von 10 auf 1 ms über die Funkschnittstelle. Dies ist eine kritische Anforderung für viele neue Märkte, die es zu erschließen gibt. Andererseits ist es auch eine Anforderung, die nur durch neue Architekturen in Mobilfunknetzen erreichbar ist. Es wird also diese Reduktion der Verzögerung ein ganz maßgebliches Kennzeichen oder eine maßgebliche Eigenschaft für den Mobilfunk der 5. Generation sein und neue Anwendungen in der Automatisierung, aber auch bei der Verkehrstechnologie ermöglichen. Immer wieder hingewiesen wird hier auf das automationsunterstützte selbstfahrende Fahrzeug, welches eine sehr geringe Verzögerung bei der Steuerung voraussetzt.

⁵ Siehe z.B. Breitbandstrategie des BMVIT in Österreich.

- Die Erhöhung der Mobilität auf eine maximale Geschwindigkeit von 500 km/h ist eine Anwendung, die einen Einsatz in schnellen Eisenbahnzügen ermöglichen soll.
- Die Dichte der Endgeräte, soll 100.000 Geräte pro km² erreichen. Dies ist eine Anforderung des Internet der Dinge, welches der Mobilfunk der 5. Generation ermöglichen soll. Wenn man von 6 Milliarden Personen auf der Welt spricht, so kann die Menge der Endgeräte für das Internet der Dinge um ein Vielfaches höher sein. Der Mobilfunk der 5. Generation soll diese Dichte der Endgeräte ermöglichen.
- Die Energieeffizienz soll um den Faktor 10 verbessert werden. Dies bedeutet im Wesentlichen, dass der Energieaufwand für künftige Mobilfunknetze trotz der verbesserten Möglichkeiten nicht steigen soll.
- Die spektrale Effizienz soll um den Faktor 3 verbessert werden. Die spektrale Effizienz ist die Ausnützung des Spektrums und wird in Bit/s/Hz gemessen. Übliche Werte für die spektrale Effizienz sind heute etwa 2. Bei optimalen Ausbreitungsbedingungen sind heute auch Werte bei LTE um den Bereich 10 zu erreichen. Für den Mobilfunk der 5. Generation versucht man mit verbesserten Antennentechnologien, Werte bis 100 zu erreichen.
- Der Datenverkehr je Fläche soll ähnlich wie im Festnetz sein, nämlich 10 Mbit/s/m². Das ist wieder eine kritische Anforderung, die nur mit einer wesentlichen Erhöhung der Basisstationen zu erreichen sein wird.

Diese acht vorgenannten Fähigkeiten des Mobilfunks der 5. Generation werden oft als Radardiagramm dargestellt. Ein Diagramm wie etwa in der nächsten Abbildung gezeigt, findet man in vielen Veröffentlichungen zum Thema Mobilfunk der 5. Generation.

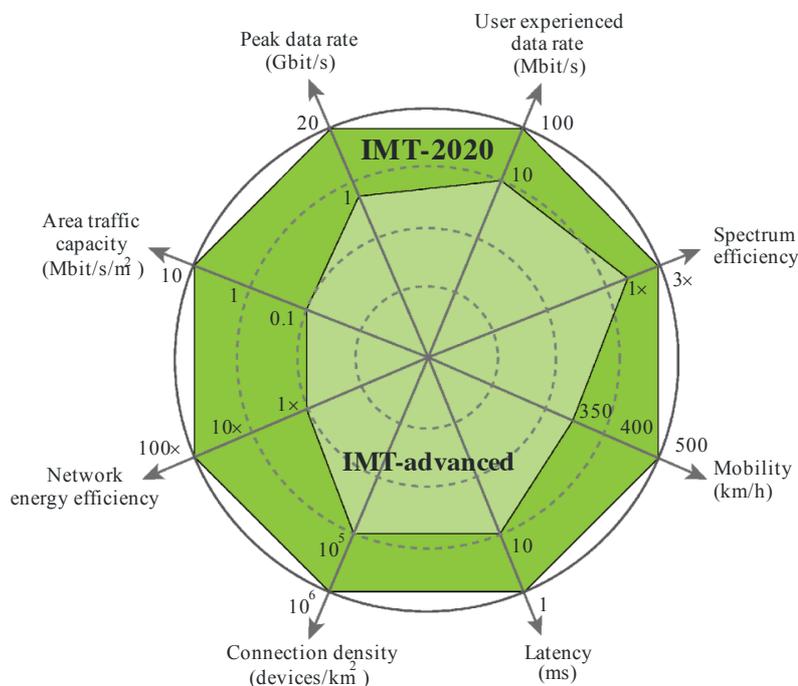


Abbildung 4: 5G-Fähigkeiten im Vergleich zu 4G (Quelle ITU-R M.2083-0)

Die Implementierung dieser Anforderungen soll es erlauben, neue Märkte zu erschließen und es gibt eine Anzahl von Anwendungsskizzen oder Anwendungsfällen (im Englischen

„Use Cases“ genannt), die man für den Mobilfunk der 5. Generation überlegt. ITU-R hat diese Szenarien in drei große Gruppen eingeteilt.

