
5G in Deutschland

Szenario zur Realisierung bis zum Jahr 2020

www.plattform-digitale-netze.de

Ergebnisdokument der Fokusgruppe 5G
Plattform „Digitale Netze und Mobilität“



Inhalt

01	Frequenzen für erste Aufbauschritte von 5G in 2020	3
02	„5G-Städte“ in 2020	4
03	Rahmenbedingungen für raschen 5G-Ausbau	6
04	Erste Realisierungen von 5G-Diensten am Beispiel München	7
05	Handlungsempfehlungen	8

01

Frequenzen für erste Aufbauschritte von 5G in 2020

Im Rahmen der Arbeiten zum IT-Gipfel 2016 wurde im Dokument „5G Spektrumbedarf und -nutzung“¹ erläutert, dass für eine kommerzielle Verfügbarkeit von 5G in 2020 die rechtzeitige Zuweisung von Funkfrequenzen erforderlich ist. Dabei wurde insbesondere auf die Diskussion zu drei Pionierbändern 700 MHz, 3,4–3,8 GHz und 26 GHz hingewiesen, die durch die RSPG Opinion² und den 5G Action Plan der EU Kommission³ unterstützt werden. Die genannten Bänder sind bereits Gegenstand von Betrachtungen der Bundesnetzagentur (Orientierungspunkte⁴) mit dem Ziel, 2018/2019 mit der Bereitstellung von Frequenzen zu beginnen. In der EU-Gesetzgebung zum UHF⁵-Band, verabschiedet im Parlament 29.03.2017, ist eine europaweite Umwidmung des 700-MHz-Bandes bis spätestens 2020 vorgeschrieben, mit sehr begrenzten Ausnahmemöglichkeiten. Die für die Umwidmung dieses Bandes erforderlichen zwischenstaatlichen Verhandlungen zur Neuordnung der Rundfunkfrequenzen müssen Ende 2017 abgeschlossen sein. Bezüglich des Bereichs 3,4–3,8 GHz arbeitet die CEPT im Rahmen eines EU-Mandats⁶ an der technischen Regulierung dieses Bandes mit Blick auf die in diesem Band möglichen und für hohe Datenraten erforderlichen großen Trägerbandbreiten. Des Weiteren ist es Aufgabe der CEPT Möglichkeiten für eine Defragmentierung des Bandes aufzuzeigen, unter Berücksichtigung der bestehenden Lizenzen und Nutzungen. Auch für das sog. 26-GHz-Band (24,25–27,5 GHz) hat die CEPT die Aufgabe, Vorschläge für einen europäisch

harmonisierten Bandplan, der dann als europäischer Vorschlag in die Weltfunkkonferenz 2019 (WRC-19) eingebacht werden soll, und weitere europaweit harmonisierte technische Nutzungsbedingungen zu erarbeiten. Insofern ist ein klarer Trend hin zu früher Verfügbarkeit von geeigneten Funkfrequenzen für 5G in Europa und insbesondere in Deutschland erkennbar.

Die Fokusgruppe 5G begrüßt die Ziele einer ausreichenden Versorgung mit Funkfrequenzen für frühen Start von 5G und der europäischen Harmonisierung gemäß der in Europa verfolgten Pionierbänder. Die in Deutschland angestrebte, rechtzeitige Bereitstellung beginnend ab 2018/2019 erlaubt dem Markt, mit der erwarteten Verfügbarkeit von 5G-Technologie und Ausrüstung ab 2018/2019 unmittelbar mit Netzaufbau und -betrieb zu beginnen. Auch im europäischen Rahmen laufen konkrete Überlegungen hinsichtlich der Verfügbarkeit dieses Bandes. So hat beispielsweise Österreich ein Bereitstellungsverfahren für 3,4–3,8 GHz für 2018 angekündigt. Im Vereinigten Königreich steht bereits 2017 eine Vergabe im Bereich 3,4–3,6 GHz an. Klare frühzeitige Entscheidungen erlauben der ausrüstenden Industrie und den Netzbetreibern, rechtzeitig die notwendigen Anforderungen an die zu entwickelnden Produkte zu definieren. Damit erfüllt der laufende Prozess eine notwendige Voraussetzung, um die europäischen und nationalen Ziele von kommerziellem 5G-Netzbetrieb spätestens 2020 zu erreichen.

