

Fachverband der  
Elektro- und  
Elektronikindustrie



## Empfehlungen zur Umsetzung von 5G in Österreich mit Fokus auf Forschung, Technologie und Innovation

Eine Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation  
und Technologie, erstellt vom Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie  
Wien, 2019

 Bundesministerium  
Verkehr, Innovation  
und Technologie

# Inhalt

<b>Executive Summary</b>	<b>2</b>
Empfehlungen	3
<b>Executive Summary – English</b>	<b>6</b>
Recommendations	7
<b>1 Einleitung</b>	<b>10</b>
1.1 Zur Datenübertragung bzw. Kommunikation eingesetzte Technologien	11
1.2 Überschneidungen zwischen den Technologien	13
1.3 Projektbeschreibung	14
<b>2 5G in Österreich: Forschung, Industrie und Wirtschaft</b>	<b>16</b>
2.1 Wertschöpfungskette und Stakeholder – Stärkefelder Österreichs	16
2.2 5G: Klassischer Ausbau	20
2.3 Spezifische neue Anwendungen auf Basis von 5G	22
2.4 Stärkefelder Österreichs	26
<b>3 Voraussetzungen für Forschung &amp; Entwicklung in Österreich</b>	<b>32</b>
3.1 Anforderungen an/für innovationsfreundliche 5G-Netze	32
3.2 Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen	39
3.3 Konkrete F&E-Fragestellungen	44
3.4 Kooperationen	45
<b>4 Internationale Vernetzungen</b>	<b>46</b>
<b>5 Empfehlungen</b>	<b>48</b>
5.1 Leuchtturmprojekte und Testbeds	48
5.2 Frequenzplanung mit Weitblick	53
5.3 Datenplattformen schaffen	54
5.4 Fokus auf konkrete F&E-Fragestellungen	55
5.5 5G-Expertenplattform etablieren	56
Abbildungsverzeichnis	58
Literaturverzeichnis	58
Impressum	59

## Autoren

FEEI – Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie  
 DI Dr. Klaus Bernhardt  
 Mag. Florian Schnurer  
 Mariahilfer Straße 37-39, 1060 Wien  
[www.feei.at](http://www.feei.at)

Wien, 2019

# Executive Summary

**Einleitung – 5G im Überblick:** Die Entwicklung des 5G-Standards wird durch drei zentrale Trends motiviert: (1) das Wachstum des Datenvolumens um ca. 60 % pro Jahr, (2) den Bedarf zur Vernetzung von Sensoren mit energieeffizienten Funksystemen und (3) die Notwendigkeit, zuverlässige drahtlose Steuerungs- und Regelungssysteme in Städten wie auch in ausgedehnten geografischen Gebieten zur Verfügung stellen zu können. Diese drahtlosen Steuerungssysteme werden das Rückgrat für industrielle Produktionsumgebungen (neue, höchst zuverlässige Campus-Funksysteme) sowie für die Vernetzung von automatisierten Fahrzeugen auf der Straße wie auch auf der Schiene bilden und eine wichtige Kommunikationsplattform für kritische Infrastrukturen darstellen.

5G-Netze ermöglichen nun erstmals die zuverlässige Kommunikation zwischen Maschinen. Bisherige Funksysteme wie GSM, UMTS und LTE haben vor allem die Bedürfnisse des menschlichen Benutzers abgedeckt. 5G ist eine integrierte Mobilfunk- und Netztechnologie, die über Funk physische Gegenstände (Endgeräte, Sensoren, Aktuatoren) miteinander und mit dem Internet vernetzt. Hierdurch entsteht ein gänzlich neues sogenanntes **cyber-physisches Ökosystem**.

Um Österreich zum Vorreiter in Sachen 5G zu machen, hat der Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie (FEEI) das Wissen verschiedener Expertengruppen genutzt und konkrete Anforderungen, Bedürfnisse sowie Ideen und Empfehlungen für (staatliche) Maßnahmen erarbeitet, um die Basis für größtmögliche Wertschöpfung in Österreich durch 5G zu legen. Diese Ausarbeitung ist ergänzend zu der vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie bereits im Jahr 2018 erstellten „5G-Strategie“<sup>01</sup> zu verstehen, die sich mit der schnellen Ausrollung der Datennetze befasst.

Die insgesamt 250 befragten Experten haben neben einer Identifizierung der chancenreichsten Stärkefelder auch die Rahmenbedingungen untersucht, die die befragten Stakeholdergruppen als besonders wichtig für eine erfolgreiche Umsetzung von 5G genannt haben.

Die wesentlichsten Voraussetzungen (neben den fünf Empfehlungen) für den effektiven Einsatz von 5G-Technologie in Österreich und die Unterstützung moderner Anwendungsfälle waren dabei:

- Flächendeckender Glasfaserausbau an die Antennenstandorte (für eine flächendeckende Versorgung ist auch mit mehr Antennenstandorten zu rechnen)
- Möglichkeit, anfallende Daten unter definierten Zugangsbedingungen (unter Berücksichtigung des Datenschutzes) auf einem Datenmarkt zu handeln

<sup>01</sup> <https://www.bmvit.gv.at/telekommunikation/5g/index.html>

- Ermöglichung von Qualitätsklassen – nur dann lassen sich 5G-Network-Slices für die unterschiedlichen Anwendungsfälle realisieren
- Hoher Grad an Standardisierung muss erreicht werden, um Lösungen weltweit anbieten zu können
- Erzielung einer energieeffizienten 5G-Implementierung: Um eine Erhöhung der Datenraten um das 10- bis 100-Fache erzielen zu können, besteht Forschungsbedarf an energieeffizienten Lösungen und Methoden für das Funksystem und das Kernnetz
- Sicherheit und Sicherstellung, dass die Kontrollsysteme in nationaler Hoheit bleiben
- Entwicklung neuer Fertigungstechnologien für eine höchstmögliche Integration der Funktechnik in ICs und kleine Bauteile

## Empfehlungen

Auf Basis der geführten Befragungen ergeben sich die folgenden konkreten Umsetzungsvorschläge mit Fokus auf Forschung, Technologie und Innovation (FTI), um im Zusammenhang mit 5G in Österreich Wertschöpfung zu generieren und Österreich zu einem 5G-Vorreiterland zu machen.

### Leuchtturmprojekte und Testbeds

Die Umsetzung von 1-3 nationalen Leuchtturmprojekten mit kritischer Masse kann zur Bündelung und Verstärkung der vorhandenen Kompetenzen in Österreichs Forschungseinrichtungen führen sowie die Verstärkung der F&E-Kooperation mit den relevanten nationalen Industrieunternehmen forcieren, um eine internationale Positionierung Österreichs in diesem Hightech-Sektor nachhaltig sicherzustellen. Dabei sollen vor allem die Interoperabilität neuer Funktechniken, ihre Performance und die Systemrealisierbarkeit untersucht werden. Dadurch werden nachhaltige Industrieaktivitäten in diesem komplexen neuen Technologiebereich in Österreich wesentlich unterstützt. Ansätze sind: drahtlose Fabrik der Zukunft, vernetztes automatisiertes Fahren, Smarte Energiesysteme etc.

#### Zeitplan:

1. Ausschreibung Leuchtturmprojekt Q3 2019
2. Ausschreibung Testbeds Q4 2019
3. Vergabe bzw. Umsetzung ab Q1 2020

## Frequenzplanung mit Weitblick

Nationales Frequenzressourcenmanagement mit einer nachhaltigen Industrie- und Infrastrukturstandortentwicklungsperspektive: Zukünftige Frequenzpläne sollten entsprechend den disruptiven Markteffekten von 5G auch neue Stakeholder, unabhängig von den existierenden Netzbetreiber-geschäftsmodellen, unterstützen, z. B. lokale Systemanbieter/Dienstleister für Campus-Lösungen, Steuerungssysteme von kritischen Infrastrukturen etc.

### Zeitplan:

1. Abklärung der konkreten Bedürfnisse bzw. Vorgehensweise Q2 2019
2. Änderung bzw. Anpassung der Frequenznutzungsverordnung unter Berücksichtigung von Frequenzblöcken für professionelle Nutzung (analog Deutschland) Q3 2019
3. Vergabe der Frequenzen Q2 2020

## Datenplattformen schaffen

Etablierung sogenannter „Trusted-Third-Party-Datenplattformen“, über die ein kollaboratives Bearbeiten, Analysieren oder Interpretieren verfügbarer Daten ermöglicht wird. Um die Datensicherheit und Datenhoheit zu gewährleisten, sollten bei diesen „Cloud-Lösungen“ alle Daten in Österreich oder zumindest in Europa verbleiben. Dies ermöglicht auch neue Geschäftsmodelle für kleinere, innereuropäische Cloud-Provider.

### Zeitplan:

1. Analyse des Marktes in Österreich und Europa (Bedarfsanalyse in Verbindung mit Künstliche Intelligenz, IoT und 5G ) Q3 2019
2. Rahmenbedingungen für „Trusted Data-Plattformen“ schaffen (z.B. öffentliche Hand verlangt europäischen Datenhalter) Q4 2019
3. Startup Förderungen und Anschubfinanzierung für Unternehmen zur Verfügung stellen Q2 2020

## Fokus auf konkrete F&E-Fragestellungen

Nationale Technologiefokussierung der F&E-Aktivitäten auf z. B. kritische Infrastrukturen, Steuerungsanwendungen, automotive Zulieferindustrie, Interoperabilität/Koexistenz/Kompatibilität und verbesserte Fertigungstechnologien.

### Zeitplan:

1. Berücksichtigung in Ausschreibungen der Leuchtturmprojekte und Testbeds
2. Weiterentwicklung der und Implementierung in die nationalen Forschungsprogramme Q3 2019

## 5G-Expertenplattform einrichten

Zur Vernetzung über die gesamte Wertschöpfungskette besteht der Bedarf an einer Expertenplattform, um über Kooperationen zu diskutieren und diese anzubahnen, Forschungsthemen zu besprechen und zu gestalten, aber auch um einen Raum zu bieten, um technische Diskussionen, wie z. B. zur Koordinierung von Standardisierungsbemühungen, zu führen.

### Zeitplan:

1. Einrichtung und Planung der Plattform als Schulterchluss des BMVIT mit der forschenden und entwickelnden Industrie und F&E Einrichtungen Q3 2019
2. Konstituierende Sitzung Q4 2019
3. Erster Bericht Q2 2020

# Executive Summary – English

**Introduction - 5G at a Glance:** The development of the 5G standard is motivated by three key trends: (1) the growth of data volume of approximately 60% per year, (2) the need to interconnect sensors with energy efficient communication systems, and (3) the need to provide reliable wireless control systems in cities as well as in vast geographical areas. These wireless control systems can be the backbone of industrial production environments (new highly reliable campus wireless systems) as well as a network for automated road and rail vehicles and an important communication platform for critical infrastructures.

5G networks will enable highly reliable communication between machines for the first time. Previous radio systems such as GSM, UMTS, and LTE have, above all, covered the needs of the human user. 5G constitutes an integrated mobile and network technology that links physical items (terminals, sensors, actuators) to each other and to the Internet via radio waves. This creates a completely new so-called **cyber-physical ecosystem**.

In order to make Austria a pioneer country in terms of 5G, the Association of Electrical and Electronics Industry (FEEI) has used the knowledge of various expert groups, to develop tangible requirements, needs and ideas as well as recommendations for (state) measures, to ensure the greatest possible added value through 5G. This study is to be understood as an addition to the „5G Strategy“, which has been prepared by the BMVIT in the year 2018, which mainly deals with the rapid deployment and roll out of the data network.

In addition to identifying the most promising areas of strength, the consulted 250 experts also examined the framework that the surveyed stakeholder groups mentioned as being particularly important for the successful implementation of 5G.

The most important prerequisites (in addition to the five recommendations) for the effective use of 5G technology in Austria and the support of modern applications were:

- Expansion of an area-wide fiber-optic network up to the antenna sites (for a nationwide coverage, more antenna sites are also to be expected)
- Possibility to trade data under defined access conditions (taking into account data protection) on a data market
- Enabling quality classes - only then can 5G network slices be realized for the different use cases
- A high degree of standardization must be achieved in order to offer solutions worldwide

- Achieving an energy-efficient 5G implementation: There is a need for research into energy-efficient solutions and methods for the radio system and the core network in order to achieve an increase in data rates of 10 to 100 times
- Ensuring that control systems remain under national control
- Development of new manufacturing technologies for the highest possible integration of radio technology in ICs and small components

## Recommendations

The conducted survey resulted in the following concrete implementation proposals with a focus on research, technology and innovation, in order to generate added value in Austria in connection with 5G and to turn Austria into a 5G pioneer country.

### Lighthouse projects and testbeds

The implementation of 1-3 national flagship projects with critical mass, can lead to the bundling and strengthening of the existing competences in Austrian research institutions, as well as to intensify the R & D cooperation with the relevant national industrial companies in order to ensure a lasting international positioning of Austria in this high-tech sector. In particular, the interoperability of wireless technologies, their performance, dependability and system feasibility will be investigated. This will significantly support sustainable industrial activities in this complex new technology area in Austria. Approaches are: wireless factory of the future, networked automated driving, smart energy systems, etc.

### Schedule:

1. Tender Lighthouse project Q3 2019
2. Tender Testbeds Q4 2019
3. Allocation or implementation Q1 2020

## Frequency planning with vision

National Frequency Resource Management with a sustainable perspective on industry and infrastructure development: Future frequency plans should also support new stakeholders, regardless of existing network operator business models, in line with the disruptive market effects of 5G; e.g. local system providers / service providers for campus solutions; Control systems of critical infrastructures, etc.

### Schedule:

1. Clarification of concrete needs and procedures Q2 2019
2. Modification or adaptation of the Frequency Usage Ordinance (FNV 2013) taking into account frequency blocks for professional use (analogous to Germany) Q3 2019
3. Allocation of frequencies Q2 2020

## Creation of data platforms

So-called „Trusted Third Party Data Platforms“ should be established, through which a collaborative processing, analysis or interpretation of available data is made possible. To ensure data security and data sovereignty, all data in these „cloud solutions“ should remain in Austria or at least in Europe. This will also enable new business models for smaller, intra-European cloud providers.

### Schedule:

1. Analysis of the Market in Austria and Europe (analysis in connection with Artificial Intelligence, IoT and 5G) Q3 2019
2. Create a framework for trusted data platforms (for example, public authorities require European data holders) Q4 2019
3. Provide Startup promotions and seed funding for Enterprises Q2 2020

## Focus on concrete R & D issues

Pursuance of a national technology focus of R & D activities on research fields such as critical infrastructures, control applications, automotive supply industry, interoperability / coexistence / compatibility and improved manufacturing technologies, will be paramount.

### Schedule:

1. Consideration in tenders of lighthouse projects and testbeds
2. Further development and implementation in national research programs Q3 2019

## Set up of a 5G expert platform

There is a need for the creation of an expert platform across the entire value chain, to discuss and initiate cooperation, to discuss and design research topics, as well as to provide a space to discuss technical challenges, such as the coordination of standardization efforts.

### Schedule:

1. Set-up and planning of the platform as a cooperation between BMVIT, the researching and developing industry and R&D institutions Q3 2019
2. Constituent Meeting Q4 2019
3. First report Q2 2020

# 1 Einleitung

Da der globale mobile Datenverkehr bis Ende 2024 voraussichtlich um das Siebenfache wachsen wird,<sup>02</sup> besteht Bedarf an einer effizienteren Technologie- und Frequenznutzung sowie höheren Datenraten. Neue Anwendungen wie 4K/8K-Video-Streaming, Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) sowie neue industrielle Anwendungsfälle wie Industrie 4.0 und automatisches Fahren erfordern eine höhere Bandbreite, eine größere Kapazität, Zuverlässigkeit und Sicherheit sowie geringe Latenzzeiten.