- **Enhanced Mobile Broadband**, also erweitertes mobiles Breitband oder 4G++ ist eine Erweiterung der mobilen Breitbandversorgung in Richtung Kapazität, aber auch in Richtung Versorgungsbereich. Themen sind Inhouse-Versorgung und bessere Versorgung von Eisenbahnen, vor allem aber höhere Kapazität und höhere Bandbreiten.
- **Internet der Dinge**. Das Internet der Dinge wird ganz wesentlich auf Funktechnologie beruhen. Die Chance besteht, hier eine einheitliche Architektur und eine einheitliche, kompatible, interoperable Funkverbindung über den Mobilfunk der 5. Generation zu schaffen. 5G soll die Anforderungen des Internet der Dinge umsetzen. Wesentliche Entwicklungen in dem Radardiagramm der Anforderungen, die für das Internet der Dinge notwendig sind, sind geringerer Energieverbrauch, geringe Kosten und geringe Datenraten. Man braucht für das Internet der Dinge kleine, einfache und kostengünstige Endgeräte, die in Gegenstände des täglichen Bedarfs integriert werden können.
- Das dritte große Szenario, das für die Anwendung des Mobilfunks der 5. Generation skizziert wird, sind sogenannte **Mission Critical Services**. Das sind Dienste, die eine hohe Verfügbarkeit und geringe Verzögerungen benötigen. Das kann nur durch Dezentralisierung der Mobilfunkarchitektur erreicht werden. Anwendungen sind Industrie 4.0, Industrieautomation, aber auch das autonome Fahren.

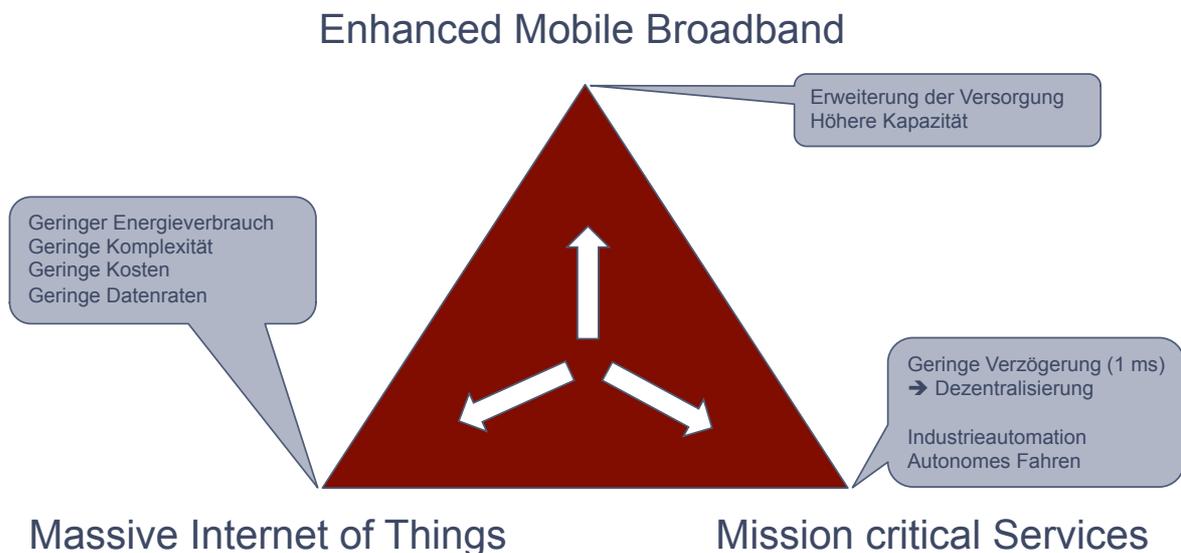


Abbildung 5: Szenarien der 5. Mobilfunkgeneration (Quelle: SBR auf Basis von ITU, Qualcomm)

3 5G hat das Potenzial einer Allzwecktechnologie

3.1 5G als Hebel für globales Wirtschaftswachstum

Mit der Entwicklung zur 5. Generation kann Mobilfunk zu einer Allzweck-Technologie (General Purpose Technology), wie z.B. die Druckpresse, die Eisenbahnen, das Automobil oder das Internet werden. Diese Prognose stellt eine Studie der IHS⁶ über den wirtschaftlichen Nutzen von 5G-Technologie aus. Konkret erwartet IHS:

- 5G kann im Jahr 2035 ein Hebel für 12,3 Billionen (das entspricht 10^{12}) USD Wirtschaftsergebnis sein. Das entspricht vom Umfang her etwa den Ausgaben der US-Konsumenten im Jahr 2016 und ist mehr als die kumulierten Ausgaben der Konsumenten in China, Japan, Deutschland, Großbritannien und Frankreich im Jahr 2016 zusammengenommen.
- Die globale 5G-Wertschöpfungskette wird 3,5 Billionen USD Ergebnis erzielen und 22 Millionen Arbeitsplätze unterstützen. Das ist mehr als die gesamte Wertschöpfungskette im Mobilfunk heute und entspricht ungefähr den gesamten Einnahmen der Top-13 Unternehmen der 2016 Fortune Global 1000. Eine Liste, die unter anderem Wal-Mart, State Grid, China National Petroleum, Royal Dutch Shell, Exxon Mobil, Volkswagen, Toyota, Berkshire Hathaway und Samsung umfasst.
- Die 5G-Wertschöpfungskette wird jährlich etwa 200 Milliarden USD investieren um die 5G-Technologiebasis auszubauen und zu stärken. Das entspricht etwa der Hälfte der US-Ausgaben für Verkehrsinfrastruktur im Jahr 2014.
- Und schlussendlich wird 5G eine nachhaltige Steigerung des globalen, realen Bruttowirtschaftsproduktes fördern. Der Beitrag von 5G während der Jahre 2020 bis 2035 zum globalen Wirtschaftsprodukt wird etwa der Wirtschaftskraft von Indien entsprechen.⁷

Auch wenn diese Zahlen hoch erscheinen und einige Begriffe hinterfragt werden können, lässt sich doch klar erkennen, wohin die Reise gehen kann und dass wir einen beträchtlichen Einfluss von 5G zu erwarten haben.