1 http://plattform-digitale-netze.de/app/uploads/2016/11/PF1_5G_Spektrumbedarf_web_20161111.pdf

2 http://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2013/05/RPSG16-032-Opinion_5G.pdf

3 http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=17131

4 https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/DrahtloserNetzzugang/Mobilfunk2020/Orientierungspunkte.pdf

5 <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-5-2017-INIT/DE/pdf>

6 http://www.cept.org/Documents/ecc-pt1/34326/ecc-pt1-17-055_5g-mandate

02

„5G-Städte“ in 2020

Unter der Voraussetzung einer vorhandenen Frequenz-ausstattung in den drei EU-Pionierbändern bis 2020 sieht die Fokusgruppe aus technologischer Sicht folgendes Szenario für erste Großräume in Deutschland um die Bevölkerungszentren herum in 2020 als realisierbar an:

- In 700 MHz ist eine (nahezu) flächendeckende Versorgung erster Großräume um Bevölkerungszentren herum vorstellbar, basierend auf den 2×30 MHz FDD, zugewiesen in 2015 und nach aktueller Planung bundesweit verfügbar ab Mitte 2019. Ein 700-MHz-Layer kann spätestens 2019/2020 das Implementieren und Testen von neuartigen 5G Applikationen wie z. B. IoT, SmartGrid oder vernetztem Fahren in großen Flächen und insbesondere entlang von relevanten Verkehrswegen ermöglichen. Damit werden die neuen 5G-Anwendungsfälle aus den Bereichen massive Machine Type Communication (mMTC) und Ultra Reliable Low Latency Communication (URLLC) adressierbar, und dies bei voller Mobilität, hoher Flächenabdeckung, allerdings beschränkt auf eine bereits heute mit LTE realisierbare Leistungsfähigkeit. Das erklärt sich zum einen daraus, dass der Frequenzvorrat im 700-MHz-Band auf LTE-übliche Bandbreiten beschränkt ist. Zum anderen ist auf Grund des Zusammenhanges zwischen Frequenz, Wellenlänge und Antennengröße – je niedriger die Frequenz, desto größer die Wellenlänge, desto größer die Antennenelemente – der Einsatz von

Massive MIMO, einem wesentlichen Leistungsmerkmal der neuen 5G-Funkschnittstelle, nahezu unmöglich und somit sind im 700-MHz-Band kaum substantielle Erhöhungen der Datenraten gegenüber LTE zu erwarten. Für den Aufbau eines 700-MHz-Layers sind aus funktionsplanerischer Sicht insbesondere bestehende Standorte für 900 MHz und 800 MHz geeignet. Damit müssen in vielen Fällen keine neuen Standorte erschlossen und akquiriert werden. Bei hochkapazitiven, innerstädtischen Standorten kann eine Erweiterung der bereits installierten Funkanlagen um einen 700-MHz-Layer allerdings aufgrund telekommunikations- und baurechtlicher Vorgaben und der Leistung der bereits am Standort installierten Funkanlagen schwierig werden. Auch wenn viele Standorte im Rahmen der LTE-Backhaul-Erweiterung schon mit Glasfaser angebunden wurden, gibt es gleichzeitig auch noch einen großen Anteil von Basisstationen, die für 5G ein Upgrade des Backhails mit Glasfaser benötigen. Auf Grund der Synergien mit dem Weltmarkt (z. B. Asien) sind Hochfrequenz-Komponenten (HF-Komponenten) für die 2×30 MHz im 700-MHz-Band seit langem verfügbar und z. B. in aktuellen Endgeräten im großen Stil verfügbar, so dass auch eine Endgeräteversorgung bis 2020 bei entsprechender Nachfrage realistisch erscheint.