Aufbauend auf der 5G-Strategie des Bundes<sup>03</sup> sollen hier Empfehlungen zur Umsetzung präsentiert werden, die eine sinnvolle Entwicklung und Nutzung der 5G-Technologien in Österreich sicherstellen sollen. Vor allem Rahmenbedingungen, die Wertschöpfungspotenziale ergeben, sollen aufgezeigt werden. Es gilt, eine Evaluierung des disruptiven Potenzials verschiedener 5G-Use-Cases (technologisch und wirtschaftlich) durchzuführen und Österreich als Technologievorreiter für 5G zu positionieren.

5G wird einen wesentlichen Teil dazu beitragen, eine flächendeckende Verfügbarkeit von Breitbandinternet zu garantieren. Aber vor allem wird die Technologie ein wichtiges Werkzeug sein, das Österreichs Wirtschaft als essenzielle Basis für die Entwicklung neuer Technologien, Applikationen und Services braucht.

Österreich hat viele **technologische Stärkefelder**, bei denen 5G implementiert werden könnte, wie z. B. **automatisches Fahren, smarte Energiesysteme, Industrie 4.0, E-Health** und **digitalisierte Verkehrssysteme**. Eine Vielzahl an österreichischen Unternehmen ist in den genannten Stärkefeldern international erfolgreich und würde von einer gezielten Schwerpunktsetzung der Innovationspolitik profitieren.

Frühere Mobilfunkgenerationen orientierten sich hauptsächlich an den Anforderungen der Konsumenten wie Sprachtelefonie und SMS in 2G, Web-Browsing in 3G und Video-Streaming und höheren Geschwindigkeiten in 4G. Der Übergang von 4G zu 5G muss sowohl Endverbrauchern als auch verschiedenen Industrien zugutekommen, wofür entsprechende Rahmenbedingungen zu gestalten sind.

5G ist eine integrierte Mobilfunk- und Netztechnologie, die über Funk – also in bestimmten Frequenzbereichen – physische Gegenstände (Endgeräte, Sensoren, Aktuatoren) miteinander und mit dem Internet vernetzt. Hierdurch entsteht ein sogenanntes **cyberphysisches Ökosystem**.

<sup>02</sup> Ericsson Mobility Report November 2018, <https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2018/ericsson-mobility-report-november-2018.pdf>.

<sup>03</sup> <http://www.bmvit.gv.at/5G>.

## 1.1 Zur Datenübertragung bzw. Kommunikation eingesetzte Technologien

Derzeit sind bereits viele verschiedene Drahtlostechnologien in industriellen und privaten Anwendungen im Einsatz. Ab dem Jahr 2020 wird die 5G-Technologie dazukommen.<sup>04</sup>

5G baut zwar im Sinne einer schrittweisen Technologieevolution auf seine Vorgänger wie GSM, UMTS und LTE auf, hat aber die Möglichkeiten, zahlreiche Kommunikationsformen (Sprachdaten-, Videodaten-, Virtual-Reality-Daten-, Unternehmensdaten-, Verkehrsdaten-netze etc.) zu integrieren.<sup>05</sup>

Trotzdem ist davon auszugehen, dass nicht jedes existierende Netzwerk bzw. jede Technologie, die derzeit zur drahtlosen Übertragung verwendet wird, von 5G ersetzt wird.

Es wird eher erwartet, dass es zu einer Segmentierung bzw. Marktkonsolidierung kommen wird. Eine Reduktion von Kommunikationstechnologien wird zu einer Steigerung der Interoperabilität sowie zu einem Rückgang von technischen Problemen führen. In einigen Bereichen, wie z. B. dem Straßenverkehrsbereich, wird sich 5G, um Verkehrssicherheit zu gewährleisten, in ein existierendes Kommunikationsumfeld einfügen und interoperabel sein müssen.

Folgende Technologien werden unter anderem bereits zur drahtlosen Datenübertragung bzw. Kommunikation großflächig genutzt:

- WLAN
  - IEEE-Protokoll .811p (spezifiziert in ETSI ITS-G5)
  - IEEE-Protokoll 802.11p
- Mobile Datendienste (z. B. 2G/GSM, 3G/UMTS, 4G/LTE)
- Richtfunk
- C-ITS
- GSM-R
- LoRaWAN
- TETRA

<sup>04</sup> Der Abschluss der internationalen 5G-Standardisierung von Rel-16 ist Ende 2019 zu erwarten, vgl. [www.3gpp.org/release-16](http://www.3gpp.org/release-16).

<sup>05</sup> Schinagl, Wolfgang: Globale Megatrends und regionale Auswirkungen, Wirtschaftspolitische Blätter, Wirtschaftskammer Steiermark, 2018.

### ITS-G5 – Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS)

C-ITS steht für kooperative intelligente Transportsysteme, gemeint ist damit die Kommunikation zwischen Fahrzeugen sowie zwischen diesen und der Straßeninfrastruktur. Es handelt sich um ein drahtloses System für die Kommunikation im Nahbereich, das auf einem amerikanischen WLAN-Standard beruht. Das Kommunikationssystem wird auch als V2X bezeichnet, wobei „V“ ein Fahrzeug ist und „X“ für andere Fahrzeuge, straßenseitige Infrastruktur oder intelligente Geräte stehen kann. In der EU heißt die einzige kommerziell erhältliche Kurzstrecken-V2X-Technologie ITS-G5; diese basiert auf dem Standard IEEE 802.11 (gelegentlich mit dem Markennamen WiFi bezeichnet) und ist in Europa als ETSI EN 302 663 standardisiert.

Es ist wichtig, dass der Einsatz von 5G im Straßenverkehrsbereich komplementär und zusätzlich im Verkehrssicherheitsbereich interoperabel zu existierenden Systemen, wie beispielsweise ITS-G5, verläuft. Dieses Thema betrifft vor allem die Kommunikation im Bereich mit geringer Reichweite. Hier laufen bereits Mautsysteme im 5,8-GHz-Band und intelligente Verkehrssicherheitsanwendungen im 5,9-GHz-Frequenzband. Innerhalb dieses Bandes sind vor allem die bei ETSI bereits unter dem Standardisierungsmandat M/453 standardisierten Technologien und die ITS-Richtlinie zu beachten.

## 1.2 Überschneidungen zwischen den Technologien

Die Technologien 5G, Internet of Things (IoT), Big Data und Artificial Intelligence (AI) hängen sehr stark zusammen und spielen im Rahmen der Digitalisierung eine wichtige Rolle. Sie ergänzen sich wechselseitig und können gemeinsam einen Mehrwert schaffen.

Das IoT produziert große Datenmengen aufgrund der vielen Einzelnachrichten von Sensoren oder beispielsweise Drohnen und dient daher als Datenquelle. Um mit diesen großen Datenmengen zukünftig entsprechend umzugehen, wird Big Data zum Datenmanagement eingesetzt. AI wird wiederum bei der Auswertung und Analyse von Daten bzw. zur Entscheidungsfindung eingesetzt. 4G und 5G sind hier die Trägerdienste, die Daten z. B. zwischen Sensoren und selbstfahrenden Autos transportieren. Dies erfolgt im Echtzeitbetrieb mit entsprechenden Funktionen aus den Bereichen Security, Robustheit und Reaktionszeit.

Für das Management dieser Datenmengen sind außerdem Hochleistungscomputer, Cloud und Edge Computing notwendig. In 5G werden diese Konzepte genutzt, um Anforderungen wie rasches Konfigurieren und niedrige Latenzzeiten zu erfüllen.

Die Kombination dieser Technologien erzeugt Potenziale in den Bereichen Medizin, Industrialisierung, Verwaltung und Handel, Verkehr, Bankwesen, Gewerbe und Handwerk, Informatik oder Tourismus.<sup>06</sup>

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass 5G eine sehr wichtige Kommunikationslösung für das IoT ist. Es ermöglicht Anwendungen, die große Datenmengen generieren, mit Big-Data-Methoden von verteilten Sensoren Informationen auszulesen, wobei unter anderem auch AI als Schlüsseltechnologie zur Anwendung kommt.

Entsprechende Synergien werden jedoch nur dann entstehen, wenn zukünftig entsprechende Anwendungsmöglichkeiten es erfordern. In vielen Bereichen können Anwendungen auch mit bestehenden Funktechnologien (Mobilfunk, WLAN, ITS-G5 etc.) realisiert werden. Alternativ vorhandene Technologien werden in Kapitel 1.1 aufgezählt.

<sup>06</sup> Schinagl, Wolfgang: Globale Megatrends und regionale Auswirkungen, Wirtschaftspolitische Blätter, Wirtschaftskammer Steiermark, 2018.

## 1.3 Projektbeschreibung

Die vorgestellten Empfehlungen sollen dabei helfen, Stärkefelder österreichischer Stakeholder im Bereich 5G zu identifizieren. Es soll der Fokus auf chancenreiche Stärkefelder und die Implementierung von F&E, Demonstratoren und Piloten gesetzt werden. So kann für Unternehmen, die in Österreich spezifische Potenziale bei 5G haben oder auch im konzerninternen Wettbewerb „5G-Arbeitsplätze“ nach Österreich ziehen könnten, ein standortpolitischer Vorteil geschaffen werden. Ziel ist, mit verschiedenen staatlichen Maßnahmen die Basis für größtmögliche Wertschöpfung in Österreich durch 5G zu legen.

In der Konzeption wurde besonders darauf geachtet, einen kohärenten Plan für die Empfehlungen zu erstellen. Dazu wurden mehrere Stakeholdergruppen bzw. Experten eingebunden, die in einem iterativen Prozess gemeinsam die Schwerpunkte definierten und halfen, die Forschungs- und Entwicklungslandschaft Österreichs besser zu verstehen.

Unter der Projektleitung des Fachverbands der Elektro- und Elektronikindustrie (FEEI) wurde das Wissen verschiedener Expertengruppen für die Erarbeitung genutzt. Um konkrete Anforderungen, Bedürfnisse und Ideen möglichst breit abzudecken, wurden als Expertengruppen Technologieplattformen bzw. Verbände ausgesucht, die ihrerseits als Multiplikatoren gegenüber ihren Mitgliedsfirmen aufgetreten sind.

Zusätzlich wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber ausgewiesene Experten als Einzelpersonen eingebunden. Insgesamt wurden mehr als 250 Fragebögen an Experten und Expertengruppen versandt. Die zurückgemeldeten Ergebnisse wurden vom FEEI gesichtet und zu diesem Umsetzungsplan zusammengeführt.

Folgende Expertengruppen gaben Feedback für die Erstellung dieses Umsetzungsplans:

- Plattform Industrie 4.0
- AAL Austria
- ALP.Lab
- Technologieplattform Smart Grids Austria
- Forum Mobilkommunikation
- Technologieplattform ECSEL-Austria
- Verband der Bahnindustrie
- AIT
- GMAR
- Data Market Austria
- Salzburg Research
- Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie
- Fachverband Metalltechnische Industrie
- Fachverband Telekommunikations- und Rundfunkunternehmen
- Kompetenzzentrum Autonomes Fahren Österreich Ost
- IoT Austria
- JKU Linz
- Silicon Austria Labs GmbH
- Bundesländer Steiermark und Salzburg

Insgesamt wurden vom FEEI 30 Fragebögen ausgewertet. Die Antworten waren teils sehr umfangreich und kamen von den relevanten Expertengruppen. Daher ist davon auszugehen, dass es gelungen ist, einen guten Querschnitt der Thematik und der betroffenen Stakeholdergruppen zu erfassen.

Nach der Betrachtung der Wertschöpfungskette wurden potenzielle Anwendungsfelder von 5G und bereits existierende Stärkefelder österreichischer Unternehmen im Zusammenhang mit 5G dargestellt.

Des Weiteren wurden die Rahmenbedingungen untersucht, die die befragten Stakeholdergruppen als besonders wichtig für eine erfolgreiche Umsetzung von 5G genannt haben.

Auf Basis aller Rückmeldungen hat der FEEI die fünf wesentlichen Empfehlungen an den Auftraggeber Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie formuliert.

# 2 5G in Österreich: Forschung, Industrie und Wirtschaft

## 2.1 Wertschöpfungskette und Stakeholder – Stärkefelder Österreichs

Die Stärkefelder der österreichischen Wirtschaft liegen in der Herstellung von Vorprodukten und Maschinen für breite Anwendungsgebiete, so z. B. in der automotiven Zulieferindustrie.

### 2.1.1 Sektor 5G

Im 5G-Bereich gibt es einige Komponentenhersteller, die international erfolgreich sind. Diese forschen, entwickeln und produzieren in Österreich.

Daneben sind einige internationale Anbieter von Mobilgeräten, Netzwerklösungen oder Telekommunikationsinfrastruktur am österreichischen Markt aktiv, die sich vereinzelt auch durch hohes technisches Engagement auszeichnen.

Bei den Infrastrukturbetreibern gibt es ein großes Interesse und Engagement der drei großen Mobilfunkbetreiber. Im Fokus stehen das Angebot hoher Bandbreiten und die Zurverfügungstellung neuer IoT-basierter Services.

Bei anderen Infrastrukturbetreibern (wie z. B. in den Bereichen Energie oder Mobilität) herrscht ein gutes technisches Know-how, sie nehmen 5G als optionale Kommunikationstechnologie wahr – einerseits, um sich als Anbieter von Telekommunikations-Services zu positionieren, andererseits, um 5G als Technologie zur Steuerung ihrer Betriebseinrichtungen zu verwenden.

### 2.1.2 Produzierender Bereich: Beschreibung (Status quo / Zustand) der Sektoren

#### 2.1.2.1 Industrie

Österreich hat ca. 5.500<sup>07</sup> Unternehmen im produzierenden Bereich, von denen viele KMUs sind. Über die vernetzten Zulieferstrukturen können die Wertschöpfungsketten in Österreich breit abgedeckt werden: von der Komponente über die Steuerung bis hin zur Maschine oder zur industriellen Anlage. Dies gilt besonders für den Sektor Herstellung von Maschinen. Die Industrie ist ein eindeutiges Stärkefeld des heimischen Wirtschaftsstandorts. Jedoch ist das Bewusstsein für 5G und Kommunikationstechnik nur im Einzelfall bereits gegeben, in der breiten Wahrnehmung ist es noch ausbaufähig.

#### 2.1.2.2 Automotive/Mobilität

In der Zulieferindustrie des Bereichs Automotive, aber auch bei der Bahntechnik ist Österreich sehr gut positioniert. Auch wenn in Österreich formell keine Kraftfahrzeuge hergestellt werden, ist die Wertschöpfungskette von Forschung und Entwicklung, Design, den Subsystemen über Messtechnik für Fahrzeuge und Infrastrukturen bis hin zum Fahrzeughersteller gut abgedeckt. Hierzu trägt im Wesentlichen das große System-Know-how bei.

Staatliche Infrastrukturbetreiber wie ASFINAG, ÖBB oder die Schifffahrt signalisierten in Vorgesprächen Interesse an der Zusammenarbeit im Bereich 5G.

#### 2.1.2.3 Sektor Energie

In diesem Sektor gibt es international konkurrenzfähige Hersteller von Komponenten in den Bereichen Energieeffizienz oder Leistungselektronik, Subsysteme (beispielsweise einzelne Steuerungen oder Schalter) bis zu Energienetzsteuerungen (unter anderem Smart Grids). 5G ist hier eine mögliche zukünftige Kommunikationstechnologie, in die Steuerungen von Energiesystemen technologisch implementiert werden könnten. Hier entsteht die Chance für eine Early-Adopter-Rolle von Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Voraussetzung ist das Setzen von geeigneten rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die gute Zusammenarbeit mit Energieversorgern und deren Kunden.

Infrastrukturbetreiber im Bereich Energie nehmen 5G als optionale Möglichkeit für die Steuerung der Energiesysteme wahr. Außerdem weisen sie ein gutes technisches Know-how auf.