3.2 5G-Strategie der Europäischen Union

Es verwundert nicht, dass diese euphorischen Prognosen Politiker und Industrie auf den Plan gerufen haben. Sowohl die USA, als auch Fernost und die Europäische Union fördern die Einführung von 5G mit einer Reihe von Maßnahmen. Der 5G-Aktionsplan der Europäischen Union sieht eine harmonisierte und koordinierte 5G-Einführung in allen EU-

⁶ Information Handling Services, seit dem Jahr 2004 nur noch kurz IHS, ist ein weltweit tätiges Unternehmen für Analysen und Informationen mit Sitz in den USA.

⁷ IHS stützt diese Prognosen auf folgende Voraussetzungen:

- Die Meilensteine der 5G Entwicklung werden erreicht.
- Chipsets und Endgeräte werden rechtzeitig zur Verfügung stehen.
- Einführung des standardisierten 5G-Zugangs beginnt 2019 und ist ab 2020 kommerziell verfügbar.
- Preise für Endgeräte sind sehr konkurrenzfähig (getrieben durch Skalenvorteile).

Mitgliedsstaaten vor. Die Vorbereitung der ersten Netzeinführung soll bis 2018 erfolgen und der Übergang zu einer großflächigen Einführung auf kommerzieller Basis bis spätestens Ende 2020. Die Europäische Union wird die führenden Akteure bei der Arbeit zur Förderung globaler Standards unterstützen und einen Risikofonds zur Förderung 5G-basierter Innovation unter Führung der Privatwirtschaft schaffen. Die provisorischen Frequenzbänder für 5G sollen noch vor der Weltfunkkonferenz 2019 (WRC-2019) auf europäischer Basis genehmigt werden. Ganz konkret sieht der 5G-Aktionsplan der Europäischen Union die Förderung der frühzeitigen Einführung in städtischen Ballungsräumen und entlang wichtiger Verkehrswege vor. Tests sind bereits für 2018 vorgesehen.

3.3 5G-Strategie in Deutschland und Österreich

Auch **Deutschland** hat die 5G-Themen aufgegriffen und sowohl in der Zukunftsoffensive Gigabit Deutschland, als auch in einer eigenen 5G-Initiative adressiert. Mobilfunk der 5. Generation wird als zentraler Hebel für die digitale Transformation in Wirtschaft und Gesellschaft gesehen und ermöglicht Innovationen, die zu ökonomischen, ökologischen und sozialen Entwicklungssprüngen führen können. Ziel der Bundesregierung ist es, Deutschland als Leitmarkt für 5G-Anwendungen zu positionieren und eine schnelle und erfolgreiche Einführung der 5G-Technologie zu unterstützen. Spätestens bis 2025 sollen alle Hauptverkehrswege und Bahntrassen sowie mindestens die 20 größten Städte Deutschlands mit 5G-Connectivity ausgestattet sein. Die Zukunftsoffensive Gigabit Deutschland greift das 5G-Thema ebenfalls auf. Wesentlich ist hier die Koordination mit der Glasfaserinfrastruktur⁸, da 5G und Glasfaserausbau als komplementär zu betrachten sind.⁹

Mit der Konsultation „Eckpunkte für den Ausbau digitaler Infrastrukturen und Bedarfsermittlung für bundesweite Zuteilungen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz“¹⁰ setzt die Bundesnetzagentur nächste Schritte im Hinblick auf die Frequenzvergabe für 5G.

⁸ Vgl. BMVI: 5G-Initiative für Deutschland, 2016, s. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bmvi-initiative-5-schritte-zu-5g.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 25.6.2017.

⁹ Vgl. Plattform Digitale Netze: Glasfaserausbau und 5G – Zusammenhänge und Synergien. Impulspapier | Projektgruppe „Konvergente Netze als Infrastruktur für die Gigabit-Gesellschaft“ / Fokusgruppe „Aufbruch in die Gigabit-Gesellschaft / Plattform „Digitale Netze und Mobilität“

¹⁰ Siehe https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/EckpunkteBedarfsermittlung.pdf?__blob=publicationFile&v=1, abgerufen am 28.6.2017.

In **Österreich** wird 5G in der Digital Roadmap des bmvit adressiert. Im ersten Quartal 2017 wurde eine ressortübergreifende Arbeitsgruppe zu 5G eingesetzt, die bis spätestens Ende 2017 eine 5G-Strategie inklusive der konkreten Umsetzungsmaßnahmen entwickeln und definieren soll. Erste Tests durch die Telekomanbieter sollen bereits ab 2018 durchgeführt werden, bis 2020 soll 5G in jeder Landeshauptstadt verfügbar sein. Etwa drei Milliarden Euro werde der 5G-Ausbau kosten, so die Presse am 25. Januar 2017. Die Mobilfunkbetreiber sehen die Wirtschaftsprognosen als Anlass, günstige Rahmenbedingungen für den Ausbau von 5G zu fordern.

„Die Mieten für Funkstationen auf öffentlichem Grund wie Straßen müssen entfallen“, fordert Drei-Chef Jan Trionow. „Nur so könne man ausreichend Antennen hinstellen, um Österreich mit 5G zu versorgen“.

Weitere Forderungen gehen Richtung wirtschaftlich vertretbares Auktionsdesign für den 3,4 GHz Bereich. Die für das 2. Halbjahr 2017 geplante TKG-Novelle wird zeigen, wie weit diese Rahmenbedingungen für den 5G-Ausbau umgesetzt werden können.

3.4 5G – Hype oder „Must have“?