- In 3,4–3,8 GHz steht nach der Defragmentierung ungepaartes Spektrum für mindestens 100 MHz je Netz zur Verfügung. Die kürzeren Wellenlängen erlauben den Einsatz von mehr Antennenelementen an der Basisstation und am Endgerät, so dass Gewinne aus 5G-Leistungsmerkmalen erzielt werden können. Diese Gewinne erlauben bestehende Basisstationsstandorte aus den Frequenzbereichen 2600 MHz, 2100 MHz und 1800 MHz aufzurüsten, ohne viele zusätzliche makrozellularen Standorte zur flächigen Versorgung dicht besiedelter Innenstadtgebiete erschließen zu müssen. Des Weiteren ergeben sich Gewinne in der spektralen Effizienz, die zusammen mit den großen verfügbaren HF-Bandbreiten wesentlich höhere Datenraten als bei LTE im Bereich mehrerer Gbps ermöglichen. Die Outdoor-Versorgung kann im gleichen Frequenzband mit Indoor-Small-Cells ergänzt werden. Somit werden erste „enhanced Mobile Broadband“ (eMBB) 5G Dienste darstellbar. Generische HF-Komponenten für 3,4–3,8 GHz sind aufgrund der bereits vorhandenen Standardisierung in 3GPP (Bänder 42 (3,4–3,6 GHz) und 43 (3,6–3,8) GHz) bereits verfügbar und in heutigen Endgeräten weit verbreitet. Allerdings bedarf es inkrementeller Weiterentwicklungen für größere HF-Bandbreiten und die höhere Anzahl von Antennen. Ein zügiger Abschluss der laufenden technischen Regulierung in CEPT und eine frühzeitige Perspektive auf breite Zuweisungen im Bereich 3,4–3,8 GHz stellen notwendige Voraussetzungen für die Realisierung von ersten 5G-eMBB-Anwendungen in dicht besiedelten Gebieten und Verkehrsknoten bis 2020 dar.
- Im 26-GHz-Bereich werden auf Grund noch größerer erwarteter HF-Bandbreiten, sowie stärkerer Ausnutzung von 5G-Leistungsmerkmalen wie Massive MIMO Datenraten weit in den zweistelligen Gbps-Bereich hinein möglich. Allerdings sind die Reichweiten bei diesen hohen Frequenzen geringer und Hindernisse, z. B. Häuserwände, werden schlechter durchdrungen als das bei heute üblichen Mobilfunk-Frequenzen der Fall ist. Das bedeutet, dass leistungsfähige Funkverbindungen im 26-GHz-Bereich ohne direkte Sichtverbindung erschwert werden. Aus diesem Grund sind neue Netztopologien mit vielen neuen Standorten erforderlich, die akquiriert, erschlossen und mit entsprechend leistungsfähigen Anbindungen (Backhaul) versorgt werden müssen. Das erfordert erhebliche Investitionen in Infrastruktur, die realistischerweise nicht bis 2020 für große Flächen, voraussichtlich aber für Verkehrs-Hotspots, für Forschungs- und Entwicklungsstandorte und andere ausgewählte Orte erbracht werden können. Technologiseitig arbeitet die Industrie aktuell an konkreten Lösungen für den 28-GHz-Bereich für den amerikanischen und den koreanischen Markt, die für den europäischen und perspektivisch globalen 26-GHz-Bereich adaptiert werden können, idealerweise sogar unter Verwendung sehr breitbandig durchstimmbarer HF-Komponenten für beide Frequenzbereiche. Erste Produkte für den 28-GHz-Bereich werden 2017 erwartet. Damit erscheint es realisierbar, bei rechtzeitigem Abschluss der technischen Regulierung in CEPT, sowie klarer frühzeitiger Sichtbarkeit auf konkrete Zuweisungen vor 2020 Ausrüstung für einen kommerziellen Betrieb von 5G-eMBB im 26-GHz-Bereich bereitstellen und aufbauen zu können. Hierbei ist zu beachten, dass das 26-GHz-Band derzeit intensiv für Backhaul-Richtfunkstrecken genutzt wird. Es wird erwartet, dass der Bedarf an Frequenzen für Richtfunk-Backhaul langfristig abnimmt, insbesondere in dicht besiedelten Gebieten getrieben durch den angestrebten raschen Glasfaserausbau für Backhaul und für festen Breitband-Zugang. Die angestrebte frühzeitige Bereitstellung des Frequenzbereichs für die 5G-Nutzung sollten den Betreibern Möglichkeiten zur flexiblen Nutzung für Backhaul und Access im 26-GHz-Band erschließen.