<sup>07</sup> Quelle: Statistik Austria, Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich 2017.

### 2.1.2.4 Querschnittssektoren

5G steht für Wechselwirkungen mit verschiedenen Anwendungsfeldern wie Internet of Things (IoT), Big Data und Artificial Intelligence (AI).

Die Erhebungen zeigten, dass die Kommunikationstechnologie 5G, um breitere Anwendung zu finden, einen sehr hohen Bedarf an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit hat. Das Querschnittsthema „Sicherheit“ im Sinne von „Security“, „Reliability“, „Availability“ ist besonders erwähnenswert, da Österreich hier ebenfalls über zahlreiche Akteure (von F&E über produzierende Unternehmen bis zu Dienstleistern) verfügt. Des Weiteren wird für die jeweilige Anwendung (Industrie 4.0, Mobilität, Energie etc.) spezifisches technologisches Know-how benötigt, das in Österreich zur Verfügung steht.

Abbildung 1 zeigt eine Abschätzung des Potenzials, auf Basis des 5G-Ausbaus und von 5G-Technologien Wertschöpfung in Österreich zu generieren.

Basis ist die Verfügbarkeit von 5G-Technologien. Hier können österreichische Komponentenhersteller aktiv werden. Die Erbringung der klassischen Telekommunikationsdienste wird im Wesentlichen durch die drei großen Mobilfunkbetreiber in Österreich umgesetzt.

Großes Potenzial besteht in der applikationsspezifischen Entwicklung von Technologien (Hardware, Software, Dienstleistungen), die auf den 5G-Standards basieren und die hohe Wertschöpfungsdichte Österreichs in den Bereichen Industrie, Mobilität und Energie nutzen.

Security ist als Querschnittsmaterie für alle Sektoren von (unterschiedlicher) Bedeutung (siehe auch Abbildung 5).

#### WERTSCHÖPFUNG 5G IN ÖSTERREICH

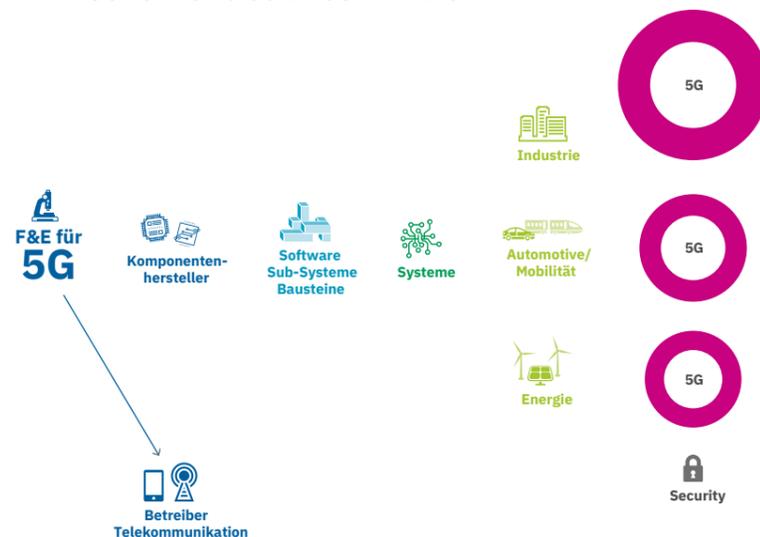


Abbildung 1: Wertschöpfung durch 5G in Österreich (Quelle: FEEI)

### BETRIEBE UND BESCHÄFTIGTE IM PRODUZIERENDEN BEREICH

Konjunkturstatistik <sup>1</sup> - nach der Europäischen Aktivitätsklassifizierung NACE

NACE 2	NACE-Abteilung	Betriebe 2018 Anzahl	Beschäftigte		
			2017 Anzahl	2018 Anzahl	Veränd. 18/17 %
8	Gewinnung v. Steinen u. Erden; sonst. Bergbau	160	4.483	4.701	4,9
10	Hst.v. Nahrungs- u. Futtermitteln	736	57.768	59.100	2,3
11	Getränkeherstellung	93	8.179	8.137	- 0,5
13	Hst. v. Textilien	102	6.794	6.753	- 0,6
14	Hst. v. Bekleidung	53	3.293	3.167	- 3,8
15	Hst. v. Leder, Lederwaren und Schuhen	19	3.433	3.362	- 2,1
16	Hst. v. Holz-, Flecht-, Korb-, Korkwaren	492	26.929	27.763	3,1
17	Hst. v. Papier, Pappe und Waren daraus	89	16.641	16.599	- 0,3
18	Hst. v. Druckerzeugn., Vervielf. v. Ton-, Bild-, Datenträg.	183	8.711	8.582	- 1,5
20	Hst. v. chemischen Erzeugnissen	136	16.248	16.743	3,0
21	Hst. v. pharmazeutischen Erzeugnissen	43	15.299	15.865	3,7
22	Hst. v. Gummi- und Kunststoffwaren	237	28.054	28.659	2,2
23	Hst. v. Glas, Glasw., Keramik, Verarb. v. Steinen, Erden	445	27.714	27.851	0,5
24	Metallerzeugung u. -bearbeitung	100	36.487	37.638	3,2
25	Hst. v. Metallerzeugnissen	974	66.621	69.514	4,3
26	Hst. v. Datenverarb.geräten, elektr. u opt. Erzeugnisse	125	22.340	23.558	5,5
27	Hst. v. elektrischen Anlagen	176	41.587	43.809	5,3
28	Maschinenbau	495	76.857	79.903	4,0
29	Hst. v. Kraftwagen u. Kraftwagenteilen	99	33.161	37.614	13,4
30	Sonstiger Fahrzeugbau	30	7.452	9.150	22,8
31	Hst. v. Möbel	344	16.411	16.644	1,4
32	Hst. v. sonstigen Waren	151	12.013	12.271	2,1
33	Reparatur u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	324	25.270	23.885	- 5,5
D	Energieversorgung	369	23.934	24.072	0,6
E	Wasserversorgung & Abfallwirtschaft	497	16.789	17.354	3,4
41	Hochbau	1.394	57.378	59.923	4,4
42	Tiefbau	493	25.164	26.371	4,8
43	Baustellen- u. Abbrucharbeiten, Bauinstallationen	2.496	93.180	97.353	4,5
10-37	Bergbau und Herstellung v. Waren (B+C)	5.615	564.270	584.037	3,5
10-45	Produzierender Bereich insgesamt (B-F)	10.864	780.714	809.111	3,6

<sup>1</sup> Ergebnisse der 1995 eingeführten europäischen Konjunkturstatistik im Produzierenden Bereich, die auf einer Konzentrationsstichprobe beruht und mind. 90 % der Produktion erfasst (siehe Erläuterungen auf Seite 4); vorläufige Ergebnisse 2018

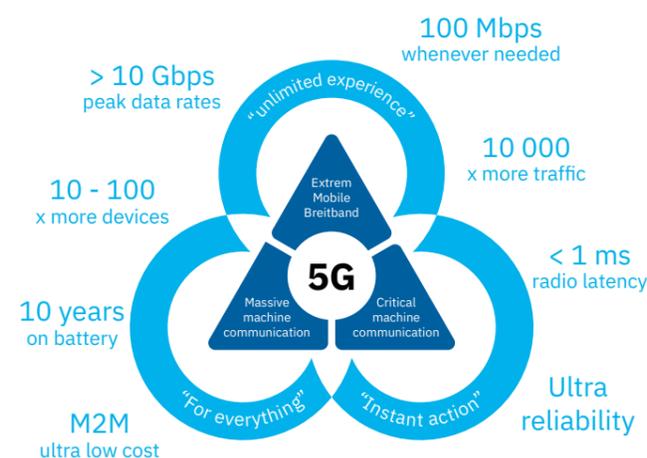
Quelle: STATISTIK AUSTRIA, Konjunkturstatistik im Produzierenden Bereich

Abbildung 2: Betriebe und Beschäftigte im produzierenden Bereich (Quelle: Statistik Austria, Darstellung: WKO 2018)

## 2.2 5G: Klassischer Ausbau

5G ist die erste Technologie, die nicht mehr hauptsächlich den Menschen mit dem Smartphone für eine Mensch-zu-Mensch-Kommunikation im Fokus hat, sondern die Dinge rundherum: Maschinen, automatische und autonome Fahrzeuge, intelligente Straßenschilder, Parkplätze, Häuser, Einrichtungsgegenstände, winzige medizinische Geräte am und im Körper, Modeartikel, Multimediageräte, Fernseher, Roboter, Virtual-Reality-Brillen, Drohnen, industrielle Fertigungseinheiten etc.

Um diese Geräte in Echtzeit steuern zu können, benötigt man hohe Datenübertragungsraten in beide Richtungen, eine extrem kurze Latenzzeit und eine hohe Zuverlässigkeit. Die Latenzzeit ist die zeitliche Verzögerung vom Absenden bis zum Eintreffen einer Information. In 5G-Netzen kann bei entsprechend dichtem Ausbau der Sendestationen per definitionem eine Latenzzeit bis zu einer Millisekunde erreicht werden.<sup>08</sup> Niedrige Latenzzeiten können auch heute schon durch Mikrowellentechnologien erreicht werden. Hier eröffnet 5G Synergiepotenzial.



Die für 5G-Netze vorgesehenen Anwendungsfelder haben gegenüber heutigen Mobilfunklösungen sehr unterschiedliche technische Anforderungen, die nur in unterschiedlichen Frequenzbereichen adressiert werden können.

Quelle: Auf Basis von <https://networks.nokia.com/5g/get-ready>  
Abbildung 3: Einsatzbereiche von 5G

- Der Anwendungsfall Enhanced Mobile Broadband (eMBB) erfordert einen sehr hohen Datendurchsatz sowie kurze Latenzzeiten und ist vor allem in Bereichen hoher Teilnehmerdichte relevant.
- Der Anwendungsfall Massive Machine-Type Communication (mMTC) erfordert neben einer sehr hohen Flächenverfügbarkeit sehr geringe Kosten je Endgerät sowie einen sehr niedrigen Energieverbrauch und ist im Bereich von Sensoren relevant, wo hohe Datenraten und geringe Latenzzeiten nicht erforderlich sind.
- Der Anwendungsfall Ultra-Reliable Low-Latency Communication (URLLC) hingegen benötigt hohe Verfügbarkeit bei sehr geringen Latenzzeiten und ist in den Bereichen autonomes Fahren, Bahn, Industrieautomatisierung sowie Smart Grids relevant.

<sup>08</sup> Schinagl, Wolfgang: Globale Megatrends und regionale Auswirkungen, Wirtschaftspolitische Blätter, Wirtschaftskammer Steiermark, 2018.

Um diese Herausforderungen zu meistern, müssen die bestehenden Mobilfunknetze ausgebaut werden. Die Anzahl der Sendestandorte muss dazu erhöht werden. Um das volle Potenzial von 5G nutzen zu können, sind alle Standorte mit Glasfaser anzuschließen.

Ebenso wird es einen Bedarf nach zusätzlichen Sendefrequenzen geben. Da in den hohen Frequenzbereichen, die zusätzlich für 5G genutzt werden sollen, das Ausbreitungsverhalten elektromagnetischer Wellen nicht mehr für die Versorgung größerer Gebiete geeignet ist, werden moderne Mobilfunknetze aus einer Mischung aus Makrostandorten und ergänzenden Mikrostandorten bestehen.

Während Makrostandorte (z. B. auf Dächern oder Masten) für die Versorgung einer größeren Fläche vorgesehen sind, decken Mikrostandorte höheren oder spezialisierten Kapazitätsbedarf lokal ab und ermöglichen somit auch die notwendigen kurzen Latenzzeiten.



Quelle: FMK – Forum Mobilkommunikation  
Abbildung 4: 5G-Netz der Zukunft

Sogenannte Small Cells werden mit sehr kleinen Sendeleistungen, die mit heutigen WLAN-Antennen vergleichbar sind, nur kleine Gebiete abdecken und somit innerstädtisch nur sehr wenige hundert Meter versorgen. Dies bedeutet, dass sie hauptsächlich zur Versorgung von Hotspots mit großem Datenaufkommen wie in Bürogebäuden, Einkaufszentren oder Verkehrsknotenpunkten eingesetzt werden.

Die befragten Experten und Expertengruppen haben sich über potenzielle Anwendungen, die sich diese Eigenschaften von 5G-Netzen zunutze machen, bereits Gedanken gemacht und sehr viele Beispiele genannt. Nicht alle diese Anwendungen können in Österreich entwickelt bzw. hergestellt werden. Aber es zeigt sich, dass das Bedürfnis danach bereits jetzt besteht.

## 2.3 Spezifische neue Anwendungen auf Basis von 5G

Die Einführung von potenziellen 5G-Anwendungen in Österreich ist vermutlich nur mehr eine Frage der Zeit. Potenzielle Einsatzfelder (noch nicht die Stärkefelder Österreichs) sind:

### Verkehr/Infrastruktur

Sowohl im Verkehr als auch bei der dazugehörenden Infrastruktur bzw. der Infrastruktur unserer Wohnräume ist das Potenzial für den Einsatz von 5G-getriebenen bzw. durch 5G ermöglichten Anwendungen sehr groß. Beispiele dafür sind:

#### Smart City, Smart Country

Smart City ist ein Sammelbegriff für gesamtheitliche Entwicklungskonzepte, die darauf abzielen, Städte effizienter, technologisch fortschrittlicher, grüner und sozial inklusiver zu gestalten. Im konkreten Fall handelt es sich um den Einsatz von 5G zur Erreichung bzw. Ermöglichung dieser Konzepte mithilfe der Kommunikationslösungen.

#### Smart Home

Die Automatisierung von Gebäuden und Privathaushalten verspricht verbesserten Komfort und Energieeinsparungen. Künftig werden Haushalte mehrere verbundene Geräte („Connected Devices“) haben. 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.

#### Smart Grids

Das elektrische Energieversorgungsnetz muss sicher und zuverlässig betrieben werden. Intelligente Energienetze werden dabei durch die zunehmende Anzahl dezentraler Anlagen mit steigendem Vernetzungsgrad bestimmt. Das Datenaufkommen steigt besonders stark durch Verbrauchs- und Einspeiseüberwachungen sowie durch die Kommunikation zwischen zahlreichen Marktakteuren. Die 5G-Kommunikationstechnologie bietet mögliche Optionen zur Lösung der anstehenden Herausforderungen durch die Energiewende im Netzbetrieb, beispielsweise durch zugeschnittene Netzressourcen, die einer regionalen Energienetzstruktur folgen.<sup>09</sup>

<sup>09</sup> Bitkom e. V., 5G-Anwendermodelle für industrielle Kommunikation, Ergebnisdokument der Fokusgruppe 5G.

- Energiesicherheit, Überwachung
- Automatisiertes und autonomes Fahren (inkl. V2V, V2X)
- Bahnhöfe
- Verkehrsleitsysteme
- C-Roads (AustriaTech)
- ONE SEA

### Digitale Fabrik / Industrie 4.0

Hierbei geht es um die Anwendung von 5G in der Produktion und im Zuge des Lebenszyklus gewisser Produkte.