Diese Prognosen führen wohl dazu, dass man bei Mobilfunk der 5. Generation derzeit von einem Hype sprechen kann. Die Generaldirektion für interne Politik, Ökonomie und Wissenschaftspolitik des Europäischen Parlaments hat versucht, 5G jenseits des Hypes zu hinterfragen. Die Generaldirektion stellt fest, dass das Konzept der 5. Mobilfunkgeneration in den letzten 5 Jahren große Resonanz in der Telekomindustrie gefunden hat. Die Möglichkeiten von 5G haben auch Politiker, Regulatoren und Regierungen auf den Plan gerufen, weil die nächste Mobilfunkgeneration allgemein verfügbares mobiles Breitband, neue Arbeitsplätze, neue Dienste für Unternehmen und Endkunden und völlig neue Märkte verspricht. Um die richtige politische Unterstützung von Seiten der Europäischen Union einschätzen zu können, gilt es aber, über diesen Hype hinaus zu blicken – so die DG für Internal Policies.

Die Schlüsselfrage ist, ob 5G die Dienste bereitstellen oder ermöglichen wird, welche von Konsumenten – seien es Private oder Unternehmen – bezahlt werden. Daraus ergibt sich auch die Frage, ob neue politische Regelungen für 5G-Technologie und -Märkte notwendig sind und wo der Fokus liegen soll. Trotz der Skepsis des Europäischen Parlaments gegenüber dem 5G-Phänomen, legt die Analyse nahe, dass 5G möglicherweise eine wichtige Rolle für die europäische Wirtschaft spielen kann. Das Europäische Parlament gibt folgende vier Empfehlungen bezüglich 5G ab:

- genauere Definition der Ziele und des Umfangs einer 5G-Industriepolitik,
- langfristige Technologieforschung für eine neue Telekom-Infrastruktur,
- Spectrum Sharing als Grundlage für die 5G-Einführung und
- Identifikation und Unterstützung für kurzfristige 5G-Anwendungen von Small Cells.

Im Initiativbericht zu Gigabitgesellschaft, den das EU-Parlament im Mai 2017 angenommen hat, werden der 5G-Aktionsplan der Kommission und die bedeutende Rolle von 5G unterstrichen. Ein dichtes Glasfasernetz stellt die unverzichtbare Backhaul Infrastruktur für 5G dar und kombiniert so die Glasfaser- und die Funkstrategien. Auch dieser Bericht reflektiert, dass die Europäische Union sich im globalen 5G-Wettbewerb positionieren muss. Daher sind Abwägungen zwischen dem Ausloten technischer Möglichkeiten und neuer Geschäftsmodelle sowie der schnellen Einführung von 5G notwendig. Gleichzeitig sind die Interessen der Mobilfunkbetreiber zu berücksichtigen, die den Großteil der Investitionsrisiken zu tragen haben werden.

Die politischen Erwartungen für die europäische Wirtschaft durch Mobilfunk sind hoch, es gibt aber auch kritische Stimmen, die befürchten, dass eine übereilte Einführung dazu führen könnte, dass die Möglichkeiten von 5G nur unzureichend genutzt werden. Europa hat aber kaum Möglichkeit, diese Zeit aufzubringen, da der Druck aus Fernost und USA für eine neue Mobilfunkgeneration sehr groß ist. Der Preiswettbewerb für Mobilfunkbetreiber, hohe Kosten für den Infrastrukturausbau (und hier zusätzlich die Frage, wie der Ausbau fester Breitbandnetze auf Glasfaserbasis, die Aufrüstung der Kupfernetze und der Ausbau des Mobilfunks zusammenpassen – Konkurrenz oder Komplementarität) und sinkende bzw. stagnierende Einnahmen im Mobilfunksektor, aber auch Wettbewerb durch over-the-top Anwendungen sind Treiber für eine neue Generation an Mobilfunk. Die Schlüsselfrage, ob 5G neue Services ermöglichen wird, für die Konsumenten und Industrie bezahlen werden, ist allerdings nicht ausreichend untersucht. Trotzdem gibt es wenig Möglichkeiten, den 5G-Zug zu bremsen oder in eine andere Richtung zu treiben.

Es gibt bereits mit Mitte 2016 eine pre-Release von abgestimmten Spezifikationen durch Verizon sowie eine Anzahl von Herstellern. Südkorea wird die ersten Versuche für 5G bereits während der Olympischen Winterspiele 2018 in Pyeongchang vorstellen. China Mobile plant Versuche zu 5G in mehr als 100 Städten und kommerziellen Roll-out im Jahr 2020. NTT DOCOMO in Japan plant ebenfalls den kommerziellen Start für 2020.

Die technischen Möglichkeiten für eine neue Mobilfunkgeneration sind da. Die Versprechungen für Wirtschaftswachstum sind plausibel und viele Use Cases für 5G-Anwendungen können skizziert werden. Die Herausforderung ist nun, aus allen diesen Bausteinen funktionierende Produkte zu schaffen und die neuen Märkte auch tatsächlich zu erobern.

4 5G Use Cases

Es gibt eine große Anzahl von Studien über Use Cases bzw. Anwendungsbeispiele für den Mobilfunk der 5. Generation. Viele dieser Anwendungsbeispiele sind natürlich auch ohne 5G mit anderen Technologien, wie sie heute bereits mit Bluetooth, Near Field Communication, ZigBee, Wi-Fi und Ähnlichem existieren, zu realisieren. Das Versprechen von 5G ist es, eine einheitliche, weltweit anerkannte Plattform mit Skalenvorteilen und einer weltweiten Netzinfrastruktur zu schaffen, die eine Basis für alle diese Anwendungen sein kann.

Die Geschichte zeigt, dass es nicht möglich ist, Geschäftsmodelle vorherzusagen. Es gibt aber eine Vielzahl von Ideen für mögliche Anwendungen. Immer wieder genannt werden die Automobilindustrie mit dem Stichwort selbstfahrende Fahrzeuge, die Gesundheitsindustrie, Industrie 4.0, Energieversorgung sowie Smart Cities und Smart Home. Diese Use Cases werden im folgenden Kapitel skizziert.