03

Rahmenbedingungen für raschen 5G-Ausbau

Wichtige Voraussetzung für einen raschen 5G-Ausbau sind Rahmenbedingungen, die einen zügigen Rollout und eine weitere Verdichtung der Netze ermöglichen. Dies stellt sich für die Genehmigung von Antennenstandorten im Standortbescheinigungsverfahren insbesondere in innerstädtischen Bereichen zunehmend als Herausforderung dar, da der für 5G notwendige Ausbau von Makro-, Mikro- und Picozellen aufgrund gemeinsamer Standortnutzung und Überlagerung mehrerer Frequenzen mit den derzeit angewandten Berechnungsverfahren nur noch schwierig zu realisieren ist. Um hier die Rahmenbedingungen zu verbessern, werden folgende Maßnahmen angeregt:

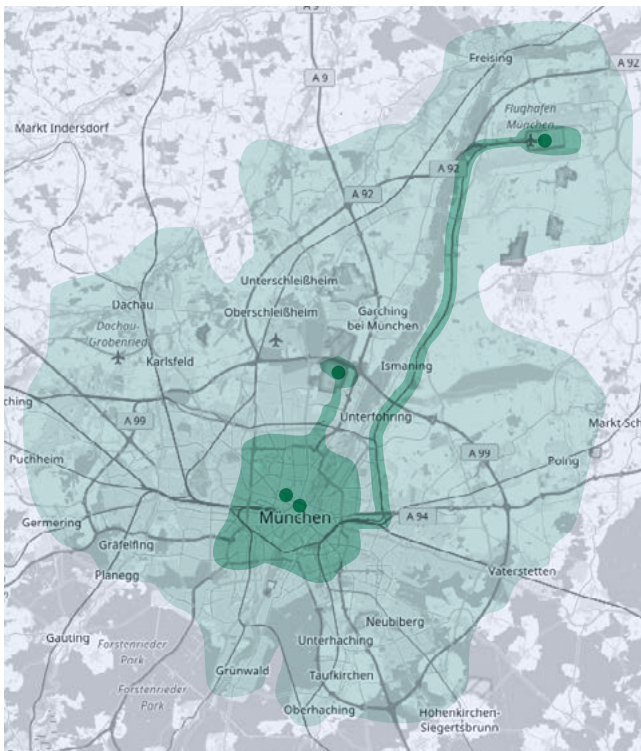
- Die Berechnungsmethodik bei der Ermittlung der Sicherheitsabstände beim Standortbescheinigungsverfahren sollte dahingehend weiterentwickelt werden, dass unnötige Überschätzungen vermieden werden. Denkbar ist dabei auch die zukünftige Berücksichtigung von Gebäudedämpfungen.
- Weiterhin sind Anpassungen im Bauplanungs- und Bauordnungsrecht denkbar. So könnte z. B. die zulässige Höhe von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung für verfahrensfreie Bauvorhaben in der Musterbauordnung⁷ von 10 m auf 15 m heraufgesetzt werden.
- Auch die Regulierungen des Baurechts bezogen auf sogenannte Konzentrationsflächen für Mobilfunkstandorte in Außenbereichen (Flächennutzungspläne) können zu technisch und wirtschaftlich ineffizienten Lösungen führen (Qualitätsprobleme durch hohe Zahl von Zellgrenzen im Ortskern, Baukosten durch vermehrten Bedarf an höheren Mastbauwerken auf den Konzentrationsflächen) und sollten auf Anpassungsbedarf überprüft werden.
- Bund, Länder, Kommunen sowie Verkehrsträger sollten in noch stärkerem Maße als bisher Standorte zur Verfügung stellen. Dabei sollte in Erwägung gezogen werden, den 5G-Ausbau durch die Möglichkeit der Mitnutzung entsprechender Liegenschaften und zugehöriger Infrastruktur im Eigentum oder Betrieb der öffentlichen Hand zu angemessenen Konditionen zu unterstützen.