Zukünftige intelligente Fabriken wandeln sich von einer statischen und sequenziellen Produktion zu zeitlich und räumlich flexibel und modular aufgebauten Produktionssystemen. Dazu gehören mehr mobile und vielseitige Produktionsanlagen, die eine moderne, leistungsfähige und effiziente drahtlose Kommunikation sowie Lokalisierungsdienste erfordern. Cyberphysische Produktionssysteme sind auf eine zuverlässige und leistungsfähige digitale Infrastruktur angewiesen, die hohen Kommunikationsanforderungen genügt, damit Menschen, Maschinen, Produkte und alle Arten von anderen Geräten flexibel, sicher und verlässlich miteinander kommunizieren können.<sup>10</sup>

#### Diverse Campus-Lösungen – Steuerung von Produktionsabläufen

Die aktuelle Problematik ergibt sich aus den höheren Anforderungen an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit gegenüber aktuellen WLAN-Lösungen bei gleichzeitig ausgelasteten drahtlosen Übertragungssystemen bzw. -frequenzen wie WLAN und der Notwendigkeit der weiteren Digitalisierung der Fabrik. In der Fabrik selbst wird eine „geschlossene/private“ Campus-Lösung, also ein firmeninternes 5G-Netzwerk, favorisiert. Damit können höhere, eigene Sicherheitsstandards umgesetzt und User-Berechtigungen etc. selbst definiert werden. Von produzierenden Unternehmen wurde Interesse geäußert, dieses Netz selbst zu betreiben. Die Möglichkeit eines Wechsels zwischen Campus-Lösungen und dem öffentlichen 5G-Netz, wie z. B. beim Verlassen des Campus-Geländes mit einem Smartphone, wäre von Vorteil.

#### Vorausschauende Instandhaltung („Predictive Maintenance“)

Hierbei werden Mess- und Produktionsdaten von Maschinen und Anlagen für die Ableitung von Wartungsinformationen verwendet. Ziel ist es, die Maschinen und Anlagen proaktiv zu warten und Störungszeiten zu minimieren.

<sup>10</sup> Bitkom e. V., 5G-Anwendermodelle für industrielle Kommunikation, Ergebnisdokument der Fokusgruppe 5G.

Um verlässliche Vorhersagen für die vorausschauende Wartung zu treffen, ist es nötig, eine große Menge von Daten zu erfassen, zu speichern und zu analysieren. Die erfassten Messwerte und Diagnosedaten werden von den Maschinen über 5G an Servicezentralen oder direkt an die Hersteller übermittelt.

### Autonome Logistik

Fahrerlose Transportsysteme können ohne weitere Aufwände zur Integration in Kunden-netzwerke in bestehende Infrastruktur integriert werden und interagieren mit anderen Transportsystemen, Produktionsmaschinen oder Ladungsträgern über das 5G-Netz.

Arbeitsplätze, die von diesen Systemen bedient werden, können beliebig positioniert werden. Die Ortung dieser Arbeitsplätze erfolgt über das 5G-Netz.

- Telematik-Anwendungen
- Sicherheitstechnologien
- Field Service

### Land-/und Forstwirtschaft 4.0

Es ist wahrscheinlich, dass das Internet of Things (IoT) in der Landwirtschaft zukünftig 5G benötigt, wenn beispielsweise Bilddaten einer Drohne in Echtzeit an den direkt dahinter fahrenden Traktor gesandt werden und dieser samt Anhängengerät nach Verarbeitung (z. B. über Edge Computing) danach handelt (Vegetationsfortschritt der jeweiligen Pflanze, um die Düngung genau zu dosieren; ist die Pflanze Kulturpflanze oder Unkraut/soll gehackt werden oder nicht?). Weitere denkbare Anwendungen sind:

- Autonome Holzerntemaschinen, die in vorgegebenen Gebieten operieren
- Erfassung von Umweltdaten zur Analyse der Auswirkungen des Klimawandels
- Fernerkennung von Naturereignissen, wie z. B. Waldbränden oder Extremwetterereignissen (z. B. Sturm)
- Fernüberwachung von Gebäuden und technischen Gebäudeausstattungen (z. B. Kühlfunktion von Wildbretkammern)

### Sonstige

- Internet für Zuhause mit hohen Datenraten

Dies wird wohl der erste wichtige Use-Case von 5G in der breiten, kommerziellen Anwendung sein.

- Mobile Abfragemöglichkeiten von Diensten der öffentlichen Hand (z. B. Flächenwidmungspläne, verfügbare Gewerbeflächen für Betriebsansiedlungen etc.)
- Umwelttechnologien
- E-Sports
- Diverse E-Health-Applikationen (AAL, Telesurgery u. a.)

Diese Technologien könnten wesentlich dazu beitragen, die Kosten der Gesundheitsversorgung zu senken und die Qualität zu verbessern. Insbesondere M-Health (Mobile Health), also der Einsatz von Mobilfunktechnologien in der Gesundheitsfürsorge, kann durch Überwachung, Feedback und Information zur Verbesserung der Lebensweise beitragen.

Die Anwendungsbereiche von M-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. Langfristig könnten Operationen ermöglicht werden, die durch zusätzliche Spezialisten unterstützt werden, die nur virtuell anwesend sind.

Viele der Anwendungen erfordern allerdings mehr, als heutige Mobilfunksysteme leisten können. Kurze Antwortzeiten, hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit, aber auch eine hohe Dichte von Endgeräten/Sensoren und hohe Bandbreiten für Videoübertragungen sind für M-Health-Anwendungen notwendig.

## 2.4 Stärkefelder Österreichs

Im Gegensatz zu den vorhin angeführten potenziellen Anwendungen handelt es sich hierbei um eine Darstellung dessen, was österreichische Unternehmen auch umsetzen, entwickeln und im Endeffekt auch produzieren können.

Hierbei geht es darum aufzuzeigen, dass österreichische Unternehmen sich bereits jetzt in fokussierten Bereichen intensiv mit dem Einsatz oder der Entwicklung von Anwendungen für bzw. mit 5G auseinandersetzen.

Aus der Fülle der Rückantworten haben sich grob die folgenden vier wesentlichen Stärkefelder herauskristallisiert, in denen österreichische Unternehmen großes Know-how haben:

- Verkehr/Infrastruktur (inkl. Energiesystem)
- Digitale Fabrik / Industrie 4.0
- Sicherheits- und Kommunikationsnetztechnologien
- Komponenten

In diesen Feldern ist das Thema 5G bei den innovativen Unternehmen bereits tief verankert und diese sind bereits dabei, mit oder an der neuen Mobilfunktechnologie zu forschen oder zu entwickeln.

Nachfolgend sind den einzelnen Stärkefeldern auch einzelne Anwendungsszenarien bzw. Produktgruppen zugeordnet, die noch tiefer beschreiben sollen, in welchen Bereichen heimische Unternehmen Know-how entwickelt haben und dieses noch vertiefen können.

### Verkehr/Infrastruktur

Bereits heute werden in Fahrzeugen unterschiedliche Funklösungen für verschiedenste Anwendungen (z. B. Telematik, Routenplanung, Internet, Diebstahlsschutz etc.) intensiv genutzt.

Darüber hinaus ist seit April 2018 die Notrufautomatik „eCall“ für Neufahrzeuge in der EU vorgeschrieben. Für die direkte Kommunikation zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur (V2V und V2X) sind Technologien im ITS-Frequenzband zur Marktreife entwickelt worden. Mobilität hat eine herausragende Bedeutung für unsere Gesellschaft und steht aktuell vor einem fundamentalen Umbruch. Automatisierte, vernetzte und schließlich selbstfahrende Fahrzeuge werden unsere persönlichen Lebensbedingungen ändern, aber auch Einfluss auf viele Industrie- und Servicebereiche wie Logistik und Versicherungen haben.

Vernetzte automatische und autonome Fahrzeuge werden unterschiedlichste Sensorinformationen (Radar, Lidar, Infrarot, Video Image Processing, optische Informationen etc.),

kinematische Daten und Manöverinformationen austauschen, kombinieren und somit gemeinsam kooperative Entscheidungen in schwierigen Verkehrssituationen treffen müssen. Sie selbst werden damit einen erheblichen Teil des IoT bilden. Und als Basis dafür werden hochzuverlässige Funkverbindungen mit geringer Latenzzeit benötigt (wiederum V2V und V2X). Die Kooperation der Fahrzeuge hilft, die Verkehrssicherheit zu verbessern und sich dem Ziel des unfallfreien Straßenverkehrs zu nähern.

Speziell für die begleitende Untersuchung der optimalen Infrastruktur für automatisiertes Fahren, bei der die Entwicklungsschwerpunkte bei multimodalen Hubs und deren künftigen Anforderungen an die Infrastruktur und an automatisierte Fahrzeuge liegen, sind österreichische Unternehmen gut vorbereitet.

Der Einsatz höchst zuverlässiger Funkkommunikation mit kurzer Latenzzeit (Ultra-Reliable Low-Latency Communication – URLLC) spielt insbesondere bei der Anwendung für schnell bewegte Fahrzeuge (Autos, Züge etc.) eine Rolle.

Insbesondere in den folgenden Bereichen gibt es großes österreichisches Know-how sowie die Bereitschaft, dieses weiterzuentwickeln:

- Digitale Infrastruktur entlang der Straßen
- Kommunikationseinrichtungen und -lösungen – Zusammenspiel mit anderen Funktechnologien, z. B. ITS-G5
- Verkehrssicherheit
- Multimodale Verkehrssysteme
- Konnektivitätslösungen; schnelle, zuverlässige, standardisierte Kommunikation
- 5G-Testgelände: ALP.Lab, Kompetenzzentrum Autonomes Fahren Österreich Ost
- Platooning (unter Platooning, im Deutschen auch als elektronische Deichsel bezeichnet, versteht man ein in der Entwicklung befindliches System für den Straßenverkehr, bei dem mehrere Fahrzeuge mithilfe eines technischen Steuerungssystems in sehr geringem Abstand hintereinanderfahren können, ohne dass die Verkehrssicherheit beeinträchtigt werden soll)
- Smart Grids – Energieinfrastruktur
- Massive-MIMO-Kommunikation für automatische Fahrzeuge
- Zuverlässige Steuerung von Zügen – virtuelle Kopplung von Zügen
- Effektive Testsysteme für 5G-Funksysteme von automatisierten Fahrzeugen
- System-Level Simulation von vielen vernetzten Fahrzeugen

### Digitale Fabrik / Industrie 4.0

Im Zeitalter von Industrie 4.0 verlangen industrielle Fertigungsstraßen nach schnellen und zuverlässigen, aber vor allem auch mobilen Kommunikationssystemen, damit beispielsweise Roboter oder autonome Transportsysteme (AGVs) künftig effektiv und sicher miteinander und mit Menschen zusammenarbeiten. Dadurch können hochflexible Produktions-

abläufe realisiert werden, die durch die zunehmende Fokussierung auf Losgröße 1 nötig werden. Gängige Produktionssysteme sind durch die fixe Verkabelung von Steuerungs- und Regelsystemen sehr unflexibel. Für die flexiblen Produktionssysteme der Zukunft sind neue drahtlose Übertragungsverfahren mit geringer Reaktionszeit (Latenzzeit) erforderlich, um bei großer Flexibilität eine hohe Zuverlässigkeit zu erreichen. Werden Kabelverbindungen gegen hochzuverlässige drahtlose, z. B. 5G-basierte Kommunikationsverbindungen ausgetauscht, verbessert sich die Rekonfigurierbarkeit von Produktionsstätten signifikant. Das ermöglicht vollkommen neue und effiziente Produktionsprozesse.

In zukünftigen hochflexiblen Produktionssystemen muss daher die Kommunikation in einem Regelzyklus, zwischen Sensoren, Aktuatoren und Verarbeitungseinheiten, durch drahtlose Kommunikation mit geringer Latenz ergänzt werden. Für schnelle Regelvorgänge werden Zykluszeiten im Mikrosekundenbereich benötigt, die die derzeit besten drahtlosen Kommunikationssysteme nicht erreichen (die aktuellen Zykluszeiten liegen im zweistelligen Millisekundenbereich). Für dynamisch rekonfigurierbare Produktionssysteme sind daher neue drahtlose Übertragungsverfahren mit geringer Latenzzeit erforderlich, die zusätzlich alle Diversitätsquellen in industriellen Szenarien nützen, um eine hohe Zuverlässigkeit zu erreichen.

Bisher wurde der Bedarf an Funkkommunikation für Industrieanwendungen durch lokale Funklösungen (WLAN, industrielles WLAN, Bluetooth etc.) überwiegend in unlizenziierten Bändern und/oder durch Mobilfunknetze (z. B. TETRA, 2G/3G/4G) unter Nutzung von lizenzierten Bändern umgesetzt. Eine physische Trennung zwischen diesen Funklösungen war aufgrund unterschiedlicher Anforderungen notwendig, vom Endgerät über das Spektrum bis zur Netzinfrastruktur und zum Netzbetrieb. Eine solche physikalische Trennung kann kostenintensiv sein und führt gegebenenfalls zu geringen Skaleneffekten. Zukünftig wird 5G die Möglichkeit bieten, unterschiedliche Anforderungen verschiedener Industrien in den Netzen abzubilden, um Skaleneffekte, die auf der Endgeräteseite bei der Nutzung von Spektrum sowie auf Netzinfrastruktur- und Netzbetriebsseite entstehen, nutzen zu können.<sup>11</sup>

Bereits heute ist die industrielle Kommunikationsinfrastruktur komplex aufgebaut und erfordert flexible Optionen in der Integration von unterschiedlichen Technologien zur Sicherstellung eines stabilen Produktionsprozesses. Damit diese Zuverlässigkeitsanforderungen gewährleistet werden können, sind neben dem notwendigen Prozesswissen über eine industrielle Produktion auch flexible Betreibermodelle zur Absicherung und Einbindung unterschiedlichster Funktechnologien im Netzbetrieb erforderlich.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Bitkom e. V., 5G-Anwendermodelle für industrielle Kommunikation, Ergebnisdokument der Fokusgruppe 5G.

<sup>12</sup> Ebenda.

Es gibt bereits Aktivitäten zur Evaluierung von Campus-Lösungen, um die Smart Factory weiter auszubauen und als Enabler den Bedarf der weiter steigenden drahtlosen Datenübertragung zu gewährleisten.

Die Industrie-4.0-Pilotfabriken an den Universitäten stellen ebenfalls einen guten Nährboden zur Weiterentwicklung dar. Generell könnte ein „Starter-Kit für 5G-Campus-Lösungen“ für Forschungs- und innerbetriebliche IoT-Anwendungen ein zielführender Startpunkt sein.

Die Top-3-Themen im Bereich Industrie 4.0 in Zusammenhang mit 5G sind:

- Campus-Lösungen
- Pilotfabriken
- Industrielle Kommunikationskonzepte

### Sicherheits- und Kommunikationsnetztechnologie

Durch den verstärkten Einsatz von 5G innerhalb der Produktion, in der kritischen Infrastruktur und für das IoT (Verwendung heikler personenbezogener Daten) gewinnen die Aspekte der sicheren und verlässlichen Kommunikation massiv an Bedeutung.