4.1 Automobilindustrie

Fahrzeuge werden in Zukunft permanent mit dem Netz verbunden (vernetzt oder connected) sein. Den Trend in diese Richtung sieht man heute bereits und er wird sich in Zukunft verstärken. Heute wird die Verbindung in der Regel über die Kopplung des Mobiltelefons mit der Software im Fahrzeug realisiert. Es werden aber auch direkt im Fahrzeug implementierte Mobilfunkmodule eingesetzt (z.B. für eCall).

Man erwartet in der Zukunft Kommunikation zwischen Fahrzeugen, zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur (wie z.B. Verkehrszeichen), zwischen Fahrzeugen und Internet, Fahrzeugen und Personen, und spricht allgemein von einer V2X-Kommunikation (vehicle-to-everything). Damit wird es möglich sein, Echtzeitdaten über das Fahrverhalten von Autofahrern, aber auch Echtzeitdaten für Wartung und Diagnose zu erfassen und die Sicherheit durch unmittelbare Meldung von Verkehrsunfällen oder gestohlenen Fahrzeugen zu verbessern. Es gibt heute bereits viele unterstützende Systemen für den Fahrer, die Entwicklung wird zum automatisierten oder autonomen Fahren gehen. Ganz wesentlich sind auch Services, die die Effizienz des Verkehrs erhöhen. Huawei zeigt die möglichen Kommunikationswege wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:

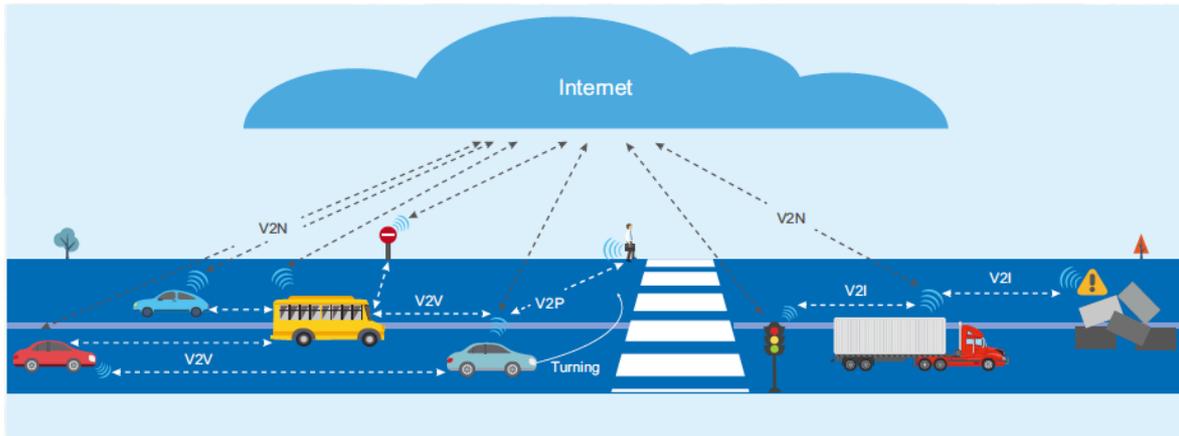


Abbildung 6: V2X im Verkehr (Huawei White Paper August 2016)

IHS erwartet für den Industriebereich „Verkehr und Lagerhaltung“¹¹ im Jahr 2035 eine globale Wirtschaftsleistung von 659 Mrd. USD oder 5,6 %, welche auf 5G zurückgeführt werden kann.

4.2 M-Health

Die Kosten der Gesundheitsversorgung steigen in Europa stärker als das Bruttosozialprodukt. Unsere Lebenserwartung steigt und die demographische Entwicklung wird dazu führen, dass im Jahr 2050 zwei arbeitende Personen einen Pensionisten erhalten müssen. Im Jahr 2004 war dieses Verhältnis noch 4:1. Man kennt die Risikofaktoren, wie ungesunde Lebensweise, Bluthochdruck, Übergewicht und Rauchen, die zu chronischen Herz-Kreislaufkrankungen und Diabetes führen können. Vorbeugung und verbesserte Betreuung sind daher wichtige Maßnahmen. Technologie könnte wesentlich dazu beitragen, die Kosten der Gesundheitsversorgung zu senken und die Qualität zu verbessern. Insbesondere M-Health, also der Einsatz von Mobilfunktechnologien kann durch Überwachung, Feedback und Information zur Verbesserung der Lebensweise beitragen. Motivation der Patienten zum Einhalten der ärztlichen Anweisungen hat heute viel höhere Bedeutung als Arztbesuche. Mobile Health – so eine Studie der Europäischen Union – könnte bereits 2017 etwa 99 Mrd. € an Gesundheitskosten in der EU einsparen¹².

¹¹ ISIC classification „H“: „Transportation and storage includes the provision of passenger or freight transport, whether scheduled or not, by rail, pipeline, road, water, or air and associated activities such as terminal and parking facilities, cargo handling, storage, etc. Included in this section is the renting of transport equipment with a driver or an operator. Also included are postal and courier activities.“

¹² Socio-economic impact of m-Health – An assessment report for the European Union, Juni 2013

Die Anwendungsbereiche von Mobile Health gehen aber noch viel weiter. Ein wesentliches Ziel ist es, älteren Menschen so lang wie möglich das Leben in ihrer gewohnten Umgebung zu ermöglichen. Mögliche Hilfestellungen können unter dem Stichwort „assisted living“ zusammengefasst werden. Dazu gehören Überwachung von Gesundheitsdaten, Kommunikation mit Angehörigen, Videoüberwachung und Einsatz von Sensoren. Man spricht aber auch von Operationen, die durch Spezialisten unterstützt werden können, die nur virtuell anwesend sind.