⁷ <https://www.bauministerkonferenz.de/lbo/VTMB102.pdf>

04

Erste Realisierungen von 5G-Diensten am Beispiel München

Veranschaulicht werden soll ein Szenario anhand des Großraums München, der einzigen deutschen Austragungsstadt der Fußball-Europameisterschaft 2020.



Kartendaten © OpenStreetMap-Mitwirkende, <http://www.openstreetmap.org/>

■ 700 MHz ■ 3,4–3,8 GHz ■ 26 GHz

Exemplarisches Szenario 5G Aufbau 2020

- Der Großraum München ist mit 700 MHz für mMTC- und URLLC-5G-Dienste versorgt, Automobilhersteller können weitestgehend flächendeckend 5G basierte Fahrzeugtechnik demonstrieren, Energieversorger können 5G basierte verteilte Energielösungen präsentieren usw.
- eMBB-5G-Versorgung in 3,4–3,8 GHz wird für die Innenstadt, für Verkehrsknoten wie den Flughafen, Veranstaltungsstätten wie die Allianz-Arena und Hauptverkehrswege vom Flughafen in die Innenstadt aufgebaut, internationale Besucher können 5G-Dienste während eines Großteils ihres Aufenthalts mit geeigneten Endgeräten nutzen.
- eMBB im Millimeterwellenbereich mit 5G-Zieldatenraten im zweistelligen Gbps-Bereich ist an einzelnen Hotspots verfügbar, z. B. Flughafen, Hauptbahnhof, Pressezentrum, ViP-Unterkünfte. Hier kann mit speziellen Endgeräten der volle 5G-Leistungsumfang demonstriert werden. Weiterhin gibt es teilweise Millimeterwellenbereich-Versorgung in Universitäten, Forschungs- und Entwicklungsstandorten zur Entwicklung, Implementierung und Erprobung neuer 5G-Applikationen.
- Wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Realisierung eines derartigen Szenarios sind neben der Bereitstellung der Frequenzen die geeigneten Rahmenbedingungen für die Aufrüstung bestehender und die Erschließung neuer Standorte.

Das beschriebene Szenario ist auf beliebige Regionen in Deutschland und Europa übertragbar und ermöglicht damit zunehmend flächendeckend die Versorgung mit 5G-Diensten.

05

Handlungsempfehlungen

Die Fokusgruppe 5G empfiehlt

- Bundesweite Verfügbarkeit des 700-MHz-Bandes inkl. der Landesgrenzen bis spätestens Mitte 2019, dem geplanten Nutzungsende für terrestrisches Fernsehen im 700-MHz-Band
- Eine möglichst flächendeckende Bereitstellung des Frequenzbereiches 3,4–3,8 GHz für die breiten zusammenhängenden Trägerfrequenzen von 100 MHz oder mehr, insbesondere in den städtischen Regionen
- Verfügbarkeit von sehr breiten Trägerbandbreiten mehrerer 100 MHz im Bereich 24,25–27,5 GHz in Bevölkerungszentren
- Unterstützung der Nutzung von öffentlicher/städtischer Infrastruktur für neue Basisstationen, im Wesentlichen Small Cells, durch Bürokratieabbau und Mitnutzungsmöglichkeiten zu angemessenen Konditionen.
- Entwicklung und Anwendung von Rahmenbedingungen für die Genehmigungsprozesse, die einen 5G-Ausbau volkswirtschaftlich vorteilhaft ermöglichen.



Digital Gipfel

Ergebnisdokument der Fokusgruppe 5G
Juni 2017
Herausgeber:
Digital-Gipfel
Plattform „Digitale Netze und Mobilität“

Alle Dokumente, aber
auch Erklärfilme, Interviews
und Videos der Plattform 1 „Digitale
Netze und Mobilität“ sowie Hintergrund-
informationen sind auf der Website der
Plattform zur Verfügung gestellt:

[www.plattform-
digitale-netze.de](http://www.plattform-
digitale-netze.de)