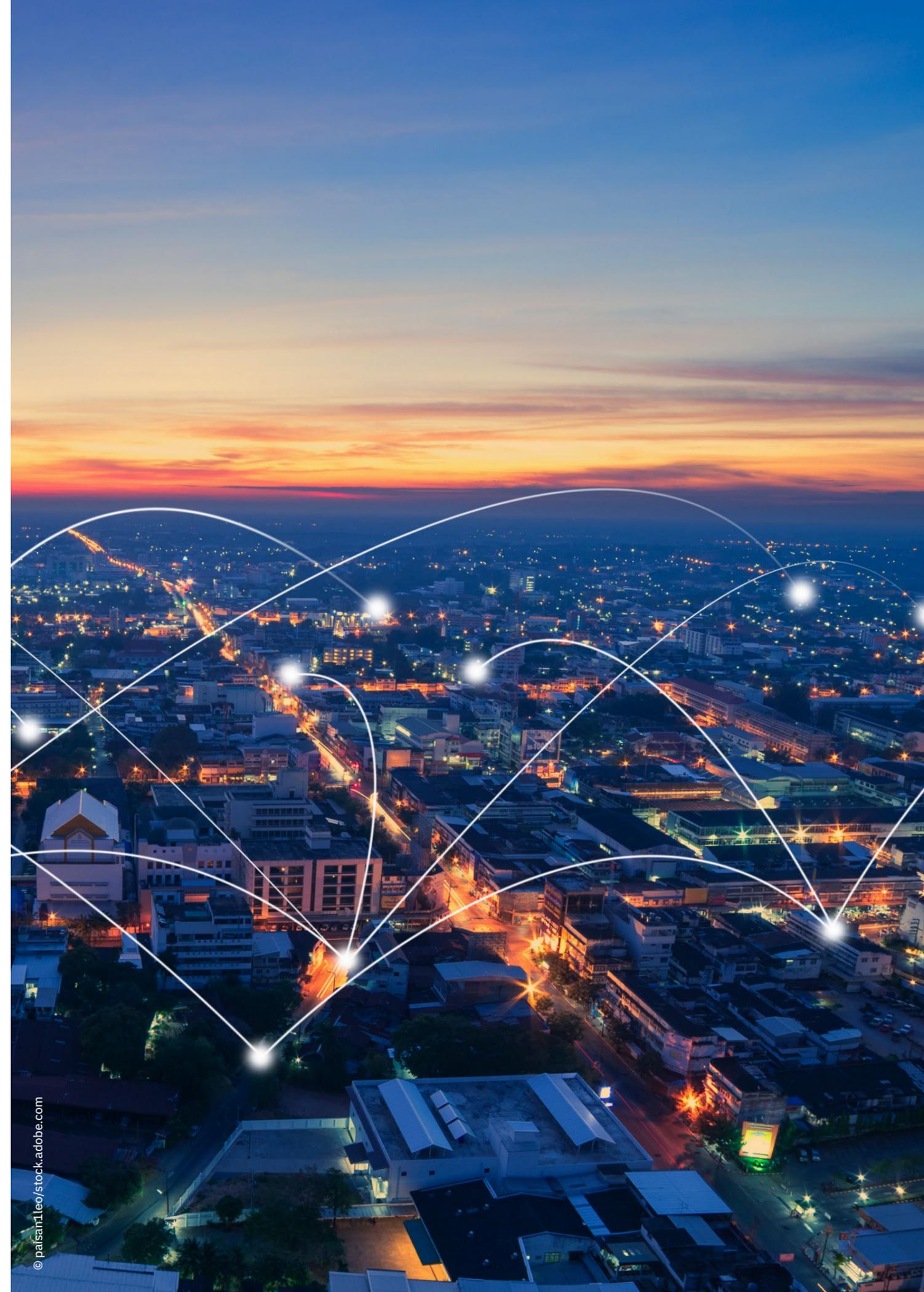
Hier sind Österreichs Unternehmen an vorderster Front tätig und konzentrieren sich dabei insbesondere auf folgende Bereiche:

- Ultra-Reliable Low-Latency Communication (URLLC):  
Hier geht es um Steuerungsanwendungen, bei denen der Sensor und der Aktuator über Funkverbindungen mit dem Steuerungssystem verbunden sind. Die Bitfehlerrate wird bei 5G 10<sup>-5</sup> und die Latenzzeit 1 Millisekunde betragen. Derzeit sind mit modernen 4G-LTE-Systemen Latenzzeiten von rund 10 Millisekunden erreichbar.
- Zeitsynchronisation
- Messung der Zuverlässigkeit von 5G-Netzen
- Modellierung von 5G-Funksystemen
- Sichere Verschlüsselung für Kommunikationssysteme

## Komponenten

Die Aufwände, um Hochfrequenztechnik zu beherrschen, nehmen zu, da sich sowohl das Verhalten der elektromagnetischen Welle entlang des Stromleiters als auch die Materialeigenschaften von Isolatoren bei steigender Frequenz ändern. Daher ist einerseits ein tiefes Wissen über Materialphysik und Signalausbreitung notwendig, andererseits sind die Anforderungen der jeweiligen Anwendungen zu berücksichtigen. Viel Erfahrung gibt es insbesondere bei:

- Bearbeitung von Hochfrequenzmaterialien, wie z. B. PTFE, LCP, Teflon, PFE, Keramik etc.
- Produktionstechnik, um Skin-Effekte (Verluste) zu reduzieren
- Simulation von Hochfrequenzschaltungen (Signalparameter, Delay-Time etc.)
- Fertigung von High Volume für Automotive, im Speziellen Radarapplikationen bei 24/77 GHz
- Herstellung von Antennendesigns im mmWave-Bereich
- Prozesstechnik und Materialien für PIM-fähige Leiterplatten
- Einbetten von aktiven und passiven Bauteilen, wie z. B. GaN / GaS Bauteilen, in die Leiterplatte,
- Direkte Umsetzung von optischen in mmWave-Signale mittels integrierten Chips



# 3 Voraussetzungen für Forschung & Entwicklung in Österreich

Befragt nach den Voraussetzungen, die notwendig sind, damit die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit im Bereich 5G verstärkt und intensiviert werden kann, haben sich die folgenden vier Schwerpunkte herauskristallisiert:

- Anforderungen an/für innovationsfreundliche 5G-Netze
- Änderungen in den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen
- Konkrete F&E-Fragestellungen
- Kooperationen und Förderungen konkreter F&E-Themen

In den folgenden Kapiteln werden diese Schwerpunkte näher beschrieben, um klarer aufzuzeigen, wo die Herausforderungen oder die Änderungsmöglichkeiten liegen. Innerhalb der vier Schwerpunkte werden alle Rückmeldungen dargestellt. Das heißt, es kann sich bei einigen Punkten auch um Einzelmeinungen der jeweiligen Unternehmen bzw. Expertengruppen handeln.

## 3.1 Anforderungen an/für innovationsfreundliche 5G-Netze

Die befragten Expertengruppen haben genaue Vorstellungen davon, wie die zukünftigen Netze ausgestaltet sein sollen bzw. welche Anforderungen sie an die Netze stellen, damit die volle Innovationskraft ausgeschöpft werden kann. Die wesentlichen Anforderungen sind hier zusammengefasst.

### Flächendeckender Glasfaserausbau als Basis für 5G-Netze

Eine größtmögliche flächendeckende Verfügbarkeit von 5G ist nicht nur für private Haushalte von Bedeutung, sondern auch für große Teile der Wirtschaft. So werden z. B. auf 5G basierende Mobility-Lösungen nur dann sinnvoll eingesetzt bzw. getestet werden können, wenn

es auf fast allen Straßen eine gute 5G-Abdeckung mit Verfügbarkeit bis an die Zellränder gibt. Ähnliches gilt für weitreichende Logistiklösungen oder ein revolutioniertes Servicegeschäft mit Produktionsüberwachungstechnologien, da viele Betriebsstandorte im ländlichen Raum zu finden sind. Ebenso scheint auch Bedarf für 5G für innovative Tourismusserviceangebote im ländlichen Raum zu bestehen.

Die Glasfaser in die Fläche, also insbesondere in ländliche Regionen, zu bringen, wird für die Verfügbarkeit von 5G essenziell sein, zumal die Reichweite der Mobilfunktechnologie an sich geringer als jene von LTE sein wird. Wie bereits beschrieben, verlangen 5G-Netze daher eine wesentlich höhere Dichte an Antennenstandorten als bisherige UMTS- und LTE-Netze (bis zu 100-mal mehr Standorte), deren Potenzial nur dann gehoben werden kann, wenn (fast) alle mit Glasfaser angeschlossen sind. Eine fehlende Abdeckung wird sonst zweifellos zu einer Reduzierung der Qualität der Leistung führen.

Obwohl eine vollständige Einführung von 5G im Verkehrsbereich erst langfristig zu erwarten ist, ist es insbesondere zu Testzwecken sinnvoll, es in ausgewählten Gegenden bzw. entlang der Hauptverkehrsstrecken früher auszubauen, Beispiele dafür sind die 5G-Testgelände ALP.Lab und Kompetenzzentrum Autonomes Fahren Österreich Ost. Da erste kommerzielle, automatisierte Fahrfunktionen vor allem auf Autobahnen verfügbar sein werden, ist der Netzausbau entlang der Autobahnen daher prioritär zu betreiben.

Des Weiteren sollten beim Ausbau der Netze entlang der Hauptverkehrsachsen Redundanzen vermieden werden, so z. B. durch Nutzung der bestehenden Leitungseinbauten der bestehenden Infrastrukturbetreiber. Das betrifft einerseits die Anschlüsse von Sendeeinrichtungen, aber auch die Anzahl an Sendeeinrichtungen an sich.

### Hybride Kommunikation / „Interconnection“ zwischen unterschiedlichen Netztechnologien, z. B. ITS-G5 und 5G/4G

Ein weiterer wichtiger Aspekt für den Einsatz 5G-basierter Systeme ist die Möglichkeit, diese flexibel in bereits vorhandene Systeme zu integrieren oder diese bestehenden Systeme zu migrieren.

Eine gut geregelte Zusammenarbeit mit anderen Übertragungsmechanismen in hybriden Kommunikations-Use-Cases ist daher besonders wichtig. Zum Beispiel ist die Digitalisierung im Bereich der Logistik, aber auch in großen Teilen der Mobilität mit den derzeit vorhandenen Technologien durchaus umzusetzen. Ebenfalls werden derzeit schon multimodale Services angeboten, ohne dass hierfür eine 5G-Netzabdeckung erforderlich wäre. 5G stellt daher in vielen Bereichen einen weiteren Kommunikationsweg dar, für den es allerdings saubere Mechanismen zum Handover insbesondere bei kooperativen Systemen braucht.

Die Koexistenz mit bestehenden Frequenznutzungen, insbesondere im 5,8-GHz- (Maut, Digitacho 2) und im 5,9-GHz-Bereich (ITS-G5), ist auch in Zukunft sicherzustellen. Es soll

klar definierte Handover-Szenarien für kooperative ITS-Dienste zwischen 5G und ITS-G5 geben und klar abgestimmte Use-Cases für C-V2X, die technologieneutral formuliert sowohl auf 5G als auch auf ITS-G5 funktionieren.

### Funktionen kritischer Infrastruktur

Die Stabilität des Netzes und die Datensicherheit stellen zwei Hauptanforderungen an die Netze bzw. die kritische Infrastruktur dar. Für zukünftige Anwendungen in Verbindung mit 5G im Mobilitätsbereich, wie dem automatisierten bzw. autonomen Fahren, aber auch in den Bereichen Industrie 4.0, Energie oder E-Health sind die Funktionen der kritischen Infrastruktur wie hohe Verfügbarkeit, Ausfallsicherheit durch Redundanz, Security und niedrige Reaktionszeiten sehr wichtig.

Daneben sind sich die Experten bereits einig, welche Anforderungen die speziellen Use-Cases an 5G haben werden – was also 5G zu leisten imstande sein muss.

Abbildung 5 zeigt, dass Anwendungen der unterschiedlichen Industriezweige verschiedene Quality-of-Service-Parameter, die auf Bandbreite, Latenz, hohe Verfügbarkeit, Verlässlichkeit oder eine Kombination daraus setzen, brauchen werden. Dies gilt es bei der Entwicklung besonders zu berücksichtigen, ebenso wie den Umstand, dass von der Industrie diese Serviceparameter als „garantiert“ verlangt werden.

Des Weiteren sollte man sich bewusst sein, dass auf der garantierten Verfügbarkeit dieser Serviceparameter unterschiedliche Preismodelle bzw. Geschäftsmodelle basieren werden.

	Latenz	Durchsatz	Teilnehmerdichte	Zuverlässigkeit	Energieeffizienz	Sicherheit
	<1 ms	10 Gb/s ~x 10 Mb/s p. Teiln.	bis zu 1 Mio./ 1 km²	99,999%	Mind. 3 Tage <~15 Jahre (Sensor)	Weiterentwicklung mit Blick insb. auf IoT
<b>Industrie 4.0</b>	••	••	•	••	•	••
<b>Automatisiertes Fahren</b>	••	•	••	••	•	••
<b>Medien- und Veranstaltungsproduktion</b>	••	••	•	••	•	••
<b>Energieversorgung/ Smart Grid</b>	••	•	•	••	•	••
<b>Smart Logistics</b>	•	••	•	••	••	••
<b>Medien</b>	•	••	••	•	••	••
<b>eHealth</b>	•	•	•	•	•	••
<b>Virtuelle Realität</b>	••	•	••	•	•	••
<b>Taktiler Internet</b>	••	••	•	•	•	••

Wichtigkeit für die Realisierung  
•• Nicht notwendig    • Relevant    •    •    •• Unverzichtbar

Quelle: Bitkom e.V. Security  
Abbildung 5: Anforderungsübersicht industrieller Nutzer

Der Bereich Security hat noch eine weitere Komponente, die nicht mit Quality-of-Service-Parametern zusammenhängt, sondern mit der Frage nach einer europäischen Industriepolitik.

Unternehmen, die 5G-Infrastruktur bzw. -Endgeräte produzieren, haben prinzipiell auch die Möglichkeit, die Datenkommunikation zu kontrollieren. Wie kann also sichergestellt werden, dass Daten permanent und sicher innerhalb der Netze transportiert werden?

Bei der Auswahl des Infrastrukturanbieters sollten daher die Daten und die Versorgungssicherheit sowie die Vertrauenswürdigkeit in Betracht gezogen werden. Eventuell sind zwei Klassen einzuführen, die auf unterschiedlichen Systemen fußen. So könnte z. B. unkritische Kommunikation, wie für die meisten Haushalte denkbar, von jedem Unternehmen angeboten werden, kritische Kommunikation, wie für Infrastruktur (Strom, Wärme etc.), Firmen oder öffentliche Institutionen, hingegen nur von ausgewählten, europäischen Anbietern.

### Energieeffizienz, energieautarke Sensoren

5G wird bzw. soll energieeffiziente Datenübertragungen gewährleisten, um einen möglichst langfristigen Akku- oder Batteriebetrieb zu ermöglichen. Als Beispiel dient Massive Machine-Type Communication (mMTC): Hier sollen Sensoren mit 10 bps für zehn Jahre bei einer Batterieladung von 1 Ah betrieben werden können. Die Bitfehlerrate liegt bei 10<sup>-1</sup> und die Latenz ist durch Best-Effort-Service gegeben. Diese Anforderung ermöglicht Sensing-Anwendungen in großen Gebieten mit einer Lebensdauer von bis zu zehn Jahren. Auch hier werden somit fundamental neue Anwendungen ermöglicht.

Betrachtet man den Lebenszyklus, ist der Energieverbrauch der größte Kostenanteil an 5G, weshalb daran gearbeitet werden muss, die Systeme möglichst verlustfrei zu gestalten.

### Network Slicing

Network Slicing stellt eines der wichtigsten Konzepte von 5G dar. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um den Ansatz, auf einer physikalischen Netzwerkinfrastruktur aus Basisstationen, Transport- und Kernnetzfunktionen sowohl dienstetyp- als auch anwenderspezifisch voneinander unabhängige virtuelle Subnetze zu realisieren. Die technologischen Grundlagen dafür liegen unter anderem im softwaredefinierten Netzwerkansatz (SDN) und in der mehrschichtigen Cloud-Architektur für alle Netzfunktionen.

Bezogen auf die bestimmenden 5G-Netzparameter – wie maximalen Durchsatz, Ende-zu-Ende-Verzögerung oder Datenverkehrsflächendichte – können die einzelnen Subnetze völlig verschiedene Charakteristika aufweisen. Generell diskutiert die Industrie insbesondere Spezialnetze für die ultraverfügbaren Verbindungen mit geringster Verzögerung (URLLC) parallel auf der gleichen Netztechnik. Das sind beispielsweise videodominierte mobile Breitbanddienste oder auch Slices für das IoT mit höchster Endgerätedichte.