Insgesamt hat M-Health großes Potenzial. Viele der Anwendungen erfordern allerdings mehr als heutige Mobilfunksysteme leisten können. Kurze Antwortzeiten, hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit, aber auch hohe Dichte von Endgeräten/Sensoren und hohe Bandbreiten für Videoübertragungen sind für M-Health Anwendungen notwendig. Wir stehen vor der Entscheidung, viele unterschiedliche Systeme in Teilbereichen einzusetzen mit dem Nachteil, dass diese teurer sind und die Interoperabilität erschwert wird oder aber 5G als einheitliches Öko-System für M-Health Anwendungen zu entwickeln. Der Gesundheitssektor würde dieses Öko-System dringend brauchen, um die Qualität unseres Gesundheitssystems zu erhalten und in Zukunft zu verbessern. Technologie ist kein Allheilmittel, aber Technologie kann die Werkzeuge liefern, die es uns erlauben, aktuelle Probleme im Gesundheitswesen zu adressieren.

IHS erwartet für den Industriebereich „Gesundheit und Sozialarbeit“¹³ im Jahr 2035 eine globale Wirtschaftsleistung von 119 Mrd. USD oder 2,3 %, welche auf 5G zurückgeführt werden kann.

4.3 Industrie 4.0

Deutschland hat den Begriff „Industrie 4.0“ geprägt und meint damit eine neue industrielle Revolution, die durch massiven Einsatz von IKT in der Produktion entsteht. Funktechnologie kann auch hier einen wesentlichen Beitrag leisten. Nicht in allen Fällen ist eine Verkabelung zweckmäßig. Funktechnologien haben den Vorteil höherer Flexibilität.

Eine wesentliche Herausforderung im industriellen Bereich sind kurze Antwortzeiten. Damit Roboter ihre Umgebung durch Sensoren erfassen und autonom reagieren können, sind Verzögerungen im Bereich von 1 ms wünschenswert. Wenn 5G diese Möglichkeit

¹³ ISIC classification „Q“: „Human health and social work activities include the provision of health and social work activities. Activities include a wide range of activities, starting from health care provided by trained medical professionals in hospitals and other facilities, over residential care activities that still involve a degree of health care activities to social work activities without any involvement of health care professionals.“

bereitstellt, so gibt es erhebliches Potenzial beim Einsatz von Funktechnologien im industriellen Bereich.

IHS erwartet für den Industriebereich „Verarbeitendes Gewerbe“¹⁴ im Jahr 2035 eine globale Wirtschaftsleistung von 3.364 Mrd. USD oder 4,2 %, welche auf 5G zurückgeführt werden kann.

4.4 Energieversorgung

Das Zeitalter der fossilen Brennstoffe sollte in absehbarer Zeit zu Ende gehen. Deutschland ist einer der Vorreiter der Energiewende und die meisten Staaten haben sich zu einer Verringerung des weltweiten CO₂-Ausstoßes bekannt. Es kommt also zu einer Verstärkung der kleinen dezentralen Energieerzeuger, die erneuerbare Energiequellen, wie Sonne oder Wind verwenden. Diese Wandlung der Netzarchitektur erfordert den Einsatz von weitreichenden Mess- und Steuereinrichtungen. Funktechnologie kann – weltweite Standardisierung und Skalenvorteile vorausgesetzt – einen wesentlichen Beitrag für die flexible Vernetzung von Mess- und Steuereinrichtungen im Energienetz leisten.

Für die Konsumenten ist der Einsatz von Smart Metern, also intelligenten Energieverbrauchsmesseinrichtungen von Bedeutung. Man erwartet, dass durch sogenannte Smart Meter die Sensibilität der Bevölkerung gegenüber dem Energieverbrauch steigt und dass der Energieverbrauch optimiert werden kann. Smart Meter können über unterschiedlichen Technologien an das Netz angeschlossen werden. 5G wird eine weitere dieser Möglichkeiten darstellen.

IHS erwartet für den Industriebereich „Versorgungsunternehmen (Utilities)“¹⁵ im Jahr 2035 eine globale Wirtschaftsleistung von 3.364 Mrd. USD oder 4,2 %, welche auf 5G zurückgeführt werden kann.

¹⁴ ISIC classification „C“: „Manufacturing includes the physical or chemical transformation of raw materials, substances, or components into new products. Substantial alteration, renovation, or reconstruction of goods is also considered to be manufacturing. Assembly of the component parts of manufactured products is considered manufacturing.“

¹⁵ ISIC classification „D“: „Electricity, gas, steam, and air conditioning supply includes the operation of electric and gas utilities, which generate, control and distribute electric power or gas as well as the provision of steam and air conditioning supply. This includes the provision of electric power, natural gas, steam, hot water, and the like through a permanent infrastructure (network) of lines, mains and pipes as well as the distribution of electricity, gas, steam, hot water, and the like in industrial parks or residential buildings.“

4.5 Smart Cities

In den USA wurde kürzlich eine „smart city challenge“ durchgeführt, zu der viele Städte der Vereinigten Staaten Anwendungsmöglichkeiten eingereicht haben. Wesentliche Themen sind die Verbesserung des privaten und öffentlichen Personen- und Güterverkehrs sowie der optimale Umgang mit öffentlichen Ressourcen (insbesondere auch der Luft- und Wassergüte).

Ein Ansatzpunkt war die Feststellung, dass etwa 10 % des Individualverkehrs in Städten dadurch entsteht, dass die Fahrer einen Parkplatz suchen. Eine Möglichkeit, dieses Thema zu adressieren, wäre die Ausstattung von Parkplätzen mit vernetzten Sensoren, die signalisieren, ob die Parkplätze frei oder besetzt sind. Wenn diese Daten als „open data“ für Anwendungsentwicklung zur Verfügung gestellt wird, sollte eine Optimierung der Parkplatzsuche möglich sein.

Es wurde auch erhoben, dass Verkehrszeichen und Ampelphasen optimiert werden können. Auch hier wäre der Ansatzpunkt ein Einsatz von vernetzten Sensoren und vor allem eine zentrale Steuermöglichkeit. Boston hat beispielsweise ein Projekt eingereicht, welches programmierbare Straßenzüge vorsieht. Dies bedeutet, dass die Verkehrszeichen in Abhängigkeit von der Verkehrssituation zentral gesteuert werden können.

Ein weiterer Aspekt ist die Nutzung der Zeit welche Pendler täglich am Weg von und zur Arbeit verbringen. Es gibt zwei unabhängige Strategien, wie Mobilfunktechnologie dieses Problem adressieren kann. Einmal können Technologien für eine optimale Verkehrssteuerung verwendet werden und Stauungen möglichst vermeiden und damit die Transferzeiten verkürzen. Andererseits kann Mobilfunktechnologie auch Unterstützung bereitstellen, dass die Transferzeit durch die Pendler bestmöglich genutzt werden kann. Die Versorgung der Verkehrsmittel, Verkehrswege und Haltestellen mit ausreichender Kapazität kann dazu beitragen, dass Pendler auch während der Transferzeit alle notwendigen Dienste nutzen können.¹⁶

¹⁶ Für Smart City Anwendungen auch ohne 5G siehe die Anstrengungen der Stadt Wien, s. <http://www.bertelsmann-stiftung.de/de/unsere-projekte/smart-country/projektnachrichten/stadtplanung-der-zukunft-in-der-smart-city-wien/>

4.6 Smart Homes

Automatisierung von Gebäuden und Privathaushalten verspricht Erhöhung der Sicherheit, Energieeinsparungen und verbesserten Komfort. Künftig werden Haushalte 30 oder mehr verbundene Geräte (connected devices) haben. Die Entwicklung von Heim- und Gebäudeautomatisierung ist heute noch durch fragmentierte, schwer integrierbare Technologien behindert. Eine 5G-Technologieplattform könnte dem Markt wesentliche Impulse geben, die Entwicklung von Anwendungen fördern, die Interoperabilität und die Bedienbarkeit verbessern.

Automatisierung wird heute in fast allen Bereichen von Beleuchtung, Temperatur Überwachung/Steuerung, Unterhaltungselektronik bis zu Alarmanlagen und Schließsystemen eingesetzt. Grundlage sind Sensoren und Steueranlagen, wie Ventile, Schrittmotoren oder Schalter. Für die effiziente Integration dieser Elemente bedarf es eines Öko-Systems, welches 5G bereitstellen könnte.

5 Neue Geschäftsmodelle für 5G

5G soll nicht nur die mobile Breitbandversorgung verbessern, sondern auch z.B. durch kurze Latenzzeit und hohe Verfügbarkeit neue Anwendungsfelder erschließen. Es verwundert wenig, dass die Netzbetreiber bestehende Geschäftsmodell beibehalten wollen, aber 5G kann auch Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle bieten.

In der heutigen Mobilfunklandschaft unterscheiden wir zwischen MNO, welche die gesamte Wertschöpfungskette bedienen und MVNO/SP, die kein eigenes Funknetz besitzen und nur einen Teil der Wertschöpfungskette abdecken. In der 5G-Architektur würde sich eine Trennung zwischen Infrastrukturprovider und Service Provider anbieten. Die 5G-Architektur soll universell sein und unterschiedliche Märkte bedienen. Es ist daher naheliegend, dass sich bestimmte Anbieter auf das Angebot von Diensten für diese Märkte spezialisieren. Für die entsprechenden Dienste benötigt man aber nur einen Teil der Infrastruktur. Virtualisierung ist die Antwort auf diese Entwicklung. Ein Betreiber könnte sich auf das Angebot von universellen 5G-Netzen spezialisieren und Ressourcen auf diesem physikalischen Netz mehreren Service Providern dynamisch und flexibel zur Verfügung stellen. Man nennt diese Funktion „network slicing“.

Ob und in welcher Form sich diese Geschäftsmodelle entwickeln werden, hängt auch von der Vorgangsweise zur Lizenzierung der Frequenzen ab. Regierungen und Regulatoren werden eine Abwägung zwischen den Interessen der etablierten Betreiber und Innovationsmöglichkeiten durch neue Geschäftsmodelle treffen müssen.

6 Regulierungsthemen

Eine öffentliche Aufgabe ist die optimale Verwaltung der Ressource „Funkfrequenzen“. Für Mobilfunk hat sich das Modell der exklusiven Lizenzierung durchgesetzt. Man erkennt mittlerweile, dass dies nicht das einzige und vermutlich auch nicht das effizienteste Modell ist. Man beginnt Spectrum Sharing Modelle zu entwickeln, die eine bessere Nutzung des Spektrums erlauben.

Für 5G braucht man neue Frequenzen. Ohne diese wird eine Erhöhung der Kapazität, so wie es die Anforderungen vorsehen, nicht erreichbar sein. Es gibt eben kaum freie Bereiche im Spektrum, sodass üblicherweise lange Übergangszeiten bei Umwidmungen einzuplanen sind.

Frequenzen für ein globales Mobilfunknetz sollen auch global verfügbar sein, was eine Abstimmung aller Regionen erfordert. Das ist eine Aufgabe, die innerhalb der ITU-R durchgeführt wird. Als Mittel dazu dient die sogenannte World Radio Conference (WRC), die alle 3 – 4 Jahre abgehalten wird. Die nächste WRC ist für 2019 geplant.