Ein weiterer Vorteil des Slicings ergibt sich aus der flexiblen Ressourcenzuteilung, das heißt, die Kapazitäten der Netze können im Gesamtressourcenrahmen aufeinander reagieren, um beispielsweise eine wechselseitige Spitzenlastsituation räumlich wie auch zeitlich ausgleichen zu können. Der große Vorteil dieses neuen Konzepts liegt darin, dass die Mehrfachnutzung einer bestehenden Systemtechnik neben den Kosteneffekten der Cloud-Architekturen auf kommerziell verfügbaren Komponenten das größte Potenzial für die Befriedigung unterschiedlichster Anwenderanforderungen hat.

### Interoperabilität/Koexistenz/Kompatibilität

Wie bereits beschrieben, wird 5G nicht alle anderen bereits bestehenden Funklösungen ersetzen, sondern eine Ergänzung darstellen. Daher ist es von besonderer Bedeutung, dass die Interoperabilität und die Kompatibilität gewährleistet werden.

### Geschäftsmodelle

Der Einsatz von 5G wird zu neuen Geschäftsmodellen führen, die derzeit noch nicht im Einsatz sind. Hierzu sind einige Grundparameter neu zu überdenken.

### Geschäftsmodellplanung eines Serviceanbieters

Im Wesentlichen sind 5G-Lösungen für „verteilte Anwendungen“ geeignet, wo es nicht sinnvoll möglich ist, eine eigene Funk- oder Datenkabelinfrastruktur aufzubauen. Dabei werden „offene Systeme“ gesucht, bei denen internationale Standards erfüllt sind, weil viele Benutzerszenarien internationale Märkte bedienen wollen.

5G wird vor allem durch die neuen Möglichkeiten für das IoT und höchst zuverlässige Machine-to-Machine-Kommunikation neue Anwendungen hervorbringen. Diese stellen die Grundlage für neue Geschäftsmodelle – komplementär zu den bisherigen Netzbetreibern – dar.

Das 5G-Netz sollte offen sein, um prototypisch neue Anwendungen einfach umsetzen zu können. Speziell die Möglichkeit, private Netze zu ermöglichen, wäre wichtig.

### Große Datenmengen sollen nutzbar gemacht werden

Geräte, die mit 5G vernetzt sind, haben das Potenzial, große Mengen an Daten zu generieren. Es sollte möglich sein, mit diesen Daten auch neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.

So könnten Messungen durch Drohnenüberflüge für mehrere Unternehmen und Forschungsinstitute von Interesse sein. Informationen, die von Sensoren in Autos gesammelt werden, könnten ebenso für eine große Anzahl potenziell nicht naheliegender Anwendungen, wie z. B. die Wettervorhersage, von Interesse sein.

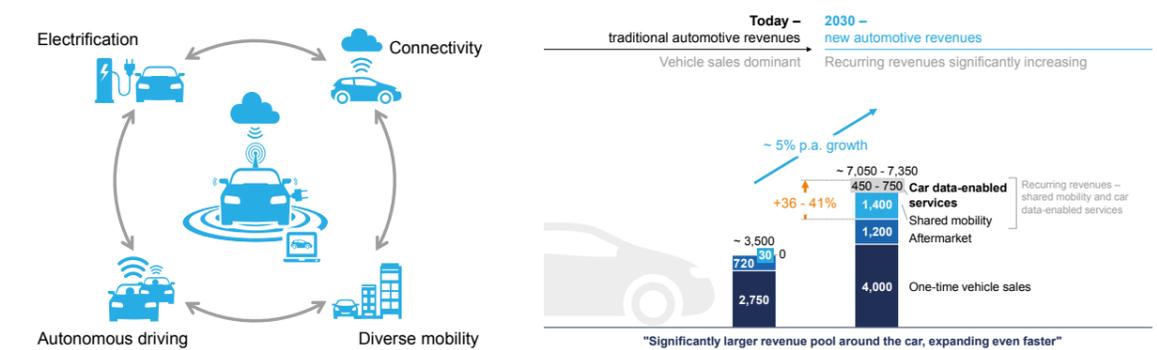
Die Möglichkeit, diese Daten unter definierten Spielregeln auf einem Datenmarkt zu handeln, könnte auch einen Entwicklungsschub zum Thema künstliche Intelligenz auslösen. Diese Technologie ist ganz wesentlich auf das Verarbeiten und Interpretieren großer Datenmengen angewiesen, so wie Google dies weltweit erfolgreich vormacht. Wenn es Europa gelingt, einen Industriedatenmarkt zu erschaffen, könnten wir durch den Enabler 5G (zur Übertragung der Datenmengen) auch hervorragende Bedingungen für die Weiterentwicklung künstlicher Intelligenz schaffen.

### Plattformen für sicheren Datenaustausch

Der Bedarf für solche Plattformen sei am Beispiel des automatisierten/autonomen Fahrens beschrieben. Es gibt derzeit vier wesentliche Trends, die die Autoindustrie revolutionieren (siehe Abbildung 7, Bild 1): Elektrifizierung, autonomes Fahren, Connectivity und multi-modale Mobilität.

Insbesondere die letzten drei sind sehr auf enorme Datenmengen und den Austausch der Daten zwischen verschiedenen Playern der unterschiedlichen Stakeholdergruppen angewiesen. Dies führt zu einer enormen Marktorganisation und zur Geburt ganz neuer Services (z. B. multimodaler Transport).

Die Zurverfügungstellung von „Plattformen zum sicheren Datenaustausch“, um mehreren Datennutzern Zugriff auf dieselbe Datenbasis zu ermöglichen und Multi-Device-Situationen zu vermeiden, birgt enorme Vorteile.



Quelle: McKinsey, Monetizing car data: new service business opportunities to create new customer benefits, September 2016

Abbildung 6: Automotive trend – emergence of car data market

5G-Netze können hier durch die Ermöglichung solcher Plattformen für einen sicheren und vertraulichen Datenaustausch ganz wesentlich dazu beitragen, dass neue Allianzen für neue Services entstehen.

Wesentlich ist hierbei auch die Entwicklung von standardisierten Datenformaten, da sonst der Austausch oder die gemeinsame Bearbeitung nicht möglich sein wird.

Schließlich wird es wahrscheinlich auch nötig sein, die Datenschutzregeln an diese Modelle anzupassen bzw. sicherzustellen, dass solche neuartigen Modelle datenschutzkonform umgesetzt werden können. Auch wenn man bei industriellen Anwendungen wahrscheinlich wenig bis gar keine personenbezogenen Daten verarbeiten wird, ist dies stets zu bedenken.

### **IoT-Lösungen benötigt**

Ein Hindernis stellen aktuell die noch nicht vorhandenen Lösungen des IoT und IIoT (Industrial Internet of Things) mit und ohne 5G dar. Anbieter von Schnittstellen, Sensoren, Aktuatoren etc. sind noch in abwartender Haltung, wann und ob 5G zu einem flächendeckenden Einsatz kommt. Um das wirtschaftliche Potenzial von 5G heben zu können, muss deshalb auch die Entwicklung von IIoT-Hard- und -Software forciert werden.

## **3.2 Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen**

Aus Sicht der Industrie sind klare Vorgaben der Regulierung bedeutsam, um Planungssicherheit über mehrere Jahre zu haben. Außerdem ist es wichtig, den regulativen Rahmen so zu gestalten, dass die Investitionsfreudigkeit der Netzbetreiber und Anwender gefördert wird, um Österreich als Leitmarkt zu erhalten bzw. weiterentwickeln zu können.

Folgende Anforderungen wurden vonseiten der Expertengruppen genannt:

### **Standardisierung**

#### **Hoher Grad an Standardisierung, gemeinsame technische Basis**

Für die Industrie ist ein hohes Maß an Standardisierung erforderlich, um Lösungen für Kunden weltweit einzusetzen. Eine gemeinsame technische Basis und die dazugehörige Standardisierung sind entscheidend für eine breite Anwendung im Industriesektor. Die Standardisierungsfrage muss nicht nur für den Standort Österreich, sondern auch auf europäischer Ebene bzw. weltweit geklärt werden.

Für (professionelle) Anwender ist ebenso ein hohes Maß an Standardisierung erforderlich, um ein hohes technisches Niveau, verbunden mit einem breiten Angebot an Lösungen, zur Verfügung zu haben.

Im Rahmen der Standardisierung ist auch für ausreichende Vorkehrungen der Cyber-Security zu sorgen. Dies wird sowohl von den Experten als auch von der öffentlichen Hand gefordert. Ein Vorschlag eines Automobilzulieferers ist diesbezüglich die Umsetzung der Standards SAE J3061 (wird ab 2019 durch ISO/SAE 21434 ersetzt) und ISO/IEC 27001. Ein Systemlieferant betont dabei, dass Security-Mechanismen auf verschiedenen Ebenen (Netzlayer, Applikationslayer etc.) implementiert und abgestimmt sein müssen.

Zur Gewährleistung der Sicherheit werden außerdem von mehreren Expertengruppen sichere und vertrauenswürdige Datenplattformen und gute Verschlüsselungsmöglichkeiten gefordert.

#### **Gründung einer Standardisierungs-Observatory/Plattform**

Im Bereich 5G gibt es eine Vielzahl verschiedener Standards und Normen, über die einzelne Unternehmen nur schwer einen Überblick bekommen.

Die Einrichtung einer zentralen Stelle, bei der Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Institutionen sich gegenseitig austauschen können, wäre ein großer Schritt. So könnten sich Interessierte die Mitarbeit in diversen Gremien untereinander aufteilen, um sich danach gegenseitig auf den aktuellen Stand zu bringen. Insbesondere für KMUs kann so eine Plattform erheblichen Mehrwert generieren. Eine Alternative dazu wäre eine Erweiterung des Informationsangebots bestehender Standardisierungsorganisationen.

## Sicherheit

Das deutsche Wort Sicherheit umfasst auf Englisch die Begriffe „Safety“, „Security“ und „Availability“, häufig ergänzt um „Privacy“. Diese Begriffsgruppe beschreibt die Anforderungen an sichere Verbindungen der Kommunikation sowie an die Steuerung von kritischen Infrastrukturen oder innerhalb der wirtschaftlichen Produktion.

Diese Anforderungen muss 5G spezifisch für die genannten Anwendungen erfüllen.

Von rechtlicher Seite ist darauf Rücksicht zu nehmen und es sind die geeigneten Rahmenbedingungen für sicherheitsrelevante Cyber-Security-Vorkehrungen zu gestalten.

## Frequenzen

Die Frequenzuteilung muss die unterschiedlichen Anwendungen und ihre Bedürfnisse berücksichtigen, um den größten volkswirtschaftlichen Nutzen für Österreich zu erzielen. Dazu gehört die professionelle Nutzung in der industriellen Produktion, für Mobilitätssysteme (Verkehrssteuerung, autonomes Fahren), in der Energiewirtschaft, im Gesundheitssystem, aber auch bei Anwendungen für den Endkunden.

Es ist wichtig, dass bei der Gestaltung von zukünftigen Vergabe- und Nutzungsbedingungen der Frequenzen ein flexibler Ansatz verfolgt wird. Dabei müssten neben dem erforderlichen weiteren Ausbau der öffentlichen Mobilfunknetze auch lokale, nichtöffentliche und professionelle Nutzungen berücksichtigt werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass neben den öffentlichen Mobilfunkanwendungen auch die rasant zunehmenden 5G-Dienste für Industrieanwendungen realisiert werden können.

Lokale, nichtöffentliche 5G-Anwendungen werden bzw. können in Zukunft besonders bei Fertigungs-, Handels- und Logistikunternehmen eine bedeutende Rolle spielen. Besonderes Merkmal von industriellen 5G-Anwendungen dürfte eine überwiegende Nutzung in Hallen und Gebäuden mit relativ kleiner Sendeleistung sein. Lokale, nichtöffentliche Zuteilungen (z. B. für Industrieanwendungen) stellen somit eine sinnvolle Ergänzung dar, um Anwen-

dungen in sehr kleinen Gebieten (z. B. industriellen Anlagen, Enterprise-Lösungen, Sportarenen etc.) zu ermöglichen.

Darüber hinaus erfordern hochdynamische Fertigungsprozesse Echtzeitmechanismen, die nur mit lokalen Netzstrukturen, die gegebenenfalls ein lokal dediziertes Spektrum erfordern, realisierbar sind. Der Schutz von Geschäftsgeheimnissen sowie die Abwehr von Cyberangriffen können erfordern, den Betrieb und die Kontrolle des Kommunikationsnetzes eines Produktionsstandorts in die Hand des lokalen Betreibers zu legen.

Des Weiteren ist eine klare Regelung der Frequenznutzung sehr wichtig. Besonders im 5,8- und 5,9-GHz-Band sollte eine klare Koexistenz mit bestehenden Anwendungen respektiert und seitens 5G als „Newcomer“ realisiert werden. Ebenso müssen WiFi-Technologien weiterhin einen Platz im Frequenzspektrum finden. Bestehende Narrow-Band-Funktechnologien werden ebenfalls weiter funktionieren müssen.

Es ist notwendig, dass Unternehmen rasch Sicherheit bezüglich der Frequenzvergabe und der damit verbundenen Auflagen haben. Daher sollte – im Einklang mit europäischen Frequenzplänen – möglichst bald eine klare Regelung der Frequenznutzung der Zukunft, unter Berücksichtigung der vorhin beschriebenen sowie folgender Parameter, getroffen werden:

- Koexistenz im 5,8- und 5,9-GHz-Band mit bestehenden Anwendungen
- WiFi-Technologien bzw. Narrow-Band-Funktechnologien müssen weiterhin Platz finden
- Geräte, die Frequenzen mit geringer Reichweite verwenden
- Hohe Bedeutung des 3,5-GHz-Bandes für 5G
- Frequenzen für lokale, nichtöffentliche 5G-Anwendungen (z. B. Produktion) allokalieren
- Rasche Planung und Sicherheit von mmWaves, 26 GHz

Zusätzlich wäre es sinnvoll, Forschungslizenzen für die Nutzung eigener Infrastruktur in privaten Netzen zu vergeben.

## Ausbauerleichterungen aus Sicht der Kommunikationsnetzbetreiber

Aus Sicht der Kommunikationsnetzbetreiber wird das 5G-Netz zum Großteil für die Industrie errichtet. Damit ein schneller Ausbau des 5G-Netzes unter wirtschaftlichen Bedingungen erfolgen kann, sind aus Sicht der Kommunikationsnetzbetreiber folgende Voraussetzungen nötig:

- Erleichterungen bei der Errichtung von Antennen und Leitungen, unbürokratischer Zugang zu Wegerechten
- Vereinfachung der Genehmigungsverfahren
- Flächendeckender Ausbau mit „Domestic Roaming“
- Regulierte Mietpreise für Standorte
- Erleichterung der gemeinsamen Nutzung von Netzinfrastruktur durch mehrere Betreiber
- Erleichterung der Kooperationen beim Ausbau
- Anpassung des Auktionsdesigns

Des Weiteren bietet die Harmonisierung des Verbraucherrechts im European Electronic Communications Code dem österreichischen Gesetzgeber die Chance zur Entschlackung der bestehenden Regelungen.

### **Ermöglichung von Qualitätsklassen – Neudenken der Netzneutralität**

Sowohl die Weiterentwicklung des Netzneutralitätsgedankens als auch die entsprechende Regulierung erscheinen notwendig.

Ausgangspunkt aktueller Regelungen ist das derzeitige mobile Breitbandinternet. Dabei handelt es sich um ein All-IP-Netz mit einer 4G-Netzwerkarchitektur, die weitgehend durch 3GPP standardisiert ist.

Die Einführung neuer Dienste für vertikale Märkte kann nicht auf dem Best-Effort-Prinzip des aktuellen Internets basieren. Vielmehr muss eine entsprechende Dienstgüte garantiert werden, unabhängig von der aktuellen Verkehrsdichte anderer Internetdienste. Für die Garantie der Quality of Service (QoS) ist ein aktives Netzwerkmanagement notwendig, das nicht nur bei kritischen Netzwerksituationen (Überlast oder Stabilität) erfolgen kann.

Im 5G-Netz erfolgt die Unterstützung von Dienstklassen mit sehr unterschiedlichen Charakteristika, die sich – neben Breitbandanwendungen – aus den unterschiedlichen vertikalen Diensten ergeben. Wesentliches Element ist das „Network Slicing“, bei dem das Netzwerk in virtuelle und physikalische Schichten unterteilt wird, die die Performance-Anforderungen der Dienstklassen – und der damit verknüpften vertikalen Dienste – sicherstellen (QoS-Steuerung und QoS-Garantien).

Es geht nicht mehr nur um die Aufteilung der festen Ressource Netzkapazität, sondern auch um Rechenleistung und Speicherkapazität, die entsprechend den Anforderungen der Dienstperformance verteilt werden. Beim offenen Internet ist es unerlässlich, die zukünftige Entwicklung von Diensten und Anwendungen zu berücksichtigen. Die Anforderungen an Verlässlichkeit und Echtzeitverhalten werden bei neuen Anwendungen, sei es bei Industrie 4.0, Car-to-Car-Kommunikation oder in der Telemedizin, weit über das hinausgehen, was das Best-Effort-Netz heute leistet.

### 3.3 Konkrete F&E-Fragestellungen

Der Zugang zu europäischen Konsortien und damit zu international führenden Technologieentwicklungen am Standort Österreich kann nur durch die Schwerpunktbildung mit lokalen Forschungseinrichtungen und Unternehmen gelingen. Die Unternehmen müssen auf eine enge Kooperation von Wissenschaftseinrichtungen und Forschungsorganisationen aufbauen, da die zu bewältigende Komplexität sowohl der Technologie als auch der Geschäftsmodellentwicklung anspruchsvoll ist und ein hohes Technologie- wie auch Marktrisiko aufweist.

Auf Basis der Rückmeldungen haben sich die folgenden F&E-Themengebiete abgezeichnet, die aufgrund vermehrter Nennung als besonders relevant erscheinen:

- 5G-Kommunikation in und mit kritischer Infrastruktur
- Interoperabilität/Koexistenz/Kompatibilität
- Datensammlung, -übertragung und -auswertung
  - Wem gehören die Daten?
  - Standardisierung der Datenformate
- Applikationsspezifisch zu Standardisierung
- Sicherheit & Security
  - Security-Lücken und -Risiken, Bewertung der Risiken etc. für Cyberattacken, z. B. auf Straßeninfrastruktur für autonomes/automatisches Fahren
- Steuerung, Sensorik, Aktuatorik, Devices und Einbindung
- Skalierbarkeit von Anwendungen
- Verbesserte Fertigungstechnologien für 5G-Komponenten
  - GaN, SiC, SiGe, SPT (Smart-Power-Technologie), RF-CMOS, MEMS-Technologie und geeignete Gehäuse für Hybridintegration
  - Kompetenz- und Machbarkeitsstudien für spezielle Hardware-Komponenten, wie z. B. hocheffiziente Leistungsverstärker, HF-, Mixed-Signal- und Digitalschaltungen (ICs)
- Robuste bzw. hochverfügbare Systeme
- Anwendung und Deployment von 5G-Technologie, um kollaboratives Arbeiten zu fördern

Es ist des Weiteren darauf hinzuwirken, dass Forschungs- und Entwicklungskooperationen in der „angewandten Forschung“ oder bei Pilotimplementierungen (typische Kooperationen sind mit IoT-Hardware/Software-Entwicklern, Telekombetreibern, Systemintegratoren mit AI-Know-how und mehreren Industriepartnern) erleichtert werden.

Wichtig ist, dass eine regionale Konzentration auf Schwerpunkte ebenso berücksichtigt wird. Österreich ist zu klein, um dieselben Schwerpunkte mehrfach zu bearbeiten. Daher sind die Vernetzung der Community und die gezielte Koordinierung bzw. das Setzen von Schwerpunkten besonders wichtig.

### 3.4 Kooperationen

Die vermehrte Zusammenarbeit über alle Wertschöpfungsstufen hinweg beschäftigt viele Unternehmen, die mit dem Thema 5G in Berührung kommen.

Es scheint, als würde ein großer Fortschritt in diesem Bereich nur dann möglich sein, wenn etablierte Industrieunternehmen mit Start-ups, App-Entwickler mit Komponentenproduzenten und Netzbetreiber mit der produzierenden Industrie zusammenarbeiten.

Das derzeit geltende Wettbewerbsrecht könnte für einige dieser angestrebten Kooperationen ein Hindernis sein. Da dies von den befragten Experten aber nicht sehr ausführlich beantwortet worden ist, können an dieser Stelle keine Verbesserungsvorschläge gemacht werden.

Fest steht, dass der Bedarf nach Austausch und Zusammenarbeit als sehr groß eingeschätzt wird. Hierzu wurde von mehreren Unternehmen der Wunsch zur Einrichtung einer 5G-Expertenplattform geäußert. In deren Rahmen soll

- die gesamte Wertschöpfungskette einbezogen werden: Material, Komponenten, Systeme, Netzbetreiber und Content-Provider,
- die enge Kooperation von Wirtschaft mit Wissenschaft und Forschungsorganisationen forciert werden,
- das Wettbewerbsrecht geändert werden, um mehr Kooperationen zu ermöglichen,
- National Roaming (also die betreiberübergreifende, gegenseitige Nutzung der Netze – Mobilfunkgeräte buchen sich automatisch in das beste verfügbare Netz am jeweiligen Standort ein, auch wenn dies nicht das Netz des eigenen Betreibers ist) ermöglicht werden,
- eine 5G-Expertenplattform unter Einbeziehung aller Stakeholder geschaffen werden.

# 4 Internationale Vernetzungen

Vernetzung und Globalisierung machen es notwendig, die Beziehungen mit anderen Ländern zu betrachten. Insbesondere gilt es zu beobachten, ob die Bereitschaft vorhanden ist, länderübergreifend zu kooperieren bzw. den Aufbau und die Umsetzung in Österreich im Rahmen von Public-private-Partnerships (PPPs) zu unterstützen.

Getrieben durch verschiedene Faktoren sind sowohl der US-amerikanische als auch der asiatische Markt in 5G generell weiter fortgeschritten als der europäische Markt. Dennoch erfolgt die Standardisierung der 5G-Technologie sowie die Weiterentwicklung der erforderlichen Transportnetze und Use-Cases auf allen Märkten im Gleichschritt.

Einige global agierende Unternehmen könnten im Rahmen der Vernetzung sicherstellen, dass erworbenes und vorhandenes Know-how in Österreich rasch zur Verfügung stünde.

In vielen Bereichen konnten bereits zahlreiche internationale Partner für die Zusammenarbeit und den Erfahrungsaustausch gewonnen werden, wie z. B.:

- Mit einem der größten Teststreckenbereiche in Baden-Württemberg (Testfeld zum vernetzten und automatisierten Fahren), geleitet vom Karlsruher Institut für Technologie sowie vom Karlsruher Verkehrsverbund, wurden Kooperationsfelder vereinbart.
- Das Institut für Verkehrswesen und Raumplanung der Universität der Bundeswehr München wird in Person von Dr.-Ing. Klaus Bogenberger, Universitätsprofessor für Verkehrstechnik, die wissenschaftlichen Kenntnisse aus Deutschland in die österreichischen Projekte einbringen.
- Kooperationen bestehen mit dem 5G-Lab der TU Dresden, das über weltweite Kooperationen mit Industrie und Wissenschaft verfügt und die Entwicklung und Forschung rund um 5G maßgeblich mitgestaltet.
- Diverse Infrastruktur- und Systemlieferanten unterhalten im Bereich 5G mehrere Partnerschaften zu Netzbetreibern, verteilt über die ganze Welt, darunter Korea Telecom (Technologiezusammenarbeit), AT&T (Erprobung), NTT Docomo (Erprobung), Singtel (Evaluation und Testing), Softbank (Erprobung), Verizon (Erprobung), China Mobile (5G-basierte Innovationen), Deutsche Telekom (automatisches Fahren) und weitere.
- Auch in der Standardisierung sind einige Unternehmen tätig. Sie arbeiten unter anderem in den Standardisierungsgremien von 3GPP, ETSI und IEEE mit – teils direkt aus Österreich, teils über das global agierende Mutter- oder Schwesterunternehmen.

- In die Entwicklung einer internationalen „Roadmap“ unter dem Namen „IEEE Future Networks“ (früher „5G and Beyond“) sind Unternehmen ebenso involviert wie im europäischen Projekt 5G-PPP.
- Beispiele von F&E-Vernetzungsprojekten im Bereich 5G:
  - Stanford SystemX
  - Berkeley Wireless Research Center (BWRC)
  - SCOTT – EU ECSEL
  - CD-Lab „Dependable Wireless Connectivity for the Society in Motion“
  - 5G-MLab (FFG): IP-layer reliability characterization
  - TriCePS (FFG): Quality of service for the application layer in CPS communication
  - CD-Lab „Digitally Assisted RF Transceivers for Future Mobile Communications“
  - TARANTO (H2020): Heterojunction bipolar transistors for 600 GHz
  - DeSSnet (K-Projekt): Dependable, secure and time-aware sensor networks

# 5 Empfehlungen

Aus den Erhebungen und Befragungen ergeben sich die folgenden Empfehlungen. Sie sind als Basis notwendig, um Österreichs F&E-Einrichtungen und Unternehmen in der Entwicklung von Anwendungen mit bzw. für 5G zu unterstützen und Wertschöpfung im Bereich 5G zu erzielen.

Innovationsfreundliche und klare Rahmenbedingungen ermöglichen nicht nur die Etablierung von F&E-Projekten und den darauf basierenden Demonstrationsbetrieb, sondern auch die Umsetzung der Technologie in der wirtschaftlichen Praxis. Unternehmen können damit auf den Heimatmärkten Erfahrung sammeln und auf Basis der darauf folgenden Exporte Wertschöpfung in Österreich schaffen.

## 5.1 Leuchtturmprojekte und Testbeds

Um erfolgreiche und vor allem sichtbare F&E-Ergebnisse zu erreichen, ist die Ausschreibung von Leuchtturmprojekten und die Einrichtung bzw. Ertüchtigung bestehender Testbeds unerlässlich. Dieser Weg ist auch im Bereich 5G zu beschreiten.

Die Etablierung nationaler Leuchtturmprojekte zu 5G gibt den wichtigen Impuls, österreichische Akteure in den kommenden großen 5G-Europainitiativen ideal zu positionieren.

Die Bündelung erheblicher Mittel und die Kooperation mit großen Unternehmen erhöhen die Chancen, dass durch Leuchtturmprojekte herzeigbare Ergebnisse erreicht werden. Außerdem sollten darin die bereits bestehenden relevanten F&E-Einrichtungen und Unternehmen im jeweiligen Spezialgebiet eingebunden werden.

Die neue 5G-Funktechnologie kommt schrittweise in unterschiedlichen Bereichen und Anwendungen zum Einsatz, um folgende Ziele zu erreichen:

1. Steigerung der Effizienz der existierenden Kommunikationsinfrastruktur der Funknetzbetreiber (A1, T-Mobile, Hutchison) und von deren existierendem Serviceportfolio: Breitbandinternetzugang, interaktive Multimediadienste, Telefonie etc.
2. Höhere Bandbreiten für bestimmte, geografisch spezifische und bandbreitenintensive Services (HDTV, 3D, Virtual Reality, Public Viewing etc.)
3. Lokal begrenzte Kommunikationsinfrastruktur für Roboter, Industrieanlagen, Body Networks etc.

4. Leistungsfähige Machine-to-Machine(M2M)-Kommunikation: neue, zukunftsorientierte Kommunikationsdienste, die sich durch sehr kurze Latenzzeiten und höchste Zuverlässigkeit in der Kommunikation auszeichnen. Beispiele dafür sind dezentrale kooperative Steuerung autonomer Fahrzeuge, Steuerung der Last in Energienetzen durch Steuerung des Energieverbrauchs im Smart Home (z. B. intelligente Steckdose im Zusammenhang mit Elektrofahrzeugen), Steuerungen von Robotersystemen und Industrieanlagen, Sensor-IoT-Systeme (mit der wichtigen Funktionalität des geringen Energieverbrauchs) oder autonomes Fahren unter Nutzung bestehender Initiativen wie ALP.Lab.

Die Bereiche 1 und 2 sind das Thema der aktuellen Marktaktivitäten.

Die Bereiche 3 und 4 sind neue Anwendungsszenarien und Gegenstand von F&E. Vor allem der Bereich 4 hat große Auswirkungen auf das existierende Ecosystem der Serviceanbieter, Netzbetreiber und Systembetreiber. Durch die geforderten kurzen Latenzzeiten ist nicht nur eine neue Funktechnik wie 5G notwendig, sondern auch eine Änderung der gesamten Systemarchitektur. Die notwendigen Berechnungen für Steuerungen und Applikationen können nicht von zentralen Cloud-Diensten, sondern müssen sehr nah beim Endgerät durchgeführt werden. Dies führt zu sogenannten Edge-Cloud-Architekturen, die im Zusammenhang mit der eigentlichen Funktechnik entwickelt werden müssen.

5G-Leuchtturmprojekte sind ein wesentliches politisches Instrument, um 5G-Technologien in Österreich zu erforschen, zu entwickeln, zu erproben und schließlich umzusetzen. Potenziale dafür bestehen neben den F&E-Einrichtungen bei Komponentenherstellern (z. B. AT&S, ams, Infineon, EPCOS/TDK), Produzenten von Baugruppen (z. B. Melecs, WILD, BECOM), Herstellern und Designern von Teilsystemen (z. B. AVL, Bernecker & Rainer), Systemintegratoren (z. B. Atos, Sprecher, Siemens) und Dienstleistern (z. B. Fabasoft). Gerade die hohe Dichte von Akteuren aus Forschung und Wirtschaft entlang der Wertschöpfungsketten für die Anwendungsbereiche in der Industrie, in der Mobilität und im Energiesystem bietet Österreich die Chance, damit Impulse für Wertschöpfungen zu setzen.

Die Kombination mehrerer Themen (siehe unten) zu Leuchtturmprojekten wird empfohlen. Basistechnologien (Hochfrequenzmaterialien, Antennendesigns, Produktions- und Prozesstechnologien) sind in allen Leuchttürmen sinnvoll. Ebenso muss die zu entwickelnde Funkkommunikation typische Anforderungen (Ultra-Low Latency, Reliability, Security ...) erfüllen. Ebenso kann 5G neue Services bzw. Geschäftsmodelle ermöglichen, die im Zuge der Leuchtturmprojekte angedacht werden könnten.

Verschränkt man nun die vorhin angeführten Bereiche 3 und 4 mit den am Anfang des Dokuments identifizierten Stärkefeldern der österreichischen Industrie, ergeben sich folgende Grundzüge für mögliche Leuchtturmprojekte:

## Leuchtturmprojekt Industrie und Energie

Für Industrie-4.0-Projekte ist die erhöhte Flexibilität der Produktion durch Funkssysteme, verbunden mit hoher Zuverlässigkeit und Sicherheit, von Bedeutung. Spezifische Anforderungen wären hochgenaue Zeitsynchronisation über größere Distanzen, sichere Verschlüsselung, Campus-Lösungen für produzierende Unternehmen, Antennen-designs für „Harsh Environments“ (hohe elektromagnetische Felder), Software-Defined-Netzwerk (SDN)-Architekturen.

Bei den Campus-Lösungen könnten zum Beispiel spezifische Eigenschaften von 5G für die höheren Anforderungen an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit gegenüber aktuellen WLAN-Lösungen zur weiteren Digitalisierung der Fabrik erforscht werden. Für die „geschlossenen/privaten“ Campus-Lösung in der Fabrik selbst, also im firmeninternen 5G-Netzwerk, sollten u.a. eigene Sicherheitsstandards und User-Berechtigungen im Fokus stehen.