Aufgrund der günstigeren Ausbreitungsbedingungen setzt man bevorzugt niedrigere Frequenzen ein. Als nächster konkreter Spektrum-Bereich wird das Band zwischen 3,4 und 3,8 GHz zur Verfügung stehen. Sowohl in Deutschland als auch in Österreich werden die Ausschreibungsbedingungen für dieses Band vorbereitet. Mit 400 MHz hat dieses Band mehr Ressourcen, als bis dato allen Mobilfunknetzbetreibern gemeinsam zur Verfügung stehen. Man darf gespannt sein, welche Vergabemechanismen zur Anwendung kommen und ob Frequenzen für Neueinsteiger reserviert werden.

Weitere Frequenzbänder für 5G liegen im mm-Band. Das ist der Frequenzbereich zwischen 30 und 300 GHz, in dem die Reichweiten eher beschränkt sind und Sichtverbindung erfordern. Trotzdem sind diese Frequenzen für die Ausrüstung kleiner Zellen gut geeignet und es steht in diesem Bereich ausreichend Spektrum zur Verfügung. Es wird in Mobilfunknetzen der 5. Generation sowohl kleine als auch große Zellen und einen Mix zwischen unterschiedlichen Frequenzbändern geben. Man spricht von sogenannten HetNets (heterogeneous Networks).

7 Zusammenfassung

Mobilfunk hat sowohl die sozialen als auch die wirtschaftlichen Strukturen der letzten Jahrzehnte massiv beeinflusst. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor war die internationale Standardisierung des Mobilfunks und damit die hohen Stückzahlen und die Skalenvorteile.

Die Entwicklung ist seit der Einführung der 4. Generation des Mobilfunks nicht stehen geblieben. Heute gibt es technologische Möglichkeiten, eine neue Generation auf den Markt zu bringen.

Diese 5. Generation soll aber nicht „mehr vom gleichen“ sein, sondern tatsächlich einen Generationssprung darstellen. Ziel ist es, neue Funktionen bereitzustellen um neue Märkte zu erschließen. Als mögliche Märkte wurden Transport, Gesundheitswesen, Industrieautomatisierung und viele andere mehr identifiziert. Die ITU-R hat die Anforderungen zusammengetragen, die eine neue Generation des Mobilfunks erfüllen muss, um in diesen Märkten erfolgreich zu sein.

Der Erfolg des Mobilfunks hat Politiker und Industrie beflügelt. Die Beratungsfirma IHS hat den Ball aufgegriffen und prognostiziert, dass 5G zu einer neuen Universaltechnologie werden und in vielen Wirtschaftsbereich ein Wachstum hervorrufen kann.

Sowohl die Europäische Union, als auch die USA und Fernost haben die Anstrengungen zur Einführung von 5G erhöht, sodass man derzeit von einem Hype sprechen kann.

Wir haben in diesem Diskussionsbeitrag das Potenzial von 5G dargestellt. Ob und in welchem Ausmaß dieses Potenzial auch tatsächlich realisiert werden kann, hängt von vielen Faktoren ab. Einige davon sollen hier noch zusammengefasst werden:

- Wird 5G nur „mehr vom gleichen“ werden (also 4G++) oder gelingt es, das Potenzial auch für andere Märkte, die üblicherweise diese Technologien nur langsamer aufnehmen, einzusetzen?
- Werden die Möglichkeiten, neue Geschäftsmodelle einzuführen, von den Regulatoren ausreichend unterstützt, oder wird man das Lizenzmodell perpetuieren?
- Werden die relevanten regulatorischen Fragen betreffend Frequenzvergabe und Standortverfügbarkeit zufriedenstellend für alle Seiten gelöst?
- Werden Bevölkerung und Wirtschaft die neuen Anwendungen annehmen und umsetzen?
- Wird die öffentliche Hand 5G in ihre Infrastruktur- und Service-Konzepte aufnehmen und damit einen Beitrag zu weiteren Entwicklung leisten?

LITERATURVERZEICHNIS

5G-PPP White Paper on 5G Automotive Vision

5G-PPP White Paper on 5G and e-Health

5G Summit Brooklyn – IEEE TV

Akamai Report – State-of-the-Internet Konnektivitätsbericht - Trendbericht für das erste Quartal 2017

BMVI: 5G-Initiative für Deutschland: Eine Initiative des BMVI zur Entwicklung einer Strategie zur Einführung der nächsten Mobilfunkgeneration 5G in Deutschland. 2016, s. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bmvi-initiative-5-schritte-zu-5g.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 25.6.2017

bmvit: Breitbandstrategie 2020

bmvit: Digital Roadmap;

<https://www.bmvit.gv.at/presse/aktuell/nvm/2017/0124OTS0102.html>

BNetzA: Eckpunkte für den Ausbau digitaler Infrastrukturen und Bedarfsermittlung für bundesweite Zuteilungen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz

ETSI 3GPP – Technische Spezifikationen zu GSM, UMTS und LTE

Europäische Kommission 5G für Europa: ein Aktionsplan; COM(2016) 588 final; 14. September 2016

Europäisches Parlament: Directorate General for internal policies – Policy department A: Economic and Scientific Policy: European Leadership in 5G; Dezember 2016

Europäisches Parlament: BERICHT über das Thema „Internetanbindung für Wachstum, Wettbewerbsfähigkeit und Zusammenhalt: Europäische Gigabit-Gesellschaft und 5G“ (2016/2305(INI)). Plenarsitzungsdokument A8-0184/2017 vom 5. Mai 2017

HUAWEI White Paper: 5G Opening up New Business Opportunities. August 2016

IHS ECONOMICS & IHS TECHNOLOGY The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy; Januar 2017

ITU-R M.2320-0: Future technology trends of terrestrial IMT systems (11/2014)

ITU-R M.2083-0: IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond (09/2015)

PWC: Socio-economic impact of mHealth: An assessment report for the European Union

Qualcomm's 5G vision; November 2014

NGMN Alliance: 5G White Paper

RTR Telekom Monitor Jahresbericht 2016, 23. Juni 2017

US department of transportation: Smart City challenge, 2016