Konkret ergeben sich folgende Themen für ein Leuchtturmprojekt Industrie und Energie, die bei entsprechender Größe des Leuchtturmprojekts auch kombiniert werden sollten:

- Neue Funkssysteme für M2M-Kommunikation (Entwicklung und Test spezifischer Anwendungen in Industrie, Mobilität, Energiesteuerung)
- Zuverlässige und vertrauenswürdige drahtlose Industriekommunikation für hocheffiziente Produktionssysteme
- Verbesserte Fertigungstechnologien für 5G-Komponenten: GaN, SiC, SiGe, SPT (Smart-Power-Technologie), RF-CMOS, MEMS-Technologie und geeignete Gehäuse für Hybridintegration
- Verbesserung der Entwicklungskapazität von Transceivern, RF-Plattformen, Basisbandmodulen und der Systemintegration in neuen Funksystemen
- Demonstration und Proof of Concept (PoC) neuer Anwendungsbereiche: intelligente Antennen für empfindliche Steuerungsanlagen im Industriebereich (Industrie 4.0)
- Test der Sicherheitskonzepte für autonomes Fahren und in Industrie-4.0-Use-Cases
- Vernetzung von Robotern und smarten Endgeräten (IoT) ua für eine hohe Dichte an automatisiert fahrenden Fahrzeugen
- Edge-Cloud-IT-Architekturen und Services für unterschiedliche Anwendungsszenarien

Dafür wären mehrere Standorte (Seestadt Aspern, Industriebereiche in Niederösterreich, Raum Linz, Steiermark) denkbar. Projekte, die sich über mehr als einen Standort erstrecken, wären daher auch eine Option.

## Leuchtturmprojekt Mobilität

Hier sind einerseits bestehende Testbeds (z. B. ALP.Lab) nutzbar bzw. erweiterbar, allerdings können auch neue Testregionen (professionelle Logistik bei Straße, Schiene und Flüssen) damit kombiniert werden. Empfohlen wird, sich primär auf die Ertüchtigung bereits bestehender Testbeds zu konzentrieren. Durch das Aufbauen auf bestehenden Infrastrukturen, ist es schneller möglich in die Umsetzung zu kommen und mit geringerem Ressourceneinsatz, größerer Projekte aufzusetzen.

5G bietet eine optionale Kommunikationstechnologie für automatische Mobilität. F&E-Themen sind das Funkverhalten bewegter Systeme für ein effektives Antennen- und Systemdesign, neue Edge-Cloud-IT-Architekturen, neue M2M-Kommunikation, Bewertung der Risiken etc. für Cyberattacken.

Sehr wichtig ist hier die Einrichtung eines Testbetriebs zur Entwicklung und Erprobung automatisierter Fahrzeuge, sowohl für den Personen- und Güterverkehr als auch für spezielle Anwendungen in Industriezonen, Häfen, Flughäfen sowie Gewerbe- bzw. Shoppingzonen. Darüber hinaus sind auch Akzeptanz und Verkehrssicherheit, vor allem im teilautomatisierten Verkehrsablauf durch die entsprechenden straßenseitigen Maßnahmen, wesentliche Punkte der Untersuchungen.

Betreiberesellschaften (z. B. ASFINAG, ÖBB, ALP.Lab) sollten unbedingt eingebunden werden.

Folgende Themen werden im Bereich der Mobilität für 5G-Leuchtturmprojekte empfohlen. Wie schon vorhin angemerkt, kann bei entsprechender Größe eine Kombination mehrere Schwerpunkte in einem Leuchtturmprojekt sinnvoll sein:

- Funkverhalten für bewegte Systeme für ein effektives Antennen- und Systemdesign
- Neue Funkssysteme für M2M-Kommunikation (Entwicklung und Test spezifischer Anwendungen in Industrie, Mobilität, Energiesteuerung)
- Edge-Cloud-IT-Architekturen und Services für unterschiedliche Anwendungsszenarien
- Identifikation eines sich ändernden Ecosystems im Zusammenspiel von Serviceanbietern, Infrastrukturbetreibern, Industriesystembetreibern und Endanwendern
- Software-Defined-Netzwerk (SDN)-Architekturen für neue Anwendungsszenarien
- Entwicklung und Erprobung neuer leistungsfähiger Netztechnologien für eine wirtschaftliche Verbindung der optischen Metro- und Access-Netze mit den neuen Funksystemen
- Evaluierung von zukunftsweisenden Weiterentwicklungspfaden Richtung 6G
- Security: Security-Lücken und -Risiken, Bewertung der Risiken etc. für Cyberattacken, z. B. auf Straßeninfrastruktur für autonomes/automatisches Fahren

Eine weitere wesentliche Maßnahme ist die Einrichtung bzw. Ertüchtigung von Testbeds, die es ermöglichen, in einem geschützten Bereich (der sogenannten „Evaluation Environment“) gemeinsam Proof of Concepts zu entwickeln und weiter reifen zu lassen. Die Testumgebung und die vorgesehenen Tests stellen auch wichtige Ergänzungen für die Abstimmungen und Entwicklungen von Zertifizierungen und Zulassungen internationaler Tests dar.

Die Testbeds bieten die Möglichkeit einer raschen Umsetzung einzelner Automatisierungsvorgänge, sowohl im Fahrzeugverkehr als auch bei der Industrie 4.0. Die Kombination von Fahrzeugtechnologien und der Entwicklung der Industrie 4.0 ist vor allem im multimodalen Knoten ein wichtiges Zukunftsthema, das im Betreiberprojekt entsprechend berücksichtigt wird. Die Schwerpunktsetzung auf die Infrastruktur und die Kommunikationseinrichtungen ist ein wesentlicher Neuheitsgrad, nicht nur in Österreich, sondern auch international. Da diese Aspekte bisher auch international nur teilweise untersucht wurden, ermöglichen sie dem Kompetenzzentrum einen internationalen Innovationssprung.

## 5.2 Frequenzplanung mit Weitblick

Sowohl private als auch öffentliche Netze benötigen bedarfsgerechte Spektrumsressourcen, um die Anforderungen aller Nutzer, insbesondere die der industriellen Anwender, zu erfüllen. Hierfür sind geeignete flexible, transparente Rahmenbedingungen zu entwickeln. Insbesondere die Verfügbarkeit von Frequenzbändern ist eine essenzielle Grundlage für das Entstehen und Funktionieren von neuen Geschäftsmodellen. Was also ist dafür notwendig?

Als grundlegende Infrastrukturmaßnahme sollten im Zuge der geplanten Frequenzversteigerung des Bundes explizite Frequenzbänder für die Verwendung von neu entstehenden industrieorientierten Anwendungsbereichen und Produktentwicklungen vorgesehen und zur Verfügung gestellt werden.

Für diese potenziellen Anwendungsbereiche sind andere, auch neu entstehende Geschäftsmodelle als Planungsgrundlage zu berücksichtigen, damit die österreichische Innovationszene in der Forschung, der Industrie, den KMUs und der Betreiberlandschaft neue Ansätze, Lösungen und Geschäftsmodelle entwickeln kann.

Ein Vorschlag, der sehr häufig gemacht wurde, ist, dem Vorbild Deutschlands zu folgen. In der nächsten geplanten 5G-Frequenzvergabe sieht Deutschland vor, per Antragsverfahren in den Bereichen 3,7 GHz bis 3,8 GHz und 26 GHz Frequenzen unabhängig von den Geschäftsmodellen der klassischen Netzbetreiber (die auf den Endkunden-Massenmarkt ausgerichtet sind) für industrielle Anwendungen zur lokalen und regionalen Nutzung zu vergeben.

Dedizierte Frequenzbänder (entsprechend der in Deutschland geplanten 5G-Frequenzvergabe) für spezifische Anwendungen (Industrie 4.0 etc.) ermöglichen nicht nur die Etablierung von F&E-Projekten samt Demonstrationsbetrieb, sondern auch die Umsetzung der Technologie in der wirtschaftlichen Praxis. Unternehmen können damit auf den Heimmärkten Erfahrung sammeln und auf Basis der darauf folgenden Exporte Wertschöpfung in Österreich schaffen.

Mit der derzeitigen Praxis der Frequenzverwendung durch Gewährung einer Ausnahmebewilligung zu Forschungszwecken (§ 4 TKG) oder der zeitweisen Überlassung von Frequenzen (§ 54 Abs. 6a TKG) kann dies nicht ermöglicht werden, da den Unternehmen die langfristige Planungssicherheit fehlt.

Des Weiteren wird damit die Position Österreichs als F&E-Standort gestärkt, was wiederum einen Anreiz für Unternehmen darstellt, in Österreich Kompetenzen und damit Personal aufzubauen.

## 5.3 Datenplattformen schaffen

Durch 5G in der Anwendung werden, wie bereits mehrfach angemerkt, enorm viele Daten verfügbar sein, die alle verarbeitet werden sollen. Neben der zuvor bereits beschriebenen Datenflut aus dem Bereich autonomes Fahren kann auch noch ein Beispiel aus dem Bereich der vernetzten Maschinen gebracht werden:

5G-Schnittstellen werden in naher Zukunft als 5G-Chips, so wie heute Bluetooth- oder WLAN-Schnittstellen verfügbar, sein. Damit können industrielle Fertigungsmaschinen direkt mit dem Hersteller verbunden werden. Der Hersteller der Fertigungsmaschine hat damit direkten Zugriff auf wichtige Log-Daten, die z. B. den Verschleißstatus („Condition Monitoring“) anzeigen. Bevor noch die Fertigungsmaschine ausfällt, können die Verschleißteile ausgewechselt werden, was zu einer hohen Verfügbarkeit und Produktivität führt.

Der Hersteller bekommt Big Data von seinen weltweit eingesetzten Geräten und kann diese mittels massiver Datenanalyse besser und schneller weiterentwickeln. Der Kunde hat ein in Echtzeit gewartetes Gerät durch rein computergestützte „Remote Diagnostics“, ohne menschliche Interaktion. Die Direktverbindung zum Hersteller ändert auch langfristig die Geschäftsmodelle des Geräteverkaufs insgesamt, denn Geräte ab einer bestimmten Komplexitätsstufe mit Verfügbarkeitsanforderungen wird es ohne Wartungsvertrag ab 5G kaum mehr geben.

Diese Daten sind nicht ausschließlich für den Hersteller interessant. Es kann sein, dass die Betriebe, in denen die Maschinen eingesetzt werden, oder Unternehmen, die Zubehör oder auch nur Teile der Endmaschinen produzieren, auf diese Daten angewiesen sind oder gerne darauf Zugriff hätten, um neue Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln.

Hierzu bedarf es sogenannter „Trusted Third Party-Datenplattformen“, über die ein kollaboratives Bearbeiten, Analysieren oder Interpretieren der verfügbaren Daten ermöglicht wird. Um die Datensicherheit und Datenhoheit zu gewährleisten, sollten bei dieser „Cloud-Lösung“ alle Daten in Österreich oder zumindest in Europa verbleiben. Dies ermöglicht auch neue Geschäftsmodelle für kleinere, innereuropäische Cloud-Provider.

Nur durch eine standardisierte Grundlage kann der problemlose Austausch von Daten zwischen kollaborierenden Unternehmen stattfinden. Ganz wesentlich ist deshalb neben der Standardisierung die kluge Vorgabe europäischer Rahmenbedingungen.

Die Initiative Data Market Austria stellt bereits einen guten ersten Schritt hin zu den Trusted Third Parties dar, muss aber auch im Hinblick auf 5G erweitert werden.

## 5.4 Fokus auf konkrete F&E-Fragestellungen

Die 5G-Landschaft in Österreich ist zu klein, um das Thema 5G erschöpfend zu betrachten bzw. zu erforschen. Deshalb bietet sich die Konzentration auf einige wenige hochspezialisierte F&E-Fragestellungen an, die in Kooperationen von Unternehmen bearbeitet werden können. Dadurch kann Know-how aufgebaut und in weiterer Folge Wertschöpfung in Österreich geschaffen werden.

Anhand der Rückmeldungen sind folgende Schwerpunkte aufgefallen:

- 5G-Kommunikation in und mit kritischer Infrastruktur
- Interoperabilität/Koexistenz/Kompatibilität
- Datensammlung, -übertragung und -auswertung
- Applikationsspezifisch zu Standardisierung
- Security & Reliability
- Steuerung, Sensorik, Aktuatorik, Devices und Einbindung
- Verbesserte Fertigungstechnologien für 5G-Komponenten
- Robuste bzw. hochverfügbare Systeme
- Skalierbarkeit von Anwendungen

## 5.5 5G-Expertenplattform etablieren

Es hat sich in den Rückmeldungen gezeigt, dass, obwohl die Community noch nicht besonders groß ist, der Bedarf an weiterer Vernetzung besteht. Die Expertengruppen waren sich einig, dass es notwendig ist, eine Plattform zu schaffen, innerhalb derer sich Unternehmen, Institutionen und Forschungseinrichtungen zum Thema 5G austauschen können. Dies soll dabei helfen, Kooperationen zu diskutieren und anzubahnen, Forschungsthemen zu besprechen und zu gestalten sowie einen Raum zu bieten, um technische Diskussionen zu führen.

Ebenso soll eine solche Plattform die Vernetzung mit der europäischen Ebene erleichtern.

Neben der Vernetzung ist aber auch das Thema Standardisierung für eine derartige Plattform von Bedeutung. Es soll hier keine neue Standardisierungsgruppe eingerichtet werden, sondern Unternehmen die Möglichkeit geboten werden, ganz speziell zum Thema 5G Diskussionen über Normungsaktivitäten zu führen und eine Abstimmung der Normungsaktivitäten vorzunehmen. Wie vorhin bereits beschrieben, machen eine Aufteilung auf Standardisierungs- und Normungsgremien der einzelnen Unternehmen bzw. Forschungsinstitutionen und eine gegenseitige Abgleichung der Aktivitäten aufgrund der großen Reichweite der Standardisierungsaktivitäten Sinn. Es geht hier primär nicht darum, gemeinsame Standpunkte zu entwickeln, sondern um einen Informationsabgleich.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wertschöpfung durch 5G in Österreich	18
Abbildung 2: Betriebe und Beschäftigte im produzierenden Bereich (Quelle: Statistik Austria, Darstellung: WKO 2018)	19
Abbildung 3: Einsatzbereiche von 5G (Quelle: <a href="https://networks.nokia.com/5g/get-ready">https://networks.nokia.com/5g/get-ready</a> )	20
Abbildung 4: 5G-Netz der Zukunft (Quelle: FMK – Forum Mobilkommunikation)	21
Abbildung 5: Anforderungsübersicht industrieller Nutzer (Quelle: Bitkom e. V. Security)	34
Abbildung 6: Automotive trend – emergence of car data market (Quelle: McKinsey, Monetizing car data: new service business opportunities to create new customer benefits, September 2016)	37

## Literaturverzeichnis

Schinagl, Wolfgang: Globale Megatrends und regionale Auswirkungen, Wirtschaftspolitische Blätter, Wirtschaftskammer Steiermark, 2018

Bitkom e. V.: 5G-Anwendermodelle für industrielle Kommunikation, Ergebnisdokument der Fokusgruppe 5G

## Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:  
FEEI – Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie  
Mariahilfer Straße 37-39  
1060 Wien

In Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium  
für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)

Autorinnen und Autoren:  
DI Dr. Klaus Bernhardt  
Mag. Florian Schnurer

Grafische Umsetzung:  
Christof Kopfer  
kopfer.at

Druck:  
druck.at

Wien, 2019. Stand: 19. Jänner 2020

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramts und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtsausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zur vorliegenden Publikation übermitteln Sie bitte an [kommunikation@feei.at](mailto:kommunikation@feei.at).



